



**GEORGIKON
FOR
AGRICULTURE**

**A MULTIDISCIPLINARY
JOURNAL IN AGRICULTURAL
SCIENCES**

The Proceedings of the 65th Georgikon Days Scientific Conference
Held at Keszthely on 17–18 May, 2024

A 2024. május 17–18-án Keszthelyen megrendezett LXV. Georgikon
Napok Tudományos Konferencia előadásainak teljes anyagai

Volume 28

2024

Suppl. 2

The Journal **Georgikon for Agriculture** (briefly: G. Agric) is published twice a year by Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Georgikon Campus. Articles of original research findings in all fields of agriculture and related topics are published in the Journal subsequent to critical review and approval by the Editorial Board.

Members of the Editorial Board

Editor-in-Chief: L. Rózsa, PhD, Director of the Georgikon Campus

Editor: A. Anda, DSc, Professor

Technical Editor: E. Varga Kondorosyné

Georgikon is the predecessor of the Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Georgikon Campus founded by Count Gy. Festetics in 1797. Georgikon was among the first regular agricultural colleges in Europe that time.

Responsible Publisher is the Director of the Georgikon Campus, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, KESZTHELY.

HU ISSN 0239 1260

Water Scarcity in Syria: The Impact of the Crisis on Irrigated Agriculture

Vízhiány Szíriában: a válság hatása az öntözött mezőgazdaságra

Ammar Auda^{1*}, Rebomafil Bayot II¹, Mayte Alejandra Cuesta Tabares¹ and Zsolt Miklós Szilvácsku PhD²

¹MATE PhD School of Landscape Architecture and Landscape Ecology; rcbayot@gmail.com,
maytecestatabares@gmail.com

²MATE Department of Landscape Planning and Regional Development; Szilvacsku.Miklos.Zsolt@uni-mate.hu

*Correspondence: Auda.ammam@phd.uni-mate.hu

Abstract: Syria is situated in an arid to semi-arid climatic zone characterized by limited water resources in relation to the needs of its population. The country is classified as water-poor, with a per capita water share that falls below the international poverty line of 1,000 cubic meters per person per year. Through decades, the economic and social development, as well as population growth, have led to the depletion of non-renewable water resources, and pressure on renewable ones. The government's persistence on expanding irrigated agriculture has put further pressure on water resources resulting in water shortage, which was compensated by exploiting groundwater. In addition to that, the country experienced multiple severe droughts from 2007 to 2009, which led to substantial population internal displacements and a decrease in water availability. After more than twelve years into the crisis in Syria, water supply infrastructure, including irrigation networks and pumping stations suffer extensive damage and destruction. Moreover, a rapid economic downturn that began in 2019 and became the predominant cause of agricultural decline due to the limited fuel availability, unaffordable water costs, and rising production expenses. This review paper aims to assess the state of water resources and contribute to a better understanding of the Syrian crisis's repercussions on irrigated agriculture. The review employs data and statistics from various local and international reports, literature, and previous studies that discuss the effects of the crisis on agriculture and water resources. The results indicated a significant reduction in irrigated areas during the crisis years, with the largest reduction in 2022 as the economic situation reached its worst levels. Despite the effects of the crisis, there were notable advancements in modern irrigation techniques. Urgent economic solutions and sustainable water management strategies are required to address these issues.

Keywords: *Syrian crisis; irrigated agriculture; water; drought*

Összefoglalás: Szíria egy száraz és félszáraz éghajlati zónában helyezkedik el, amelyet a lakosság szükségleteihez viszonyítva korlátozott vízkészletek jellemeznek. Az országot vízhiányosnak minősítik, mivel az egy főre jutó vízmennyiség alacsonyabb a nemzetközi szegénységi küszöbnél, amely évi 1 000 köbméter per fő.

Évtizedeken át tartó gazdasági és társadalmi fejlődés, valamint a népességnövekedés a nem megújuló vízkészletek kimerüléséhez és a megújuló készletekre nehezedő nyomáshoz vezetett.

A kormány kitartása az öntözött mezőgazdaság kiterjesztése mellett további nyomást gyakorolt a vízkészletekre, ami vízhiányt eredményezett, amit a felszín alatti vizek kiaknázásával kompenzáltak. Ezen felül az ország több súlyos aszályt is átélt 2007-2009 között, ami jelentős belső népességmozgásokhoz és a víz rendelkezésre állásának csökkenéséhez vezetett.

Több mint tizenkét évvel a szíriai válság kezdete után a vízellátó infrastruktúra, beleértve az öntözőhálózatokat és a szivattyúállomásokat, jelentős károkat és pusztulást szenvedett el. Továbbá, a 2019-ben kezdődő gyors gazdasági visszaesés a mezőgazdaság hanyatlásának fő okává vált a korlátozott üzemanyag-ellátás, a megfizethetetlen vízköltségek és a növekvő termelési költségek miatt.

Áttekintő tanulmányunk célja a vízkészletek állapotának felmérése és a szíriai válság öntözött mezőgazdaságra gyakorolt hatásainak jobb megértése. Az áttekintés különböző helyi és nemzetközi jelentések, szakirodalom és korábbi tanulmányok adatait és statisztikáit használja fel, amelyek a válság mezőgazdaságra és vízkészletekre gyakorolt hatásait tárgyalják. Az eredmények jelentős csökkenést jeleztek az öntözött területeken a válság éveiben, a legnagyobb csökkenés 2022-ben következett be, amikor a gazdasági helyzet a legrosszabb szintre jutott. A válság hatásai ellenére figyelemre méltó előrelépések történtek a modern öntözési technikák terén. Sürgős gazdasági megoldásokra és fenntartható vízgazdálkodási stratégiákra van szükség ezeknek a problémáknak a kezelésére.

Kulcsszavak: szíriai válság; öntözött mezőgazdaság; víz; aszály

1. Introduction

Estimates of Syria's renewable water resources vary due to differing assumptions about cross-border inflows and outflows (Fanack, 2019; NAPC 2018; Mohammad, 2017). Annual rainfall is about 46 billion cubic meters, with 12 billion cubic meters usable after losses. Precipitation varies regionally: 1,000-1,200 mm/year on the coast, 600-800 mm in the southwest, and 200-300 mm in the northeast (Mourad and Berndtsson, 2011). Rainfall supports 71% of Syria's rain-fed agriculture (Bayram and Gök, 2020).

Syria is divided into seven main water basins, each with unique geological, meteorological, hydrological, and demographical characteristics (Issa, 2013; Fanack 2019). The Euphrates and Aleppo basin cover 28% of the area and provide 45% of total water resources (NAPC, 2018). Average renewable water resources are around 16,000 MCM/year, with 82% conventional and 18% non-conventional, including reclaimed agricultural water (Faour and Fayad, 2014).

Syria faces complex transboundary water sharing issues, particularly with Turkey and Lebanon, impacting equitable distribution (Daoudy, 2009). Groundwater resources are about 5,801 MCM, mostly from internal springs and wells, with inflows from Turkey and Lebanon, and outflows to Jordan (Mourad and Berndtsson, 2011). Groundwater springs, such as those feeding the Barada, Balikh, and Khabur rivers, are primary sources for these surface water bodies. The country has 162 dams with a total storage capacity of approximately 18,900 MCM (Issa, 2013).

2. Materials and Methods

This review utilizes a descriptive analysis approach, synthesizing findings from scholarly articles, reports from international organizations, and specific studies on Syria's water and agricultural conditions. Data were collected and analyzed to highlight essential patterns and trends, providing a comprehensive overview of water resources and the status of irrigated agriculture during the ongoing Syrian crisis.

3. Results and Discussion

3.1. Water Management Practices Before the Crisis

Water management in pre-crisis Syria faced significant challenges, not only because of its arid climate but also due to inadequate and ineffective management practices. In 2011, Syria's annual water withdrawal reached 160% of internal renewable resources, compared to 80% in Iraq and 20% in Turkey (Tabor et al., 2023). With 60% of its water originating outside its borders, particularly from the Euphrates Basin, Syria was vulnerable to upstream extraction (Tabor et al., 2023). The government aimed for food self-sufficiency through annual production plans, and the irrigated land has doubled between 1985 and 2012, reaching 1.42 million hectares. Agriculture consumed 89% of total water resources, averaging 13,195 MCM annually. Rapid population growth and rising demand necessitated efficient water use, but government policies focused on expanding irrigated agriculture, exacerbating water scarcity (De Châtel, 2014).

Traditional irrigation practices caused significant water losses. Despite government support for modern irrigations since 2005, adoption was low (Gleick, 2014). On the other hand, about 60% of the total irrigated land in Syria is irrigated using groundwater wells. Syria has over 170,000 pumping wells, with more than 55% unlicensed, leading to declining groundwater levels and affecting spring flows. (Salman and Mualla, 2004).

Severe droughts before the crisis impacted water resources, agriculture, and socio-economic stability. The 2007-2009 drought severely affected northeastern Syria's rainfed agriculture, causing crop failures and livestock deaths, particularly impacting al-Hasaka wheat (Kelley et al., 2015). This collapse of agricultural livelihoods led to mass internal displacement, with around 1.5 million people moving to urban areas between 2007 and 2010. This migration increased competition for scarce urban resources, exacerbated public health issues, and created social instability (Gleick, 2014).

3.2. Impact of the Syrian Crisis

In their phase, the Islamic State of Iraq and al-Sham (ISIS) strategically used control over water resources to undermine resistance, generate revenue, and strengthen governance (Daoudy, 2020). Between 2010 and 2022, there were 38 conflicts over water (Pacific Institute, 2023). Table (1) shows six events where water was used as a weapon.

Table 1. Water weaponization events during the Syrian crisis (Pacific Institution, 2023)

Date	Description
2014	Free Syrian Army cuts off water supply to Wadi Barada: Syrian government forces are driven out of Wadi Barada's villages after the Free Syrian Army (FSA) cuts off water supply from Ain al-Fijah, a major spring serving the Damascus area.
2015	Syrian rebel groups cut off water supply to Damascus: In August 2015, Syrian rebel groups cut off water from a spring in Ain al-Fijah, reducing water output to Damascus by 90 percent for three days and leading to water shortages and rationing. Rebels continue to periodically shut off the supply from the spring, resulting in water shortages in Ain al-Fijah and Damascus. Rebels threaten to blow up the spring if government forces enter the region.
2016	Intentional attacks on water infrastructure in Syria: Control over power and water infrastructure and intentional attacks on that infrastructure are being used as weapons in the civil war in Syria. Officials estimate there has been a 50 percent reduction in access to safe water in the country since the war began.
2017	ISIS floods villages in the Deir Hafer Plain of east Aleppo: In response to the advance of the Syrian Arab Army, Islamic State in Iraq and the Levant (ISIL) floods villages they control in the Deir Hafer Plain of east Aleppo by pumping water from Lake Assad into the Al-Jar channel.
2018	Major dam and water source captured in Syria: The Afrin Dam, a major dam and water source on the Afrin River in Syria, is captured by Turkish forces and their Syrian militia allies, causing concern for the nearby communities that depend on the dam for water. These same forces are also in control of nearby Maydanki dam. Interruptions to water and electricity in communities dependent on these dams have occurred, along with reports of attacks on civilian centers and populations.
2018	A truck carrying water tanks is used by suicide bombers in a failed attack in Syria: On January 18, a group of suicide bombers using a truck carrying water tanks in Aleppo, Syria is stopped by the Free Syrian Army. Members of the FSA kill three of the assailants and a fourth dies when he detonates his explosive device.

The Euphrates Dam, the biggest dam in Syria and the most important for irrigation and hydroelectric power, suffered direct impacts to its flow regulation capabilities. Additionally, reduced water levels has led to failure of several hydroelectric turbines affecting the power supply and exacerbating water scarcity (Sottimano and Samman, 2022).

The crisis resulted in intermittent water supplies across various urban and rural areas, compelling residents to depend on private water trucking services often at inflated prices. Rural farming communities suffered from the breakdown of water management, with displaced farmers abandoning irrigation channels, leading to livestock and crop losses, worsening food insecurity (Sottimano and Samman, 2022). Public health deteriorated due to lack of clean water and sanitation, causing a rise in waterborne diseases like diarrhea (Abbara et al., 2021; Tabor et al., 2023).

An economic downturn that began in 2019 and became the predominant cause of agricultural decline due to the limited fuel availability, unaffordable water costs, and rising production expenses (IOM, 2024). Agricultural inputs like seeds, fertilizers, and pesticides are in short supply or unaffordable, further reducing productivity. This has prevented many farmers from operating their equipment effectively, resulting in lower yields (FAO, 2022).

In 2021, the flow of water from the Euphrates River from Turkey into Syria was significantly below average, leading to critically low water levels in Syria's downstream reservoirs. This was

connected to political decisions in Turkey (Daher, 2022). Additionally, many regions in Syria are facing a water supply crisis due to prolonged electricity cuts and rationing. This power shortage is primarily due to insufficient fuel and gas to operate power plants (Daher, 2022). In areas where irrigation networks remained partially operational, fuel shortages and limited water availability prevented farmers from accessing and operating their equipment, reducing yields across crops. Many farmers could no longer afford the fuel needed for pumping water, contributing to lack of irrigation or abandonment of fields (Sottimano & Samman, 2022). Moreover, Syria faced multiple droughts during crisis, particularly in 2014 and 2021. These droughts have had severe consequences on agricultural production, water availability, and societal stability in the region. (Abbara et al., 2021). In addition to low water levels in the Euphrates River, the 2020-2021 season experienced extremely low rainfall, leading to what the Syrian Minister of Agriculture described as ‘the most dangerous year in terms of drought in Syria since 1953.’ (IFRC, 2022). This drought limited the cultivated area and ability to provide even supplementary irrigation for cultivated crops, and severely affected the food and nutrition security of households reliant on agriculture especially in Ar-Raqqa, Aleppo and Deir-ez-Zor. The water scarcity and high prices of fuel made irrigation out of reach for many households (IFRC, 2022). Figure 1. shows the annual changes in irrigated lands during the period from 2002 to 2022. It highlights a significant decline in 2008- 2009 and 2013-2014 seasons due to drought conditions in those years.

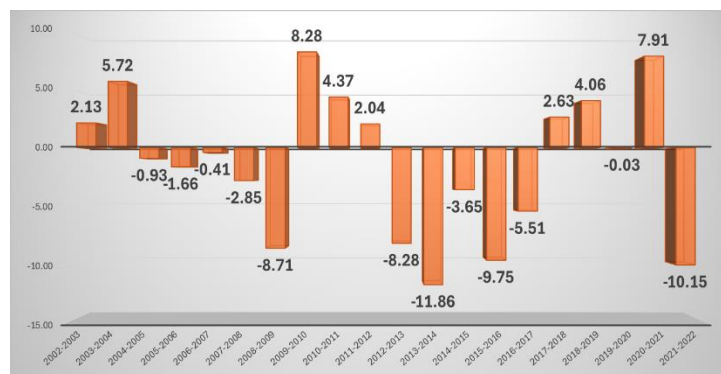


Figure 1. The annual changes in irrigated lands during the period from 2002 to 2022 (%). Data derived from (MAAR, 2022)

The years 2019 and 2020 witnessed noticeable increases in irrigated lands, attributed primarily to increased rainfall during those years, which enhanced water availability for irrigation. Following this, in 2021, despite the drought, there was an increase in irrigated areas due to a rehabilitation process launched by the government in multiple regions, especially in southern Aleppo, aimed at recovering irrigation infrastructure (USAID, 2021). However, the most dramatic decrease occurred in the 2022 season, with a substantial decline shown by a value of -10.15, mainly due to the economic downturn and the rising costs of water, making irrigation prohibitively expensive for many farmers.

From the same perspective, the changes in irrigated areas according to sources and irrigation methods during the periods 2003-2012 and 2013-2022 is presented in (Figure 2). The figure shows a decline in the total irrigated area by an average change rate of -23%, and particularly for well irrigation, which decreased by -29% due to fuel shortages and the overall increase in the cost of water pumping during crisis years. on the other hand, Modern irrigation, particularly drip irrigation, saw a significant improvement during the second period, with a change rate

between the two periods reaching 25% (Figure 2). the irrigated area for summer crops and vegetables showed increase over several years, especially noticeable since 2019 (Figure 3). This increase is partly due to a reduction in violence, allowing a slight recovery in agricultural activities, particularly with the high rainfall that year. Additionally, the growth can be attributed to an increase in small holdings, as rural communities sought to secure their food sources. These small-scale agricultural operations often focus on summer crops and vegetables, which can be cultivated on smaller plots of land and provide essential nutrition and economic benefits to the local populations.

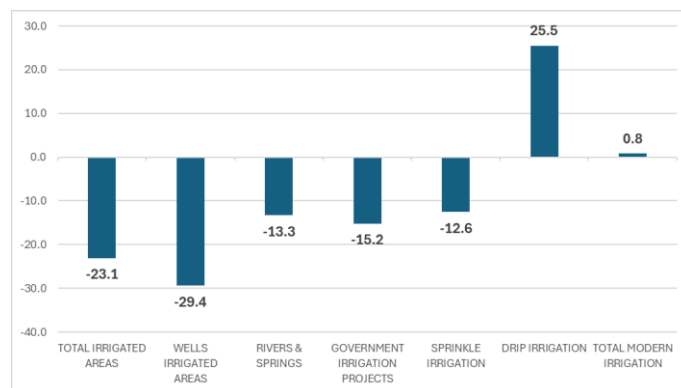


Figure 2. The changes in irrigated lands according to sources and irrigation methods between the periods (2003 to 2012) and (2013-2022). Data derived from (MAAR, 2022)

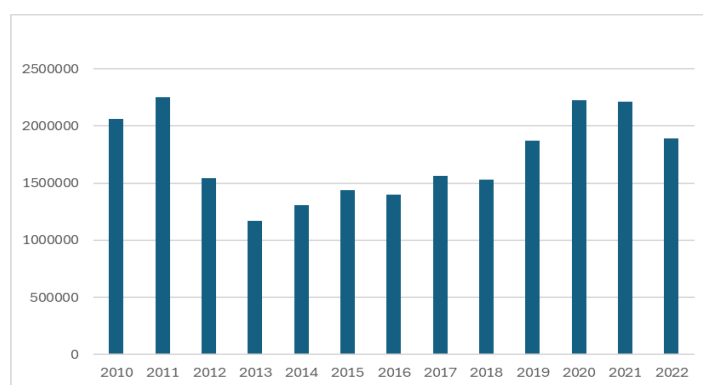


Figure 3. Summer (crops & vegetables) irrigated area from 2010-2022. Data derived from (MAAR, 2022)

4. Conclusions

The study highlights the severe challenges facing Syria regarding water resources, intensified by prolonged crises. Pre-crisis, Syria's water management struggled with over-extraction of groundwater driven by intensive agricultural policies, leading to groundwater depletion. Severe droughts, from 2007 to 2009, severely impacted agriculture, prompting mass internal displacement and socio-economic instability. The Syrian crisis further exacerbated these issues, causing substantial infrastructure damage and intermittent water supplies across various areas. The economic downturn from 2019 to the present has led to severe fuel and water shortages, leaving many farmers unable to sustain irrigation, reducing agricultural productivity and increasing food insecurity. Despite some modest rehabilitation efforts and increased rainfall in certain seasons, ongoing economic difficulties and persistent water scarcity continue to hinder agricultural productivity and public health. Additionally, the severe drought in 2021 further limited water availability and agricultural output. However, there have been improvements in

modern irrigation techniques, such as encouraging and promoting the adoption of drip irrigation. These findings underscore the urgent need for economic solutions and sustainable water management strategies (e.g., rainwater harvesting and efficient water distribution systems). The study highlights the need for further research to develop comprehensive nature-based solutions that address both immediate and long-term challenges facing Syria in the post-crisis period.

References

- Abbara, A., Zakieh, O., Rayes, D., Collin, S.M., Almhawish, N., Sullivan, R., Aladhan, I., Tarnas, M., Whalen-Browne, M., Omar, M., Tarakji, A., Karah, N., 2021. Weaponizing water as an instrument of war in Syria: Impact on diarrhoeal disease in Idlib and Aleppo governorates, 2011-2019. *Int. J. Infect. Dis.* 108, 202–208. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2021.05.030>
- Bayram, M., Gök, Y., 2020. The effects of the War on the Syrian Agricultural Food Industry Potential. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology* 8, 1448–1462. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i7.1448-1462.3278>
- Daher, J., 2022. Water scarcity, mismanagement, and pollution in Syria (Technical Report). European University Institute. <https://doi.org/10.2870/99423>
- Daoudy, M. (2009). "The Water Divide Between Syria, Turkey, and Iraq: Negotiation, Security and Power Asymmetry." CNRS, France. Available at: <https://carnegieendowment.org/people/marwa-daoudy>
- Daoudy, M., 2020. Water weaponization in the Syrian conflict: strategies of domination and cooperation. *International Affairs* 96, 1347–1366. <https://doi.org/10.1093/ia/iaaa131>
- De Châtel, F., 2014. The Role of Drought and Climate Change in the Syrian Uprising: Untangling the Triggers of the Revolution. *Middle Eastern Studies* 50, 521–535. <https://doi.org/10.1080/00263206.2013.850076>
- Fanack, 2019. Water Resources in Syria [WWW Document]. Fanack Water. URL <https://water.fanack.com/syria/water-resources/>
- FAO, 2022. Agriculture Input and Commodity Bulletins. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://openknowledge.fao.org/items/5363334d-3c28-4c28-b6a3-3fd7b9de6b1e>
- Faour, G., Fayad, A., 2014. Water Environment in the Coastal Basins of Syria - Assessing the Impacts of the War. *Environ. Process.* 1, 533–552. <https://doi.org/10.1007/s40710-014-0043-5>
- Gleick, P.H., 2014. Water, Drought, Climate Change, and Conflict in Syria. *Weather, Climate, and Society* 6, 331–340. https://journals.ametsoc.org/view/journals/wcas/6/3/wcas-d-13-00059_1.xml
- IFRC, 2022. Syria: Droughts - Final Report DREF Operation n° MDRSY006 - Syrian Arab Republic | ReliefWeb. International Federation of Red Cross And Red Crescent Societies. <https://reliefweb.int/report/syrian-arab-republic/syria-droughts-final-report-dref-operation-ndeg-mdrsy006>
- IOM, 2024. Syrian Arab Republic Crisis Response Plan 2024 - Syrian Arab Republic | ReliefWeb. International Organization for Migration. Available at: <https://reliefweb.int/report/syrian-arab-republic/syrian-arab-republic-crisis-response-plan-2024>

- Issa, M.J., 2013. Water Balance in Syria and the Future Prospects From 1992-1993 to 2008-2009 up to 29, 551–585. (Arabic). <https://www.damascusuniversity.edu.sy/mag/human/images/stories/3-2013/e/37-38.pdf>
- Kelley, C. P., Mohtadi, S., Cane, M. A., Seager, R., & Kushnir, Y. (2015). Climate change in the Fertile Crescent and implications of the recent Syrian drought. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112 (11), 3241–3246. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25733898/>
- MAAR, 2022. Statistical Book 2022. Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, Damascus. Available at: <http://moaar.gov.sy/category/statistical-groups>
- Mohammad, H., 2017. SWOT Analysis for Water Resources Sector in Syria', Conference Paper, Università degli Studi di Brescia. Available at <https://www.researchgate.net/publication/346421887>
- Mourad, K.A., Berndtsson, R., 2011. Syrian Water Resources between the present and the Future. *Air, Soil and Water Research* 4, ASWR.S8076. <https://doi.org/10.4137/ASWR.S8076>
- National Agricultural Policy Center (NAPC). (2018) The Impact of the Crisis on the Agricultural Environmental Reality. Damascus: NAPC. (Arabic). http://www.napcsyr.gov.sy/pubs/studies/policy_studies_ar.htm
- Pacific Institute, 2023. Water Conflict Chronology. Pacific Institute, Oakland, CA. Available at: <https://www.worldwater.org/water-conflict/>
- Salman, M., Mualla, W., 2004. The Utilization of Water Resources for Agriculture in Syria: Analysis of Current Situation and Future Challenges. https://doi.org/10.1142/9789812702753_0031
- Sottimano, A., Samman, N., 2022. Syria has a water crisis. And it's not going away. Atlantic Council. URL <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/menasource/syria-has-a-water-crisis-and-its-not-going-away/>
- Tabor, R., Almhawish, N., Aladhan, I., Tarnas, M., Sullivan, R., Karah, N., Zeitoun, M., Ratnayake, R., Abbara, A., 2023. Disruption to water supply and waterborne communicable diseases in northeast Syria: a spatiotemporal analysis. *Confl. Health* 17, 4. <https://doi.org/10.1186/s13031-023-00502-3>
- USAID. (2021) 'Key Considerations: Supporting 'Wheat-to-Bread' Systems in Fragmented Syria', Social Science in Humanitarian Action Platform. Available at: <https://www.socialscienceinaction.org/resources/key-considerations-supporting-wheat-to-bread-systems-in-fragmented-syria>

*This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.*

*A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.*



Medicinal Plants used by Indigenous Peoples in the Philippines

A Fülöp-szigetek őslakosai által használt gyógynövények

Rebomafil Bayot II¹, Zsolt Miklós Szilvácsku PhD², Ammar Auda³, and Mayte Alejandra Cuesta Tabares⁴

¹ *Hungarian University of Agriculture and Life Sciences Doctoral School of Landscape Architecture and Landscape Ecology; rcbayotii@gmail.com*

² *Hungarian University of Agriculture and Life Sciences Department of Landscape Planning and Regional Development; szzs.uni@gmail.com*

³ *Hungarian University of Agriculture and Life Sciences Doctoral School of Landscape Architecture and Landscape Ecology; ammar.auda92@gmail.com*

⁴ *Hungarian University of Agriculture and Life Sciences Doctoral School of Landscape Architecture and Landscape Ecology; maytecestatabares@gmail.com*

Abstract: Aetas are ancient indigenous people in the Philippines. They are considered as one of the earliest inhabitants in the Philippines, theorized to be related to the aboriginal peoples in Australia. Living in the island for tens of thousands of years, they bore witness to the ebb and flow of the landscape and the ecosystem. Throughout these changes, the Aetas are proud to have their own way of life distinct from other ethnic groups that populate the Philippines. Having lived in the plains, mountains, lakes, and coasts of Pampang, the landscape has shaped the Aeta's identity. Aetas base their lifestyle closely from their surrounding natural environment for survival and recreation. Aetas are believed to originally live by hunting and gathering. Through the years, they have developed agriculture, cultivating plants for different purposes. One of such purposes is medicine. For a long time, plant medicine is a common and accepted method for treating illnesses in the Philippines. This research delves into the topic of medicinal plants, how it helps Aetas sustain their lifestyle, and hopefully pass this knowledge for future generations.

Keywords: *Philippines; indigenous people; aetas; agriculture; plant medicine*

Összefoglalás: Az aeták ősi őslakosok a Fülöp-szigeteken. A Fülöp-szigetek egyik legkorábbi lakosának tartják őket, akik az elmélet szerint az ausztráliai őslakosokkal rokonok. Több tízezer éve a szigeten élve tanúi voltak a táj és az ökoszisztéma apály- és dagályának. E változások során az aeták büszkéek arra, hogy saját életmódjukat különböztetik meg a Fülöp-szigeteken élő többi etnikai csoporttól. Mivel Pampang síkságain, hegyeiben, tavain és partjain éltek, a táj formálta az Aeta identitását. Az Aeták életmódjukat szorosan a környező természeti környezetből építik a túlélés és a kikapcsolódás érdekében. Úgy gondolják, hogy az aeták eredetileg vadászatból és gyűjtésből élnek. Az évek során fejlesztették a mezőgazdaságot, különféle célú növényeket termesztenek. Az egyik ilyen cél az orvostudomány. A Fülöp-szigeteken a növényi gyógyászat régóta általános és elfogadott módszer a betegségek kezelésére. Ez a kutatás a gyógynövények témájával foglalkozik, hogyan segíti az Aetákat életmódjuk fenntartásában, és remélhetőleg továbbadja ezt a tudást a következő generációknak.

Kulcsszavak: *Fülöp-szigetek; őslakosok; aetas; mezőgazdaság; növénygyógyászat*

1. Introduction

Aetas are one of the many indigenous peoples residing in the Philippines. In 2010, there were an estimated 50,000 recorded Aeta people living in the Philippines. Aetas are physically characterized by their dark skin, curly hair, and short stature. (See Figure 1) Aetas originally have a nomadic lifestyle. Aetas are organized into villages, led by a tribal chieftain. They move around depending on the availability of food. They survive by hunting animals with bow and arrow. They hunt for wild pigs, deer, monkeys and lizards. They hunt with their dogs and they also catch fish in the river and coast. They have simple traditional clothing. They weave, craft accessories, make body modifications and use herbal medicine. They have their own religion. They believe in a creator God and also spirits of nature.



Figure 1. Aeta family in Luzon, Philippines (Source: Egon von Eickstedt, 1938) (Dresden Museum of Ethnology State Art Collections)



Figure 2. Landscape in Pampanga province (Source: Ungvari Attila, 2023)



Figure 3. Location of Pampanga province in the Philippines (Source: Eugene Alvin Villar, 2003)

This research shall identify which plants are commonly accepted by Aetas to possess healing qualities. It will include both plants that are exclusive to the Philippines and those that grow in other regions. I will collect information on which plants are used for medicine, what diseases they treat, which part of the plant is used, how the medicine is prepared from the plant, how the medicine is used, and how often the medicine is used. This paper shall explore the Aeta community's relationship with their environment, more specifically with the medicinal plants. It shall delve deeper into the importance of the plants for the Aetas. This shall in turn, help find new opportunities for health, medicine and livelihood.

2. Materials and Methods

This research collected data from several sources. I distributed a questionnaire to Aetas living in Pampanga. (See Figure 4) The informants were made aware that the research is for academic purpose. They consented and participated voluntarily. The gathered data was cross examined with data from previous researches.

Questionnaire about Medicinal Plants
1. What is your age?
2. What is your gender?
3. Have you or your family used plant medicine?
4. Which plants are used as medicine? Which part?
5. Which disease does it treat?
6. How do you prepare the treatment? What is the procedure for treatment?
7. Was it effective in treating diseases?
8. Did you get side effects from the treatment?
9. Do you recommend using these plant medicine for healing?
10. How do you grow these plants?

Figure 4. This questionnaire was given for the participants to answer

3. Results and Discussion

3.1. Participant Data

There were 27 informants who participated in the study. Among the participants of the study, 8 are male and 19 are female. The biggest age group in the research belonged to 40 – 50 years old while three were younger than 20. (See Figures 5 and 6) All of them were familiar with the use of plant medicine or have used it with themselves or in their household. All of them attest to the efficacy of using plant medicine and they use plants as primary treatment for illnesses.

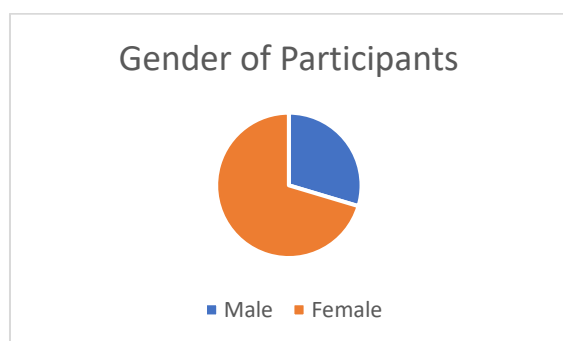


Figure 5. Gender of the participants

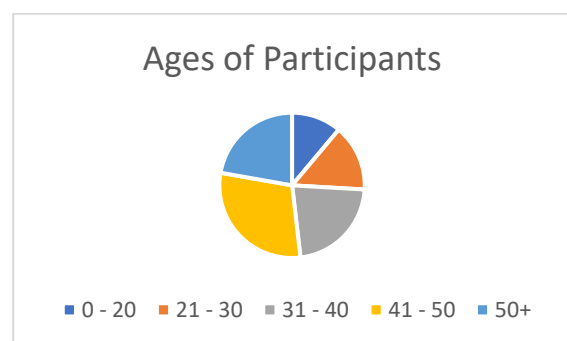


Figure 6. Ages of the participants

3.2 Aetas and Medicinal Plants

Medicinal plants have always been relevant in healthcare in the Philippines. Elder Aetas have extensive knowledge about plant medicines. However, there is a risk that this knowledge may not be passed down to the next generation (Datiles, Heinrich, 2013). The following table contains an incomprehensive list of plants in the Philippines believed to have healing properties:

Table 1. Plants used as medicine with information on how they are used









Plant	Part	Disease/Condition Treated	Preparation	Administration Mode and Frequency
 <p>Bawang (Garlic) <i>Allium sativum</i></p>	Fruit	Canker sores	As is	Apply on affected part as needed
		Dog bites	Slice and juice	Rub on affected part every day
		Ear ache	Collect the resin	Apply on affected area as needed
		Tooth ache	Remove skin, triturate or as is	Apply on affected area as needed
		Tinea versicolor or white spots	Triturate or as is	Rub on affected part every day
 <p>Aloe vera <i>Aloe vera</i></p>	Leaves	Alopecia	Cut in half and juice	Rub on affected part as needed
	Leaves	Dandruff	Cut in half and juice	Rub on affected area as needed
	Leaves	Dandruff	Cut in half	Rub on affected area and leave for one hour once a day
	Stem	Burns	Shred	Apply on affected area as needed
	Leaves	Hair volume	Cut in half and juice	Rub on affected area as needed
	Stem	Hair volume	Shred	Rub on affected area and leave for one hour once a day
 <p>Kasuy (Cashew) <i>Anacardium occidentale</i></p>	Bark	Diabetes	Cut into pieces, decoction	Drink liberally
	Fruit	Diabetes	As is	Eat as often as needed
	Bark	Tooth ache	Decoction in saline water	Gargle as often as needed
 <p>Guayabano <i>Annona muricata</i></p>	Fruit	Diabetes	As is	Eat every day
	Leaves	High blood pressure	Decoction	Drink liberally
	Leaves	Stomach ache	Decoction in saline water	Drink as often as needed
	Leaves	Urinary tract infection (UTI)	Decoction	Drink liberally
	Leaves	Vertigo	Roast and decoction	Rub on affected part once
 <p>Damong maria (Mugwort) <i>Artemisia vulgaris</i></p>	Leaves	Colds	Triturate, strain the juice	Drink 3x a day
	Leaves	Cough	Roast, strain the juice or decoction	Drink 3x a day
	Leaves	Gastritis	Triturate or Roast or Decoction	Drink 3x a day
	Leaves	Stomach ache	Decoction or juice	Rub on affected part 3x a day
	Leaves	Cough	Decoction	Drink 4x a day, as needed
 <p>Sambong <i>Blumea balasmifera</i></p>	Leaves	Diarrhea	Roast or Decoction	Drink until well
	Leaves	Phlegm	Roast	Drink 3 x a day (not more than 1 week)
	Leaves	Head ache	Roast or Decoction	Drink 3 x a day (not more than 1 week)
	Leaves	Stomach ache	Decoction or wrap on banana leaves with salt and heat with flame	Rub on the body as needed
	Leaves	Ulcer	Decoction	Drink
	Leaves	Chest pains	Roast, add coconut oil	Apply on affected part as needed
 <p>Kataka-taka <i>Bryophyllum pinnatum</i></p>	Leaves	Ear infection	Roast, add coconut oil	Place on affected area morning and evening
	Leaves	Eye ache	Triturate, collect juice	Place on affected area 4x a day
	Leaves	Speck in the eye	Triturate, collect juice	Place on affected area 3x a day
	Leaves	Tooth ache	Triturate, add salt or Decoction	Apply on affected part or Drink as needed
	Leaves	Boils	Add gin, set up like ventosa	Apply on affected part once
 <p>Sili (Pepper) <i>Capsicum annuum</i></p>	Seeds	Tooth ache	Place seeds in cotton	Apply on affected part as needed
	Leaves	Wounds	Heat in flame, juice	Apply on affected part once
	Fruit	Wounds	Cook chilli pepper with coconut oil	Rub on affected area morning and evening
	Leaves	Wounds	Heat in flame, juice	Apply on affected part once

Table 1. Plants used as medicine with information on how they are used (Continued)

Plant	Part	Disease/Condition Treated	Preparation	Administration Mode and Frequency
 Papaya <i>Carica papaya</i>	Fruit	Constipation/ Dyspepsia	As is	Eat liberally
	Roots	Tooth ache	Triturate	Apply on affected part until well
 Calamansi <i>Citrus japonica</i>	Fruit	Dandruff	Juice or slice	Use as shampoo Every bath time
	Fruit	Athlete' foot	Juice or boil in saline water	Rub on affected part as needed
	Fruit	Caterpillar venom	Juice	Apply on affected part as needed
	Fruit	Colds	Decoction	Drink once a day (for 3 days)
	Leaves	Colds	Decoction, mix with bath water	Bathe as needed
	Fruit	Cough	Juice or roast	Drink liberally
	Leaves	Cough	Roast, scrape the skin, mix juice with honey	Rub on affected part Once a day
 Buko (Coconut) <i>Cocos nucifera</i>	Fruit	Sore eyes	Slice	Instill on affected area 2x a day
	Juice	Alopecia	Scrape the meat, juice	Use as shampoo before bath
	Juice	Anuria	As is	Drink as needed
	Roots	Anuria	Triturate, juice	Drink 3x a day (for 8 days)
	Oil	Burns	Roast	Rub on affected part 2x a day (for 3 days)
	Oil	Burns	Warm up, apply in guava leaves	Rub on affected part morning and evening
	Juice	Diabetes	As is	Drink in the morning
	Fruit	Kidney problems	As is	Drink in the morning
	Juice	Kidney problems	As is	Drink in the morning
	Fruit	Scabies	Boil until oil comes out	Rub on affected part once a day
 Luya (Ginger) <i>Curcuma longa</i>	Fruit	Tinea cruris	Boil until oil comes out	Rub on affected part once a day
	Husk	Tooth ache	Roast, put in a covered plate. Collect the moisture or Roast the husk, pulverize, put powder in cotton	Apply on affected part as needed
	Juice	Urinary tract infection (UTI)	As is	Drink as needed
	Fruit	Flatulence	Triturate or scrape, soak in lukewarm water, strain	Drink 2x a day (for 1 week)
	Fruit	Head ache	As is	Apply on affected part, bind with clean cloth. Change when dry until well
	Fruit	Numbness	Decoction	Drink or rub on affected part 3 x a day
	Fruit	Rheumatism	Soak in coconut oil	Rub on affected part morning and evening
 Tanglad (Lemongrass) <i>Cymbopogon citratus</i>	Fruit	Stomach ache	Decoction	Drink 4 x a day
	Fruit	Vomiting	scrape, soak in luke warm water, strain	Drink once a day (for 1 week)
	Leaves	Alopecia	Triturate, soak in water for 15 minutes	Use as shampoo every day
	Leaves	Alopecia	Decoction	Bathe once
	Leaves	Head ache	Decoction or triturate and express with clean cloth or soak in water for 15 minutes	Bathe every day
	Roots	High blood pressure	Decoction, triturate	Drink until well
 Gugo (Black Cumin) <i>Entada phaseoloides</i>	Leaves	Post partum	Decoction	Bathe once
	Roots	Sore throat	Decoction	Drink 3x a day
	Whole	Alopecia	Juice	Use as shampoo once a day
	Whole	Dandruff	Triturate	Use as shampoo once a day
	Leaves	Lice	Decoction	Bathe once a day
 Kakawati (Madre de Cacao)	Roots	Damaged hair	Triturate	Use as shampoo 2x a day
	Resin	Athlete's foot	Scrape the middle part of leaf with bottle	Apply on affected part until well
	Leaves	Body pains	Collect the resin	Apply on affected part as needed
	Leaves	Fever	Pass thru flame, add coconut oil	Apply on affected part as needed
	Leaves	Headache	Pass thru flame, add coconut oil	Apply on affected part as needed
	Leaves	Itchiness	Pass thru flame, add coconut oil	Bathe up to 2x a day
	Leaves	Scabies	Decoction	Bathe up to 2x a day
Leaves	Strain	Decoction	Apply on affected part as needed	

3.3. Aetas' Agriculture

Aetas historically collected food and medicine by foraging plants that were already existing in the surroundings. When they became more settled, they developed a method called “kaingin gasak” known in other countries as swidden farming wherein they slash and burn trees. Then, they use the ashes for fertilizer. They used the fertilizer to grow crops. However, this practice has been found to not be sustainable. As the Aetas adapted to the environment, they learned about agriculture practices. They planted mainly root crops, sweet potatoes, bananas, and vegetables. They also planted the herbs and medicinal plants. They start to plant in May when it starts to rain. After four to five months, the harvesting season comes. They used ancient medicinal plants for spiritual purposes.

4. Conclusions

Aetas are indigenous people in the Philippines. Like any group of people, the Aetas have existed through the changing of times. They have adapted their lifestyle with the environment that they consider their home. Using plants for medicine has been a tradition passed down through many generations. This tradition is at risk of being forgotten, but the practical knowledge is important and should be preserved for generations to come. Knowledge of plant medicine goes beyond the therapeutic benefits; rather it is tied to the heritage of the indigenous people who live with this tradition. Just as medicines save us from illnesses and preserve our lives, indigenous people deserve recognition and preservation.

Acknowledgements

The Researcher “Bayot Rebomafil II” is funded by a full scholarship from the Stipendium Hungaricum scholarship.

References

- Datiles, M., Heinrich, M. 2013. Living on a volcano: medicinal plant uses of the Nabuclod Aeta, Mount Pinatubo, Philippines [Abstract]. *Planta Medica* **79** (13), 1257. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1352382> (PN 39. Print).
- Dela Cruz, P., Ramos, A.G. 2006. Indigenous Health Knowledge Systems in the Philippines: A Literature Survey. Paper presented at the XIIIth CONSAL Conference, Manila, Philippines
- Larena, M., et al. 2021. Philippine Ayta possess the highest level of Denisovan ancestry in the World. *Current Biology* **31**, 4219–4230 Published by Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.07.022>
- Madulid, D.A., Gaerlan, F.J M., Romero, E.M., Agoo, E.M.G. 1989. Ethnopharmacological study of the Ati tribe in Nagpana, Barotac Viejo, Iloilo. *Acta Manilana* **38**, 25–40.
- Molintas, J.M. 2004. The Philippine Indigenous peoples; struggle for land and life: challenging legal texts. *Arizona Journal of International & Comparative Law* **21** (1), 269–306.
- Pablo, C.G.C., 2019 Botika sa Kalikasan: Medicinal Plants Used by Aetas of Sitio Parapal Hermosa Bataan, Philippines. *Journal of Social Health* **2** (1), pp 101–127.
- Zayas, C.N. 2008. Trade and patronage of Ati material medica in the Visayas. In: Paz, C.J. (Ed.), *Ginhawa, Kapalaran, Dalamhati (Essays on Well-being, Opportunity/ Destiny and Anguish)*. University of the Philippines Press, Quezon City, pp. 66–86.

This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.



Tüzipelletek elégetésekor keletkező károsanyag-kibocsátások összehasonlítása

Comparising of Harmful Emissions which Producing at Burning of Firepellets

Cseke Botond András¹, Dr. Pályi Béla¹, Dr. Lönhárd Miklós¹, Dr. Szilágyi Attila¹ és Enyingi András²

¹MATE Műszaki Intézet; cseke.botond.andras@uni-mate.hu

²Jákófa Kft., Bakonyjákó; pellet@jakofa.hu

Összefoglalás: A jelen gazdasági és politikai helyzetben egyre nagyobb szerepet kap hazánk más országoktól való energiahordozó-függőségének kérdése. A hazánkban megtermelt biomassza tüzelési célú hasznosítása jó lehetőséget ad az energetikai önállóság növelésére. A különböző biomassza alapanyagú égetési célú préselvények felhasználásának számos előnye van. Az erdő- és mezőgazdaságban ill. faiparban keletkező hulladékokból és melléktermékekből fűtőanyag állítható elő. A faiparban is felhasználható jó minőségű alapanyag helyett így a más célokra értéktelen eltüzelhető hulladékból is előállítható tüzelőanyag, amely akár háztartási méretű kazánokban is igen előnyösen használható. A MATE Műszaki Intézet Agrárműszaki Tanszékén beszerzésre került egy háztartási méretű pellettüzelő kazán és egy többfunkciós elektronikus füstgázelemző műszer. A kazán a meglévő fűtési rendszerre tud rádolgozni, de feladata alapvetően kutatási és oktatási célú. Pelletkazánunkban 5 különböző minőségű tüzipellet elégetése közben keletkező füstgázok és hamu mennyiségét, valamint a tüzelőanyagok fűtőértékét hasonlítottuk össze. Azt vizsgáltuk, hogy a kazánban történő elégetés közben melyik gyártmány terheli jobban ill. kevésbé a környezetet. A vizsgált tüzipelletek a következők voltak: két különböző minőségű napraforgóhéj-pellet, egy ukrán fenyőpellet, egy ukrán keményfa-pellet és egy hazai fenyőpellet. A mérések elvégzése után a kapott adatokból átlagot számoltunk, illetve rangsoroltuk a különböző értékeket. A legfontosabb piaci szempontok közé nedvesség- és hamutartalom valamint a fűtőérték tartozik. Ilyen téren a fapelletek bizonyultak jobbnak, az agripelletek túkrözték az alacsonyabb piaci árakat. A nitrogénoxid kibocsátás tekintetében szintén a napraforgóhéj pelletek mutatkoztak a legrosszabb minőségűnek, a legalacsonyabb kibocsátási értéke a keményfának volt. CO kibocsátás szempontjából nem mutatható ki egyértelmű különbség a fa és a mezőgazdasági alapú tüzelőanyag között. Összességében a kapott eredmények azt mutatják, hogy a fa alapú pelletek kevésbé terhelik a környezetet, mint a vizsgált agripelletek.

Kulcsszavak: *biomassza; tüzipellet; napraforgóhéj; füstgáz; emisszió*

Abstract: In present economic and political state it plays an increasing role the question of our country's energy source's dependence from other countries. In our country the utilization of biomass producing heat energy give a good chance to increase the energy self-dependence. Utilization of firing squeezes from several biomass raw materials has some advantages. At Department of Agricultural Mechanization, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Technology it was buying a household size pellet furnaces and a multifunction electronic exhaust gas analyser. The furnace works for the local heating system,

but basic function is utilisation for researching and education aims. We have compared 5 different quality fire pellets' emissions and quantity of ash, as well as heating value in our pellet furnace during burning. We have analysed that during burning in furnace which product is loaded the environment more or less. Among the most important market aspect concern wet and ash content and heating value. On this field were better the wood pellets, the agropellets show the lower market prices. Summary the results showed that wood pellets load the environment less, like measured agropellets.

Keywords: *biomass; firepellet; sunflower peel; exhaust gas; emission*

1. Bevezetés

Az elmúlt években kialakult világgazdasági és politikai helyzet miatt egyre inkább felértékelődik hazánk energiafüggőségének kérdése. A helyben termelő megújuló energiák segítségével növelhető az önállóságunk az energiahordozók felhasználása terén. (Nemzeti Energia és Klímaterv, 2020) A fűtési energiaigény kielégítésére a megújuló energiaforrások között az egyik legalkalmasabbak az erdészeti, mezőgazdasági és kertészeti termelésből származó melléktermékekből ill. hulladékokból előállítható tüzelőanyagok. Ez formáját tekintve lehet apríték, vagy ennek továbbaprításával és magas nyomású tömörítésével előállított préselvény, melynek megjelenési formája pellet vagy brikett. A préselvények előnye a könnyű adagolhatóság, magas elérhető fűtőérték, jó égési tulajdonságok. A tüzipelletek további előnye a teljesen automatizálható adagolás lehetősége, így a pelletkazánok teljesen magukra hagyhatók, alkalmasak a fűtőteljesítmény pontos szabályozására, és így energiatakarékos üzemeltetésre. (Németh K. 2011)

A MATE Műszaki Intézet Agrárműszaki Tanszékén egy az Európai Unió által támogatott osztrák-magyar projekt keretén belül 2013-ban beszerzésre került egy háztartási méretű pellet tüzelő kazán és egy többfunkciós elektronikus füstgázelemző műszer. A kazán a meglévő fűtési rendszerre tud rádolgozni, de feladata alapvetően kutatási és oktatási célú.

2. Anyag és módszer

Pelletkazánunkban 5 különböző minőségű tüzipellet elégetése közben keletkező füstgázok és hamu mennyiségét, valamint a tüzelőanyagok fűtőértékét hasonlítottuk össze. Azt vizsgáltuk, hogy a kazánban történő elégetés közben melyik gyártmány terheli jobban ill. kevésbé a környezetet, illetve energetikai szempontból melyik használata a legelőnyösebb. A vizsgált tüzipelletek a következők voltak: két különböző minőségű napraforgóhéj-pellet, egy ukrán fenyőpellet, egy ukrán keményfa-pellet és egy hazai fenyőpellet.

A füstgáz kibocsátás - ezen belül a szénmonoxid és a nitrogén-oxidok - mérése a MATE Műszaki Intézet Agrárműszaki Tanszékének Tanműhelyében történt. A vizsgálathoz használt kazán típusa a következő volt: Centrometal Eko-Ck-p kazántest + Cm-pellet-set 35 kW. Ez egy hagyományos fatüzelésű acéllemez kazán, amelyre gyárilag egy pellet égőfejet szereltek fel. (1. ábra)



Műszaki paraméterek	EKO	Műszaki paraméterek	EKO
	CKP		CKP
	35		35
Névleges teljesítmény (kW)	35	Az égéskamra térfogata [liter]	125,2
Kazán Szabályozási tartomány (fapellet) (kW)	10-35	Az égéskamra típusa (fűtőolaj / gáz / fapellet)	Túlryo -más
Huzatigény (PA)	20	Max. üzemi túlnyomás a kazán testben [bar]	2,5
Kazánban lévő víz mennyisége (l)	76	Max. üzemi hőmérséklet a kazán testben [°C]	90
A kilépő füstgázok hőfoka névleges teljesítményen (fapellet/olaj/gáz) [°C]	160	A füstgázcső átmérője - külső átmérő [mm]	160
A füstgázok tömegárama névleges teljesítményen (fapellet) [kg/sec]	0,027	A tüzelőanyaggal mérete (fapellet) [mm]	Ø6 x max. 50
Kazán Ellenállás vizoldalon, névleges teljesítményen [mbar]	13	A tüzelőanyag nedvességtartalma (fapellet) [%]	Max. 12

1. ábra. A vizsgálathoz használt kazán metszete és műszaki adatai (Centrometal 2010)

Kazánunkat egy napi előtároló tartály szolgálja ki, ehhez csatlakozik a rugós csigás pellet adagoló egység. (2. ábra) Az égőfej teljesítményének változtatása programvezérléssel történik, az adagolt tüzelőanyag mennyiségének és a primer levegőáramnak a változtatásával. (Internet1)

Az adagolás szakaszosan történik, a mennyiség változtatás az adagolási ciklusok időtartamának változtatásával valósul meg. A kazán automatikája a tüzelés pillanatnyi állapotáról és beavatkozások eredményéről egy optikai lángérzékelő és egy kazántest hőmérséklet érzékelő segítségével kap információt. (Internet2)

A vizsgálathoz használt füstgázelemző műszer típusa: ECOM- J2KNpro. (2. ábra) A mérhető jellemzők a következők: O₂ szint, lambda (légfelesleg), CO, CO₂, NO, NO_x, füstgáz hőmérséklet, kazántest hőmérséklete, környezeti léghőmérséklet, kéményhuzat. A műszer komplett jegyzőkönyvet készít a mérési eredményekről, táblázatos formában. (Internet3) A mérési adatokat 7 másodperces frissítéssel rögzíti a mérési időtartam alatt, amely minden minta esetében 15 perc volt.



2. ábra. A pelletkazán a pellet égőfejjel, előtároló tartállyal és csigás adagolóval, ill. a füstgáz elemző műszer (saját fotó, ill. Internet3)

A hamutartalom és a fűtőérték meghatározását a Pannon Biomassza Kft. ajkai Tüzelőanyag laboratóriumában végezték el. A kapott jegyzőkönyv minden minta esetén a következő adatokat tartalmazta: a tüzelőanyag nedvességtartalma (m/m%), hamutartalom (m/m%), égéshő (kJ/kg), fűtőérték (kJ/kg). Mindezeket beérkezési nedvességtartalom mellett (nedves alapon), és száraz alapon is megadták.

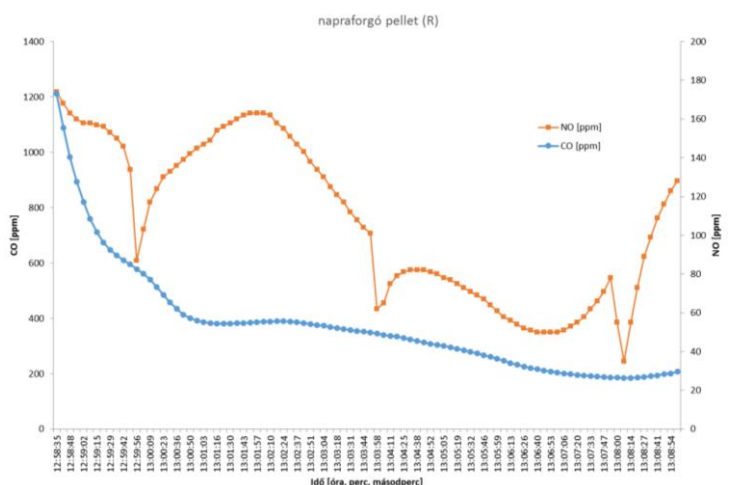
3. Eredmények

A mérések elvégzése után a kapott adatokból átlagot számoltunk, illetve rangsoroltuk a különböző értékeket. Ennek eredménye az 1. táblázatban látható.

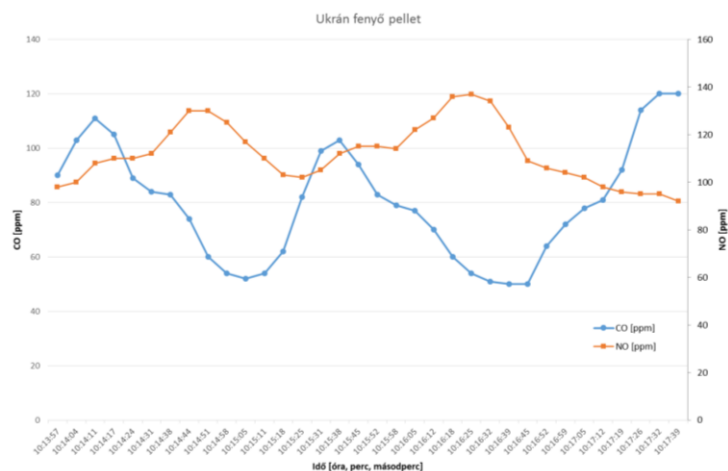
1. táblázat. A károsanyag kibocsátás és az energetikai jellemzők rangsorolása (saját adatok)

		Napraforgó (R)	Ukrán fenyő	Magyar fenyő		
		Napraforgó (J)		Ukrán keményfa		
		3	4	1	2	4
CO (ppm)	Átlag	829	2074	119	337	1411
CO (ppm)	Maximum	3800	3661	295	1240	3966
CO (ppm)	Minimum	185	1154	50	50	317
		4	5	3	1	2
NO (ppm)	Átlag	130	297	105	76	104
NO (ppm)	Maximum	239	327	137	149	112
NO (ppm)	Minimum	35	129	80	8	89
		4	5	2	1	2
m/m %	Nedvesség	7,4	9,9	8,4	7,1	6,9
m/m %	Hamutartalom	9,06	2,07	1,05	1,19	0,33
kJ/kg	Égéshő	21801	20239	20372	20590	20054
kJ/kg	Fűtőérték	20594	18938	19058	19278	18731
		3	5	4	2	1

Megvizsgáltuk a kibocsátási értékek változását is a mérési időtartam alatt. Egy-egy jellemző időszakot mutat be különböző tüzelőanyagok esetén a 3. és 4. ábra.



3. ábra. A rosszabb minőségű napraforgó pellet kibocsátási értékeinek változása (saját ábra)



4. ábra. Az ukrán fenyő pellet kibocsátási értékeinek változása (saját ábra)

4. Eredmények értékelése

A CO kibocsátás rangsora nem várt eredményeket mutat, ugyanis az ukrán fenyő bizonyult a legjobbnak, a második az ukrán keményfa, harmadik a rosszabb minőségű napraforgó pellet. Ennek oka valószínűsíthetően a tüzelőanyag tisztasága, és emiatt egyenletesebb, jobb minőségű égése volt. A Magyar fenyő pellet CO kibocsátása egy nagyságrenddel magasabb értéket mutat, mint az ukrán fenyőből készült esetében. Ez azzal magyarázható, hogy valószínűleg a magyar alapanyag vágástéri hulladék volt, míg az ukrán tiszta faforgács. Ezt a színe és megjelenése is alátámasztja.

Nitrogénoxidok kibocsátási értékeiben már nem láthatók nem várt eredmények. Az ukrán keményfa kibocsátása volt a legkedvezőbb. A legmagasabb értékeket a napraforgóból készült pelletek adták. Ez a nagy mennyiségű illó anyag jelenlétére utal.

Az energetikai jellemzőket a következőképpen értékelhetjük. Minden vizsgált pellet fűtőértéke igen magas, nincs köztük számottevő különbség. 18,7 és 20,6 MJ/kg között szóródnak az értékek, amelyek kifejezetten magas fűtőértékeket jelentenek. A legmagasabb fűtőértéke a rosszabb minőségű napraforgó pelletnek van. Ez a benne található magtöredék jobb égési tulajdonságainak köszönhető. Legnagyobb hamutartalma a két napraforgó pelletnek van, amely a mezőgazdasági melléktermékekből készült pelletekre általánosan jellemző. Viszont a két különböző minőségű napraforgó pellet hamutartalma között több mint négyszeres a különbség. (1. táblázat)

A kibocsátások időbeli változását mutató diagramok alapján megállapítható, hogy a CO és a NOx kibocsátás mértéke időben hullámzóan változik. Begyújtás után nagy kilengések tapasztalhatók a kibocsátási értékekben. Ez a beadagolt tüzelőanyag lángot elfojtó tulajdonságának eredménye. Ekkor a CO érték hirtelen megnő. Amint a frissen adagolt mennyiség is begyulladt, emelkedik a hőmérséklet, ez pedig az NOx kibocsátás emelkedésével jár. Állandósult üzemben is megfigyelhető ez a ciklikusság a szakaszos tüzelőanyag adagolás miatt, amely jól látható a 4. ábrán is.

5. Következtetések

A betáp időtartama, így az adagnagyság, a köztes szünet időtartama, és a ventilátor légárama is egy átlagos minőségű fapelletre volt beállítva, ezt nem módosítottuk. Lehetséges, hogy ha az adott tüzelőanyagra leginkább megfelelő beállításokat alkalmaznánk, lényegesen csökkennének a kibocsátások kilengései, ill. átlagértékük is jóval alacsonyabb lenne. Ehhez arra lenne szükség, hogy ehhez a kazántípushoz minden a kereskedelemben beszerezhető pellet típusra meghatározásra kerüljenek a szükséges fent említett paraméterek. Ezek meghatározása kísérleti úton lehetséges. Az időnként szélsőséges kibocsátási értékek azzal is magyarázhatók, hogy kazánunk automatikája a lehető legegyszerűbb, nincs szabályozási körbe lambda-szonda beépítve, a szekunder levegő mennyisége csak kézzel állítható, illetve a rostély automatikus tisztítása csak a ventilátor légáramával lehetséges, amely tapasztalataink szerint a nagyobb hamutartalmú tüzelőanyagok égetésekor nem elegendő.

Irodalom

Centrometal 2010. EKO-CK-P Műszaki útmutató Biokopri Kft, Baja. p. 2–16.

Németh K. 2011. Dendromassza-hasznosításon alapuló decentralizált hőenergia-termelés és felhasználás komplex elemzése. Doktori értekezés, Keszthely. p. 20–21, p. 27–32.

Nemzeti Energia és Klímaterv, Kiad. Innovációs és technológiai minisztérium Bp. 2020 p. 40, p. 193–201.

Internet1: <https://www.centrometal.hr/public/downloads/kotlovi-za-pelete/cmpelet-set/serviser/Teh-upute-Pelet-set+CentroPlus-MONTER-14-35.pdf> (2024.06.19.)

Internet2: <https://www.centrometal.hu/centrometal-eko-ck-p-cm-pelet-set-14-90-kw-pellet-kazan-567> (2024.06.19.)

Internet3: <https://www.ecom.de/en/product/ecom-j2knpro/> (2014.06.10.)

*A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.*

*This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.*



The Crude Protein Content of Maize with Interseeding Cover Crop Technology

A kukorica nyersfehérje-tartalma a kukorica sorközeibe vetett takarónövényes technológiával

Mária Ágnes Fodor^{1*}, Apolka Ujj¹, Katalin Irmes¹, Lajos Szentpéteri¹, Attila Rácz¹, and István Kristó²

¹*Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Gödöllő Campus, Gödöllő, Páter Károly street 1.
Fodor.Maria.Agnes@phd.uni-mate.hu, Ujj.Apolka@uni-mate.hu, Irmes.Katalin@uni-mate.hu,
Szentpeteri.Lajos@uni-mate.hu, Racz.Attila@uni-mate.hu*

²*Cereal Research Non-Profit Ltd., Szeged, Alsó Kikötő line 9.; istvan.kristo@gabonakutato.hu*

**Correspondence: Fodor.Maria.Agnes@phd.uni-mate.hu*

Abstract: Maize is one of the plants with the largest sowing area in Hungary. Due to climate change, growing corn is becoming more and more risky. One of the mitigation options for climate exposure is the cultivation of cover crops. How different protective plants affect the protein content of maize. We set up our cover crop experiments in Szeged, chernozem soil. We tested a small-plot cover crop maize experiment in four replicates, in random block arrangement. The experiment aims to examine the protect plants planted between two rows when the maize is 6-8 leaves old. The experiment includes 20 cover crops and a control treatment. The crude protein content (%) of the maize was determined during the period of full ripening with a Foss Infratec1241 NIR grain analyzer. We used IBM SPSS Statistics 29 software, We analyzed the effect of cover crops on the crude protein content (%) of corn by means of One-Way ANOVA. In the first year the highest protein content of maize was obtained with the use of oil radish and white mustard cover crops ($p < 0,05$ significance level). A crude protein difference of nearly 1.5% was observed with the use of different protect plants.

Keywords: *cover crops; protein content of maize; protect plants; maize; interseeding cover crops*

Összefoglalás: A kukorica hazánkban az egyik legnagyobb termőterülettel rendelkező növény. A klímaváltozás miatt egyre kockázatosabbá válik a kapás kultúrák termesztése. A termesztéstechnológiák újragondolására, az egyre szárazabbá váló klímához való adaptációra van szükség a hazai kukoricatermesztésben. A klímakitetés egyik mérséklési lehetősége a takarónövényes termesztés. Agrotechnikai kísérleteinkben olyan a kérdésekre keressük a választ, hogy Szegedhez hasonló csapadékban szegény agroökológiai környezetben, milyen takarónövényeket lehet használni, illetve a különböző védőnövények hogyan hatnak a kukorica fehérjetartalmára. Takarónövényes kísérleteinket Szegeden állítottuk be, típusos mészlepedékes csernozjom talajon. Szántóföldi kisparcellás takarónövényes kukorica kísérletet négy ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben, nettó 10,5m²/parcella méretben vizsgáltuk. A kísérlet a kukorica 6-8 leveles állapotában a sorok közé vetett takarónövények (interseeding cover crops) vizsgálatát célozza. Ebben az esetben a kukorica és a takarónövények együtt fejlődnek egészen a kukorica betakarításáig, amikor a védőnövények továbbra is a talajon maradnak, és tovább fejlődnek. A takarónövények egy része télen kifagy a megmaradó

növényeket pedig a kukorica vetése előtt 6 héttel termináljuk. Ezután egy regenerálódási idő következik a talaj számára, hogy felkészüljön a főnövény vetésére. A kísérlet 20 takarónövényt és egy kontroll kezelést tartalmaz. A kukorica betakarítását a teljesérés időszakában parcellakombájnnal végeztük és egyedileg jelölt papírzacskóba 500-600 g mintát vettünk minőségvizsgálat céljából. Foss Infratec1241 NIR gabonaanalizátorral meghatároztuk a szemeskukorica nyersfehérje-tartalmát (%). A kapott eredmények kiértékeléséhez IBM SPSS Statisztika 29. szoftvert és Microsoft Office Excel 2019 Professional Plus programokat használtunk. One-Way ANOVA segítségével elemeztük a takarónövények hatását a kukorica nyersfehérje-tartalmára (%). A kukorica interseeding cover crops-os kísérlet első évében a kukoricánál a legmagasabb fehérjetartalmat a Brassicaceae ssp. családba tartozó olajretek (*Raphanus sativus* L. convar. *oleiferus*) és fehér mustár (*Sinapsis alba* L.) takarónövények használata mellett mértünk ($p < 0,05$ szignifikancia szinten). A legalacsonyabb fehérjetartalom két pillangós esetben volt kimutatható, ezek a szegletes lednek (*Lathyrus sativus* L.), és a lucerna (*Medicago sativa* L.) voltak. Közel 1,5%-os nyersfehérje-különbség mutatkozott a különböző takarónövények használata mellett.

Kulcsszavak: takarónövény; kukorica nyersfehérje-tartalom; védőnövény; kukorica; kukorica fehérje

1. Introduction

The crude protein content of maize grains is usually between 9-12%. Crude protein values measured by different authors show a deviation between 6-15% (Nagy, 2021). The amount of protein in the endosperm of the corn grain is 8%, and 18,4 % in the germ. Prolamins or zeins account for nearly half of the protein in maize grains, glutens account for 35%, albumins account for 7%, and globulins account for 5% (Nuss et Tanumihardjo, 2011). The essential amino acid content of maize is deficient, the reason for this being the low content of lysine and tryptophan in zein proteins. Maize is also an important food plant in human nutrition. It is grown worldwide and plays a key role in global food security (Gayral et al., 2016). In developed countries, it is common to eat cornflakes for breakfast or to eat tortillas (Serna-Saldivar, 2016). Foods made from cornmeal can provide celiac sufferers with a gluten-free alternative (Zevallos et Herencia, 2016). In developing countries, it is crucial in their nutrition, because one of the basic foods is corn. Nowadays maize consumption is mainly in India and South Africa countries (Badu et Fakorede, (2017). Indian corn is also important in Hungary from the point of view of feeding animals, since corn accounts for nearly 40% of domestic protein requirements. Although the protein content of the corn is not outstanding, because it is one of the lowest among domestic abrac feeds, but since there is a serious tradition of growing maize in our country, it is the raw material available in the largest quantity (Tanács, 2005, Radics, 2012). The protein content of corn is determined by the variety chosen. In 1952, Worth and his colleagues at the Illinois Experiment Station created „High protein corn”, which had a protein content of nearly 20% (Gáspár, 1970). The fact that there is a negative correlation between maize yield and protein content is still a challenge in improvement. The protein content is determined by the ecological factor. What is the habitat, and what is the crop year. The protein content is typically lower in rainy years, higher in years with poor rainfall (Széll et Dévényiné, 2009). The protein content is determined by agricultural technique used. Béla Györffy already proved in his nutrient supply experiments in Martonvásár that the protein content of maize increases with increasing nitrogen doses (Györffy, 1958). His experiments on plant density confirmed that the

protein content of maize decreases with an increase in the number of plants (Győrffy, 1959). The use of cover crops can modify the protein content of corn through several factors. As observed by Blanco et al. (2022) that cover crops reduced compaction and improved water infiltration, moderated evapotranspiration and affected the amount of water available to the cash-crop. Cover crops can bring up nutrients from different depths with their root system. Because of their root acids, they determine the solubility and absorption of various nutrients. (Wagg et al, 2014). The decomposition of cover crops and the subsequent release of nitrogen are highly dependent on soil water content and temperature. Nitrogen uptake by cover crops can range from 10 to 45 kg nitrogen in a given area (Jüan et al, 2019).

2. Materials and Methods

Cover crop experiments were set up in Szeged, next to the Maty water reservoir and Olympic Center of Szeged on chernozem soil in 2023 (Figure. 1). On the agroclimatological map of Hungary, the experimental area falls in the warmest and driest area. The purpose of the experiment is to examine what kind of cover crops can be used in the agroecological parts of Hungary with poor rainfall.

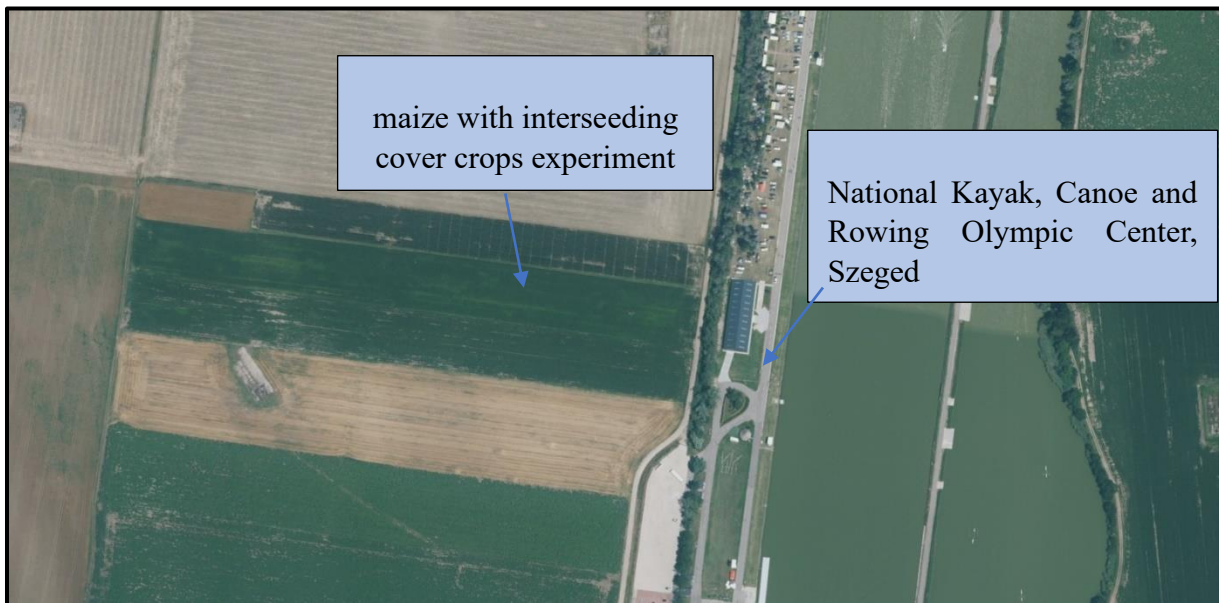


Figure 1. The location of the experiment

In the experiment, the cover crops are not mixed, so it is possible to name exactly the species that can be grown in this region. The plots have a gross area of 24 m² (net area 10,5 m² /plot), each treatment is examined in 4 repetitions in a random block arrangement.

Table 1. The cover crops included in the experiment

treatment	name
1.	Alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.)
2.	Red clover (<i>Trifolium pratense</i> L.)
3.	Crimson clover (<i>Trifolium incarnatum</i> L.)
4.	Sainfoin (<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop)
5.	Kidney vetch (<i>Anthyllis vulneraria</i> L.)
6.	Birdsfoot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i> L.)
7.	Persian clover (<i>Trifolium resupinatum</i> L.)
8.	White sweet clover (<i>Melilotus albus</i> Desr.)
9.	Italian ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam. ssp. <i>italicum</i> A. Br)
10.	Tillage radish (<i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>longipinnatus</i>)
11.	Field pea (<i>Pisum sativum arvense</i> L. Asch)
12.	Cowpea (<i>Vigna sinensis</i> L.)
13.	Pea vine (<i>Lathyrus sativus</i> L.)
14.	Turnip (<i>Brassica rapa</i> convar <i>rapa</i> L.)
15.	Common vetch (<i>Vicia sativa</i> L.)
16.	White mustard (<i>Sinapsis alba</i> L.)
17.	Fodder radish (<i>Raphanus sativus</i> L. convar. <i>oleiferus</i> Pers)
18.	Buckwheat (<i>Fagopyrum esculentum</i> Mönch)
19.	Marrow-stem kale (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>medullosa</i>)
20.	Fenugreek (<i>Trigonella foenum-graecum</i> L.)
21.	Control

The experiment is when the corn has got 6-8 leaf we sow cover crops into the rows which name is interseeding cover crops (Table 1). In this case, the cash-crop and cover crops grow together until the maize is harvested, when the cover crops remain in the field and continue to grow (Figure 2). Some of the cover crops die (freeze) in the winter, and we terminate the remaining plants 6 weeks before sowing the corn. Then there is a regeneration period for the soil to prepare for sowing the cash-crop. In addition to the cover crop treatments, there is also a control treatment without cover crop and with uncovered soil.



Figure 2. *Maize with interseeding cover crops in the growing season and before harvesting*

Our maize hybrid was an early FAO 330 hybrid. The recommended number of plants, which is 75000 plants/ha was reduced to 55000 plants/ ha due to interseeding technology. The sowing depth was 6 cm. Cover crops were sown in 3 rows between the two rows of maize with a Wintersteiger Plotman plot seeder. The corn was harvested during the full ripening period with a parcel combine and 500-600 g samples were taken in individually marked paper bags for quality testing. We determined the crude protein content (%) of grain maize with Foss Infratec1241 NIR grain analyzer. We used IBM Spss Statistics 29 software and Microsoft Office Excel 2019 Professional Plus programs for the data analysis of different cover crops affect protein content of maize. Using One-Way ANOVA, we analyzed the effect of cover crops on the basis of the measured corn grain protein content (%).

3. Results/ Results and Discussion

In the first year (in 2023) of the maize interseeding cover crops experiment, the highest protein content of maize was *Brassicaceae* spp. were measured with the use of oil radish (*Raphanus sativus L. convar. oleiferus*) and white mustard (*Sinapsis alba L.*) cover crops ($p < 0,05$ significance level) after performing the LSD post hoc test. Interestingly, the lowest protein content was detected in the case of two legumes, these were the pea vine (*Lathyrus sativus L.*) and alfalfa (*Medicago sativa L.*) based on Figure 3. A crude protein difference of nearly 1,5 % was observed with the use of different cover crops. In Figure 3, we can observe that, compared to the control, we see higher protein contents in the grain yield of corn in the case of cover crops, the majority of which are not nitrogen collecting plants. Such as buckwheat, Italian ryegrass or even the three best-performing cover crops, all of which are from the brassicaceae family (marrow-stem kale, fodder radish and white mustard). In comparison to the control, the lowest protein contents were measured in maize in nitrogen collecting plants (pea vine, alfalfa, cowpea, sainfoin, crimson clover, red clover, white sweet clover, common vetch, persian clover) and in the case of two root crops (fodder radish and tillage radish).

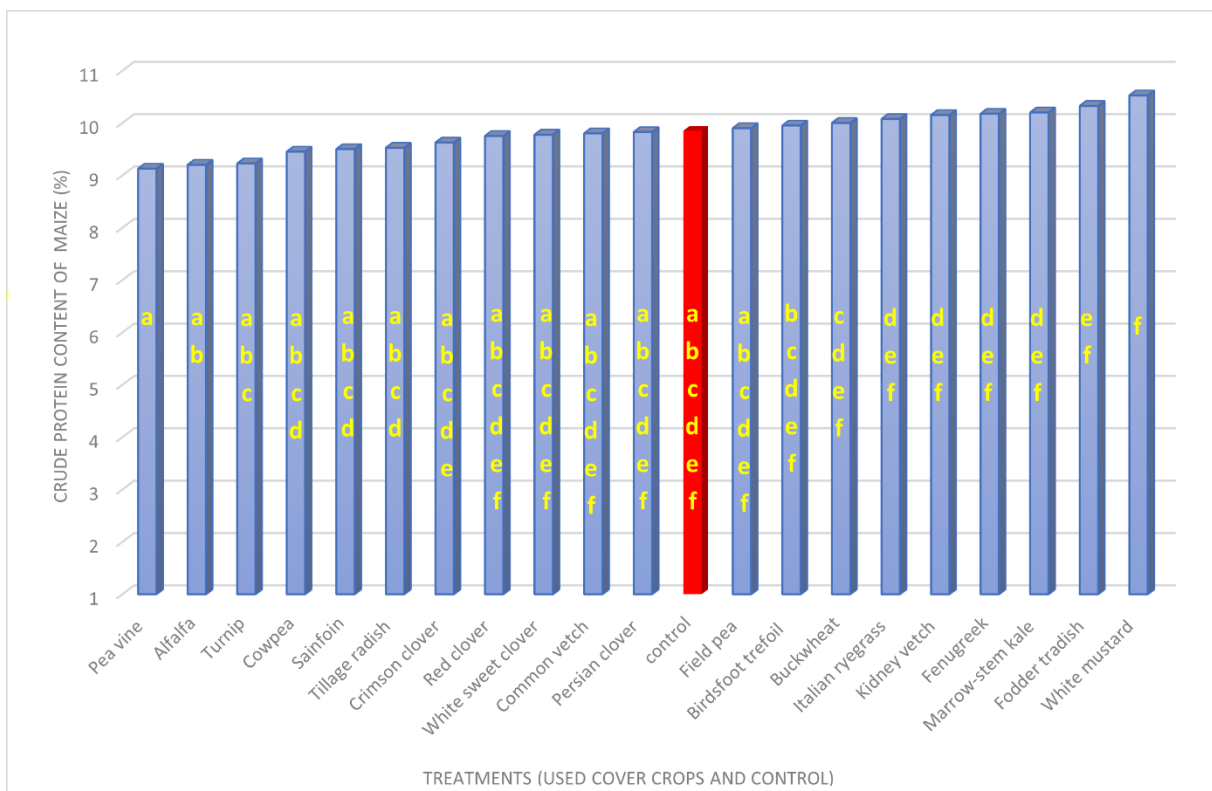


Figure 3. The effect of cover crops on the crude protein content of maize

Different lowercase letters indicate significant difference ($p < 0,05$) between treatments

4. Discussion

Based on our one-year experiment with cover crops sowed into the corn rows, it can be concluded that the different cover crops modified the crude protein content(%) of the maize. In the first year (contrary to expectations), we found that it was not nitrogen collecting plants, but fodder radish (*Raphanus sativus L. convar. oleiferus Pers.*) and white mustard (*Sinapsis alba L.*) that gave a large green mass between the rows of corn that yielded the highest crude protein content (%) of the corn grain. Based on our observations, we would like to note that the best-performing cover crops quickly formed a large green area, covered the soil and endured even drier periods. How the cover crops affect the protein content of maize after terminalization requires further investigation. Based on literature data, we would expect that after the decomposition of nitrogen collecting plants, more absorbable nitrogen remains for the maize, and from the second year of the experiment, the legumes can contribute more to the crude protein content of the maize.

References

- Badu A., B., Fakorede, M.A.B. 2017. Breeding of quality protein and provitamin A corn. In: *Advances in Genetic Improvement of Early and Early-Maize in Sub-Saharan Africa*. Springer, Cham. 217–244. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64852-1_9
- Blanco C, Ruis S. J., Holman J. D. 2022. Can cover crops improve soil ecosystem services in water-limited environments *Soil Science Society* **86** (1) 1–18. <https://doi.org/10.1002/saj2.20335>
- Gáspár L. 1970. *Agrártudományi Közlemények* **29**. 291–301.
- Győrffy B. 1958. Trágyázási kísérletek (II) Kukoricatermesztési kísérletek 1953–1957. Akadémiai Kiadó, Bp.
- Győrffy B. 1959. A műtrágyázás hatékonysága különböző sűrűségű kukoricaállományokban. *Magyar Mezőgazdaság* **16** (8) sz.
- Jüan M., Burjel J.C., Isermann J., Goeser, N.J., Pittelkow C.M. 2019. Unmanned aerial vehicle-based assessment of cover crop biomass and nitrogen uptake variability *Journal of Soil and Water Conservation* **74** (4) 350–359. <https://doi.org/10.2489/jswc.74.4.350>
- Gayral M., Gaillard C., Bakan B., Dalgalarondo M., Elmorjani K., Delluc C., Brunet S., Linossier L., Morel M-H., Marion D. 2016. The transition from vitreous to floury endosperm in maize (*Zea mays L.*) kernels is associated with protein and starch gradients *Journal of Cereal Science* **68** 148–154. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.01.013>
- Nagy J. 2021. Kukorica. A nemzet aranya. Élelmiszer, takarmány, bioenergia, Szaktudás Kiadó, Bp. 418–424
- Nuss E. T., Tanumihardjo S. A. 2011. Quality Protein Maize for Africa: Closing the Protein Inadequacy Gap in Vulnerable Populations. *Advances in Nutrition An International Review Journal* **2** (3) 217–224. <https://doi.org/10.3945/an.110.000182>
- Radies L. 2012. Fenntartható szemléletű szántóföldi növénytermesztés 14–18.
- Serna-Saldivar S. O. 2016. Maize: foods from maize. pp. 97–109. In *Encyclopedia of Food Grains*, Vol 3. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394437-5.00126-1>

- Széll E., Dévényi K.-né: 2009. A kukorica hasznosításának és termesztésének néhány kérdése – a racionális felhasználás és a termésingadozás mérséklésének jegyében. *Agrofórum Extra*. **27** 20–25.
- Tanács L. 2005. Élelmiszer-ipari nyersanyagismeret Szaktudás Kiadó, Bp. 60–62.
- Wagg C., Bender S. F., Widmer F., van der Heijden M. G. 2014. Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality *P Natl Acad Sci USA* **111**. 5266–5270. <https://doi.org/10.1073/pnas.1320054111>
- Zevallos V., Herencia I. 2016. The gluten-free diet. pp. 91–97. *In Encyclopedia of Food Grains*, Vol. 2. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394437-5.00086-3>

*This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.*

*A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.*



Csonthéjasok európai sárgaság fitoplazmájának (ca. *Phytoplasma prunorum*) és vektorának, a szilvalevélbolhának (*Cacopsylla pruni*) vizsgálata magyarországi kajszültetvényekben

The Examination of the European Stone Fruit Yellow Phytoplasma (Ca. Phytoplasma Prunorum) and his Vector, Plum Psyllid (Cacopsylla Pruni) in Hungarian Apricot Orchards

Galovics Attila¹, Nagyné Galbács Zsuzsanna², Várallyay Éva² és Keresztes Balázs^{1*}

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növényvédelmi Intézet, Növényvédelmi Tanszék, Keszthely; galox987@gmail.com; keresztes.balazs@uni-mate.hu

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növényvédelmi Intézet, Genomikai Kutatócsoport, Gödöllő; Nagyne.Galbacs.Zsuzsanna@uni-mate.hu; Varallyay.Eva@uni-mate.hu

*Levelezőszerző: keresztes.balazs@uni-mate.hu

Összefoglalás: A kajszibarack termesztése a legnehezebb növénytermesztési és növényvédelmi feladatok egyike. A számos kockázatos termesztési tényező (például késői termőre fordulás, nagy kézi munkaerőigény, a gyümölcs rövid eltarthatósága) mellett jelentős növényvédelmi problémákkal (főleg bakteriális és gombás fertőzések) is meg kell küzdeni. Mára ezek sorát bővíti a Ca. *Phytoplasma prunorum*. A klorózzissal, lombvesztéssel, később részleges, majd teljes pusztulással járó fitoplazmás betegség megismerése a közelmúltban teljesedett ki, de az ellene való biztos védekezés még a jövő feladata, amit már telepítés előtt kellene elkezdni. Ehhez olyan szintű országos vizsgálatra és ellenőrzésre lenne szükség, ami biztosítaná a fitoplazmamentes szaporítóanyag létrehozását. A látványos károkat nem okozó vektora, a szilva levélbolha elleni védekezés pedig csak az egyik szegmense a szükséges védekezési megoldásoknak, amit számos tényező nehezít. A természetes táplálékforrásai, mint a vad *Prunus* fajok kozmopoliták, fitoplazmával látható tünetek produkálása nélkül képesek fertőződni. A levélbolha rövid időt tölt a vad és termesztett *Prunus* fajokon, de ez alatt is képes átadni a benne perzisztens módon inkubálódó fitoplazmát. A fitoplazma fertőzőtlenség felméréséhez a Nucleospin Plant II. kit, a nyers kivonat készítésére alkalmas Plant Material Lysis kit és a fitoplazmák növényi kivonatban való kimutatására használt LAMP vizsgálat mind gyökérből, mind levélből, mind pedig rovarból gyors és értékelhető eredményt adott. A szemrevételezéssel történő fertőzőtlenség megállapítása és a tényleges fertőzőtlenség között nem egyértelmű az összefüggés, mivel egyes pusztuló egyedekből, a fák súlyos tünetei ellenére sem volt kimutatható a fitoplazma. A védekezés kulcsa az ellenőrzött (fitoplazmamentes) szaporítóanyag, a korán betelepülő vektorok elleni, előrejelzésre alapozott védekezés, valamint a beteg fák és az alansarjak eltávolítása. Ebben a tanulmányban kiemelten a levélbolhával kapcsolatos eredményeket ismertetjük.

Kulcsszavak: kajszibarack, csonthéjasok európai sárgasága, fitoplazma, *Phytoplasma prunorum*, szilva levélbolha, *Cacopsylla pruni*

Abstract: Apricot cultivation is one of the most difficult tasks in crop production and crop protection. In addition to the many risk factors (e.g. late fruit set, high manual labour

requirements, short shelf life of the fruit), there are also significant plant protection problems (mainly bacterial and fungal infections). These are now being complicated by *Ca. Phytoplasma prunorum*. The phytoplasma disease, which causes chlorosis, defoliation and later partial and complete death, has recently been fully understood, but its control is still a future task, which should be started before planting. This would require national testing and monitoring at a level that would ensure the establishment of phytoplasma-free propagating material. The control of plum psyllid, a vector that does not cause spectacular damage, is only one segment of the necessary control solutions, which is complicated by numerous factors. Its natural food sources, such as wild *Prunus* species, are cosmopolites, and they can be infected by phytoplasma without causing visible symptoms. The plum psyllid spends a short period of time on wild and cultivated *Prunus* species, but even during this time it is able to transmit the phytoplasma that incubates persistently in it. For the assessment of phytoplasma infection, the Nucleospin Plant II kit, the Plant Material Lysis kit (for the preparation of crude extracts) and the LAMP assay for the detection of phytoplasma in plant extracts from roots, leaves and also insects gave rapid and evaluable results. The correlation between the determination of the visual infection and the actual infection is not clear, as phytoplasma was not detected in some dying specimens despite severe symptoms in the trees. The key to control is the use of controlled (phytoplasma-free) propagating material, predictive control of early settling vectors and the removal of diseased trees and rootstocks. In this essay, the results on plum psyllids are highlighted.

Keywords: *apricot, European stone fruit yellow, Phytoplasma prunorum, plum psyllid, Cacopsylla pruni*

1. Bevezetés

A *Cacopsylla pruni* (Scopoli, 1763) a csonthéjasok levélbolhája, vagy más néven szilva levélbolha a csonthéjasok floémjének szívogatása mellett (RIPKA, 2008) vektora a *Candidatus Phytoplasma prunorum* kórokozónak, ami a csonthéjasok európai sárgaság fitoplazmája (CARRARO ÉS MTSAI, 1998). A faj 2,5-3 mm-nél nem nagyobb, a fiatal imágók színe sárga, sárgás-narancssárga (1. ábra), mely a tél végére barna, barnás-feketére változik. Talán az egyik legfontosabb bélyege, mely által más fajoktól is könnyen megkülönböztethető, hogy elülső szárnyai opálosan, füstszerűen sötétek, rajta narancsbarna színezettség látható, mely a szárny széle és vége felé sötétedik (1. és 2. ábra) (RIPKA, 2010).



1. ábra. *Cacopsylla pruni* imágó



2. ábra. A faj jellegzetes színezetű felső szárnya közletről (saját fotók).

Nem számít jó repülőnek, de akár 13 kilométert is tud repülni a telelőhely felkeresése céljából. A tápnövény keresése már jóval kisebb sugárban történik, ebből a célból ritkán repül 1,5 kilométernél messzebbre (Ripka, 2010). A szilva levélbolha oligofág, egy nemzedékes kártevő,

de van egy viszonylag hosszú periódus, mikor középhegységek fenyőféléin is megtalálható (Bozsik, 2014). Tápnövényköre elsősorban a Prunus nemzetségre korlátozódik, legjobban a kökényt (*Prunus spinosa*) kedveli, de számos termesztett és vad Prunus fajon nagy számban fordulhat elő (Fialova és mtsai, 2004). A hőmérséklet emelkedésével egyre kevesebb szilvalevélbolha egyed található a Prunus fajokon, ezek a nyár elején visszarepülnek a fenyőkre és a tél beálltáig a fenyőtűkön élnek (Jarausch és mtsai, 2000, Lepres és mtsai, 2018). A faj egy jelentős fitoplazma vektora, így felmerül az ellene való védekezés kapcsán előrejelzési lehetősége, de a szakirodalmi adatok egyelőre nem bővelkednek ezen a téren. Annyit azonban már lehet tudni, hogy a sárga, vagy egyéb színű színcsapdákhoz képest a fehér hatékonyabbnak bizonyul, mert a szilva levélbolhák ültetvénybe való betelepülését előbb jelzi, és a többi színnel szemben jelentősen több egyedet fog (Bodnár és mtsai, 2022).

2. Anyag és módszer

Három helyszínen, három különböző méretű ültetvényben végeztük vizsgálatainkat. A rovarügyi vizsgálatok során rögzítésre került az ültetvénybe betelepülő *Cacopsylla pruni* egyedszám változása, vizsgáltuk milyen vad fajokról történik mindez, valamint kerestük a fajt nyitvatermőkön is, miután elhagyja az ültetvényeket. A jelen tanulmányban nem részletezett molekuláris biológiai vizsgálatok során a levélbolhákból, a kajszibarackfák és egyéb fajok leveléből és gyökeréből kivont DNS-t vagy nyers kivonatokat vizsgáltuk *Ca. Phytoplasma prunorum* kórokozóval való fertőzöttség tekintetében.

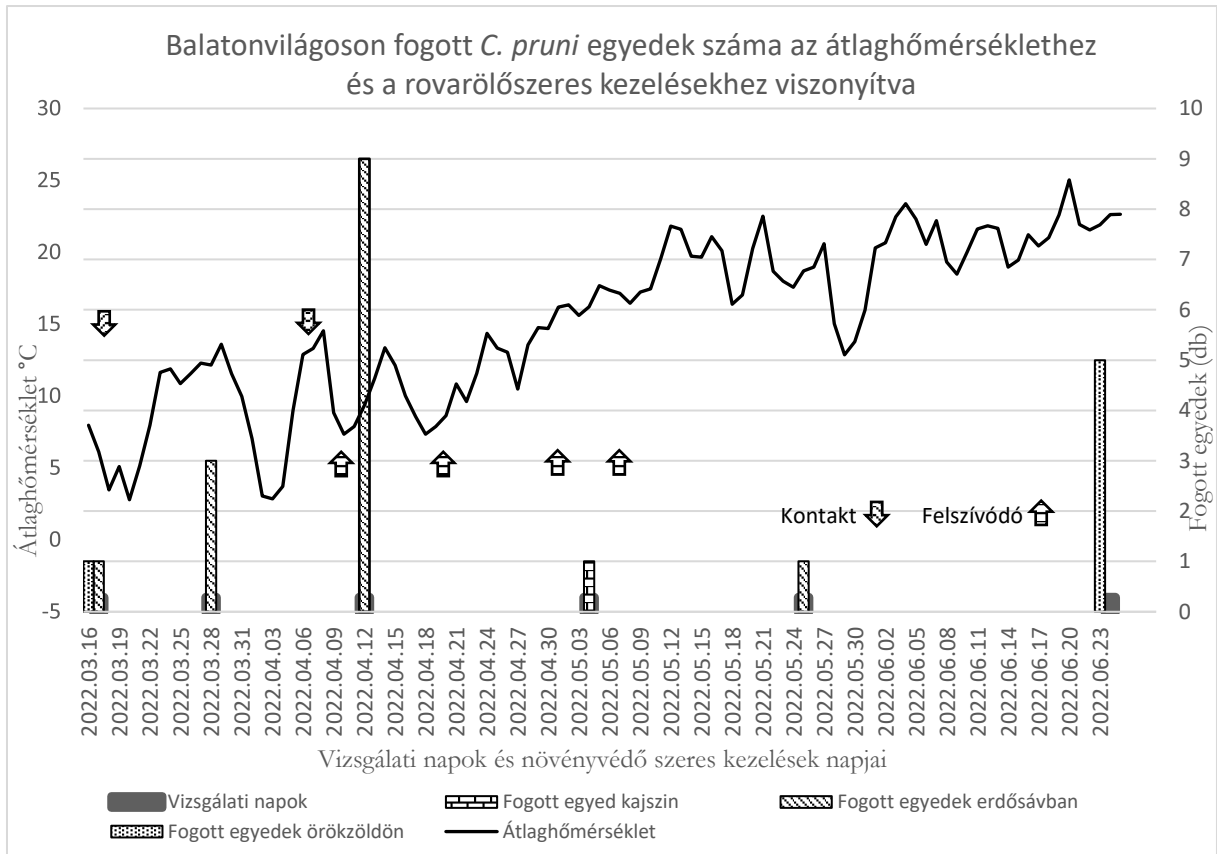
A minták egy Székesfehérvár közeli, egy balatonvilágosi és egy iszkaszentgyörgyi ültetvényből származnak. A *Barackvirág Farm, székesfehérvár-csalai ültetvény* (továbbiakban: Csalai) Székesfehérvártól 3 km-re, északkeletre található. Az ültetvény területe 54 ha, melyből a kajszibarack 25 ha-t tesz ki, a vizsgált terület nagysága 21,5 ha. A terület legmagasabb pontja 195 m, míg a legalacsonyabb 162 m-re van a tengerszint fölött. A térség csapadékban szegény, nyáron aszályra hajlamos, a szükséges víz pótlását csepegtető öntözéssel oldják meg. Az évről évre jellemző kipusztulás eredményeként feltörő alanyhajtások (mirabolán sarjak) olyan mértékben vannak jelen az ültetvényben, hogy fává tudtak erősödni. A kajsziiültetvény megújítása folyamatos, az idősebb állomány kora 20 év feletti. Jellemző fajtái: Bergeron, Gönci magyar kajszii, Mandulakajszii, a Goldrich, valamint a Bergerouge. A *Balaton-fruit Kft., balatonvilágosi ültetvény* teljes területe 56 ha, melyből 42 ha kajszii, a kijelölt mintaterület 4,5 ha. Kora változó, a legrégebbi telepítések 23 évesek, a pótlásokkal az ültetvény folyamatosan újul. Tengerszint feletti magassága 140-160 m közötti, északi, a Balaton irányába lejtős területen fekszik. Az éves átlag csapadék 500 mm körüli, melyet csepegtető öntözéssel egészítenek ki. A gyümölcsfák sorában rendszeresen végzik a feltörő gyökérsarjak mechanikai irtását. A mintaterületen soronként 4:1 arányban Bergerouge és Late jumbo fajták váltják egymást. Az *iszkaszentgyörgyi (magán) ültetvényre* az extenzív művelése miatt esett a választás. 2020-ban telepítették, méretét tekintve a legkisebb (~0,35 ha), mindössze 78 fa alkotja. Iszkaszentgyörgy-Kisizska területére esik, zártkerti besorolású. Csapadékban szegény, sekély termőrétegű, alapközete dolomit. Az esőmentes időszakok áthidalására csepegtető öntözés szolgál. Többek között a terület kis mérete és a nagy lejtőszög miatt kizárólag kézi munkaerő áll rendelkezésre. A közelben, alig 500 m-re, működő dolomit kőbánya található, melyből – az uralkodó szélirány miatt – a szél finom dolomitport terít az ültetvényre. Kémiai gyomszabályozást a tulajdonos nem végez, a területet 6-8 birka „tartja karban”. Az ültetvény

fiatal kora és az állatok jelenléte miatt gyökérsarjak nem jellemzők, az ültetvény kondíciója kiváló. Jellemző kajszi fajtái a Magyar kajszi, Gönci magyar kajszi, Piroska és Pannonia.

A levélbolhák gyűjtésére szabvány *kopogatóernyőt* használtunk. A kopogtatást kezdetben 2-3 hetes időközönként, 2022 márciusától augusztusáig végeztük, míg a levélbolhák ültetvényből való elvonulásának időszakától havi egyszeri alkalommal. Ez alapján az ültetvényekben Iszkaszentgyörgyön és Balatonvilágoson 7-7, míg Csalán 8 alkalommal történt kopogtatásos mintavétel. A faj egyedszámának lecsökkenését követően a közeli, szórvány fenyvesekben, valamint egyéb nyitvatermőkön is kopogtattunk, egészen augusztus végéig. Összesen 8 örökzöld nyitvatermő fajról vettünk így mintát, melyek a *Pinus*, *Picea*, *Cedrus*, *Thuja*, *Taxus* és *Juniperus* nemzetségekből kerültek ki. Csalán 8, Balatonvilágoson 6, míg Iszkaszentgyörgyön 3 mintaterületet jelöltünk ki. A mintaterületeken belül 5-5 fát kopogtattunk, melyeknek 4-4 oldaláról vettünk mintát. A mintavétel az adott ültetvények mindegyik fajtáját érintette. A levélbolhák *színcsapdákkal* való kimutatására – az irodalmi adatokra támaszkodva – a Biocont cég által is forgalmazott fehér ragacslapot használtuk, alkalmilag kiegészítve sárga (Balatonvilágoson, 2022-ben 7 ilyen lap), illetve sárgászöld (már csak 2023-ban) színű lapokkal. Kihelyezésük még rügypattanás és a levélbolhák megjelenése előtt megtörtént. Iszkaszentgyörgyön 3, Csalán mintaterületenként 2-2, míg Balatonvilágoson a mintaterületen 5 db-ot helyeztünk ki, melyeket a fogás és szennyeződés függvényében folyamatosan cseréltünk. A lapok a fák déli oldalán fejmagasságban lettek rögzítve. A balatonvilágosi ültetvény esetén a közeli mezővédő erdősávból bevonuló egyedek megfigyelésére az ültetvény – erdősávtól néhány méterre húzódó – kerítésére rögzítettünk még kettő ragacslapot. A megfigyelési időszak szintén augusztus végéig tartott. A vegetációs periódus végén, október elején 25 cm széles *hullámpapír öveket* helyeztünk ki az ültetvényekbe, a közeli fenyőfélékre (erdei-, fekete- és lucfenyő), illetve a mezővédő erdősávba is. Arra voltunk kíváncsiak, hogy a levélbolhák telelés céljából igénybe veszik-e és elsősorban melyik élőhelyen a kihelyezett hernyófogó öveket. 2023. február végén gyűjtöttük be az öveket, melyek 3 L-es nylon zacskókba kerültek. A minták az akkori külső hőmérsékletet is figyelembe véve egy egyszerű hőlépcső beiktatásával pár hétig 10°C-on, majd 15-20°C-on voltak tárolva évszaknak megfelelő megvilágítás mellett.

3. Eredmények és értékelésük

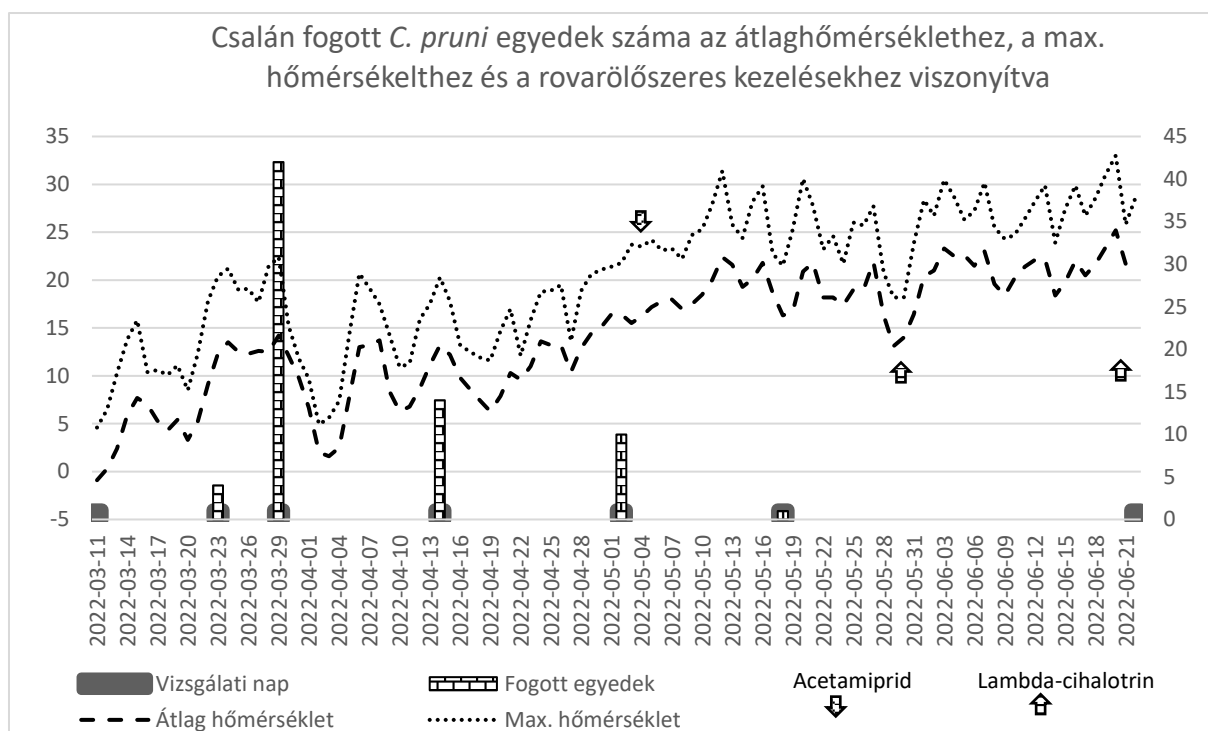
A *kopogtatásos mintavétel* során a *balatonvilágosi ültetvényben* – valószínűleg a precízebb rovarölőszeres kezeléseknél köszönhetően – nem tudott megtelepedni a levélbolha. A 7 vizsgálati alkalomból összesen egyetlen *Cacopsylla pruni* egyed került elő az ültetvényből. A további 6 alkalommal csak az ültetvény közelében található mezővédő erdősávban és zártkertek örökzöldjein voltak fellelhetők. Az összes fogás 21 szilva levélbolha volt, ebből 5 példány júniusban, a közeli zártkertek kerítése mentén található keleti tujáról lett begyűjtve (3. ábra).



3. ábra. A Balatonvilágoson fogott *Cacopsylla pruni* egyedek létszámváltozása

Fontos megjegyezni, hogy 2023 februárjában és márciusában is két alkalommal történt kopogtatás az ültetvényben. Februárban tömeges volt egy másik faj, a *Cacopsylla peregrina* jelenléte, míg a *Cacopsylla pruni* fajtól mindössze kettő egyed került elő, egy az ültetvényen kívüli mezővédő erdőszávból (*Prunus cerasifera*), a másikat pedig fehér ragacslap fogta meg.

A csalai ültetvényben 2022 kora márciusában az ültetvény egyik mintaterületén sem került még elő levélbolha, ami az átlaghőmérséklet február közepétől való folyamatos csökkenésével magyarázható. A hőmérséklet március 12-től emelkedni kezdett, így március 23-án az ültetvény ÉNy-Ny-i szélén már négy egyed előkerült, majd március végén kezdtek az ültetvénybe a szilva levélbolhák tömegesen betelepülni. Ekkor az ültetvény mind a négy mintaterületéről nagyobb egyedszámban kerültek elő, az egyedek fele mirabolán vadsarjakra származott. Áprilisban és májusban a fogások folyamatosan csökkentek, majd május végén került begyűjtésre az utolsó példány (4. ábra).



4. ábra. A Csalán fogott *Cacopsylla pruni* egyedek létszámváltozása

Összehasonlítva a csalai és a balatonvilágosi rovarölő szeres kezelés időzítésének hatékonyságát, a csalai ültetvényben az első ilyen kezelés mindössze május 2-án történt, ami a *Cacopsylla pruni* betelepülő (áttelelt) egyedeire már befolyással nem bírt. Amennyiben volt közülük fitoplazmával fertőzött, az a szívogatása során azt a növényi floembe átadta. A balatonvilágosi ültetvényben a levélbolhák szempontjából időben elvégzett két kontakt majd az ezt követő négyszeri felszívódó rovarölő szeres kezelés az ültetvénytől eredményesen tartotta távol a levélbolhákat. Amíg a mezővédő erdősáv vad *Prunus* fajain a levélbolha jelenléte folyamatos volt a március-májusi periódusban, addig az ültetvényben egyetlen alkalmat leszámítva nem sikerült levélbolhákat megfigyelni. Az *iszkaszentgyörgyi*, extenzív ültetvényből a koratavaszi, lemosó permetezést leszámítva, a késeinek mondható, kettő (május közepi és végi) rovarölőszeres kezelés ellenére sem sikerült egyetlen egyed sem kimutatni (sem kopogtatással sem fehér ragacs lapozással).

Amikor a levélbolha egyedszámának csökkenése egyértelműen arra utalt, hogy a faj kezdi elhagyni a kajsziültetvényeket, akkor Balatonvilágoson és Csalán megkezdtek az ültetvények közelében található örökzöldek kopogtatását. Balatonvilágoson az ültetvénytől 2 km-re lévő, Alsótekeresi Faiskola Kft. örökzöldjei mellett a település utcáin található örökzöldeket is vizsgáltuk. A másik helyszínen a csalai ültetvénytől egy km-re fekvő, 5 ha területű feketefenyő erdő mellett az ültetvénytől 2 km-re fekvő, Csala nevű település parkjában és utcáin található örökzöldekről kopogtattunk. Egyedül a balatonvilágosi nyaralóövezet utcáin található keleti tujákról került elő március elején egy, míg június végén öt szilva levélbolha imágó (3. ábra).

A *ragacs lapos csapdázás* során, 2022 márciusától augusztusáig tartó megfigyelési időszak alatt – ellentétben az eredményességgel kecsegtető irodalmi adatokkal – gyakorlatilag sem a fehér, sem a sárgás lapok nem fogtak *Cacopsylla pruni* egyedeket sem az ültetvényben, sem az ültetvényen kívül található egyik mintaterületen sem. Mindössze egyetlen példányt fogott az egyik fehér ragacs lap 2023 februárjában Balatonvilágoson. A hullámpapírból készült hernyófogó övekből sem kerültek elő *Cacopsylla pruni* egyedek, sem más levélbolha fajok példányai.

4. Következtetések, javaslatok

A kajszit érintően a csonthéjasok európai sárgaságát okozó fitoplazma a legjelentősebb gazdasági kárt okozó kórtani probléma. Míg az 1990-es évek végén, 2000-s évek elején alig néhány megyében volt ismert a probléma, addigra napjainkra már az egész ország érintetté vált.

A gyűjtési módszerek közül a legmegbízhatóbbnak a kopogtatás bizonyult, melynek előnye, hogy a levélbolhák begyűjtése mellett aktuális képet kaphatunk egyedszámuk változásáról, valamint fejlődési stádiumaikról, ezáltal a védekezés időpontját és módját optimalizálhatjuk. A színes ragacslos megfigyelés régóta általánosan alkalmazott eljárás, de a több mint egy éves kutatási idő alatt nem sikerült bizonyítanunk a *Cacopsylla pruni* ültetvénybe való betelepülésének időpontjára, valamint egyedszámának változására vonatkozó felhasználhatóságát. A levélbolhák életmódjának egyik legkevésbé ismert szakasza a téli diapauzálás helye. Számos publikáció említi a fenyőfélékre való visszahúzódnásukat, de ezt döntően sem kopogtatással, sem hernyófogó övek kihelyezésével nem sikerült bizonyítanunk. Az azonban mindenképpen figyelemre méltó, hogy a balatonvilágosi kopogtatások során összesen 6, ebből az ültetvények elhagyása után (június végén) 5 egyed gyűjtöttünk a környékbeli *Thuja orientalis* növényekről. Ha ez a továbbiakban és esetleg nagyobb számban is bizonyítható lesz, elmondható, hogy a szakirodalmi adatok által jelzett különböző fenyőfajok (*Pinus*- és *Picea* spp.) mellett kedvelheti a *Thuja* nemzetség fajait is. A faj előrejelzését segítheti néhány vad *Prunus* faj (kökény, mirabolán), mivel akár több héttel is hamarabb fakadnak, mint a kajszi és ezeket a levélbolha előszeretettel keresi fel. Az év korai szakaszában ezeknek az ültetvényközeli növényeknek a kopogtatásával felkészülhetünk a levélbolha ültetvénybe való betelepülésére, így ez a módszer használható egy pontos, rövidtávú előrejelzésként is. Az iszkaszentgyörgyi ültetvény levélbolha mentessége könnyen magyarázható a közeli dolomitbánya finom porával. Ebből kifolyólag érdemes lenne vizsgálni a Magyarországon már több kultúrában – míg kajsziiban már Nyugat Európában – is engedélyezett kaolint (alumínium-szilikát), mellyel szélesíthető lenne a védekezés akár biológiai ültetvényekben is. Bár szorosan nem tartozik jelen közleményünkhöz, de mindenképpen fontos megjegyezni, hogy a vektor fitoplazmával való fertőzöttségének igazolására végzett DNS vizsgálat során az összes *Cacopsylla pruni* minta (7 minta, összesen 9 egyed), valamint egy rokon, nagy számban jelen lévő faj (*Cacopsylla peregrina*) mintái (4 minta, összesen 43 egyed) pozitív eredményt adtak. Tehát nem csak az ismert vektor, hanem egy másik, rokon faj is magában hordozta a *Ca. Phytoplasma prunorum* kórokozót. A vektor faj (fajok) pontos biológiai ismereteire és a fent említett, használható előrejelzési módszerekre alapozott, időben megkezdett védekezés hatékonyan távol tarthatja, gyérítheti a vektorokat, ami az egyik alapja a fitoplazma mentességnek. Erre jó gyakorlati példa a tanulmányunkban szereplő balatonvilágosi ültetvény a csaláival szemben.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti Szabó József ügyvezetőt és Németh Zsoltot a Barackvirág Farm Kft munkatársát, Borsos Gergely ügyvezetőt és Antyipenkó Beátát, a Balaton Fruit munkatársát, valamint Dávid Sándor magántermelőt (Iszkaszentgyörgy), akik együttműködésükkel nagyban segítették munkánkat.

Irodalom

- Bodnár, D., Koczor, S., Tarcali, G., Tóth, M., Ott, G. P. and Tholt, G. 2022. *Cacopsylla pruni* (Hemiptera, Psyllidae) in an apricot orchard is more attracted to white sticky traps dependent on host phenology. *Biodiversity data Journal*. **10** e93612. <https://doi.org/10.3897/BDJ.10.e93612>
- Boszik A. 2014. Gondolatok a csonthéjasok fitoplazmás pusztulásáról – rovarász szemmel. *Agrártudományi közlemények (különszám)*. **62** 30–34.
- Carraro, L., Osler, R., Loi, N., Ermacora, P. and Refatti, E. 1998. Transmission of European stone fruit yellows phytoplasma by *Cacopsylla pruni*. *Journal of Plant Pathology*. **80** 233–239.
- Fialova, R., Navratil, M., Valova, P., Lauterer, P., Kocourek, F. and Poncarova-Vorackova, Z. 2004. Epidemiology of European Stone Fruit Yellows phytoplasma in the Czech Republic. *Acta Horticulturae*. **657** 483–487. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.657.78>
- Jarausach, W., Eyquard, J. P., Lansac, M., Mohns M. and Dosba, F. 2000. Susceptibility and tolerance of new French *Prunus domestica* cultivars to European stone fruit yellows phytoplasmas. *Journal of Phytopathology*. **148** (7-8) 489–493. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0434.2000.00535.x>
- Lepres L. A., Mergenthaler E., Viczián O. és Tóth F. 2018. A szilva levélbolha (*Cacopsylla pruni* Scopoli, 1763) jelenlétének felmérése és „*Candidatus Pytoplasma prunorum*” kórokozóval való fertőzöttségének vizsgálata egy heves megyei kajszibarack ültetvényben. *Növényvédelem*. **54** (5) 197–203.
- Ripka, G. 2008. Checklist of the Psylloidea of Hungary (Hemiptera: Sternorrhyncha). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*. **43** (1) 121–142. <https://doi.org/10.1556/APhyt.43.2008.1.14>
- Ripka G. 2010. *Levélbolhák*, Agroinform Kiadó, Budapest.

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.

This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.



Szeneszencia indukció a szipókás rovarok tápnövényein

Senescence Induction on the Host Plants of Sap Sucking Insects

Gidó Zsolt^{1*} és Lehoczky Éva²

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus, Környezettudományi Intézet, Környezeti Fenntarthatóság Tanszék; Gido.Zsolt@uni-mate.hu

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus, Környezettudományi Intézet, Környezeti Fenntarthatóság Tanszék; Lehoczky.Eva@uni-mate.hu

*Levelezőszerző: Gido.Zsolt@uni-mate.hu

Összefoglalás: Cikkünkben röviden áttekintjük a rovarok illetve az abiotikus stresszorok által a tápnövényen indukált szeneszencia témakörét és ismertetjük egy folyamatban levő kutatás kérdéscégeit a *Glyceria maxima* – *Ischnodemus sabuleti* modell-rendszerre vonatkozóan. Esettanulmányok igazolják, hogy a rovarok által kiváltott szeneszencia javíthatja a tápnövény minőségét a rovar szempontjából. A szeneszencia indukáló rovarok aggregált előfordulása a tápnövény egyedeken jelentős mértékben növelheti a lokális károsító hatásukat, akár eredményezheti a tápnövény helyi kipusztulását is. A szeneszencia indukáló rovarfajok tömeges tevékenysége előidézhethet intraspecifikus és/vagy interspecifikus facilitációt is a tápnövényminőség befolyásolása útján. A növények szeneszenciáját előidéző/felgyorsító abiotikus stresszhatások például az aszálystressz vagy a tápanyaghiány szintén befolyásolhatják a szipókás rovarok tápnövényválasztását, illetve fejlődésüket az adott tápnövényen. Röviden áttekintjük az ezeket tárgyaló elméleteket. A karcsú nádibodobács *Ischnodemus sabuleti* (Fallén 1826) tápnövényei a harmatkása fajok (*Glyceria* spp.). Az *I. sabuleti* phloemnedvvel táplálkozik, aggregáltan fordul elő és jelentős szeneszencia-kiváltó hatása van. Kérdésként merül fel, hogy a tápnövény víz- és tápanyagellátottsággal összefüggő élettani állapota, tápanyagtartalma befolyásolja-e az *I. sabuleti* preferenciáját és fejlődését/szaporodását és hogy az *I. sabuleti* tömeges előfordulása és táplálkozása milyen konkrét hatással van a tápnövényre.

Kulcsszavak: aggregáció, *Ischnodemus sabuleti*, *Glyceria* spp., növényi abiotikus és biotikus stressz, növény tápanyagtartalom

Abstract: In this paper the topic of the insect induced and abiotic stress induced host plant senescence is briefly discussed and the outlines of an ongoing research on the *Glyceria maxima* – *Ischnodemus sabuleti* model system are presented. Some case studies indicate that the insect induced senescence of the host plant can improve the host plant quality for the insect itself. Aggregated occurrence of the senescence inducing insects on the individual host plants can seriously enhance their damaging effects, often leading to the local eradication of the host plant. The senescence induced by the insect aggregations can lead to intraspecific and/or interspecific facilitation through host plant quality improvement. The senescence inducing abiotic stress factors including drought and nutrient deficiency can also influence the preference and performance of the sap-sucking insects. Some current hypotheses on this topic are briefly

discussed. The blissid bug species *Ischnodemus sabuleti* (Fallén 1826) is a phloem-feeder on the mannagrass species (*Glyceria* spp.) which shows aggregated spatial distribution and has a considerable senescence-inducing effect on the host plant. We investigate whether the physiological state and nutrient content of the host plant, related to the water and nutrient supply influence the preference/performance of *I. sabuleti*, and the effect of the mass occurrence and feeding of the *I. sabuleti* on the host plant.

Keywords: aggregation, *Ischnodemus sabuleti*, *Glyceria* spp., plant abiotic and biotic stress, plant nutrient content

1. Bevezetés

A 2021-2023-as évek során több, kifejezetten magas állománysűrűséggel jellemezhető dunántúli karcsú nádibodobács (*Ischnodemus sabuleti*) populációban megfigyeltük, hogy az említett poloskafaj aggregációi a tápnövényül szolgáló vízi harmatkásán (*Glyceria maxima* L.) erőteljes szenescencia-tüneteket váltanak ki, sőt esetenként a tápnövény összefüggő állományának lokális kipusztulását eredményezik. Megfigyeléseink azt is valószínűsítik, hogy az *I. sabuleti* elszaporodását illetve a tápnövényre gyakorolt hatását a tápnövény víz és/vagy tápanyagellátottsága is befolyásolhatja (Gidó és Lehoczky, 2023).

Jelen cikkünkben röviden áttekintjük, amit a szakirodalom alapján tudunk a phloemnedv fogyasztó rovarok szenescencia indukciójáról, a tápnövényre ható abiotikus stresszfaktorok hatásáról a phloemnedv fogyasztó szipókás rovarokra és ismertetjük a folyamatban levő vizsgálatunk fő kérdésfeltevéseit és irányait.

2. Anyag és módszer

A cikkünkhöz az interneten, keresőszavak, illetve a már olvasott közlemények irodalomjegyzéke segítségével kerestük ki a releváns, tudományos folyóiratokban publikált szakcikkeket.

A *Glyceria maxima*- *Ischnodemus sabuleti* kapcsolat vizsgálatára 2024-ben egy Darány községhez (Somogy vármegye) közeli felhagyott halastórendszert jelöltünk ki, amelynek különböző tagjaiban kiszáradt és vízben álló *G. maxima* állományok is előfordulnak. Ebben az évben a *G. maxima* több állományban az *I. sabuleti* erős gradációja figyelhető meg. Ez a "természetes laborkísérlet" lehetővé teszi a különböző vízellátottságú és poloskasűrűségű *Glyceria* állományok összehasonlítását. Az egyik darányi *G. maxima* állományról a 2023-as évből is vannak adataink.

Az összehasonlítást részben a növényegyedek szintjén, részben a növényállományok szintjén végezzük. A tápnövények magasságát, tömegét, víztartalmát, fenológiai állapotát, N-P-K tápelemtartalmát továbbá a területegységre vonatkoztatott egyedszámát és biomasszáját mérjük. A poloskák esetén az egy tápnövényre illetve 10 hálósapásra eső egyedszámot, a fejlődési állapotot illetve a kifejlett egyedeknél az ivararányt illetve a rövid szárnyú/hosszú szárnyú formák arányát rögzítjük.

3. Eredmények és megvitatásuk

White (2015) kiemeli, hogy a fitofág rovarok között számos olyan faj van, amelyek a friss, zsenge hajtásokkal szemben az öregedő, hervadó hajtásrészeket vagy növényegyedeket részesítik előnyben. Jóllehet ezek a fajok kisebbségben vannak a zsenge hajtásokat preferálókkal szemben, de a négy nagy táplálkozásási funkcionális csoport közül háromban (lombrágók, szívogatók, aknázók) képviselve vannak, egyedül a gubacskepzők közül hiányoznak. Számos rovarfaj - köztük szipókások is - a táplálkozása révén képes aktívan előidézni a tápnövény szenescenciáját (Steinbauer et al., 2014). Több, a szipókás rovarokra vonatkozó esettanulmány igazolja, hogy a rovarok által indukált szenescencia a tápnövényminőség feljavítása útján előnyös lehet a fajtársaik számára - intraspecifikus facilitáció (Cao et al., 2016; Sandström et al., 2000; Telang et al., 1999), illetve más fajok számára -interspecifikus facilitáció (Srinivasan et al., 2016). A phloemnedv fogyasztó szipókás rovarok számára a tápnövény szenescenciája főleg azért lehet előnyös, mert a tápanyag átcsoportosítás következtében a phloemnedv aminosav tartalma átmenetileg megemelkedik (White, 2015).

Valószínűsíthető, hogy a tápnövényminőség feljavítása útján megvalósuló intraspecifikus facilitáció magyarázza az *I. sabuleti* és más szenescencia-indukáló rovarfajok aggregációs hajlamát és gradációs populációdinamikáját (Gidó és Lehoczky, 2023).

A tápnövényre ható vízstressz hatását a fitofág rovarokra számos közlemény tárgyalja. A témáról jó összefoglalást nyújt Gely et al. (2020). Mivel az aszálystressznek szenescencia indukáló hatása van, feltételezzük, hogy a szenescencia kedvelő fitofág rovarok számára a tápnövényt sújtó erős aszálystressz előnyös lehet, szemben a zsenge hajtásokat kedvelő fajokkal (Gidó és Lehoczky, 2023).

Jelen pillanatban azt állíthatjuk, hogy az *I. sabuleti* képes erőteljes gradációra mind a vízben álló, mind az aszálystressznek kitett *Glyceria maxima* állományokban és a poloska aggregációknak mindkét esetben erőteljes szenescencia indukáló hatása van. A harmatkása – karcsúbodabács kapcsolat számos fennmaradó kérdésére részben a folyamatban levő kutatásunk eredményei alapján várjuk a válaszokat.

Irodalom

- Cao, H. H., Liu, H. R., Zhang, Z. F. and Liu, T. X. 2016. The green peach aphid *Myzus persicae* perform better on pre-infested Chinese cabbage *Brassica pekinensis* by enhancing host plant nutritional quality. *Scientific Reports*. **6**. 21954. <https://doi.org/10.1038/srep21954>
- Gely, C., Laurance, S. G. W. and Stork, N. E. 2020. How do herbivorous insects respond to drought stress in trees? *Biological Reviews*. **95**. 434-448. <https://doi.org/10.1111/brv.12571>
- Gidó, Zs. and Lehoczky, É. 2023. Intraspecific Facilitation Through Host Plant Quality Improvement? Observations on the Aggregation Behaviour and Population Biology of the Senescence Inducing Phloem Feeder (*Ischnodemus Sabuleti*). *Journal of Central European Green Innovation*. **11**. 50-69. <https://doi.org/10.33038/jcegi.4529>
- Sandström, J., Telang, A. and Moran, N. A. 2000. Nutritional enhancement of host plants by aphids – a comparison of three aphid species on grasses. *Journal of Insect Physiology*. **46**. 33–40. [https://doi.org/10.1016/S0022-1910\(99\)00098-0](https://doi.org/10.1016/S0022-1910(99)00098-0)
- Srinivasan, T. S., Almazan, M. L. P., Bernal, C. C. and Ramal, A. F. 2016. Interactions between nymphs of *Nilaparvata lugens* and *Sogatella furcifera* (Hemiptera: Delphacidae) on

- resistant and susceptible rice varieties. *Applied Entomology and Zoology*. **51**. 81–90. <https://doi.org/10.1007/s13355-015-0373-4>
- Steinbauer, M. J., Burns, A. E., Hall, A., Riegler, M. and Taylor, G. S. 2014. Nutritional enhancement of leaves by a psyllid through senescence-like processes: insect manipulation or plant defence? *Oecologia*. **176**, 1061–1074. <https://doi.org/10.1007/s00442-014-3087-3>
- Telang, A., Sandström, J., Dyreson, E. and Moran, N. A. 1999. Feeding damage by *Diuraphis noxia* results in a nutritionally enhanced phloem diet. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. **91**. 403–412. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.1999.00508.x>
- White, T. C. R. 2015. Senescence-feeders: a new trophic sub-guild of insect herbivores. *Journal of Applied Entomology*. **139**. 11–22. <https://doi.org/10.1111/jen.12147>

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.

This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.



A *Drosophila suzukii* előrejelzése, egyedszámának meghatározása bogyós gyümölcsökben

Monitoring the Number of *Drosophila Suzukii* in Berry Plantations

Gombkötő Csilla*, Kollányi Ágnes, Kollányi Gábor és Varga Jenő

MATE Gyümölcstermesztési Kutatóközpont, Fertőd

**Levelezőszerző: Gombkoto.Csilla@uni-mate.hu*

Összefoglalás: A *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931), azaz foltösszárnyú muslica potenciális veszélyt jelent mind bogyós gyümölcsökben, mind csonthéjasokban. Hazánkban különböző szőlőfajták mellett nagy károkat okoz málna- és szeder ültetvényeken. Fontos azonban megjegyezni, hogy a faj nagyon sok tápnövényvel rendelkezik, amelyeken könnyen áttelelni képes. A *Drosophila suzukii* (Matsumura) a közönséges muslicától eltérően fűrészes tojócsővel rendelkezik. Ez lehetővé teszi, hogy ne csupán a túlrett, sérült gyümölcsöket fertőzze, hanem az éppen érőfélben lévő, egészséges termést. A védekezés megtervezésénél nagyon fontos, hogy az év folyamán folyamatosan pontosan nyomon követhessük az egyedszámokat, rajzási időpontokat. Erre a legalkalmasabbak a varsás csapdák. A MATE Fertődi Kutatóállomásán évek óta nyomon követjük a pettyesszárnyú muslica megjelenését, illetve éven belüli egyedszámát. Vizsgálataink során almaecetes, almacet + etanol, valamint almacet + etanol + kávé csalogatóanyagokat használtunk csapdáinkban. A fogott egyedszámok vizsgálatánál elmondható, hogy a hőmérséklet, illetve páratartalom változása nagyban befolyásolta a fogáseredményeket. Jellemző, hogy a szederben, illetve málnában legnagyobb számban megjelenő *Drosophila suzukii* (Matsumura) legtöbb egyedével augusztus végén, szeptember elején találkoztunk ültetvényeinken, a tetőzés októberre tehető.

Kulcsszavak: *Drosophila suzukii*; bogyós gyümölcsök; egyedszám; csapdázás; ökológiai védelem

Abstract: *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931), or spotted wing drosophila (SWD), is a potential threat to both berries and stone fruits. It causes great damage to raspberry, grape and blackberry plantations. The species has a lot of host plants on which it can easily overwinter. Unlike common flies, *Drosophila suzukii* has a serrated ovipositor. This allows it to infect not only overripe, damaged fruits, but also healthy ones that are just ripening. By pest management it is very important to track the number of pest and its swarming throughout the year. The most suitable are vars traps filled with bait-fluid. At Research Station in Fertőd, we have been monitoring the appearance of the SWD and its number for years. During our tests, we used apple cider vinegar, apple cider vinegar + ethanol, and apple vinegar + ethanol + coffee attractants in our traps. It can be stated that changes in temperature and humidity greatly influenced the catch results. It is typical that most of the individuals of SWD, which appear in the largest numbers in blackberries and raspberries, were encountered in our plantations at the end of August and the beginning of September, the peak being in October.

Keywords: *Drosophila suzukii*; berries; number of individuals; trapping; IPM

1. Bevezetés

A foltösszárnyú muslica (*Drosophila suzukii* Matsumura) napjaink egyik legjelentősebb kártevője bogyós gyümölcsökben. Környezetéhez könnyen alkalmazkodik, ennek köszönhetően mára a világ legnagyobb részén megtalálható. Rendkívül szapora kártevő. Évente 13 nemzedékük is kialakulhat, és egy nőivarú egyed élete során akár 400 petét is lerakhat (Cini et al., 2012). Kanzawa (1939) vizsgálatait cseresznyében végezte. Felismerte, hogy a kísérletbe vont területen akár 75%-os fertőzöttség is létrejöhet. Az imágók, amelyek többnyire reggel 8-9 órakor kelnek ki, 5°C-on mozdulatlanok maradnak. 10°C-on kezdenek el mászni. 20°C körül a legaktívabbak. Ezt támasztották alá Tochen et al., (2014), kísérletei is. Kanzawa (1939) megfigyelte ezeken túl azt is, hogy a kártevők 30°C-nál magasabb hőmérsékleten kisebb aktivitást mutatnak. Enriquez és Colinet (2017) szerint a nyári egyedek és bábok túlélése a hőmérséklet 30-ról 37 °C-ra emelkedésével csökkent. Ezenkívül a kifejlett hímek állandó hőmérsékleten jobban tolerálták a meleget, mint a nőstények. Az életszakaszokat összehasonlítva a kialakult bábok jobban bírják a 33 °C feletti hőmérsékletet, mint a kifejlett egyedek. Kinjo et al. (2014) hasonló kísérleteket végeztek, amelynek során azt találták, hogy amikor az imágók 31 °C-on pároztak, egyik tojás sem kelt ki. A peterakás időszakában a hőmérséklet emelkedésével a nőstények peterakása és a tojások kelési aránya is csökkent. 2010. július végétől megszűnt a bábozódás, amikor az átlaghőmérséklet meghaladta a 28 °C-ot, vagy amikor a hőmérséklet egy napon belül 8 óránál több időre haladta meg a 33 °C-ot. A nyári nemzedékek 21-66 napig élnek, de az ősszel kikelő egyedek akár következő év júliusáig is életben maradhatnak. A telelés általában a gazdanövények terméseiben, ritkábban a talajban zajlik. Kenis et al. (2018) Európai kutatásaiban úgy találták, hogy a fajnak 84 gazdanövénye található, amelyből 46 őshonos. Leggyakrabban a *Cornus*, *Prunus*, *Rubus*, *Sambucus* és *Vaccinium* nemzetségek terméseiben, valamint a *Ficus carica*, *Frangula alnus*, *Phytolacca americana* és *Taxus baccata* terméseiben találhatók meg.

Az érési szakaszokon végzett kísérlet során bizonyították be, hogy laboratóriumi vizsgálatok során a muslicák érzékenyek voltak arra, hogy a gyümölcs milyen érési állapotban van. A legnagyobb kártétel az éppen színeződő gyümölcsök fertőződése alatt mutatkozott (Jana, 2011). Kevés *Drosophila suzukii* fejlődött ki zöld gyümölcsön, borszőlőn vagy túlérlett áfonyán. Kanzawa (1939) szintén megfigyelte, hogy ha a gyümölcsök túlértek, rothadtak, vagy éppen ellenkezőleg: éretlenek, akkor a lárvák kevésbé maradnak életben, csupán 50%-uk bábozódott be. Hét fajon végzett kísérletben a gyümölcsfajták fertőzöttségében négyszeres különbségek mutatkoztak (szeder, áfonya, málna és borszőlő egyes fajtáinál). A fajok közül a szamóca, a málna, a szeder, a cseresznye és az áfonya fogékonyabb volt a *Drosophila suzukii*-ra, mint a zöld csemege-szőlő (Lee et al., 2013). Kanzawa (1939) cseresznyén végzett vizsgálataival bizonyította, hogy egyetlen szem cseresznyében akár 65 egyed is képes kifejlődni, rámutatva arra, hogy mennyire súlyos károkat okozhat a fent említett faj.

A *Drosophila suzukii*-t általában ecetes csapdákkal figyelik. Korábbi tanulmányok azt mutatták, hogy a csapdák befogása nem korrelál jól a gyümölcsfertőzöttségi szintekkel, ezért nem elegendő a populáció méretének és a fertőzési kockázatnak a becsléséhez a gyümölcsök érésekor (Kirkpatrick et al., 2016). Ezért a csapdák mellett populációdinamikai modellt is ki kell dolgozni, amelyet monitorozásra és integrált növényvédelemre (IPM) kell használni. A populációdinamikai modell általában tartalmazza a károsító releváns fejlődési paramétereit, például a szaporodást a legfontosabb környezeti tényezőkkel. Különösen a levegő hőmérséklete befolyásolja erősen a *Drosophila suzukii* aktivitását és fejlődését. Számos tanulmány foglalkozott a hőmérsékletnek a kártevő életciklusára gyakorolt hatásával, míg a relatív páratartalmat ritkábban vizsgálták. A mérsékelt égövi régiókban általában csak egy kis kezdeti *Drosophila suzukii* populáció figyelhető meg tavasszal (Zerulla et al., 2015), majd nyár elején,

illetve különösen ősszel a foltösszárnyú muslicák populációja nagymértékben megnövekedhet (Asplen et al., 2015), amikor a környezeti feltételek, ezen belül is a páratartalom és a hőmérséklet kedvező.

A kártevő jelenlétének, egyedszámának meghatározására többféle csapdát alkalmaznak. Lee et al. (2013) tanulmányokat végeztek 16 helyszínen: Észak-Amerika hét államában, kilenc növényfajon. Az almaecet volt a standard csali minden csapdatípusban. Az átfogó elemzésben a sárga színű csapdák lényegesen több legyet fogtak ki, mint a tiszta, fehér és fekete csapdák, de a vörös csapdák fogták a legtöbbet. A szín szerinti eredményeket a termés típusa befolyásolhatja. Összességében a nagyobb csalifelületű csapda valamivel több *Drosophila suzukii*-t fogott, mint a kisebb felületű csapda. Megállapították ezen kívül, hogy a két szűrőhálós csapda (alsó, felső bemenettel), több egyedet fogott, mint az egy, felső hálós bemenettel rendelkező csapda. Európában is zajlanak hasonló kísérletek annak megállapítására, hogy milyen rovarcsapdákkal tudják a legjobb fogási eredményeket elérni. Délnyugat-Németországban három féle lyukméretű- és beosztású csapdával végeztek vizsgálatokat. Egészen más eredményeket kapunk adott ország különböző területein, más-más években, illetve laboratóriumi és ültetvényi körülmények között (Briem et al., 2018). A monitorozás következő lépése a csapdákból lévő fajok meghatározása, a *Drosophila suzukii* egyedek megszámlálása. Megkülönböztetésére két fontos morfológiai tulajdonságot használunk: sötét folt a hímek szárnyának bevezető szélén, és a nőstényeknél nagy fogazott tojócső.

2. Anyag és módszer

Magyarországon 2016 óta kell számolnunk a foltösszárnyú muslica nagyobb mértékű kártételével. A világ számos részéről érkezett megállapításoknak megfelelően itt is főként a bogyógyümölcsűekben jelent nagy veszélyt a faj. A *Drosophila suzukii* monitorozására, populációdinamikájának meghatározására irányuló vizsgálatainkat 2019 óta folyamatosan végezzük a MATE Gyümölcstermesztési Kutatóközpont Fertődi Kutatóállomásán. A kísérletekben kezdetben Csalomon VARL magyar fejlesztésű varsás csapdát használtunk, majd 2024-től próbáltuk ki az olasz gyártmányú Red Vaso Trap, piros kupakkal ellátott eszközt. Az évek során több csalogatóanyagot használtunk, hogy kitapasztaljuk, melyik a leghatásosabb.



1. ábra: Tiszafa a fertődi Esterházy-kastély parkjában, Csalomon VARL csapdával (Fotó: Nadin Bergendi, 2022) és Red Vaso Trap csapda szeder ültetvényben (Fotó: Csilla Gombkötő, 2024)

Csalogatóanyagaink az alábbiak voltak:

- almaecet (100 ml)
- almaecet (100 ml) + etanol (10 ml)
- almaecet (100 ml) + etanol (10 ml) + kávé (10 ml)

A csapdákat az agrárerdészeti rendszerben található szeder és málna ültetvényekben, bodza ültetvényben, mezővédő erdősávban, Taxus sp. sövényben (sírdombi terület, fertődi Esterházy-kastély, nagycenki Széchenyi-kastély) helyeztük ki. Ezutóbbi azért választottuk, mert korábbi szakirodalmi és saját tapasztalatok alapján megállapítható, hogy a *Drosophila suzukii* gyakran telet át tiszafákon. A kihelyezett csapdák csalogatóanyagát heti rendszerességgel cseréltük az év folyamán (január vége – november).

Ekkor gyűjtöttük be a fogott rovarokat, amelyeket aztán azonosítottunk. A csapdák tartalmát átszűrtük, petricsészébe helyeztük, majd Delta optical SZ-450 sztereomikroszkóppal kiválogattuk a *Drosophila suzukii*-t. A számlálást külön elvégeztük a hím és nőstény egyedekre is. A hím egyedek nagyon könnyen megkülönböztethetők más *Drosophila* fajoktól, ugyanis szárnyaikon akár szabadszemmel is jól látható sötét folt helyezkedik el. A nőstények esetében a hosszú, fűrészes tojócső alapján történt a beazonosítás.



2. ábra: Nőstény és hím *Drosophila suzukii* egyed (Fotó: Csilla Gombkötő, 2024)

Az adatokat ezután Microsoft excel táblázatban rögzítettük, majd feldolgoztuk. A különböző területeken fogott eredményekből vonaldiagrammot készítve megállapítottuk a faj egyedszámait a különböző évek különböző időszakában.

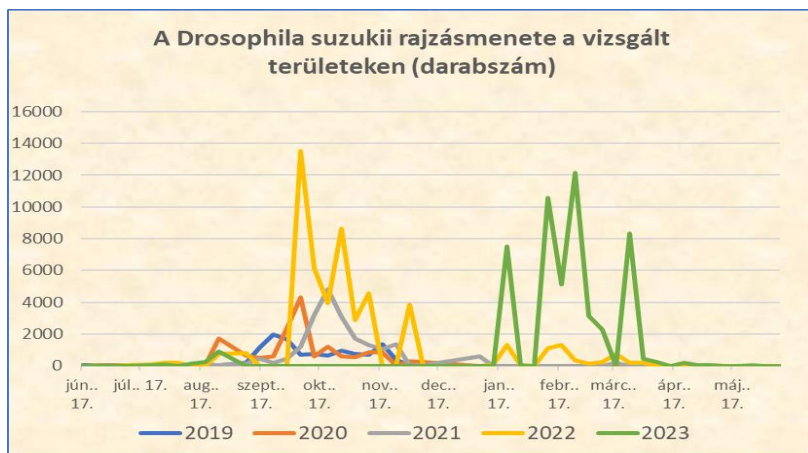
3. Eredmények

Kísérleteink során megállapítható, hogy a Csalomon VARL típusú varsás csapda nagyon jó szelektivitással fogta meg a foltösszárnyú muslicát. Csalogatóanyagok tekintetében megállapítható, hogy az etanol tartalmú elegyek sokkal jobban vonzották a kártevőt, mint csupán az almaecet.

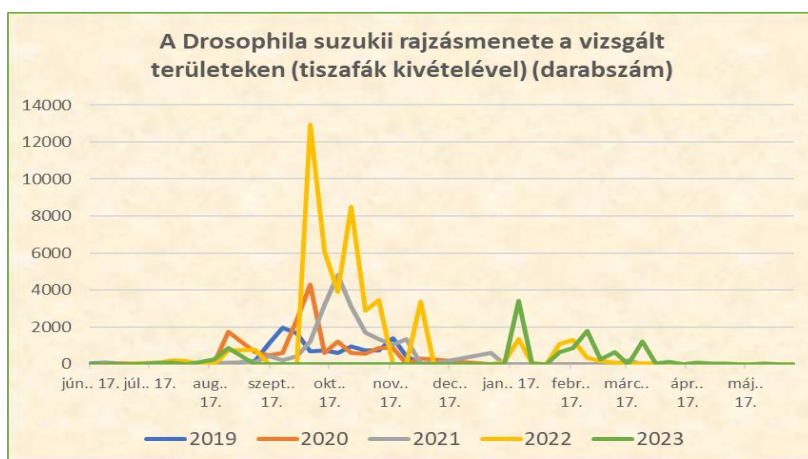
Vizsgálatainkkal mi is alátámaszthatjuk a korábbi publikációk megállapításait, miszerint a *Drosophila suzukii* faj megjelenése, elterjedése rendkívüli módon függ adott év időjárási viszonyaitól. Általánosságban megállapítható, hogy a langyosabb, csapadékosabb tavasz, nyár nagyobb egyedszámmal függött össze. A forró, száraz nyár hatására kevésbé súlyos fertőzöttség alakult ki. Nagyon jól látszik például ez mindkét diagramon (1.-2. ábra) a 2019-es évben, amikor nagyon magas volt a nyári átlaghőmérséklet és kevés csapadék hullott. A nyári fertőzöttség ebben az esetben alacsony maradt. Ezzel szemben például a 2022-es, csapadékos bővelkedő nyáron kiugróan magas egyedszámmal néztünk szembe.

Két diagramot készítettünk, ugyanis vizsgálatainkban a Taxus fajokban kihelyezett csapdák értelemeszerűen nagy egyedszámot mutattak a téli időszakban, ugyanis a foltösszárnyú muslica

tapasztalataink alapján főként ezeken a növényeken telet át környékünkön. Szükség volt éppen ezért, hogy ezt korrigáljuk, így a második ábrán a tiszafákon számolt fogási eredményeket levontuk.



3. ábra: A *Drosophila suzukii* egyedszáma az összes vizsgálati területen (Fertőd, 2019-2023)



4. ábra: A *Drosophila suzukii* egyedszáma a tiszafás területen kapott eredményekkel korrigálva (Fertőd, 2019-2024)

Jól látható, hogy mindkét diagramon két jól kivehető rajzáscsúcs van. Az egyik nyár végétől novemberig tart (enyhe időben akár decemberig is elhúzódhat), míg a másik február környékére tehető. Ezutóbbi a tiszafák nélküli területen is megjelenik, viszont itt a kártevő egyedszáma jóval alacsonyabb, mint a teletőhelyükön.

5. Következtetések és javaslatok

A *Drosophila suzukii* rendkívül invazív faj révén egyre komolyabb veszélyt jelent a bogyós és csonthéjas gyümölcsökre. A globális felmelegedés, illetve a faj könnyű alkalmazkodóképessége révén pár éve hazánkban is jelentős kártétellel kell számolnunk.

Sajnos a korábbi elképzelések - miszerint a forró nyarak és hideg telek nem kedveznek a faj megtelepedésének és kártételének – nem bizonyultak helytállóknak. Éppen ezért fontos, hogy a foltösszárnyú muslica jelenlétét, rajzásdinamikáját nyomonkövessük.

Vizsgálataink során többféle csalogatóanyaggal ellátott csapdákat alkalmaztunk az egyedszám előrejelzésére. Ezek közül az etil alkoholos elegyek bizonyultak hatásosabbnak.

Kísérleteinkkel mi is alátámasztottuk a külföldi szakirodalmak megállapításait, hogy a *Drosophila suzukii* rajzásában szezonális figyelhető meg. A legtöbb egyeddel az áttelelés után

kell számolnunk január vége környékén, illetve a második nagyobb rajzáscsúcs ősszel figyelhető meg, szeptemberben.

A faj jelenlétének ismeretében könnyebben időzíthetők a növényvédelmi eljárások, amelyek megválasztása további vizsgálatok tárgyául szolgál, ugyanis a folyton termő gyümölcsök, esetében az élelmezésügyi várakozási idő betartására is figyelemmel kell lennünk.

Irodalom

- Asplen, M. K., Anfora, G., Biondi, A. et al. 2015. Invasion biology of spotted wing *Drosophila* (*Drosophila suzukii*): a global perspective and future priorities. *Journal of Pest Science*. **88**, 469–494. <https://doi.org/10.1007/s10340-015-0681-z>
- Briem, F., Dominic, A. R., Golla, B., Hoffmann, C., Englert, C., Herz, A., Vogt, H. (2018) Explorative Data Analysis of *Drosophila suzukii* Trap Catches from a Seven-Year Monitoring Program in Southwest Germany. *Insects*. **9**, 125. <https://doi.org/10.3390/insects9040125>
- Cini, A., Ioriatti, C., Anfora, G. 2012. A review of the invasion of *Drosophila suzukii* in Europe and a draft research agenda for integrated pest management. *Bulletin of Insectology*. **65**, 149–160.
- Enriquez, T., Colinet, H. 2017. Basal tolerance to heat and cold exposure of the spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*. *Peer J*. **23**, 3112. <https://doi.org/10.7717/peerj.3112> PMID: 28348931; PMCID: PMC5366067.
- Kanzawa, T., 1939, Studies on *Drosophila suzukii* Matsumura. pp. 49
- Kenis, M., Tonina, L., Eschen, R. et al. 2018. Non- crop plants used as hosts by *Drosophila suzukii* in Europe. *Journal of Pest Science*. **89**, 735–748. <https://doi.org/10.1007/s10340-016-0755-6>
- Kinjo, H., Kunimi, Y., Nakai, M. 2014. Effects of temperature on the reproduction and development of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Appl. Entomol. Zool*. **49**, 297–304. <https://doi.org/10.1007/s13355-014-0249-z>
- Kirkpatrick, D., McGhee, P. S. 2016. Improving monitoring tools for spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. **164** (2). <https://doi.org/10.1111/eea.12602>
- Lee, J. C., Shearer P. W., Barrantes L. D., Beers E. H., Burrack H. J., Dalton D. T., Dreves A. J., Gut L. J., Hamby K. A., Haviland D. R. 2013. Trap Designs for Monitoring *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Environmental Entomology*. **42**, 1348–1355. <https://doi.org/10.1603/EN13148>
- Tochen, S., Dalton, D. T., Wiman N., Hamm, C., Shearer, P. W., Walton, V. M. 2014. Temperature- related development and population parameters for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilae) on cherry and blueberry. *Environmental Entimology*. **43** (2), 501–510. <https://doi.org/10.1603/EN13200>
- Zerulla, F. N., Schmidt, S., Streitberger, M., Zebitz, C. P. W., Zelger, R. 2015. On the overwintering ability of *Drosophila suzukii* in South Tyrol. *Journal of Berry Research*. **5** (1), 41–48. <https://doi.org/10.3233/JBR-150089>

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.

This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.



Fizikai és fiziológiai paraméterek vizsgálata a jégsaláta (*Lactuca sativa* var. *capitata*) aeropónikus termesztése esetén

Study of Physical and Physiological Parameters in Aeroponic Cultivation of Iceberg Lettuce (Lactuca Sativa var. Capitata)

Gorliczay Edit^{1,2*}, Montvai Kornélia¹, Tamás János^{1,2}, Szabó András³ és Nagy Attila^{1,2}

¹Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet, Víz- és Környezetinformatikai Tanszék, 4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

²Víz- és Vízbiztonsági Nemzeti Laboratórium, Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet, Víz- és Környezetinformatikai Tanszék

³Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Növény- és Talajtudományi Intézet, Növénytermesztéstani, Tájökológiai és Növény-nemesítési Tanszék, 4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

*Levelezőszerző: edit.gorliczay@agr.unideb.hu

Összefoglalás: A talaj nélküli növénytermesztési rendszerek, mint az aeropónia, egyre nagyobb figyelmet kapnak. Az aeropónia lehetővé teszi a növények termesztését talaj nélkül, és különösen előnyös a levélzöltségek, például a jégsaláta (*Lactuca sativa* var. *capitata*, 'Great lakes 118') esetében, amelyek gyors növekedést és jó tápanyagellátást igényelnek. Kutatásunk célja a jégsaláta termesztéstechnológiai paramétereinek meghatározása volt aeropónikus termesztés során, különös tekintettel a tápoldatozási intenzitásra. A kísérletben 5 hétig neveltük a jégsalátát zárt klímaszobában, négy különböző tápoldatozási intenzitással: napi 10x15 perc, 8x8 perc, 4x15 perc és 2x30 perc. Hetente mértük a levélszámot, stressz-paramétereket (Fv/Fm, Fv/Fo), SPAD-értéket, valamint a kísérlet végén a fejtömeget, gyökérhosszt és gyökértömeget. Eredményeink szerint a tápoldatozási intenzitás nem befolyásolta jelentősen a levélszámot, de a fotoszintetikus hatékonyság és a relatív klorofilltartalom változott. A nagyobb napi tápoldatozás (napi 10x15 perc) nagyobb fejtömeget, gyökértömeget és gyökérhosszt eredményezett, így a jégsaláta aeropónikus termesztéséhez a nagyobb napi tápoldatozás ajánlott.

Kulcsszavak: aeropónia, talaj nélküli termesztés, jégsaláta

Abstract: Soilless cultivation systems, such as aeroponics, are gaining increasing attention. Aeroponics allows plants to grow without soil and is particularly beneficial for leafy greens like iceberg lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata*, 'Great lakes 118'), which require rapid growth and good nutrient supply. Our research aimed to determine the cultivation parameters for iceberg lettuce in aeroponic systems, focusing on nutrient solution intensity. In our experiment, we grew iceberg lettuce for 5 weeks in a closed climate chamber with four different nutrient solution intensities: 10x15 min/day, 8x8 min/day, 4x15 min/day, and 2x30 min/day. Weekly measurements included leaf number, stress parameters (Fv/Fm, Fv/Fo), SPAD value, and final measurements of head weight, root length, and root mass. Results showed that nutrient solution

intensity did not significantly affect leaf number, but photosynthetic efficiency and relative chlorophyll content varied. Higher daily nutrient solution (10x15min/day) resulted in greater head weight, root mass, and root length. Therefore, higher daily nutrient solution intensity is recommended for the aeroponic cultivation of iceberg lettuce.

Keywords: *aeroponics, soilless crop production, iceberg lettuce*

1. Bevezetés

Napjainkban számos kihívással kell szembenéznie a hagyományos növénytermesztésnek, melyeket a környezeti változások, a népességgrobbanás, a területi korlátok és az agrártechnológia fejlődése jelent. Az extrém időjárási események, például aszályok vagy heves esőzések, jelentős hatással lehetnek a terméshozamra és a termelékenységre, valamint egyre több terület lesz alkalmatlan a hagyományos növénytermesztésre. A népességnövekedés és az urbanizáció további kihívást jelent, ugyanis az egyre növekvő lakosság ellátása élelmiszerrel egyre nagyobb terhelést jelent. Az agrártechnológia fejlődése ugyanakkor lehetőségeket is kínál a hagyományos növénytermesztés számára. Az új technológiák, például a precíziós mezőgazdaság és a gépesítés lehetővé teszik a termelékenység növelését és az erőforrások hatékonyabb kihasználását. Az agrárgazdaságban és az élelmiszeriparban egyaránt növekvő figyelem összpontosul az innovatív növénytermesztési módszerekre, különös tekintettel azokra, amelyek hatékonyan válaszolnak az élelmiszertermelés fenntarthatósági kihívásaira (FAO, 2023).

Ezek a problémák miatt alternatív termesztési módokat kell létrehozni (Butler-Oebker, 1962). Ezen kritikus körülmények miatt lényegessé váltak olyan fejlett technológiák és módszerek kifejlesztése, mint amilyenek a talaj nélküli növénytermesztési rendszerek (hidropónia, akvapónia, aeropónia), melyek a hatékony alkalmazkodás egyik alternatív technológiáit jelentik (Tunio et al, 2021). Ez a módszer nem csupán a hagyományos mezőgazdasági területeket kiegészíti, hanem számos előnnyel is jár, beleértve a kontrollált környezetet, a növények 7 védelmét az időjárás viszontagságaival szemben, valamint az egész évre kiterjedő termelés lehetőségét (Krishna,2022). Az aeropónia (vagy tápködkultúra) egy ilyen modern megközelítést jelent (Gopinath et al, 2017). Jelentős figyelmet kap, mivel lehetőséget kínál a hagyományos talajon történő növénytermesztés alternatívájaként.

Kutatásunk során a célunk az volt, hogy meghatározzuk a 'Great lakes 118' fajtájú jégсалáta termesztésechnológiai paranétereit aeropónikus termesztés esetén, különös tekintettel a tápoldatozási gyakoriságra.

2. Anyag és módszer

A kísérlet beállítása a Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet, Víz tudományi és Környezetinformatikai Tanszék aeropónikus laboratóriumában történt. A kísérlethez 'Great lakes 118' fajtájú jégсалátát választottunk.

A salátamagok csíráztatása 3,6 x 3,6 x 4 cm méretű kőzetgyapot termesztőkockán, zárt Mammoth Lite 80+ típusú beltéri palántanevelő sátorban történt. A csíráztatott növényeket SANLIGHT q5w GEN2 típusú palántanevelő lámpával világítottuk meg 400-780 nm hullámhossz tartományú fénnel. A kőzetgyapot kockát a csíráztatáshoz alkalmazott tápoldattal telítettük, majd minden kőzetgyapotkockába négy darab magot helyeztünk el, végül perlit

takaróanyaggal szórtuk meg a termesztőkockák tetejét. A palántákat az 1. táblázatban feltüntetett tápoldatokkal neveltük a 12 napig.

1. táblázat: A növényneveléshez alkalmazott tápoldatok koncentrációja

	Csíráztatás	Első gyökerek	Első lomb- levelek	Növekedési fázis
A tápoldat	0,25 ml/L*	0,5ml/L	1ml/L	1,8ml/L
B tápoldat	0,25 ml/L	0,5ml/L	1ml/L	1,2ml/L
C tápoldat	0,25 ml/L	0,5ml/L	1ml/L	0,6ml/L

*Megjegyzés: A megadott mennyiségek az 1 liter ioncserélt vízhez adott tápoldat mennyiségeket jelzik a csíráztatástól a növekedés fázisig.

Az alkalmazott tápoldatok esetén az egyes fenofázisokban a következő fajlagos vezetőképesség értékeket kaptuk a tápoldat bekeverésekor: csíráztatás – 0,15-0,2 dS cm⁻¹, első gyökerek – 0,3-0,6 dS cm⁻¹, első lomblevelek – 0,8-1,2 dS cm⁻¹, növekedési fázis – 1,3-1,8 dS cm⁻¹. A 12. napon a BBCH skála (Feller et al. 1995) szerinti 1.3. stádiumban - Levélfejlődés, harmadik igazi lomblevél - a tesztnövények átlagos levélszáma 3,8±0,4 db, átlagos magassága 3,37±0,35 cm volt, ekkor telepítettük be a növényeket a víz- és energiahatékony, teljesen fény-, hő- és páratartalom-kontrollált aeropónikus növénytermesztési rendszerbe. Az aeropónikus rendszerben 16 óra fény/8 óra sötét megvilágítást alkalmaztunk (2. táblázat), a növények fölött 85 cm-re elhelyezett FA-GTR Research Toplight négycsatornás lámpatestekkel.

2. táblázat: Az aeropónikus rendszerben történő növénynevelésekor alkalmazott fényösszetétel

Fényrecept lépésének hossza	Kék (400-500 nm)	Zöld (500-600 nm)	Vörös (600-700 nm)	Távoli vörös (700- 800 nm)	Fényintenzitás összesen
8 óra	0 μmol/s	0 μmol/s	0 μmol/s	0 μmol/s	0 μmol/s
20 perc	7 μmol/s	4 μmol/s	37 μmol/s	0 μmol/s	48 μmol/s
20 perc	15 μmol/s	7 μmol/s	74 μmol/s	1 μmol/s	97 μmol/s
20 perc	18 μmol/s	9 μmol/s	94 μmol/s	1 μmol/s	122 μmol/s
14 óra	22 μmol/s	11 μmol/s	110 μmol/s	1 μmol/s	145 μmol/s
20 perc	18 μmol/s	9 μmol/s	94 μmol/s	1 μmol/s	122 μmol/s
20 perc	15 μmol/s	7 μmol/s	74 μmol/s	1 μmol/s	97 μmol/s
20 perc	7 μmol/s	4 μmol/s	37 μmol/s	0 μmol/s	48 μmol/s

A kísérleti elrendezés öt azonos elrendezésű, felépítésű aeropónikus rendszerből állt (AeroFlo 20, GHE, Fleurance, Franciaország). Mindegyik AeroFlo rendszer egy-egy tartályból állt, amely négy, egyenként öt lyukat tartalmazó természetegységhez volt csatlakoztatva. A teljes ültetési terület rendszerenként 1 m² volt, 50 l tápoldatmennyiséggel. A tápoldatot egységenként egy Sicce Syncra Silence 1,5 típusú szivattyú folyamatosan keringtette, és a tápoldatot a növényekhez fűvókákon keresztül juttatta el. A négy kísérleti elrendezésben azonos tápoldatozást kaptak a tesztnövények, a kezeléseket a tápoldatozási gyakoriságok jelentették (3. táblázat).

3. táblázat: Aeropónikus rendszerben alkalmazott kezelések

Kezelés elnevezése	Szivattyú működés időpontja	Napi szivattyúkapcsolások száma
1. kezelés	2,1 óránként kapcsol (off)/ 15 percig üzemel (on)	10 alkalom
2. kezelés	3 óránként kapcsol/8 percig üzemel	8 alkalom
3. kezelés	6 óránként kapcsol/15 percig üzemel	4 alkalom
4. kezelés	12 óránként kapcsol/30 percig üzemel	2 alkalom

A kísérlet során négy különálló kezelésben termesztettük a növényeket. Egy kezelésben a növények egymástól 10,5 cm távolságra helyezkedtek el. A kísérlet során nem alkalmaztunk semmilyen növényvédelmi technológiát, kizárólag rovarfogó lapokat, melyeket a természetegység felett helyeztünk el, a növényektől 10 cm-es magasságban.

2.1. Elvégzett vizsgálatok, alkalmazott eszközök

A növényállományban heti rendszerességgel az alábbi méréseket végeztük el: stressz paraméterek (Fv/Fm, Fv/Fo) és a SPAD-érték alakulását. A stresszparaméterek meghatározásához OS30p+ típusú klorofill fluorimétert, még a SPAD-érték meghatározásához Konica-Minolta SPAD-502 Plus mérőműszert használtunk. A növényállományban betakarításkor az alábbi méréseket végeztük el (fentiek mellett): nedves biomassa tömeg (g), gyökérhossz (cm), gyökértömeg (g). Minden vizsgált paraméter meghatározása, mérése ötszörös ismétlésben történt.

A tápoldatozási intenzitások közötti különbségek összehasonlítására egytényezős varianciaanalízist végeztünk 5%-os szignifikancia szint mellett R szoftverben, RStudio felhasználói környezetben.

3. Eredmények

3.1. Növényállományban heti rendszerességgel végzett mérések eredményei

A fluoriméteres eljárás egy fontos módszer a növényi stresszparaméterek meghatározására. Előnye abban rejlik, hogy könnyen használható, gyors kézi eszköz. Két paramétert mértünk, az egyik az Fv/Fm (változó fluoreszcencia/maximális fluoreszcencia) a másik az Fv/Fo (változó fluoreszcencia/alap fluoreszcencia). Az Fv/Fm értéke 0-1 között változik, magasabb érték a fotoszintetikus rendszer optimálisan működését, míg alacsonyabb értékek stresszt jelezhetnek. Az Fv/Fo hányados általában 2,5-4,0 között ingadozik, emellett ez a paraméter sokkal jobban használható a fotoszintetikus rendszert érő stressz meghatározására. A SPAD (Soil Plant Analysis Development) egy olyan technika, amely lehetővé teszi a növények klorofilltartalmának gyors és nem invazív mérését. Ez a módszer fontos szerepet játszik a növények állapotának és fejlődésének monitorozásában.

Ezen paramétereket heti rendszerességgel mértük a növényállományban az aeropónikus rendszerben (4. táblázat).

4. táblázat: Az Fv/Fm, Fv/Fo és a SPAD-érték alakulása a kísérlet első és ötödik hetében

		Fv/Fm hányados	Fv/Fo hányados	SPAD-érték
1. hét	1. kezelés	0,73 ± 0,00 a	2,65 ± 0,05 a	25,24 ± 3,54 a
	2. kezelés	0,72 ± 0,01 a	2,56 ± 0,11 a	25,80 ± 1,94 a
	3. kezelés	0,73 ± 0,01 a	2,68 ± 0,19 a	22,02 ± 1,19 a
	4. kezelés	0,73 ± 0,01 a	2,75 ± 0,09 a	21,00 ± 1,56 a
5. hét	1. kezelés	0,78 ± 0,01 a	3,63 ± 0,27 a	32,90 ± 4,71 a
	2. kezelés	0,78 ± 0,00 a	3,60 ± 0,04 a	38,42 ± 5,78 a
	3. kezelés	0,80 ± 0,01 a	4,01 ± 0,29 a	44,15 ± 5,15 b
	4. kezelés	0,80 ± 0,01 a	3,91 ± 0,17 a	43,10 ± 4,27 b

Az azonos betűvel jelölt kezelések között nincs szignifikáns különbség ($p < 0,05$).

Az Fv/Fm paraméter alakulásáról elmondható, hogy az 1. héten (a betelepítést követően) értéke 0,72-0,73 között alakult, mely értékek nem utalnak a növény PSII rendszerét érő stresszre, azonban az 5. hétre nőttek az értékek. A statisztikai elemzést alapján elmondható, hogy sem a kezelések között, sem pedig a hetek között nem volt szignifikáns különbség ($p < 0,05$), tehát a tápoldatozási gyakoriság változása nem eredményez változást az Fv/Fm és Fv/Fo paraméterek alakulásában.

A SPAD-értékről elmondható, hogy méréseink alapján az 1. és 2. kezelések (a gyakoribb napi tápoldatozásban részesülő növények) magasabb SPAD-értékekkel rendelkeztek (25,24-25,8 SPAD érték). Az 5. hétre nőtt a SPAD-érték (32,90-44,15 SPAD-érték), melynek szakirodalmak alapján is ilyen tendenciát kell követnie, ahogyan a növényállomány öregszik. A statisztikai elemzés eredményei alapján megállapítható, hogy a jégsaláta esetén a különböző tápoldatozási gyakoriságok nem befolyásolták szignifikánsan a relatív klorofilltartalom alakulását.

3.2. Növényállományban felszámolásakor végzett mérések eredményei

A növényállományban felszámolásakor a műszeres méréseken kívül megmértük a teljes növény nedves biomassza tömegének, gyökértömegének és gyökérhosszának alakulását (5. táblázat).

5. táblázat: Kísérlet felszámolásakor mért paraméterek alakulása kezelésenként

	Nedves biomassza tömeg (g)	Gyökérhossz (cm)	Gyökértömeg (g)
1. kezelés	67,04 ± 3,45 a	66,98 ± 8,72 c	36,14 ± 3,88 b
2. kezelés	65,84 ± 10,98 c	65,64 ± 10,08 c	32,53 ± 6,09 b
3. kezelés	51,81 ± 12,25 b	56,20 ± 16,96 b	35,54 ± 14,09 b
4. kezelés	37,72 ± 2,64 a	29,24 ± 9,50 a	19,63 ± 2,21 a

Az azonos betűvel jelölt kezelések között nincs szignifikáns különbség ($p < 0,05$).

Eredményeink alapján elmondható, hogy a magasabb napi tápoldatozás nagyobb nedves biomassza tömeget eredményezett, az 1. és a 4. kezelés között 29,32 g különbséget mértünk. A gyökérhossz és gyökértömeg esetén is hasonló tendencia figyelhető meg: gyökérhossz esetén az 1. és 4. kezelés között 37,74 cm, még a gyökértömeg esetén 16,51 g különbséget mértünk. Mindezek alapján a nagyobb napi tápoldatozás (napi 10x15 perc) nagyobb nedves biomassza tömeget, gyökértömeget és gyökérhosszt eredményezett, így a jégsaláta aeropónikus termesztéséhez a nagyobb napi tápoldatozás ajánlott.

4. Diskusszió

Kutatásunkban a fluoriméteres eljárás és a SPAD-technika hatékonyságát vizsgáltuk a jégsaláta aeropónikus termesztése során, különös tekintettel a tápoldatozási gyakoriság hatásaira.

Az Fv/Fm és Fv/Fo paraméterek alapján a fotoszintetikus aktivitás nem mutatott szignifikáns különbséget a kezelések között, ami a tápoldatozás csekély hatását jelzi ezen paraméterekre.

A SPAD-érték esetén az volt a feltételezésünk, hogy a csökkenő tápoldatozási gyakoriság hatására csökkenni fog a SPAD érték.

A SPAD-értékek idővel növekedtek, ami megfelel a növények öregedésének. Bár a különböző tápoldatozási gyakoriságok között nem volt szignifikáns különbség, a mérések stabilitását és megbízhatóságát alátámasztják. A magasabb napi tápoldatozás jelentősen növelte a növények nedves biomasszáját, gyökértömegét és gyökérhosszát, ami a jégsaláta aeropónikus termesztésében ajánlott stratégiát erősíti meg.

Eredményeink szerint a fluoriméteres eljárás és a SPAD-technika hatékony eszközök a növényi stresszparaméterek és a klorofilltartalom mérésére, míg a gyakori tápoldatozás kedvezően hat a növekedésre.

Köszönetnyilvánítás

A cikkben bemutatott kutatás a Széchenyi Terv Plusz program keretében az RRF-2.3.1-21-2022-00008 számú projekt támogatásával valósult meg.

Irodalom

- Butler, J. D., Oebker, N. F. 1962. Hydroponics as a hobby: growing plants without soil. University of Illinois, College of Agriculture, Extension Service in Agriculture and Home Economics.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2023. The State of Food Security and Nutrition in the World 2023. Urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural–urban continuum. Rome, FAO.
- Feller, C., Bleiholder, H., Buhr, L., Hack, H., Hess, M., Klose, R., Meier, U., Stauss, R., van den Boom, T., Weber, E. 1995: Phänologische Entwicklungsstadien von Gemüsepflanzen. I. Zwiebel-, Wurzel-, Knollen- und Blattgemüse. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* **47** (9), 217–232.
- Gopinath, P., Vethamoni, I., Gomathi, M. 2017: Aeroponics Soilless Cultivation System for Vegetable Crops. 838–849. *Research Quarterly.* **23** (2) 86–93.
- Krishna N. 2022. History of Controlled Environment Horticulture: Greenhouses. *HortScience.* **57** (2) 239–246. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI116160-21>
- Tunio M. H., Gao J., Lakhari I. A., Solangi K. A., Qureshi W. A., Shaikh S. A. 2021. Influence of atomization nozzles and spraying intervals on growth, biomass yield, and nutrient uptake of butter-head lettuce under aeroponics system. *Agronomy.* **11** (1) 97–113. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010097>

*This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.*

*A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.*



Szántóföldi egyszikű gyomnövények laboratóriumi csírázása

Laboratory Germination of Monocot Weeds

Guhr Eszter*, Kazinczi Gabriella és Pásztor György

MATE Növényvédelmi Intézet, Növényvédelmi Tanszék

**Levelezőszerző: eszter.guhr07@gmail.com*

Összefoglalás: Örökös problémát jelentő küzdelem a gyomnövények ellen a jövőre nézve kritikusabb területté válhat. A helytelen eljárásoknak köszönhetően, az egyoldalú szerhasználat következtében számos esetben megfigyelhető a gyomnövények körében változó genetikai állomány, amely kiváló túlélési és terjedési stratégiát biztosít számukra. A rendkívül nagy variabilitás, fajon belüli diverzitás tovább nehezíti az ellenük való védekezést. Vizsgálataink során három nagy jelentőséggel bíró egyszikű szántóföldi gyomnövény (fenyércirok, fakó muhar, termesztett köles kivadult változata) csírázásbiológiáját figyeltük meg, laboratóriumi Petri-csészés csíráztatási tesztekben (bioassay). A gyommaggyűjtés idejétől, a magvak életkorától, a tárolási feltételektől és a fajoktól függően a csírázási % jelentősen változott; 1 és 100% között alakult. Legmagasabbnak bizonyult a köles csírázása (közel 100 %), míg a legkevésbé a fakó muhar magjai (szemtermései) csíráztak. A kapott eredmények alapján elmondható, hogy befolyásolja a tárolási idő és mód a csírázási képességet, bizonyos esetekben.

Kulcsszavak: *fenyércirok, fakó muhar, vadköles, csírázás, laboratóriumi tesztek*

Abstract: Weed control is an ever-evolving topic and it is considered to become even more critical in the future. Due to inappropriate practices and unilateral use of herbicides, in many cases we can observe a high variability in the genetic make-up of weeds, which provides them with an excellent survival and spreading strategy. Due to their extreme variability and intraspecific diversity, controlling them becomes more and more complicated.

In our studies - laboratory Petri dish germination tests i.e. bioassay - we observed the germination biology of three key monocotyledonous field weeds: Johnsongrass, Yellow bristle-grass, and wild millet. Depending on the time of weed collection, seed age, storage conditions and species, germination percentage varied significantly; it ranged from 1 to 100%. Millet germination was found to be the highest (close to 100%), while seeds (=its grain) of Yellow bristle-grass germinated the least.

These results indicate that storage time and storage method will influence the germination capacity in certain cases.

Keywords: *Johnsongrass, Yellow bristle-grass, wild millet, germination, laboratory tests*

1. Bevezetés

A három egyszikű gyomnövény közül, kettő egyéves, T4-es alcsoportba tartozik: termesztett köles (*Panicum miliaceum*) és a fakó muhar (*Setaria pumila*). T4-es életformához hűen, ezek a gyomfajok melegigényesek és csírázásuk tavasszal indul, amely fajonként eltérő lehet. A termesztett köles (*Panicum miliaceum*) optimális csírázása a 10 0C-ot elért talajhőmérsékletnél kezdődik. Csírázást követően a virágzás már kezdetét veheti, akár a 30. napon (Pásztor, 2020). A fakó muhar (*Setaria pumila*) optimális csírázási hőmérséklete 15 0C, amely tavasztól nyár végéig húzódik. Virágzása nyár közepétől, ősz közepéig, októberig is eltarthat (Kazinczi, 2011). A harmadik gyomfaj, a fenyércirok (*Sorghum halepense*), mely az életformarendszert tekintve az évelő, G1-es alcsoportba tartozik. Ezen csoport képviselői közül kerülnek ki a szántóföldek legveszélyesebb gyomnövényei. Optimális csírázási hőmérséklete a 10-15 0C-os talajhőmérséklet, így májustól akár nyár végéig is elhúzódhat csírázása. Virágzása nyár elejétől kora őszig is tarthat (Taylorson, 1975). Rizómái rendkívül hatékonyan regenerálódnak, amihez társul az igen nagy jelentőséggel bíró, magtermelési képessége is (Kazinczi, 2011). Különböző kutatások, vizsgálatok irányulnak arra vonatkozóan, hogy a magok életképességét miképp befolyásolják a tárolási körülmények. Egyes adatok szerint, tárolás során hosszabb ideig életképesek azok a magok, amelyek nagyobb perzisztenciát mutatnak (Probert et al., 2009). További kutatások bizonyítják, hogy az érettség szintén befolyásolja a tárolás hatékonyságát, ugyanis az éretlen magok kevésbé tolerálják a hűtött körülmények között történő tárolást (Godefroid et al., 2010).

2. Anyag és módszer

A csíráztatási tesztek 2023. március 15-én kerültek beállításra a MATE Georgikon Campus, Festetics Bioinnovációs Központ, Növényegészségügyi Diagnosztikai Laboratóriumában.

A kísérletben szereplő gyomfajok magjait 12 cm átmérőjű Petri-csészékbe helyeztük 10x10-es kötésben. A magok elrendezését megelőzően a Petri-csészékbe került dupla réteg szűrőpapírt 15 ml csapvízzel itattuk át. Ez 4 ismétlésszámmal ment végbe a frissen szedett magok esetében, valamint a régóta tárolt magoknál szintén. Így tehát, növényenként 8 db Petri-csésze került megfigyelés alá, benne egyenként 100-100 db maggal. A teljes csíráztatás folyamata alatt ezeknek a beállítási paramétereknek értelmében, összesen 24 db Petri-csésze vizsgálata zajlott.

Miután a magok szűrőpapírra való elhelyezése megtörtént, egy speciális Binder típusú termosztátba kerültek a Petri-csészék. A termosztát minden csírázási protokollnak megfelelő, hűthető, fűthető. 24 0C-on határoztuk meg a csíráztatási hőmérsékletet, ezen változtatás nem történt a kísérlet alatt.

3. Eredmények

A csíráztatási folyamat 23 nap leforgása alatt ment végbe. Ezen időszak alatt 7 alkalommal jegyeztünk fel adatokat. A csírázás %-os aránya a darabszámmal megegyezik, emiatt a 10x10-es kötésben való elhelyezés került megvalósításra. Az alábbi táblázatban (1. táblázat) átlagolva láthatók az eredmények oly módon, miszerint dátum szerint lebontva a 400 db friss és régi magtétel kerültek kiértékelésre. Bayer kód alapján a következők értendők: SORHA - fenyércirok (*Sorghum halepense*), PANMI - termesztett köles (*Panicum miliaceum*) és SETPU - fakó muhar (*Setaria pumila*).

1. táblázat: Átlagolt csírázási %

Vizsgálat dátuma	SORHA 1984 (db)	SORHA 2022 (db)	PANMI 1984 (db)	PANMI 2022 (db)	SETPU 1994 (db)	SETPU 2022 (db)
2023.03.20.	21,50	13,25	99,50	89,00	3,50	0,75
2023.03.22.	22,75	14,00	99,50	92,00	6,50	1,00
2023.03.24.	23,00	14,50	99,75	92,00	8,50	1,00
2023.03.27.	23,00	14,50	99,75	93,50	9,00	1,00
2023.03.29.	23,00	14,50	99,75	95,50	9,00	1,00
2023.04.03.	23,00	14,50	99,75	95,50	9,25	1,00
2023.04.06.	23,00	14,50	99,75	95,50	10,25	1,00

(Forrás: saját vizsgálati jegyzőkönyv)

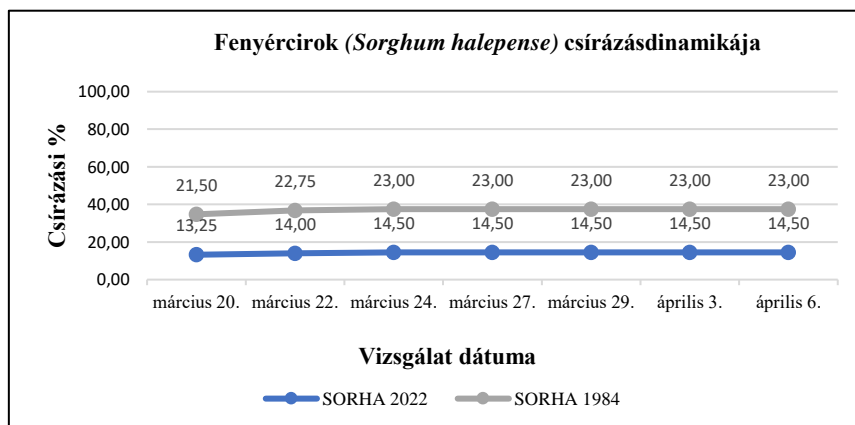
Az eredmények értékelése egytényezős varianciaanalízis segítségével történt, amely alapján meghatározható az eltérés mértéke. Amennyiben az ún. p-érték nagyobb mint 0,05, akkor ez esetben nincs szignifikancia a tételek csírázási arányában.

Analízis által kapott p-érték: $3,573 \cdot 10^{-195}$. Ebből megállapítható, hogy kevesebb mint 0,05, ezért a tételek csírázását tekintve szignifikáns eltérés mutatkozott.

A fenyércirok esetében megállapítható, hogy az 1984-ben gyűjtött és azóta fagyasztva tárolt magok magasabb csírázási %-ot mutattak. Erőteljesebb kezdés volt tapasztalható a régóta tárolt magok esetében, azonban mind a két tételnél, azaz az 1984 és 2022-ben gyűjtött magoknál 9 nap után a csírázás stagnált majd leállt (1. ábra).

Továbbá az is megállapítható, hogy alacsonyabb csírázási százalékot produkáló frissen szedett 2022. évi magok esetében, a csírázás egyenletesebbnek bizonyult, mint a régóta tárolt magoknál.

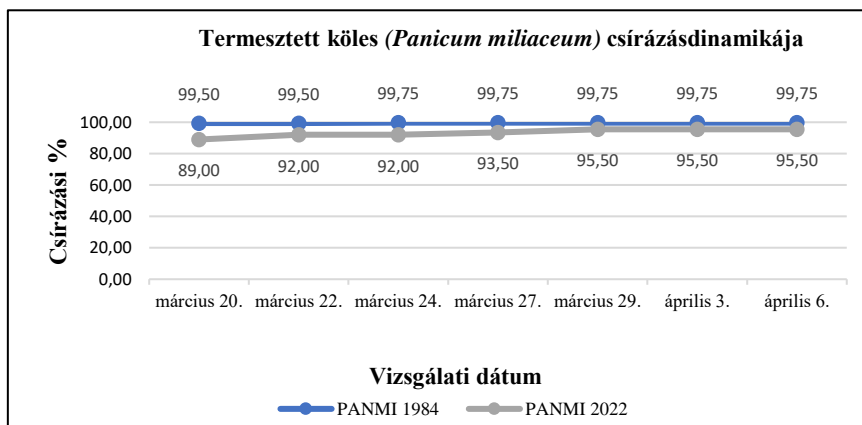
Az 1984-ben gyűjtött magok csírázása 22,75%, a 2022-ben gyűjtött magoknál 14,25% volt. Szignifikáns különbség (8,5%) volt tapasztalható a két tétel között.



1. ábra. Fenyércirok (*Sorghum halepense*) csírázásának alakulása a vizsgálati dátumokhoz igazítva (Forrás: saját vizsgálati jegyzőkönyv)

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a termesztett köles csírázási aránya, dinamikája igazolta jelen esetben is a szakirodalmakat, kísérleteket. Mind a két esetben egyenletes, rendkívül gyors csírázást produkáltak a magok. A kísérletet az 1984-ben gyűjtött magoknál és 2022-ben gyűjtött magoknál egyaránt 95% feletti csírázási %-kal zártuk (2. ábra).

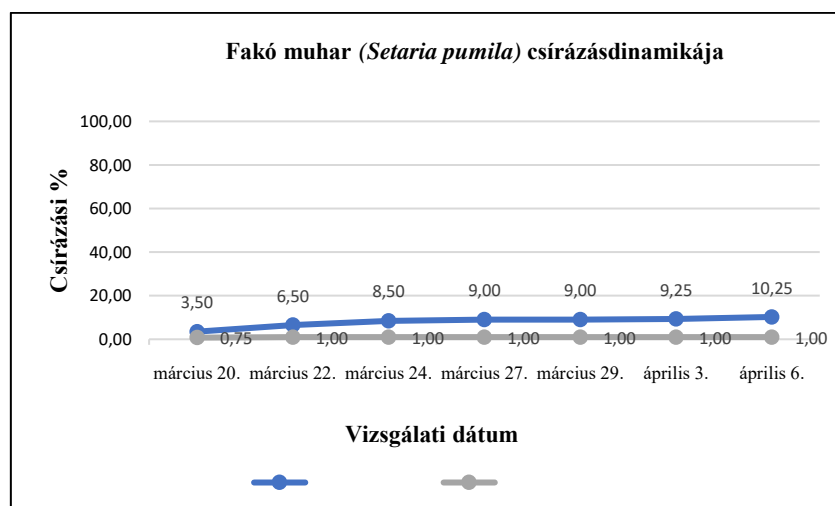
Az átlagolt csírázás 99,68% volt az 1984-ben gyűjtött magtételnél, 93,29%-os csírázási arány a 2022-ben gyűjtött magok esetében. Szignifikáns különbség a két tételnél nem volt igazolható.



2. ábra: Termesztett köles (*Panicum miliaceum*) csírázásának alakulása vizsgálati dátumokhoz igazítva (Forrás: saját vizsgálati jegyzőkönyv)

Végül a fakó muharral folytatott kísérlet eredményei alapján, csírázási aránya teljes mértékben megegyezett a szakirodalmakban lejegyzett csírázási %-kal. Rendkívül gyenge csírázóképesége a begyűjtött és vizsgált magoknak arra enged következtetni, hogy a nagyfokú nyugalmi állapotra való hajlam vizsgálatunk során is megmutatkozott.

Az 1994-ben gyűjtött magok esetében a csírázási arány átlagolva 8% volt, a 2022-ben szedett magoknál ez mindössze 0,96%. A két vizsgálati magtétel között szignifikáns különbség (7,04%) volt tapasztalható.



3. ábra: Fakó muhar (*Setaria pumila*) csírázásának alakulása a vizsgálati dátumokhoz igazítva. (Forrás: saját vizsgálati jegyzőkönyv)

4. Eredmények értékelése

Eredményeim alapján elmondható, hogy a tárolási idő és mód a csírázási képességet egyes esetekben befolyásolhatja. Ugyanis, ha a magvak számára kedvezőtlen körülmények között történik a tárolás, akár élettani, akár védekezési mechanizmusként magnyugalmi állapotba kerülhetnek. Ennek az állapotnak a feloldódása rendkívül változó fajonként.

Azonban nem minden fajnál áll fent dormancia még abban az esetben sem, ha hosszú éveken keresztül nem biztosított a kedvező feltétel a csírázáshoz. Ez is azt a tényt bizonyítja, hogy jelentős különbségek vannak az egyes gyomfajok túlélési stratégiái között.

Irodalom

- Godefroid, S., Van de Vyver, A., Vanderborght, T. 2010. Germination capacity and viability of threatened species collections in seed banks. *Biodivers Conserv.* **19**, 1365–1383. <https://doi.org/10.1007/s10531-009-9767-3>
- Kazinczi G. 2011. Növényföldrajzi-ökológiai elemzések. *In* Novák R. - Dancza I. – Szentey L. - Karamán J. (szerk.), *Az Ötödik Országos Gyomfelvételezés Magyarország szántóföldjein.* Primaprint, Budapest. pp. 313–327.
- Pásztor Gy. 2020. Adatok a köles fajok biológiájához és természetes vírusfertőzöttségéhez. PhD értekezés. Keszthely.
- Probert, R. J., Daws, I. D., Hay F. R. 2009. Ecological correlates of ex situ seed longevity: comparative study on 195 species. *Annals of Botany.* **104** (1) 57–69. <https://doi.org/10.1093/aob/mcp082>
- Taylorson, R. B. 1975. Inhibition of prechill-induced dark germination in *Sorghum halepense* (L.) PERS. seeds by phytochrome transformations. *Plant Physiol.* **55** (6), 1093–1097. <https://doi.org/10.1104/pp.55.6.1093>

*A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.*

*This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.*



Használt szántóföldi permetezőgépek jogszerű felülvizsgálati módszereinek összevetése a következmények tükrében

Comparison of Legal Inspection Methods for used Field Sprayers in the Light of the Consequences

Gulyás Zoltán^{1*} és Pályi Béla²

¹ *Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Mezőgazdasági Genetikai Erőforrások Igazgatóság, Fenntartható Gazdálkodási Osztály; gulyaszo@nebih.gov.hu*

² *Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Műszaki Intézet, Mezőgazdasági Gépesítési Központ, Agrárműszaki Tanszék; Palyi.Zsigmond.Bela@uni-mate.hu*

**Levelezőszerző: gulyas.zoltan770314@gmail.com*

Összefoglalás: Kutatásunk célkitűzéseként a következő felvetés igazolását, illetve cáfolatát foglaltuk meg. Előfordulnak olyan, hidraulikus cseppképzésű szórófejekkel, illetve fűvókákkal felszerelt, teljes munkaszélességük vonatkozásában egységes permetfüggöny létrehozására alkalmas, üzemi méretű, függesztett és vontatott kivitelű szántóföldi permetezőgépek, amelyek a vonatkozó jogszabályban leírtaknak mindenben megfelelő felülvizsgálati eljárás lefolytatása esetén „megfelelt”, vagy „nem megfelelt” minősítést egyaránt kaphatnak a felülvizsgálatot elvégző ellenőrző állomástól. A minősítés eredménye attól függ, hogy az állomás melyik jogszerű, és egyben szabványos vizsgálati módszert alkalmazza a keresztirányú eloszlás meghatározására.

Vizsgálati eredményeink tükrében megállapítottuk, hogy az eredmények vonatkozó szabványban foglaltaknak való megfelelést befolyásolhatja, hogy a két jogszerű, és egyben szabványos módszer közül melyikkel történik meg a keresztirányú eloszlás meghatározása, mivel az egyik módszer alkalmazásával kizárólag nem megfelelő, a másik módszerrel azonban minden esetben megfelelő eredményekhez jutottunk.

Legfontosabb levont következtetésünk szerint a felülvizsgálati jogosultsággal rendelkező ellenőrző állomások akarva-akaratlanul befolyásolhatják a felülvizsgálatok eredményét annak függvényében, hogy melyik módszert alkalmazzák a keresztirányú eloszlás vizsgálatára. A döntésüket ebben a tekintetben szabadon meghozhatják. Álláspontunk szerint ez a fajta döntési szabadság joghatással járó tevékenység esetében nem megengedhető.

Javasoljuk az ismertetett vizsgálatok folytatását a reprezentativitás növelése érdekében, továbbá javasoljuk a keresztirányú eloszlás meghatározására a horizontális vályúoros módszer alkalmazásának kötelező jelleggel történő előírását a felülvizsgálatra jogosultak részére. Ehhez olyan felülvizsgálati helyszín szükséges, ahol biztosítható, hogy csapadék nem befolyásolja a műszaki vizsga eredményét, illetve a vonatkozó FVM rendeletben előírt maximális megengedettnél alacsonyabb szélesség is folyamatosan garantált (pl. zárt, huzatmentes csarnok).

Kulcsszavak: *permetezőgép, felülvizsgálat, keresztirányú eloszlás, minősítés, vályúoros*

Abstract: The aim of our research was to confirm or refute the following hypothesis. There are commercial size, suspended and towed sprayers with hydraulic droplet nozzles capable of

producing a uniform spray curtain over their full working width, which, if subjected to a fully compliant inspection procedure as described in the relevant legislation, can be certified as either 'passed' or 'not passed' by the inspection station carrying out the inspection. The result of the certification depends on the legal and standard test method used by the station to determine the transverse distribution.

In the light of our test results, we have found that the compliance of the results with the relevant standard may be affected by which of the two legal and standard methods is used to determine the transverse distribution, as one method is used only for inappropriate results, while the other method always gives acceptable results.

Our main conclusion is that monitoring stations with inspection authority may wittingly or unwittingly influence the outcome of inspections depending on which method is used to test the cross-sectional distribution. They are free to make their own decision in this respect. In our view, this type of discretion is not permissible for an activity with legal consequences.

It is recommended that the described experiments be continued to increase representativeness and that the horizontal trough-line method be made mandatory for authorised inspectors to determine the transverse distribution. This requires a inspection site where it can be ensured that precipitation does not influence the results of the technical examination and where wind speeds below the maximum permissible wind speeds defined in the relevant Ministry of Agriculture and Rural Development regulation are guaranteed at all times (e.g. a closed, draught-free hall).

Keywords: *sprayer; inspection; transverse distribution; qualification; patternator*

1. Bevezetés

Meglévő ismereteink tükrében kijelenthető, hogy a növényvédelem a jelenleg alkalmazott növénytermesztési technológiák nélkülözhetetlen eleme. Egyrészt a termésbiztonságot szolgálja, másrészt megfelelő minőségű termények előállítását teszi lehetővé a szükséges mennyiségben, továbbá kiemelten fontos a termesztés eredményessége szempontjából (Dimitrievits - Gulyás, 2011).

A kémiai növényvédelem minősége és hatékonysága tekintetében kulcsfontosságú szerepe van a növényvédelem gépesítésének (László, 2003; Csizmazia, 2006).

A termelők a tervezett eredmény elmaradásának evidens okaként gyakran csak arra gondolnak, hogy a felhasznált növényvédő szerek nem voltak kellően hatékonyak. Pedig - például szántóföldi permetezés esetében - ugyanilyen triviális magyarázat lehet az is, hogy a permetlevet nem sikerült megfelelően a növényekre, vagy a talajra, azaz a célfelületre juttatni.

A permetezőgépek gyári kivitele, a gépek beállításának és üzemeltetésének szakmai színvonala, valamint műszaki állapotuk jelentős mértékben befolyásolja, hogy a kijuttatott permetlé milyen arányban hasznosul. A jó minőségű és hatékony permetezéshez tehát a felhasználási célra alkalmas, megfelelő műszaki állapotú gépekre és részegységekre, helyes beállításokra és szakszerű üzemeltetésre van szükség (Pályi, 2010).

Az elmúlt időszakban a permetezés műszaki technológiájával szemben támasztott követelmények világszerte szigorodtak. Egyre markánsabban és sürgetőbben jelenik meg az az igény a szakma és a társadalom részéről, hogy a kezelések anyagtakarékosan, vagyis csökkentett növényvédő szer- és vízfelhasználással legyenek elvégezhetőek anélkül, hogy a permetezés munkaminősége, illetve a beavatkozások hatékonysága romlana (Pályi, 2011).

A témakör kiemelt jelentőségét és aktualitását bizonyítja, hogy az EU tagállamaiban a használatban lévő növényvédelmi gépek - különös tekintettel az üzemi méretű permetezőgépekre - műszaki állapotának rendszeres ellenőrzését már évek óta szabványokban,

illetve szabványokra hivatkozó jogszabályokban rögzített követelmények és vizsgálati módszerek alapján végzik (Wehmann, 2018).

A gazdálkodók használatában lévő üzemi méretű permetezőgépek műszaki állapotát Magyarországon is rendszeres időközönként ellenőriztetni kell. A rendszeres ellenőrzést időszakos műszaki felülvizsgálatnak (a továbbiakban felülvizsgálat/felülvizsgálatok, illetve műszaki vizsga) nevezik, a felülvizsgálatokat szigorú jogszabályi előírások és szabványokban meghatározott követelmények szerint végzik. A használt permetezőgépeket a gépek tulajdonosainak kell rendszeresen elvinniük felülvizsgálati jogosultsággal rendelkező ellenőrző állomáshoz műszaki vizsgára (Dimitrievits et al., 2023).

A bemutatásra kerülő munka célkitűzéseként a következő felvetés igazolását, illetve cáfolatát határoztuk meg. Előfordulnak olyan, hidraulikus cseppképzésű szórófejekkel, illetve fűvókákkal felszerelt, teljes munkaszélességük vonatkozásában egységes permetfüggöny létrehozására alkalmas, üzemi méretű, függesztett és vontatott kivitelű, szántóföldi permetezőgépek, amelyek a vonatkozó jogszabályban leírtaknak mindenben megfelelő felülvizsgálati eljárás lefolytatása esetén „megfelelt”, vagy „nem megfelelt” minősítést egyaránt kaphatnak a felülvizsgálatot elvégző ellenőrző állomástól. A minősítés eredménye attól függ, hogy az állomás melyik jogszerű, és egyben szabványos vizsgálati módszert alkalmazza a keresztirányú eloszlás meghatározására.

2. Anyag és módszer

A vizsgálataink tárgyát képező, használatban lévő, függesztett és vontatott kivitelű szántóföldi permetezőgépek kiválasztása véletlenszerűen történt, a Szórásképf Kft. egyes, korábban leszerelt felülvizsgálati napjain kapcsolódunk be a cég tevékenységébe.

A Szórásképf Kft. a hazai felülvizsgálati rendszer bevezetése óta folyamatosan rendelkezik a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal által kiadott jogosultsággal, a növényvédelmi tevékenységről szóló 43/2010. (IV. 23.) FVM rendeletben és az abban hivatkozott MSZ EN ISO 16122:2015 számú szabványcsalád vonatkozó tagjaiban leírtak szerint végzi felülvizsgálati tevékenységét, jól képzett és tapasztalt szakembereket foglalkoztat, korszerű és rendszeresen ellenőrzött vizsgáló berendezésekkel és mérőeszközökkel rendelkezik.

2.1. Vizsgálatok körülményei

Vizsgálatainkat négy különböző időpontban és négy eltérő helyszínen végeztük el hat darab függesztett és két darab vontatott kivitelű szántóföldi permetezőgépen.

A permetezőgépek a műszaki vizsgára kívül-belül tiszta állapotban érkeztek, permetlétartályuk névleges térfogatának minimum a feléig fel voltak töltve vízzel.

A vizsgálatok során a gépeket felülvizsgálatra elhozó géptulajdonos, illetve gépkezelő által a saját permetezési gyakorlatában alkalmazott üzemi nyomás mellett dolgoztunk, két esetben 3,0 bar, a további esetekben pedig 2,0 bar értékre történt a nyomás beállítása a gépek manométerén.

Az összes vizsgálat szabadtéri helyszínen valósult meg, ezért a környezeti paraméterek beállítására, megváltoztatására, illetve szabályozására nem volt lehetőségünk. Csapadék a vizsgálataink során nem fordult elő.

2.2. Vizsgálatok módszerei

A Szórásképf Kft. szakemberei a vonatkozó FVM rendeletben és az abban hivatkozott szabványokban foglaltaknak megfelelően végezték a permetezőgépek felülvizsgálatát, amelyet

minden egyes gépnél figyelemmel kísértünk. Amikor a műszaki vizsga során eljutottak a keresztirányú eloszlás vizsgálatáig, bekapcsolódtunk a munkába és mindkét, a vonatkozó FVM rendeletben hivatkozott szabványos módszer szerint meghatároztuk a keresztirányú eloszlást.

A nevezett jellemző meghatározására az alábbi két módszert alkalmaztuk, közvetlenül egymást követően:

1. módszer: MSZ EN ISO 16122-2:2015 4.9.3.2 Measurement on a horizontal patternator - 5.6 Uniformity of the transverse volume distribution with a horizontal patternator
2. módszer: MSZ EN ISO 16122-2:2015 4.9.3.3. Flow rate measurements (4.9.3.3.2 Nominal nozzle flow rate known és 4.9.3.3.4 Pressure distribution) - 5.7 Flow rate of the spray nozzles (5.7.2 Measurement with nozzles fitted on the boom és 5.11 Pressure distribution)

A levegő hőmérséklet (°C) és a szélerősség (m/s) értékei az egyes vizsgálatok során öt-öt alkalommal meghatározásra, a maximum értékek pedig rögzítésre is kerültek. A paraméterek mérése – a felülvizsgálati helyszín adottságainak figyelembe vételével – a mérési ponttól 5-10 méter távolságban, 2 méter magasságban valósult meg.

A bemutatott munka során az alábbi vizsgálóberendezést és mérőeszközöket használtuk.

- Az 1. módszer esetében:
 - Herbst Sprayertest 1000 típusú vizsgáló berendezés – horizontális vályúsor (azonosító szám: HV2014152)
- A 2. módszer keretében:
 - Herbst FHK330 típusú átfolyásmérő – átfolyásérzékelő (eszköazonosító szám: 9920111, szenorazonosító szám: 0260849301019080006)
 - Herbst ROT 128k 60/PTB típusú elektromos túlnyomás mérőeszköz – nyomásérzékelő (eszköazonosító szám: 9920111, szenorazonosító szám: 0260849301019080006)

A környezeti paraméterek (levegő hőmérséklete és szélesebesség) meghatározására Lechler Pocketwind IV típusú mérőeszközt (azonosító szám: 9065822) alkalmaztunk.

3. Eredmények

A legfontosabb vizsgálati eredményeket, a beállított üzemi nyomásértékeket, valamint a releváns környezeti paramétereket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat: Legfontosabb vizsgálati eredményeink, releváns környezeti jellemzők

Sor-szám	Beáll. üzemi nyomás (bar)	Max. levegő-hőm. (°C)	Max. szélseb. (m/s)	1. módszerrel meghatározott paraméterek		2. módszerrel meghatározott jellemzők		
						Adagolási pontosság	Adagolási egyenletesség	Üzemi nyomás eloszlása
				Var. koeff. (%)	Max. eltérés átlagtól (%)	Max. eltérés névleges értéktől (%)	Max. eltérés átlagtól (%)	Max. eltérés (%)
1.	3,00	27,20	1,80	12,39	45,43	9,50	6,60	10,00
2.	3,00	28,20	4,50	10,75	-26,21	9,50	4,50	6,67
3.	2,00	23,00	1,00	17,38	55,60	8,80	7,30	10,00
4.	2,00	23,10	1,60	20,14	-100,00	9,50	4,10	5,00
5.	2,00	25,20	1,90	19,71	58,58	8,20	6,30	10,00
6.	2,00	27,20	1,60	15,49	37,00	7,80	9,80	10,00
7.	2,00	27,80	2,50	26,03	-100,00	9,20	4,50	10,00
8.	2,00	28,70	2,90	19,74	48,66	-9,30	5,00	10,00

A keresztirányú eloszlást jellemző, az 1. módszerrel meghatározott paraméterek vonatkozásában a szabvány az alábbi követelményeket tartalmazza:

- a variációs együttható (koefficiens) nem haladhatja meg a 10%-ot,
- a vályú sor egyes vályúiban összegyűlt folyadék mennyisége nem térhet el $\pm 20\%$ -nál nagyobb mértékben az átlagértéktől.

A vizsgálataink tárgyát képező permetezőgépekre vonatkozó keresztirányú eloszlás esetében a variációs koefficiens 10,75% - 26,03% közötti értékeket vett fel, azaz egyik gép esetében sem felelt meg a szabványban rögzített követelménynek.

Az átlagtól való legnagyobb eltérés értéke pedig 58,58% - -100,00% között alakult, vagyis minden meghatározott érték kívül esett a szabványban meghatározott $\pm 20\%$ tartományon.

A keresztirányú eloszlás 2. módszerrel történt meghatározása keretében kapott eredmények vonatkozásában pedig az alábbiak szerepelnek a szabványban:

- a szórófej/fúvóka gyártója által megadott névleges szórásteljesítmény-értéktől való maximális eltérés: $\pm 10\%$,
- a szórószerkezeten lévő összes fúvóka átlagos szórásteljesítményétől, vagyis a középértéktől mért maximális eltérés: $\pm 10\%$,
- maximális eltérés az egyes szakaszok betáplálási pontjainál mért értékek átlagától, valamint a szakaszokon belüli legközelebbi és legtávolabbi pontokon meghatározott átlagos értéktől: $\pm 10\%$.

A névleges gyári értéktől mért maximális eltérés a 9,50% - -9,30% közötti, az átlaghoz viszonyított maximális eltérés pedig a 4,10% - 9,80% tartományba esett a vizsgálataink során. Ezek az értékek kielégítik a szabványban foglalt követelményeket.

Az üzemi nyomás eloszlásához kapcsolódó legnagyobb eltérés egyetlen esetben sem haladta meg a 10 %-ot, ami szintén megfelel a szabványban leírtaknak.

A közölt vizsgálati eredmények tükrében egyértelműen megállapítható, hogy az eredmények vonatkozó jogszabályban hivatkozott szabványban foglaltaknak való megfelelését befolyásolja az, hogy a két jogszervi, és egyben szabványos módszer közül melyikkel történik meg a keresztirányú eloszlás meghatározása, hiszen az 1. módszer alkalmazásával kizárólag nem megfelelő, a 2. módszerrel ugyanakkor kizárólag megfelelő eredményekhez jutottunk.

4. Összegzés

A megfogalmazott hipotézisünk az eredményeink tükrében igazoltnak ítéltető.

Az ellenőrző állomások befolyásolhatják a felülvizsgálatok eredményét azzal, hogy melyik módszert választják a keresztirányú eloszlás vizsgálatára. Egyáltalán nem irreleváns, hogy egy használatban lévő üzemi méretű szántóföldi permetezőgép milyen eredménnyel szerepel a felülvizsgálaton, hiszen az ellenőrző állomástól kapott minősítés joghatással bír. Azt határozza meg ugyanis, hogy a felülvizsgált gép alkalmas-e jogszerű növényvédelmi munkára, azaz szabad vele dolgozni, vagy tilos vele permetezni. Álláspontunk szerint ez a fajta döntési szabadság joghatással bíró tevékenység esetében nem megengedhető.

Javasoljuk a keresztirányú eloszlás meghatározásra a horizontális vályúoros módszer kötelező jelleggel történő előírását, a kapcsolódó vizsgálati körülmények biztosítása mellett. A vonatkozó szabvány, illetve első lépésként FVM rendelet módosítása jelentheti a megoldást.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk munkánk támogatásáért Dr. László Alfrédnek, valamint a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, a Szórásképző Kft. és a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, illetve a Georgikon Campus vezetésének és munkatársainak.

Irodalom

- 43/2010. (IV. 23.) FVM rendelet a növényvédelmi tevékenységről
- Csizmazia Z. 2006. *A növényvédelem gépei*. Budapest: Mezőgazda Kiadó. 145 p.
- Dimitrievits Gy., Gulyás Z. 2011. *A növényvédelem gépesítése*. Budapest: Szaktudás Kiadó Ház. 255 p.
- Dimitrievits Gy., Jordán L., Gulyás Z. 2023. A használatban lévő permetezőgépek rendszeres ellenőrzése. *Agrárágazat*, **24**.(1) 32–38.
- László A. 2003. Növényvédelem gépei. In Szendrő P. (szerk.): *Géptan*. Budapest: Mezőgazda Kiadó. pp. 277–303.
- MSZ EN ISO 16122-2:2015 Mező- és erdőgazdasági gépek. Használatban lévő permetezőgépek ellenőrzése. 2. rész: Vízszintes keretű permetezőgépek (szántóföldi permetezőgépek)
- Pályi B. 2010. Korszerű eszközök a növényvédelmi kijuttatástechnikában. *Mezőgazdasági Technika*. **51** (2010. január - Különszám) 62–65.
- Pályi B. 2011. Korszerű műszaki megoldások a permetezéstechnikában. *Értékálló Aranykorona*. **11** (3) pp. 31–33.
- Wehmann, H.-J. 2018. Status Quo of inspection in EU: the results of SPISE enquiry. In: Balsari, P. (edt.) & Wehmann, H.-J. (edt.): *Berichte aus dem Julius Kühn-Institut 196. SPISE 7 7th European Workshop on Standardized Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe, Athens, Greece, September 26-28, 2018*. Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Braunschweig, Deutschland. Vol. 196, pp. 9–22.

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.

This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.



Fürdőtavak

Natural Swimmingpools

Horváth Dóra^{1*} és Dr. Anda Angéla²

¹MATE Georgikon Campus; Horvath.Dora@uni-mate.hu

²MATE Georgikon Campus; anda.angela@uni-mate.hu

*Levelezőszerző: Horvath.Dora@uni-mate.hu

Összefoglalás: A modern tájkutatások a táj jelenlegi potenciáljait vizsgálják a jövőbeli tájhasznosítás megfelelősége szempontjából. Különösen fontos és hasznos lehet ez a kutatás olyan környezet-érzékeny területeken, ahol az emberi jelenlét /turizmus környezetre gyakorolt hatásai révén jelentős változásokat okoz. A vizsgálni kívánt régióhoz hasonló feltételekkel bíró Németországban például már több mint 100 klórmentes, biológiai úton tisztuló öko-strand működik. Ezen strandok esetében növények tisztítják a vizet a káros vegyi anyagok helyett. A kellő higiénias feltételek biztosítása és fenntartása érdekében a legtöbb uszoda, kereskedelmi szálláshely, strand stb. vize tele van vegyi anyagokkal, elsősorban klórral, melyek irritálják a szemet és a bőrt, ezen kívül mérgezik és szennyezik a környező talajt és a növényeket. A kutatás során azt vizsgálánk, hogy a régiós szállodák, kereskedelmi szálláshelyek nyitottak lennének-e a jelenleg működő wellness részlegükön olyan biológiai úton tisztuló úszómedencék (natural swimming pool, Naturbad) kialakítására, melyek esetében a medence köré ültetett vagy vízben lebegő növények, illetve azok homok-és kavicságya szűri meg a vizet és nincsen szükség semmilyen egyéb kémiai anyag alkalmazására. Ezen esetekben ugyan mesterségesen kialakított fürdőhelyekről lenne szó, mégis olyan érzést keltene az oda látogató vendégekben, mintha egy természetes tóban úszkálnának. A természetes, biológiai vízsűrő alkalmazásával olyan vízminőséget lehet biztosítani, mely megfelel az EU-szabályoknak, így kisgyermekes családok is igénybe vehetik ezen szolgáltatásokat. A víz keringését vízforgató rendszer segítségével, illetve szivattyúzással lehetne megoldani. Az első természetes fürdőtavat az 1980-as években építették Ausztriában, s Európa szerte ma már kb. 20.000 fürdőtavas nyilvános strand működik. Mindenki számára ismert a turizmus társadalmi, gazdasági, politikai és kulturális jelentősége. Magyarország aktív nemzetközi turizmusa az elmúlt évek során dinamikusan fejlődött s ez egy újabb attrakciót jelentene a desztinációk vonzerőjét tükröző palettán.

Kulcsszavk: *fürdőtó, vegyszermentes, tiszta víz, környezetvédelem, egészségmegóvás*

Abstract: Modern landscape research examines the current potential of the landscape from the point of view of the adequacy of future landscape utilization. This research can be particularly important and useful in environmentally sensitive areas where human presence/tourism causes significant changes through its effects on the environment. In Germany, which has the same conditions as the region West-Transdanubia, are already more than 100 chlorine-free, biologically cleaned eco-beaches and in Austria also. For these pools are cleaning the water plants, instead of harmful chemicals. In order to ensure and maintain adequate hygienic conditions, most swimming pools, commercial accommodation, beaches water is full of chemicals, mainly chlorine, which irritate the eyes and skin, and also pollute the surrounding soil and plants.

Keywords: *natural swimming pools, clean water by plants, health- and environmental protection*

1. Bevezetés

A kutatás során azt vizsgáljuk, hogy a régióba érkező turisták esetében a utazási cél kiválasztásakor mik a főbb szempontok, s a szállodák, kereskedelmi szálláshelyek nyitottak lennének-e a jelenleg működő wellness részlegükön olyan biológiai úton tisztuló úszómedencék (natural swimming pool, Naturbad) kialakítására, melyek esetében a medence köré ültetett vagy vízben lebegő növények, illetve azok homok-és kavicságya szűri meg a vizet és nincsen szükség semmilyen egyéb kémiai anyag alkalmazására. Ezen esetekben ugyan mesterségesen kialakított fürdőhelyekről van szó, melyek olyan érzést keltenek az oda látogató vendégekben, mintha egy természetes tóban úszkálnának. A természetes, biológiai vízsűrítő alkalmazásával olyan vízminőséget lehet biztosítani, mely megfelel az EU-szabályoknak, így kisgyermekes családok is igénybe vehetik ezen szolgáltatásokat. A víz keringését vízforgató rendszer segítségével, illetve szivattyúzással lehetne megoldani. Az első természetes fürdőtavat az 1980-as években építették Ausztriában, s Európa szerte ma már kb. 20.000 fürdőtavas nyilvános strand működik.

2. Anyag és módszer

A kutatás során felkerestem a Nyugat-Dunántúl Régió 3 nagy fürdőjét (Hévíz-Lenti-Sárvár), valamint Ausztria 2 természetes fürdőtavát: Jagerberg és Puch településeken. A fürdőhelyeken a fürdővendégekkel magyar és német nyelvű kérdőívek kitöltése történt.

A 826 elemszámú reprezentatív minta. H.W. Opaschowki (2021): Gekauften Paradies c. tanulmánya alapján készült.

Az egyes kérdésekre adott válaszok megoszlásai közti összefüggéseket kereszttábla-elemzéssel (kontingenciatáblák segítségével) vizsgáltuk. Ezáltal két nem metrikus változó közti összefüggés vizsgálatát tudjuk elvégezni (Sajtos-Mitev, 2007)

- A két változó közti összefüggés statisztikai szignifikanciáját Khi-négyzet próbával vizsgáltuk.
- A H₀ hipotézis az volt, hogy nincs összefüggés.
- A Khi-négyzet próba számításakor az egyes cellák elvárt és megfigyelt értékei közti eltérések négyzetét osztottuk az elvárt értékkel, majd az egyes cellákra vonatkozóan kiszámított értékeket összegeztük, így megkaptuk az empirikus, azaz tapasztalati Khi-négyzet érték.

3. Eredmények

3.1. Fürdőtavak

A fürdővendégek részére több tényező is kiemelkedően fontos szerepet játszik a turisztikai attrakció konkrét kiválasztásakor. Ezek közül a legfontosabbak:



1.ábra. forrás: saját szerkesztés

A fenti diagram alapján egyértelműen látszik, hogy a régiót elsősorban gyógyulási, másodsorban preventív céllal keresik fel a turisták.

3.1.1. Miben más egy fürdőtó?

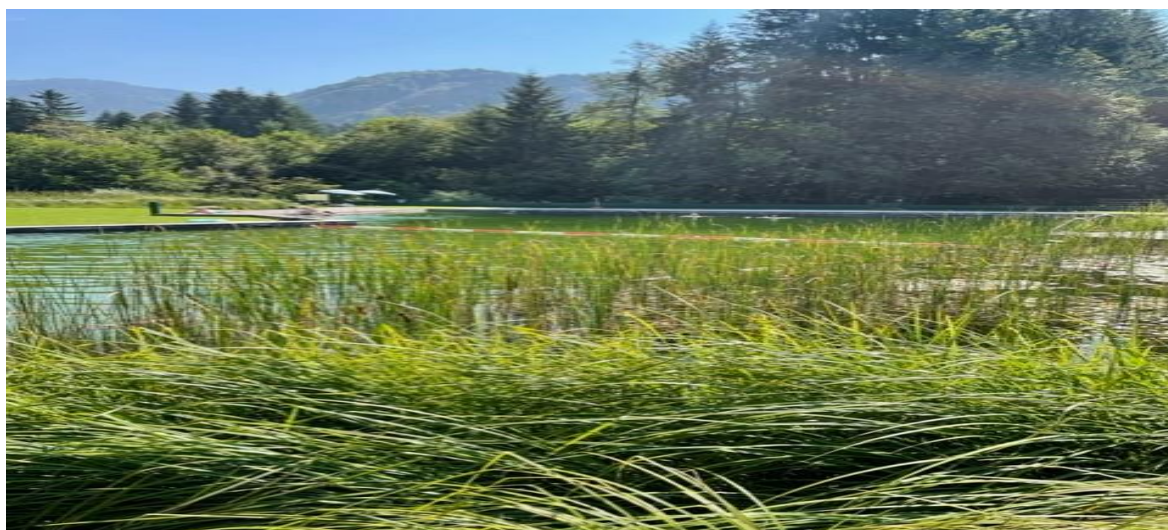
- Tökéletesen illeszthető a természetes környezetbe, mivel természetű építmény.
- Vegyszerek nélkül is tökéletes vízminőséget lehet produkálni, jó illatát nem zavarja a klórszag.
- Meglepően hosszú a fürdési szezonja, télen pedig akár korcsolyázni is lehet a jégpáncélján.
- Könnyű felmelegedésének köszönhetően alacsony üzemeltetési költséggel kell csupán számolni.
- Vízminőséget folyamatosan ellenőrzi: a Szövetségi Környezetvédelmi Ügynökség (UBA=Umweltbundesamt), s ezen belül is a Schwimm- und Badebeckenwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG)

A *fürdőtavak* esetében egy természetes, biológiai egyensúly kerül kialakításra, s ezzel párhuzamosan megfelelő technikai szűrőkkel eltávolítják a mechanikai szennyeződések, így biztosítva a megfelelő vízminőséget.

A természetes fürdőtóból nem pusztították ki az élővilágot, hiszen a növények nagyon fontos szerepet játszanak a víz tisztaságának biztosítása érdekében.

A növényzóna: 5-6 db vízinnövényt jelent négyzetméterenként, melyeket az ültetés mélysége, valamint a vízborítás függvényében különböző zónákba lehet sorolni. Az első zóna növényeire gondolva kifejezetten vízkedvelő növények kerülnek kiválasztásra, mint pl: struccpáfrány (*Matteuca struthiopteris*) avagy nagy termetű zöld-, bordó lombú mocsári hibiszkuszokat (*Hibiscus moscheutos*). A második- és harmadik zóna növényei közül kerülnek ki a struktúra elemként szolgáló évelők, mint pl.: japán zsurló (*Equisetum japonica*), tarka lombú vízi harmatkása (*Glyceria maxima Variegata*) vagy a vízparti nőszirm (*Iris ensata Variegata*).

A kerti tavakkal ellentétben az ötödik zónába tartozó hínárnövényeket és oxigéntermelőket kevésbé telepítik, sokkal inkább jellemző a nád, illetve lebegő, de legyökerező növények telepítése.



2. ábra. Naturschwimmbad Jagerberg
forrás: saját fotó

A növényzet természetesen semmi esetre sem a fürdő-/ úszózónába kerül betelepítésre, hanem a regenerációs zóna fölötti területre nyúlnak be és a magas- és középmagas vízi- és vízparti zónára jellemző növények is csak e mögött helyezkednek el. Mint már említésre került, a vízi növények nem csupán díszítő elemként jelennek/jelenhetnek meg, hanem a víz tisztaságáért is felelnek hiszen életfolyamataik során a zónában keletkező szerves anyagokat használják fel, így szűrőként működnek (élő bevonat), ezért is szükségtelen a fürdőtó vegyi anyagokkal történő kezelése.

3.1.2. Fürdőtavak működése



3. ábra. forrás: www.furdotavak.hu

Mint a fenti képen is látható, az 1980-ban, osztrák kezdeményezés egy egészen új irányt mutat. A mesterségesen létrehozott fürdőtavak legnagyobb előnye a megszokott, hagyományos medencékkel szemben egyáltalán nem használnak a tisztításukhoz, valamint a fenntartásukhoz vegyi anyagokat.

4. Összegzés

Hazánk szinte a világon egyedülálló hidrogeológiai helyzete miatt nemzetközi értelemben véve termál-és gyógyvíznagyhatalom, hiszen Magyarország területének négyötöde alatt termálvíz található. Ez a termálvíz pedig nem kevesebb, mint 30 Celsius fokos, s ennek is nagyrésze gyógyvíz, melynek gyógyhatásai orvosi vizsgálatokkal bizonyítottak. Minderre azért is fontos komoly hangsúlyt fektetni, mert a gyógyturizmus a fennálló körülmények között a jövőre nézve tartósan fejlődő és folyamatosan bővülő piac lesz. Hazánk egészségturizmusa természetesen a gyógyvizeken alapul, azonban viszonylag kevesen foglalkoznak ennek természeti és épített környezetünkre gyakorolt hatásával. A turizmus tehát nem más, mint egy komplex társadalmi-gazdasági jelenség. Elősegítheti a fizikai környezet és a kulturális értékek védelmét és fejlesztését, támogatja a fenntarthatóságot.

A turisztikai szektor által hasznosítható erőforrások egyik sarkalatos pontja a helyettesíthetőség, az egyes elemek másokkal való pótlása, hiszen ebben az esetben csak növeli az adott térség vonzerejét, értékét a helyettesíthetőség hiánya. Ettől válik egyedivé, vonzóvá és értékké az adott termék. Egy adott táj, város, természeti környezet válhat ezek alapján egyedivé azáltal, hogy más, mint a többi. Hazánkban a fürdőtó épp egy ilyen attrakció lenne. Ezt azért is fontos kihangsúlyozni, mert a turisták jelentős része kimondottan az újszerű, egyedi elemek megismerésére, feltérképezésére vágyik, mely vágyának kielégítése céljából hajlandó akár nagyobb távolságokat is megtenni.

Irodalom

- Dr. Borszéki B. Gy. 1998. Ásványvizek, gyógyvizek pp. 42–43. pp. 53–57. MÉTE Kiadó.
- Dávid L., Jancsik A., Rátz T. 2007. Turisztikai erőforrások pp. 5–76. Perfekt Zrt, Budapest.
- Hahn H., Kagelmann H. J. Tourismuspsychologie und Tourismussoziologie Quintessenz Verlags-GmbH, S. pp. 155–160.
- Hopkins W. G., Hüner N. P. A. 2009. Introduction to Plant Physiology. 242. p.
- Horst W. Opaschowski. 2021. Das Gekaufte Paradies: Tourismus im 21. Jahrhundert
- Keveiné Bárány I. 2015. Ökozónák a Földön. JATEPress, Szeged. https://acta.bibl.u-szeged.hu/45348/1/ft_008.pdf
- Lengyel M. 2005. A turizmus általános elmélete. Heller Farkas Gazdasági és Turisztikai Szolgáltatások Főiskolája, Budapest, pp. 42–64.
- Magda R., Marsalek S. 2010. Vidékgazdaságtan II. Szaktudás Kiadó Ház
- Pechlaner H. 2005. Risiko und Gefahr im Tourismus: Erfolgreicher Umgang mit Krisen und Strukturbrüchen, Erich Schmidt Verlag, pp. 293–300.
- Puckó L., Rátz T. 1998. A turizmus hatásai; Aula, Budapest. pp. 17–70.
- Sajtos L., Mitev A. 2007. SPSS Kutatási és Adatelemzési kézikönyv, Research International pp. 137–145.
- Vester H-G. 1999. Tourismustheorie: Tourismussoziologie, München: Quintessenz, 1993. pp. 37–61.
- Weiermair P., Pechlaner K. P. 2008. Unternehmertum im Tourismus, Führen mit Erneuerungen, Erich Schmidt Verlag ISBN 978 3 503 10662 2, pp. 75–94.
- Wöhler K. 1993. Informationsverhalten
<https://www.aquapond.hu/biomedencek-es-furdotavak/>
<https://termalonline.hu/gyogykezelesek/iszapkezeles-mikor-alkalmazhato>

<https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/haztfogy/haztfogyhavi1306m.pdf>

<https://mtu.gov.hu/cikkek/a-turizmus-eredmenyei-magyarorszagon>

https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_oga018.html

<https://mtu.gov.hu/cikkek/egeszsegturizmus>

*A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.*

*This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.*



Klímaszabályozásra alkalmas mikrokontrolleres rendszer tervezése, építése és kalibrálása

Design and Calibration of a Micro-controller System Suitable for Greenhouse Climate Control

Horváth Kristóf¹ és Lönhárd Miklós^{2*}

¹ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus; horvath.kristof@stud.uni-mate.hu

² Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Műszaki Intézet, Agrárműszaki Tanszék, Georgikon Campus; lonhard.miklos@uni-mate.hu

*Levelezőszerző: lonhard.miklos@uni-mate.hu

Összefoglalás: A szerzők célja bemutatni, hogy a mezőgazdaság 4.0-ban divatosan használt akár IoT összeköttetéssel, vagy analóg memóriával rendelkező mérőállomásokat, illetve vezérlőket bárki otthon is létre tud hozni feladatspecifikusan és gazdaságosan, a drágább, nagy vállalatok által gyártott mérőműszerek alternatívájaként. Munkánk során létrehoztunk egy olyan mérésadatgyűjtő rendszert, amely jelenlegi állapotában léghőmérséklet és a relatív páratartalom mérésére, és a mérés adatok tárolására alkalmas. A mérésadatgyűjtőt tesztelése és kalibrálása után megállapítható, hogy pontossága hasonló a piacon elérhető termékekéhez, rugalmasan bővíthető és testreszabható. Kapcsolóüzemű tranzisztorok beépítésével, és a programkód kiegészítésével ez az eszköz alapja lehet akár egy klímaszabályzó automatikának, ami a mezőgazdaságban sok területen megjelenik, pl. modern üvegházakban, fóliasátrakban, istállóknak, vagy tárolólétesítményekben.

Kulcsszavak: *precíziós gazdálkodás, meteorológiai állomás, klímaszabályozás, szenzorok, mikrokontroller*

Abstract: The authors' aim is to show that the IoT-connected or analogue memory-based measuring stations and controllers that are in vogue in Agriculture 4.0 can be created by anyone at home, task-specifically and economically, as an alternative to the more expensive measuring instruments produced by large companies. Our work has resulted in a measurement data logger system that, in its current state, is capable of measuring air temperature and relative humidity and storing the measurement data. After testing and calibrating the data logger, we found that it is comparable in accuracy to other products on the market, and is flexible, expandable and customisable. By incorporating switch-mode transistors and adding program code, this device could form the basis of a climate control automation system used in many areas of agriculture, such as modern greenhouses, foil tents, stables or warehouses.

Keywords: *precision farming, weather station, climate control, sensors, microcontroller*

1. Bevezetés

Az első nagyobb összefonódás mezőgazdaság és informatika között az agrometeorológia bevonása volt a növényvédelembe. Megjelentek a digitális meteorológiai állomások, így a gazdák jobban tudták időzíteni pl. a növényvédő szerek kijuttatást, és hatékonyabban is használhatták fel azokat. Segítségükkel az aszályra, vagy a belvíz lehetőségére is jobban fel lehetett készülni. Később a mezőgazdaság többi területére is fokozatosan belopakodtak a digitális berendezések, elég csak egy digitális hő-és pára mérőre gondolni egy üvegházban vagy egy szárítóban. Ezen berendezések tovább fejlesztése alapján jött létre az IoT (Internet of Things) gyűjtőfogalom is (Ashton, 1999). A meteorológiai állomások a modern mezőgazdaságban gyakran kapcsolódnak a digitális agrárinformatikai rendszerekhez, és a felhőalapú adatgyűjtési platformokhoz. Így az adatok gyorsan elérhetőek és elemezhetőek, ami segíthet a termelőknek az optimális termesztési feltételek megteremtésében és a kockázatok minimalizálásában (Jones, 2013). A hőmérséklet és a relatív páratartalom pontos ismerete manapság már nélkülözhetetlen. Számos publikáció jelent meg a hőmérséklet és páratartalom pontos ismeretének fontosságáról, pl. az optimális növényi növekedés és termés hozam közötti összefüggésekről (Taiz és Zeiger, 2010; Wataru és mtsai, 2013; Agrios, 2005), a termesztési időzítés optimalizálásáról (Dzvene és mtsai, 2023), a klímaváltozáshoz való alkalmazkodásról (Sivakumar, 2018), a vízgazdálkodás és öntözés optimalizálásáról (Allen és mtsai, 2006), a fajtaválasztással és tenyésztéssel kapcsolatos összefüggésekről (Lobell és Gourdjji, 2012), illetve a mezőgazdasági kockázatkezelésről (Antle és Stoorvogel, 2008). A termesztő-, illetve tárolólétesítmények modern üzemeltetése napjainkban szintén elképzelhetetlen a szenzoros érzékelés, és bizonyos fokú automatizáltság nélkül. A három legfontosabb példaként a növényházakat, istállókat, és terménytároló létesítményeket említhetjük. Az üvegházak, fóliasátrak (indoor farming) klímaszabályozásához adatokra van szükség mind a beltéri környezetből (pl. hőmérséklet, páratartalom), mind a külső környezetből (ugyanúgy hőmérséklet és páratartalom, illetve szélirány, szélesebesség), mind pedig a szabályozott berendezések aktuális helyzetéről (ablak és ernyőpozíció, fűtési teljesítmény, stb.). Az irányítási feladatokat legkönnyebben egy klímakomputerrel lehet megoldani (Muñoz-Carpena és mtsai, 2021). A megfelelő istállóklíma fenntartása javíthatja az állatok egészségét, jólétét, és növelheti a termelékenységet. Állatjóléti szempontból fontos az istálló megfelelő hőmérséklete, páratartalma, CH₄, NH₃, és CO₂ tartalma. Automatizált rendszerekkel, hőmérséklet-, páratartalom- és gázérzékelőkkel folyamatosan figyelhetik ezeket a paramétereket (Monsalve és mtsai, 2019). Szintén automatizálható a szellőztető rendszer, működtetése, amely biztosítja a friss levegőt és csökkenteni a hőstresszt (Wheeler, 2009). A mérési adatok segíthetik az automatizált takarmány- és vízellátó rendszerek tervezését és beállítását (http1), optimalizálva a táplálkozást és a vízellátást (Sun és mtsai, 2021). A gabonasilókban szenzorok mérik a tároló légterének és a gabonahalmaznak a hőmérsékletét és a nedvességtartalmát, szintérzékelők a gabonaszintet, és gázérzékelők a légtér etilén és széndioxid tartalmát. Mindezek nagyon fontosak a korszerű tárolástechnológiák megvalósításához (Akila és Shalini, 2018).

2. Anyag és módszer

Célunk egy olyan Arduino mikrokontroller alapú, digitális hőmérséklet- és relatív légnedvességet mérő állomás megalkotása volt, amely szabadföldön, vagy zárt térben mérésadatgyűjtésre, illetve minimális szoftveres módosítással klímaszabályzó eszközként is használható. Az Arduino számos modellt és változatot kínál (Margolis, 2011), ereje az egyszerűségében és a modularitásában rejlik. A hardver megépítéséhez egy ATmega328 típusú mikrokontrollert tartalmazó 3. generációs Arduino UNO R3-at választottunk, amelyen már

minden lényeges részegység (CPU, analóg-digitális ki- és bemenetek, A/D, D/A konverter, stb.) integrált (http2). További felhasznált egységek:

- Arduino Proto Shield: az épített áramkörök teszteléséhez,
- 2 db különböző gyártmányú DHT22 AM2302 típusú digitális pára- és hőmérséklet mérő szenzor: hőmérsékleti mérési tartománya 40°C és +125°C között van $\pm 0,5^\circ\text{C}$ -os pontossággal, a páratartalom mérési tartománya 0-100RH%-ig, 2-5RH%-os pontossággal,
- PCF8523 RTC (Real Time Clock): a pontos idő jelzésére, illetve a mérési mintavételi frekvenciának megfelelően riasztást generál. A pontossága miatt külön energia forrást igényel (egy Cr1220-as gombelemet),
- Arduino Uno Shield Powerbank: a mikrokontroller áramforrása, kettő darab 16340-es méretű LiPo akkumulátorral, átlagos felhasználás mellett 20 órányi mérést tesz lehetővé (Evans, 2008),
- SD kártya foglalat és SD kártya: a mérésadatok tárolására,
- egyedileg tervezett és 3D nyomtatással elkészített burkolat.

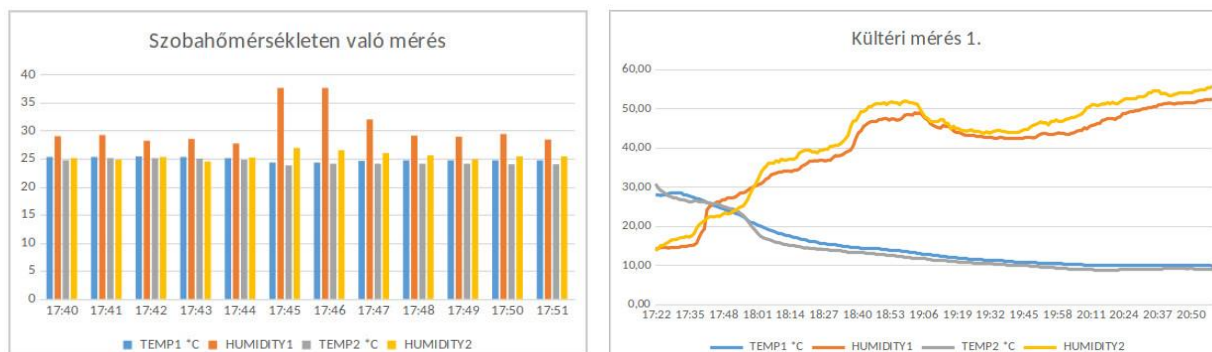
A fejlesztőmunka során felhasznált szoftverek

- Autodesk Inventor 2021 a burkolat 3D tervezéséhez,
- Arduino IDE a mikrokontroller felprogramozásához.

Az elkészült eszköz hatékonyságát és pontosságát különböző helyszínű, és időtartamú tesztekkel kívántuk feltárni. A próbamérések (25 darab) tapasztalatai alapján mérési és tesztelési programunkat négy különböző részre osztottuk. Az első mérés beltérben szobahőmérsékleten történt, a szenzorok egymás mellett, de egyikük burkolaton kívül másikuk burkolaton belül voltak az Arduinohoz csatlakoztatva. Célunk ezzel a két érzékelő működése közötti különbségek megfigyelése volt, a későbbiekben a kalibráláshoz ezek az adatok elengedhetetlenek. A második és harmadik mérést már a szabadban végeztük, azonos helyszínen, a hőérzékelők felcserélésével, egyrészt a két érzékelő mérési pontosságának, másrészt a burkolat méréseket befolyásoló hatásának feltárására. A negyedik teszt Keszthely külterületén, szántóföld közelében, 24 órán át folyt, céljai a megalkotott mérőeszköz kalibrációja, illetve az áramforrás kapacitásának ellenőrzése voltak. A helyszín kiválasztásában nagy szerepet játszott a természetes környezet, vagyis az erős szél és a csapadék lehetősége így tesztelvén a burkolat hatékonyságát is. A kalibrációhoz szükséges hiteles adatokat az Országos Meteorológiai Szolgálat által üzemeltetett QLC 50 típusú automata klíma állomás volt, amely tartóvázára helyeztük el a vizsgált mérésadatgyűjtőt. A hiteles adatsorokat a nyilvánosan elérhető <http://odp.met.hu> oldalról töltöttük le 10 perces bontásban, amely elegendően nagy felbontású a pontos kalibráció elvégzéséhez. A műszer a beépített SD-kártyára .txt formátumban mentette a mérésadatokat, amelyeket táblázatkezelő szoftverrel jelenítettünk meg, és értékeltünk ki.

3. Eredmények és értékelésük

Az 1. ábrán bal oldalon az összeépítés utáni első 11 perces, beltéri mérés eredményei láthatók. Az eszköz burkolatán belül elhelyezett 1-essel jelölt szenzorhoz képest a kívül elhelyezett 2-es szenzor által mért páratartalom átlagosan 5% eltérése figyelhető meg. Kivételt képez az ábra közepén jól látható, 17:45-ös és 17:46-os időpontban mért eredmény, ahol egy ruhadarabbal letakarva a szenzorok reakcióidejét teszteltük. A hőmérséklet értékek esetében átlagosan 0,3°C eltérés mutatkozott a két szenzor mérésadatai között.



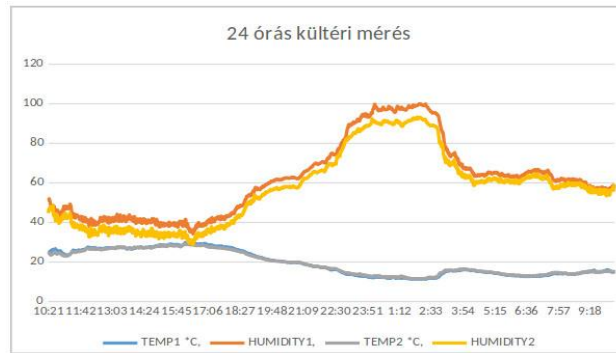
1. ábra: bal oldalon: az első beltérben történt 11 perces mérés eredményei; jobb oldalon: a második, kültéri, 220 perces mérés eredményei, vízszintes tengelyen a mérés időpontja, a függőleges tengelyen a mért hőmérséklet értékei °C-ban, illetve a relatív páratartalom %-ban kifejezve

A második, kültéri vizsgálat során a mérésadatgyűjtő a környezeti hatásoknak már teljesen ki volt így téve (eső, szél, napsütés stb.) viszont végig közvetlen felügyelet alatt volt. A hőmérséklet-vonalak diagram elején látható nagy letörése a kihelyezés utáni hőmérséklet-kiegyenlítődést mutatja, ugyanis radiátor közeléből, +30 °C kezdő hőmérséklettel került ki az eszköz a szabad levegőre. A harmadik, szintén kültéri mérésnél a két szenzort felcseréltük, ezzel az egymáshoz viszonyított eltéréseket kívántuk meghatározni. Az eredmény az 1. táblázatban jól megfigyelhető, az eltérés a korábbiakhoz képest a duplájára emelkedett. Ezt a folyamatot leállítottuk 88 perc után, mivel a táblázatban látható eltérések változást nem mutattak.

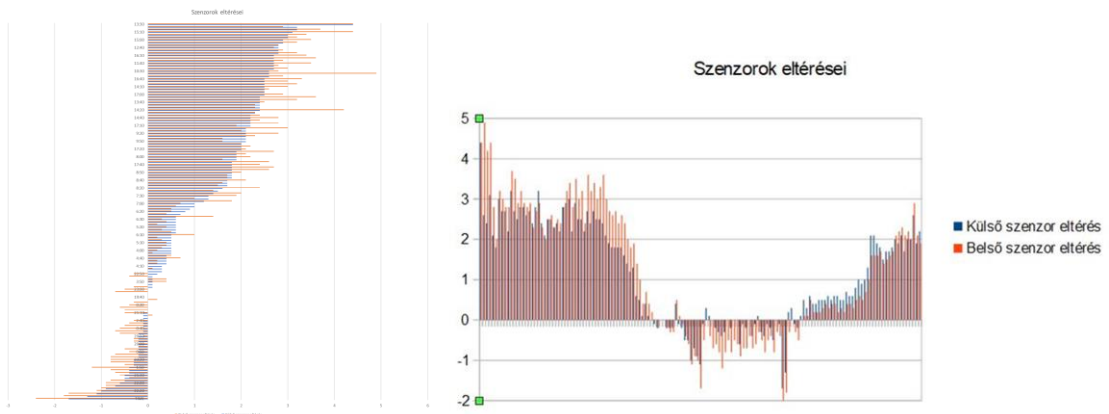
1. táblázat: egy-egy részlet az eredeti (bal oldalon) és a felcserélt szenzorokkal (jobb oldalon) kapott méréseredményekből. Értelmeszerűen a „DATE” oszlop az adott napra utal, a „TIME” a pontos időre, míg a „TEMP” és a „HUMIDITY” a hőmérsékletre és a páratartalomra

DATE,	TIME,	TEMP1 °C,	HUMIDITY1,	TEMP2 °C,	HUMIDITY2,	DATE	TIME	TEMP1 °C	HUMIDITY1	TEMP2 °C	HUMIDITY2
13/4/2024,	14:18:00	26.10,	48.70,	25.50,	57.00	24/3/2024	17:40	25,3	29	24,7	25,1
13/4/2024,	14:19:00	26.70,	48.60,	25.70,	58.90	24/3/2024	17:41	25,3	29,2	25,1	24,8
13/4/2024,	14:20:00	26.70,	47.40,	25.70,	59.00	24/3/2024	17:42	25,4	28,2	25,1	25,3
13/4/2024,	14:21:00	26.70,	47.00,	25.80,	57.40	24/3/2024	17:43	25,3	28,5	25	24,5
13/4/2024,	14:22:00	26.60,	47.20,	25.70,	56.60	24/3/2024	17:44	25,1	27,7	24,8	25,2
13/4/2024,	14:23:00	26.50,	48.00,	25.50,	57.10	24/3/2024	17:45	24,3	37,6	23,8	26,9
13/4/2024,	14:24:00	26.50,	47.80,	25.50,	57.40	24/3/2024	17:46	24,3	37,6	24,1	26,5
13/4/2024,	14:25:00	26.50,	47.80,	25.50,	57.20	24/3/2024	17:47	24,6	32	24,1	26
13/4/2024,	14:26:00	26.50,	47.50,	25.50,	57.10	24/3/2024	17:48	24,7	29,1	24,1	25,6
13/4/2024,	14:27:00	26.40,	48.10,	25.40,	56.90	24/3/2024	17:49	24,7	28,9	24,1	24,9
13/4/2024,	14:28:00	26.50,	47.90,	25.40,	57.60	24/3/2024	17:50	24,7	29,4	24	25,4
						24/3/2024	17:51	24,7	28,4	24	25,4

A negyedik, éles teszt elvégzéséhez a szeszélyes tavaszi időjárás ideális volt, a mérés alatt éjfél körül egy zivatar is volt. A mérés előtt visszatettük a két szenzort az eredeti helyére, így voltak kisebbek a két szenzor által mért értékek közötti különbségek (az összetartozó hőmérséklet-értékek közötti eltérések átlagosan 0,2-0,5 °C között mozogtak, míg a relatív páratartalomnál 5% körüli eltérések figyelhetők meg). A 3D nyomtatással készült burkolat jól vizsgázott, az erős szél és csapadék ellenére az elektronikus részek hiba nélkül üzemeltek. A kalibrációs jelleggörbék felvételéhez szükséges hiteles hőmérséklet és páratartalom értékeket a negyedik méréssel egy időben egy hitelesített eszköz (QLC 50) segítségével kaptuk. A 3. ábrán a 12,2 °C és 26,2 közötti hőmérséklet-tartományra érvényes kalibrációs diagram, illetve a teljes 24 órás mérés eredményei láthatók.



2. ábra: A negyedik, 24 órás szabadföldi mérés során kapott adatok, a vízszintes tengelyen a mérés időpontja, a függőleges tengelyen a hőmérséklet értéke °C-ban, illetve a relatív páratartalom %-ban kifejezve látható



3. ábra: Bal oldalon a 12,2 °C és 26,2 °C közötti hőmérséklet-tartományra érvényes kalibrációs diagram; jobb oldalon a kalibrációhoz felhasznált 24 órás mérés eredményei időrendi sorrendben, a függőleges tengelyen a hiteles értéktől való eltérés értékei °C-ban kifejezve látható

4. Következtetések, javaslatok

A mérésadatgyűjtő kísérleti burkolata a belső légáramlást segítő kiegészítő furatok miatt nem tekinthető már csepp állónak, ezt az ajtó újra tervezésével, ill. a doboz fenekén lévő lyukak számának redukálásával lehetne biztosítani. Üvegházi elhelyezés esetén a szenzorok kivételével páraszigeteléssel is el kell látni az áramkört az üzembe helyezés előtt. A burkolat alapanyagának a jelenlegi PLA helyett ASA filament választása lenne célszerű az UV sugarakkal szembeni védelem miatt. Tapasztalatok alapján a hagyományos műanyag ilyen falvastagsággal maximum két évet bír ki. (Gáspár, 2023) Mivel a flash alapú memóriák újra felhasználhatósága véges, és a modern eszközöknél már megszokott a felhőalapú kommunikáció, a későbbiekben állandó használat mellett célszerű lenne IoT-val ellátott Arduinoval vagy IoT modullal a jelenlegi rendszert kiegészítve felhőbe küldeni a mérési adatokat. A fejlesztés és a próbatesztek során kényes feladat volt az áramellátás, több hiba, ill. rendellenesség után jutottunk el a jelenlegi, végsőnek még mindig nem nevezhető megoldáshoz. Mindezek ellenére kimondható, az általunk kifejlesztett mérőrendszer működőképes, a hozzárendelt feladatokat ellátja, és további fejlesztések széles körű lehetősége fennáll. Jelen állapotában csupán egy meteorológiai mérésadatgyűjtő, de csekély hardveres (kapcsolóüzemű tranzisztorok a kimeneten) és szoftveres módosítással (programkód a kimenetek vezérlésére) klímaszabályozóként is működőképes.

Irodalom

- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology Fifth Edition, Elsevier Academic Press.
- Ahston, K. 1999. Presentation at Procter & Gamble (P&G), <https://www.rfidjournal.com/that-internet-of-things-thing>
- Akila, A., Shalini, P. 2018. Food grain storage management system, *International Journal of Engineering & Technology*. **7** (2.31) 170–173. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.31.13433>
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. 2006. Crop Evapotranspiration (Guidelines for Computing Crop Water Requirements). FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56.
- Antle, J. M., Stoorvogel J. J. 2008. Agricultural carbon sequestration, poverty, and sustainability, *Environment and Development Economics*. Cambridge University Press, **13** (3) 327–352, June. <https://doi.org/10.1017/S1355770X08004324>
- Dzvene, A. R., Tesfuhuney, W., Walker, S., Ceronio, G. 2023. Optimizing the planting time and stand density of sunn hemp intercropping for biomass productivity and competitiveness in a maize-based system. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.109179>
- Evans, B. W. 2008. Arduino Programming Notebook Second Edition, Creative Commons, San Francisco, USA
- Gáspár, I. 2023. 3D nyomtatás elméleti alapok kezdőknek, oktatási előadásanyag, MATE, Élelmiszeripari Műveletek és Folyamattervezés Tanszék
- Jones, H. G. 2013. Plants and Microclimate: A Quantitative Approach to Environmental Plant Physiology. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511845727>
- Lobell, D. B., Gourdj, S. M. 2012. The Influence of Climate Change on Global Crop Productivity. *Plant Physiology*. **160** (4) 1686–1697 <https://doi.org/10.1104/pp.112.208298>
- Margolis, M. 2011. Arduino Cookbook, ISBN 978-0-596-80247-9
- Monsalve, J. S., Arnold D., Yi, W., Saniie, J. 2019. Design Flow of Wearable Internet of Things (IoT) Smart Workout Tracking System. <https://doi.org/10.1109/EIT.2019.8833917>
- Muñoz-Carpena, R. C., Lauvernet, C., Carluer, N., Fox, G. A. 2021. Comment on ‘Modeling slope rainfall-infiltration-runoff process with shallow water table during complex rainfall patterns’ by Wu et al. *Journal of Hydrology X*. **13**, 100133. <https://doi.org/10.1016/j.hydroa.2021.100113>
- Sivakumar, M. V. K. 2018. Climate Extremes and Impacts on Agriculture. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr60.2016.0003>
- Sun, Y. - Ip, P. S. - Jones, M. - Wang, J. J. 2021. Determinants of Animal Welfare Disclosure Practices: Evidence from China. <https://doi.org/10.3390/su13042200>
- Taiz, L., Zeiger, E. 2010. Plant Physiology. 5th Edition, Sinauer Associates Inc.
- Wataru, Y., Kouki, H., Way, D. A. 2013. Temperature response of photosynthesis in C3, C4, and CAMplants: temperature acclimation and temperature adaptation. <https://doi.org/10.1007/s11120-013-9874-6>
- Wheeler, E. F. 2009. Ammonia monitoring in animal environments using simple instruments. Agricultural and Biological Engineering Fact Sheet G-110, The Pennsylvania State University, University Park, Penn.
- http1: <https://extension.psu.edu/new-penn-state-dairy-idea-plans-feature-automatic-milking-systems>
- http2: <https://www.microchip.com/en-us/product/atmega328>

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.

This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.



Cultivating Crops as Alternative Protein Sources: Exploring Three Diverse Cereal Grain Varieties

Termesztett növények termesztése alternatív fehérjeforrásként: Három különböző gabonafajta vizsgálata

Maha Khalfalla^{1,3*}, László Zsombik², and Zoltán Györi¹

¹University of Debrecen Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Nutrition. Böszörményi Street 138., –4032 Debrecen, Hungary

²University of Debrecen, Research and Study Farm, Vilmos Street 4-6. –4400 Nyíregyháza, Hungary

³Central laboratory, Ministry of Higher Education and Scientific Research, P.O. Box 7099, Khartoum, Sudan

*Correspondence: maha.khalfalla@agr.unideb.hu

Abstract: Protein-based plants, a key trend in food system transformation, hold immense potential to foster a sustainable and nutritious food system cycle. This research, which compares three ancient cereal grain varieties, aims to address pressing issues of environmental degradation, food security, and public health. The findings from these alternative protein sources promise nutritional benefits and offer diversity cultivation advantages, inspiring a promising future for our food systems and public health.

The study stands out for its meticulous examination of cereal grain varieties, including proso millet (Gyöngyszem, Biserka, and Rumenka), winter wheat (SE15), and buckwheat (Hajnalka). These distinct varieties, registered with the Institute of Research and Study Farm, University of Debrecen, Nyíregyháza, were subjected to diverse cropping systems under the control of N fertilizer, particularly (N 27 % CAN), with a rate of (80 kg N/ha - 300 kg/ha CAN), applied for each cereal grain for the 2021 and 2022 cultivation seasons. The statistical results, which showed a significant variance attributed to a variety group ($P \leq 0.05$), confirm confidence in the reliability of the findings.

Accordingly, the results revealed that the crude protein contents fluctuated among the tested varieties. They were 16.7 g/kg to 19.0 g/kg for proso millet varieties, 19.3 g/kg for winter wheat, and 17.4 g/kg for buckwheat. However, the extra crude protein in the buckwheat crop was linked to the adverse effect of the amount of N fertilizer used. This was evident as the control sample measured 18.4 g/kg and then dropped to 16.5 g/kg, indicating a negative correlation between N fertilizer and protein content. The findings also indicated that Hungarian proso millet varieties have abundant protein contents, which was a reason to examine the colour profile and sort the three respective varieties based on the varied colour profiles, which can contribute to predicting the physical properties that can affect of developed final product.

Overall, protein-based plants are emerging strategies that could contribute to the green revolution, SDGs targeting, quarantine of natural food sources, and protection against uncommunicable diseases, moreover, supporting that the finding outcomes could benefit the breeders, nutritionists, and industrial sector in a wide manner.

Keywords: cereal grain, N fertilizer, crude protein, diverse varieties, proso millet

Összefoglalás: A fehérjealapú növények, amelyek az élelmiszerrendszer átalakításának egyik fő irányvonala, óriási potenciállal rendelkeznek a fenntartható és tápláló élelmiszer-rendszer körforgásának előmozdításában. Ez a kutatás, amely három ősi gabonafajtát hasonlít össze, a környezetromlás, az élelmezésbiztonság és a közegészségügy égető kérdéseit kívánja kezelni. Az alternatív fehérjeforrásokból származó eredmények táplálkozási előnyöket ígérnek és sokszínű termesztési előnyöket kínálnak, ígéretes jövőt inspirálva élelmiszerrendszereink és a közegészségügy számára.

A tanulmány kiemelkedik a gabonafajták, köztük a prozofű (Gyöngyszem, Biserka és Rumenka), az őszi búza (SE15) és a hajdina (Hajnalka) aprólékos vizsgálatával. Ezeket a Debreceni Egyetem Nyíregyházi Kutató- és Tanulmánygazdaság Intézetében bejegyzett különböző fajtákat a 2021-es és 2022-es termesztési időnyben az egyes gabonafélékre kijuttatott N-trágya, különösen (N 27 % CAN), (80 kg N/ha - 300 kg/ha CAN) mennyiségben történő N-trágyázás ellenőrzése mellett különböző vetésrendszerekben vetettük ki. A statisztikai eredmények, amelyek a fajtacsoportnak tulajdonított szignifikáns eltérést mutattak ($P \leq 0,05$), megerősítik az eredmények megbízhatóságába vetett bizalmat.

Ennek megfelelően az eredmények azt mutatták, hogy a nyersfehérje-tartalom a vizsgált fajták között ingadozott. A prozofű fajták esetében 16,7 g/kg és 19,0 g/kg, az őszi búza esetében 19,3 g/kg, a hajdina esetében pedig 17,4 g/kg volt. A hajdina termésében a többlet nyersfehérje azonban a N-trágya használatának kedvezőtlen hatásával függött össze. Ez nyilvánvaló volt, mivel a kontrollminta 18,4 g/kg-ot mért, majd 16,5 g/kg-ra csökkent, ami negatív korrelációt jelez a N-trágya és a fehérjetartalom között. A megállapítások azt is jelezték, hogy a magyar prozofű fajták bőséges fehérjetartalommal rendelkeznek, ami indokolta a színprofil vizsgálatát és a három megfelelő fajta különböző színprofilok alapján történő válogatását, ami hozzájárulhat a fizikai tulajdonságok előrejelzéséhez, amelyek hatással lehetnek a kifejlesztett végtermékre.

Összességében a fehérjealapú növények olyan feltörekvő stratégiák, amelyek hozzájárulhatnak a zöld forradalomhoz, a fenntartható fejlődési célok eléréséhez, a természetes élelmiszerforrások karanténjához és a nem fertőző betegségek elleni védelemhez, továbbá támogatva, hogy a megállapítások eredményei széles körben hasznára válhatnak a nemesítőknek, a táplálkozástudományi szakembereknek és az ipari ágazatnak.

Kulcsszavak: gabonafélék, N-trágya, nyersfehérje, különböző fajták, proso köles

1. Introduction

The insertion of alternative plant protein sources has emerged as a crucial measure in pursuing sustainable and nutritious food systems. Considering environmental, food security, and public health factors (Sobczak et al., 2023). Therefore, the emergence of alternative protein-based plant sources has become a critical pathway for agriculture nutrient management (Langyan et al., 2022). In recent years, the demand for plant-based proteins has increased due to an increasing population that has adopted a variety of dietary preferences and a heightened awareness about the side effects of animal product diets (Hefferon et al., 2023). However, the principal objective is to create superior protein alternatives that can adequately fulfil the needs and preferences for healthful and ecologically sustainable food options, alleviate the environment associated with conventional meat production, and enhance food security (Henchion et al., 2017). the Grain cereals development is one of the top strategies in agricultural

sectors. And can enhance their protein content and potential to alleviate the burden on global protein supplies (Taskinen et al., 2022). Sorghum, millet, and quinoa are emerging as sustainable protein sources, altering protein production and consumption. They employ their protein-rich kernels instead of the traditional carb-rich diets (Khalfalla et al., 2024; Medina Martinez et al., 2020). Organisations have highlighted intentions to maximise protein output and nutritional quality in cereal grains via modern agricultural methods, genetic alterations, and value-added processes, boosting collaboration between politicians, researchers, and farmers. (Khalfalla et al., 2024). Substitute crops have the capacity to offer money and economic prospects in developing nations. (Tabbita et al., 2017). Numerous grains, including winter wheat, proso millet, and buckwheat, can considerably boost plant protein sources. Their nutrient-dense and high protein content makes them ideal diet supplements (Banta et al., 2021). Individuals with gluten sensitivity may consume meals that do not contain wheat (Leser, 2013). Plants rich in protein contribute to about 60% of the global protein supply, offering a diverse array of amino acids and minerals essential for a balanced diet (Kowalczewski et al., 2023).

The research examined the crude protein content of winter wheat, buckwheat, and proso millet grown under a varied cropping scheme. The results help establish the investigated cereal grain as a viable substitute for protein-based plants as a potential unique source to insert into the human diet.

2. Material and Methods

2.1. Reporting the environmental conditions

We assessed environmental factors, including temperature and precipitation, to provide a more complete evaluation of the temporal and precipitation patterns over the years during the study's conduct. The collection also included mean values from the prior three decades and pinpointed the exact times of growth for each cereal grain. The winter season began on October 15, 2020, and proved beneficial for developing and expanding the winter wheat crop. The 197.3 mm of rain in October offered optimum conditions for planting 200 kg/ha of winter wheat. The region saw above-average rainfall during the buckwheat planting season on May 3, 2021, and proso millet planting on May 20, 2021. Specifically, there was an excess of 20.2 mm in April and 36.6 mm in May, which exceeded the normal rainfall for both months over several years.

In contrast, precipitation in June was modest, totalling just 14.9 mm, 61.1 mm below average. As a result, rainfall for the rest of the growing season was below normal. The autumn of 2021 had extremely little rainfall, with just 44.5 mm recorded before the winter wheat harvest on July 16, 2022. Only 1.7 mm of rain fell during winter wheat sowing on October 18, 2021. During the 2022 planting season, proso millet and buckwheat received 237.7 mm of precipitation. Only 81.5 mm of precipitation fell throughout the growth of these two crops. Proso millet growth was marked by severe drought, with rainfall dropping 180 mm below normal from May to September. Proso millet's growing season in 2022 had an overall total of 182.8 mm of precipitation. However, rainfall distribution was quite unequal, with 82% of the rainfall falling in September, which corresponded with the harvesting season for buckwheat (September 27, 2022) and proso millet (September 25, 2022).

2.2. Agronomic practice

The soil samples were taken 30 centimetres below the surface the sandy soil with a pH of 7.5 set this region apart. Soil characteristics of the test site are shown in Table 2. Winter wheat (*Triticum aestivum* L.), proso millet (*Panicum miliaceum* L.), and buckwheat (*Fagopyrum esculentum* L.) are the cereal crops that were examined. Soil construction properties are shown in Tables 2 and 3. The selected cereal crops' agricultural practices are detailed according to the nitrogen fertiliser application rate (80 kg N/ha, 300 kg/ha CAN).

Table 1. Characteristics of soil chemical construction for 2020, 2021, and 2022 production years

Property	Range of content
pH-KCl	7.3
KA	26
Salt content %	<0.02
CaCO ₃ %	<0.1
Humus %	0.6
NO ₃ -NO ₂ -N mg/kg	4.01
P ₂ O ₅ mg/kg	126.0
K ₂ O mg/kg	108.0
Zn mg/kg	0.33
Cu mg/kg	1.82
Mn mg/kg	37.6

Source: Nyíregyháza Study Institute.

*AL-K₂O is potassium-oxide, KA represents soil cohesion number, AL-P₂O₅ is phosphorus-pentoxide (ammonium lactate solution)

2.3. Investigation of crude protein levels

As the initial procedure of all preparations, the buckwheat, proso millet, and winter wheat samples were successfully differentiated. Before processing in a Retsch SK-3 hammer mill manufactured by Retsch GmbH Haan in Germany, the samples were dried and passed through a 1mm filter. The ground samples were stored in the Chemistry Central Laboratory of the University of Debrecen at a temperature of 25 °C in preparation for further analysis. Using the Kjeldahl technique, flour samples derived from cereal grains underwent nitrogen content testing. To create a digestion tube, 14 millilitres of sulphuric acid (H₂SO₄) were combined with a 1-gramme sample containing two S/3,5 Kjeltabs catalyst tablets. The homogenised samples were heated for two hours in a tube using a block heater at temperatures ranging from 420 to 430 degrees Celsius. This process was carried out to induce oxidation and decomposition of the materials. After digestion, the samples were let to cool down and then measured using converter 6.25, following the guidelines outlined in ISO 20483:2013.

2.4. Analysis of the colour profile

Utilising a Konica Minolta Camera (Chroma metre, CR-410, Minolta Co. Ltd., Japan, 2002), the hues of the husked grains were quantified as L* (whiteness), a* (redness), b* (yellowness), and Y (brightness) values.

2.5. Statistical tests

The statistical analysis was conducted using SPSS software (version 28.1). The data were assessed for normality using the Anova One Way test to determine the statistical variance between the dependent variables (varieties) based on the independent variable (total protein). The results were interpreted based on a significance level of $P \leq 0.05$.

3. Results and discussion

According to Table 2. the crude protein showed a significance variance ($P < 0.05$) based on the variety, while no significance variance ($P > 0.05$) based on the Year, Treatment, Year*Treatment, and Variety*Treatment. The result was aligned with the report (Khalfalla et al., 2024), the study showed that the variation of the crude protein among diverse varieties, did not show statistical variance ($P > 0.05$).

Table 2. Statistical variance of the factor effecting crude protein level among the tested varieties

Factor	DF	M.S
Year	1	7.140250 ^{NS}
Variety	4	10.532 ^{***}
Treatment	1	1.332 ^{NS}
Year*Treatment	1	1.9802 ^{NS}
Variety*Treatment	4	21.596500 ^{NS}

*Values calculated from two replication readings based on the dry matter;

*** $p < 0.001$, NS: not statistically significant.

The frequency of the nitrogen mineral accumulation in the diverse cereal grains, was presented in Figure1, as clarification of total protein distribution before the applied rate of N fertilizer (control) and after the applied rate of N fertilizer (Treatment) attributed to the respective variety.

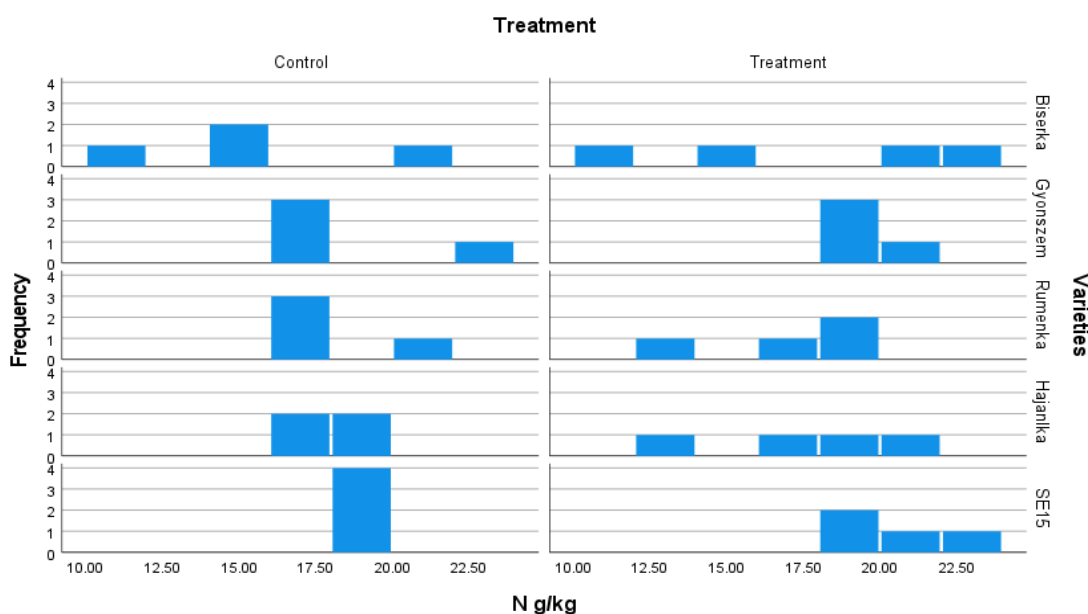


Figure 1. Frequency of the crude protein distribution among the investigated varieties based on the treatment, $P > 0.05$

The crude protein findings indicated that the applied N fertilizer fluctuated among the examined cereal grains (Figure 2), positively impacting the protein contents in SE15 (W) variety Gyöngyszem (M) variety, and Biserka (M) variety, according to control and treated grain varieties, ranging from 18.4 g/kg to 20.2 g/kg, 18.6 g/kg to 19.5 g/kg, and 15.9 g/kg to 17.6 g/kg.

On the other hand, the applied rate of N fertilizer (Treatment) as shown in Tables1, with no significance value ($P < 0.05$) showed a reverse impact on the Hajnalka (B) variety and Biserka (M) variety when compared to the control to treated cereal grains, which ranged from 18.4 g/kg to 16.5 g/kg and 17.7 g/kg to 16.8 g/kg, respectively. The finding indicated that is the the applied rate of N fertilizer was over dose to the buckwheat (Hajnalka variety), as was aligned to (Selzer & Schubert, 2021), the study reported that is catch crop has capability to nutrient retention such as N mineral.

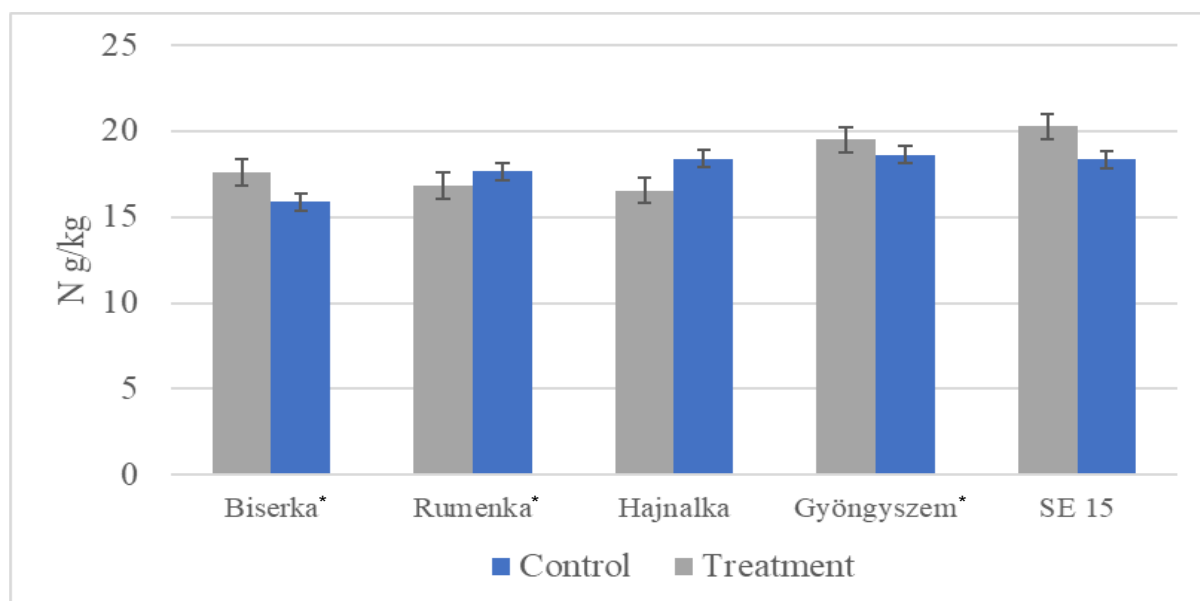


Figure 2. Average of crude protein among diverse cereal grains for 2020-2022 cultivation seasons

*Values mean±SD calculated from three replication readings, on the dry basis, $P < 0.05$.

According to Figure the hierarchical cluster showed five clusters of the correlation between crude protein and varieties, which indicated the strong correlation between the proso millet varieties in the first cluster, while the second cluster involved winter wheat and buckwheat. The revealed relationship between the varieties as supporting of the measurement's precision and accuracy, which can help the breeder enhance the agronomic practice of crop divarication. And help the nutritionist the benefit from the similarity of the physical and chemical properties of the tested cereal grains. Which can be supporting to previous research conducted by (Medina Martinez et al., 2020).

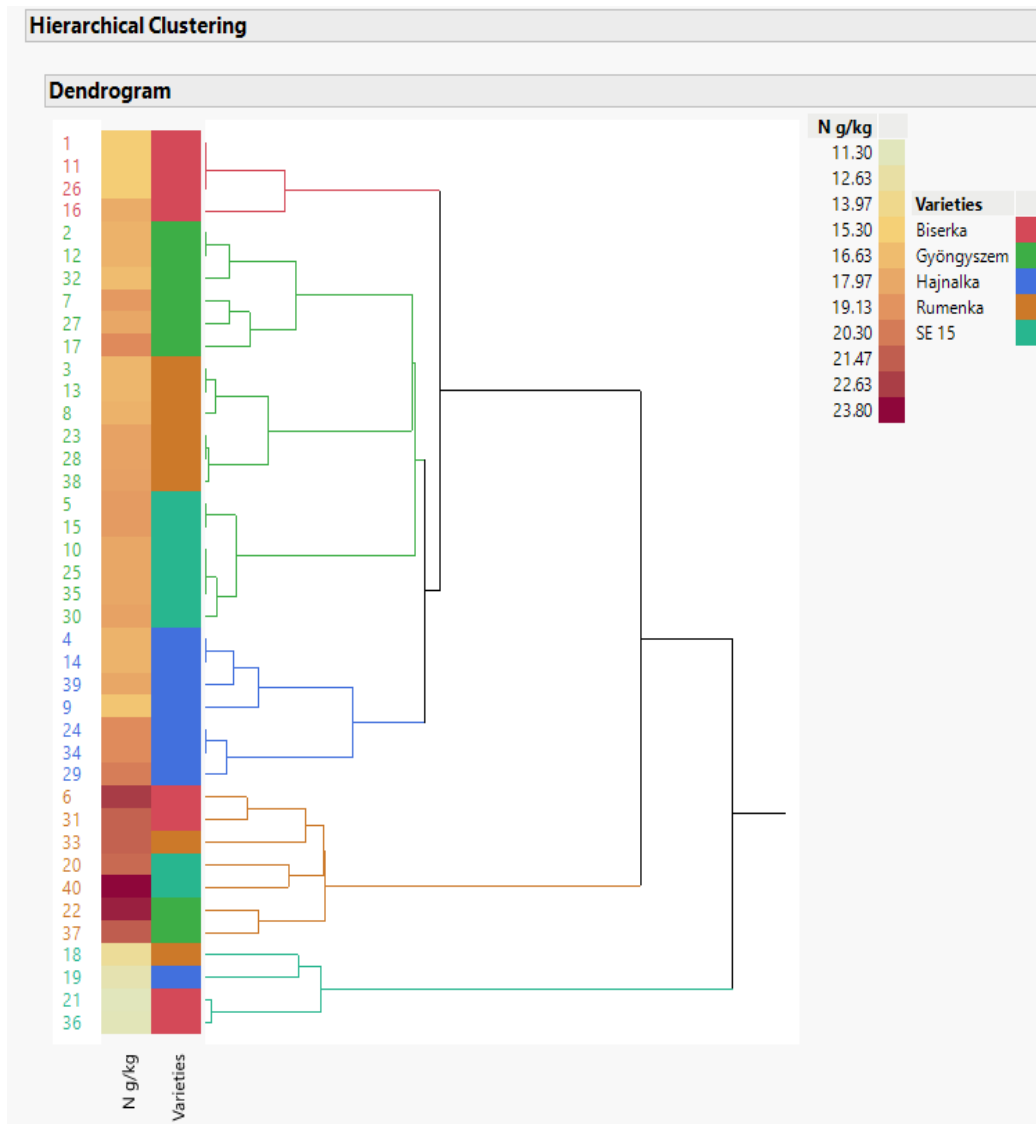


Figure 3. Relationships between the crude protein contents and the tested cereal grain varieties

Based on the distinct color of the proso millet varieties, Gyöngyszem (white), Rumenka (red), and Biserka (yellow), Figure 4 presents the average of the colour parameter spectrum profile, as findings indicated the same spectrum of b* (Yellowness). As evidence of the accuracy of the test, the Gyöngyszem variety (white) showed highest average of the Y (brightness) and a lowest average of a* (redness) in contrast, to Rumenka variety (red), which showed highest average of (darkness) at spectrum (<65). The findings were linked to (Nayik et al., 2023), the author reported that the The colour measurements provide insights on the nutritional content, processing compatibility, and industrial applications of sorghum. These measures are regulated by genetic regulation and the antioxidant characteristics of cereal grains.



Figure 4. Color properties of the proso millet varieties

*Average of the color spectrum calculated from three replication readings, $P < 0.05$

4. Conclusion

The research was undertaken in response to the increasing need for plant-based proteins fueled by environmental and health issues arising from extensive protein animal sources. Cereal grains, commonly eaten and protein-enriched, could supply potentially rich protein resources. The current research analyzed the crude protein levels of cultivating diverse cereal grains under varied applied N fertilizer dosages based on the respective crops. The European Union's directives prioritize promoting these alternatives in the food business sector, and we utilized diverse cereal grains, such as wheat, buckwheat, and proso millet, for the protein plant source by comparing the protein level in each cereal grain, which can provide good insight and estimation about the total protein content in diverse Hungarian cereal grain varieties. Furthermore, the study outcomes can facilitate and reflect the general evaluation of applied agricultural practices for cereal grain for human consumption; accordingly, we can enhance the yield quantity and quality of production.

Consequently, we evaluated the colour profile features of several varieties of proso millet. Plant breeding procedures may be used to improve cereal grains' protein content and quality. This method enhances the development of a food system that is both environmentally sustainable and able to withstand and recover from challenges. However, the author recommended researching the protein characteristics of the tested grain varieties.

Acknowledgement

The authors wish to express their gratitude to all individuals who contributed to the study's execution, including collaborator institutions, lab staff, and nutrition institute colleagues.

References

- Banta, N., Singh, R., Singh, N. 2021. *Comparative protein profile analysis by SDS-PAGE of different grain cereals*. **10** (9), 104–108.
- Hefferon, K. L., De Steur, H., Perez-Cueto, F. J. A., & Herring, R. 2023. Alternative protein innovations and challenges for industry and consumer: an initial overview. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. **7**. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1038286>
- Henchion, M., Hayes, M., Mullen, A. M., Fenelon, M., Tiwari, B. 2017. Future protein supply and demand: Strategies and factors influencing a sustainable equilibrium. *Foods*. **6** (7), 1–21. <https://doi.org/10.3390/foods6070053>
- Khalfalla, Maha, László Zsombik, Z. G. 2024. Revealing Consequences of the Husking Process on Nutritional Profiles of Two Sorghum Races on the Male Sterility Line. *Foods (Basel, Switzerland)*. **13** (1100), 1–18. <https://doi.org/10.3390/foods13071100>
- Khalfalla, M., Zsombik, L., Nagy, R., Györi, Z. 2024. Promoting the elemental profile of sorghum grain: Driving factors affecting nutritional properties under nitrogen fertilizer conditions. *Heliyon*. **10** (7). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28759>
- Kowalczewski, P. Ł., Pratap-Singh, A., Kitts, D. D. 2023. Emerging Protein Sources for Food Production and Human Nutrition. *Molecules*. **28** (6). <https://doi.org/10.3390/molecules28062676>
- Langyan, S., Yadava, P., Khan, F. N., Dar, Z. A., Singh, R., & Kumar, A. 2022. Sustaining Protein Nutrition Through Plant-Based Foods. *Frontiers in Nutrition*. **8** (January), 8:772573. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.772573>
- Leser, S. 2013. The 2013 FAO report on dietary protein quality evaluation in human nutrition: Recommendations and implications. *Nutrition Bulletin*. **38** (4), 421–428. <https://doi.org/10.1111/nbu.12063>
- Medina Martinez, O. D., Lopes Toledo, R. C., Vieira Queiroz, V. A., Pirozi, M. R., Duarte Martino, H. S., & Ribeiro de Barros, F. A. 2020. Mixed sorghum and quinoa flour improves protein quality and increases antioxidant capacity in vivo. *Lwt*. **129** (May), 109597. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109597>
- Nayik, G. A., Tufail, T., Muhammad Anjum, F., & Javed Ansari, M. 2023. Cereal Grains: Composition, Nutritional Attributes, and Potential Applications. In *Cereal Grains: Composition, Nutritional Attributes, and Potential Applications*. (Issue February). <https://doi.org/10.1201/9781003252023>
- Selzer, T., & Schubert, S. 2021. Nutrient uptake of catch crops under non-limiting growth conditions. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. **184** (6), 709–722. <https://doi.org/10.1002/jpln.202100142>
- Sobczak, P., Grochowicz, J., Łusiak, P., & Żukiewicz-Sobczak, W. 2023. Development of Alternative Protein Sources in Terms of a Sustainable System. *Sustainability (Switzerland)*. **15** (16). <https://doi.org/10.3390/su151612111>

- Tabbita, F., Pearce, S., & Barneix, A. J. 2017. Breeding for increased grain protein and micronutrient content in wheat: Ten years of the GPC-B1 gene. *Journal of Cereal Science*. **73**, 183–191. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.01.003>
- Taskinen, R. E., Hantunen, S., Tuomainen, T. P., & Virtanen, J. K. 2022. The associations between whole grain and refined grain intakes and serum C-reactive protein. *European Journal of Clinical Nutrition*. **76** (4), 544–550. <https://doi.org/10.1038/s41430-021-00996-1>

*This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.*

*A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.*



A takarmánygyártás során használt expandálás és granulálás hatása a baromfi és sertés takarmánykeverékekre

The Effect of Expanding and Granulation Used During Feed Production on Poultry and Swinw Compound Feed

Kiss Brigitta^{1*}, Erdélyi Márta², Such Nikoletta³, Tewelde Kesete Goitom³ és Duplecz Károly³

¹ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élettani és Takarmányozástani Intézet, Takarmányozástani és Takarmányozás-élettani Tanszék, Festetics Doktori Iskola, brigitta.kiss@ubm.hu,

² Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élettani és Takarmányozástani Intézet, Takarmánybiztonsági Tanszék, ballane.erdelyi.marta@uni-mate.hu

³ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élettani és Takarmányozástani Intézet, Takarmányozástani és Takarmányozás-élettani Tanszék such.nikoletta.amanda@uni-mate.hu, kesetehac@gmail.com, duplecz.karoly@uni-mate.hu

*Levelezőszerző: brigitta.kiss@ubm.hu

Összefoglalás: A takarmánygyártás során különböző termikus és mechanikus kezeléseken esnek át a takarmánykeveréket alkotó takarmány alapanyagok, azonban a receptúrázaskor nem vesszük figyelembe ezen hatásokat, mint befolyásoló tényezőket. Kísérletünkben 19 db kereskedelmi takarmánykeveréket vizsgáltunk oldhatatlan (IDF), oldható (SDFP), neutrális detergens rost (NDF) vonatkozásában. Az üzemben a keverő után, az expander után, valamint a prés után történtek a mintavételek, így összesen 57 keveréktakarmány mintát vizsgáltunk. Analitikai módszerrel meghatároztuk a nyersrost mennyiségét, az IDF- és SDFP- tartalmat. Van Soest módszerrel vizsgáltuk a rostfrakciókat A gyártási technológia függvényében szignifikáns különbségek mutatkoztak IDF, SDFP, nyersrost tekintetében. Az összes takarmánykeverék IDF-tartalma dercés formában 13,24 % volt, mely szignifikánsan csökkent ($P < 0,05$) 12 %-ra a granulátumban. Az összes takarmánykeverékre vonatkozó SDFP-tartalom a dercés keverékben 1,21 % volt, majd a granulátumban már, csak 0,94 % ($P < 0,01$). Az összes takarmánykeverék figyelembevételével számított átlagos nyersrost-tartalom statisztikailag igazolható mértékben ($P < 0,05$) különbözött a dercés keverék (4,44 %) és a granulátum között (4,52 %), továbbá az expandált keverék (4,46 %) és a granulátum (4,52 %) között. Az eredményekből arra következtettünk, hogy a termikus és mechanikus kezelések számottevően csökkentik az oldható és nem oldható rosttartalmat, melyet figyelembe kellene venni a receptúrázás során. Az oldható rosttartalom csökkenő tendenciája pozitívumként értékelhető, hiszen ezáltal a takarmány alapanyagokban lévő antinutritív hatás csökkenthető, ezáltal kedvezőbben alakulhat a takarmányértékesítés.

Kulcsszavak: vízben oldható rostok, vízben oldhatatlan rostok, takarmánygyártás, expandálás, granulálás

Abstract: During feed production, the feed raw materials that make up the feed mixture undergo various thermal and mechanical treatments, however, we do not consider these effects as influencing factors when formulating. In our experiment, we examined 19 compound feed with respect to insoluble (IDF), soluble (SDFP), and neutral detergent fiber (NDF). In the plant, the samples were taken after the mixer, after the expander, and after the press, so a total of 57

mixed feed samples were examined. We determined the amount of crude fiber, the IDF and SDFP content using an analytical method. We examined the fiber fractions using the Van Soest method. Depending on the production technology, significant differences were observed regarding IDF, SDFP, and raw fiber. The IDF content of all feed mixtures was 13.24% in the pellets, which significantly decreased ($P < 0.05$) to 12% in the pellets. The SDFP content for all feed mixtures was 1.21% in the expanded mixture, and only 0.94% in the pellets ($P < 0.01$). The average crude fiber content, calculated taking into account all compound feed, was statistically verifiable ($P < 0.05$) different between the dry mixture (4.44 %) and pellets (4.52 %), as well as the expanded mixture (4.46 %) and pellets (4.52 %). From the results, we concluded that the thermal and mechanical treatments significantly reduce the soluble and insoluble fiber content, which should be taken into account during formulation. The decreasing trend of the soluble fiber content can be evaluated as a positive thing, since the anti-nutritive effect in the feed ingredients can be reduced, there by improving feed sales.

Keywords: *water-soluble fibers, water-insoluble fibers, feed production, expanding, granulation*

1. Bevezetés

A mai modern takarmánykeverék-gyártás alapjául szolgáló eljárásokkal lehetőségünk van adott állatfaj, valamint adott korcsoport igényeinek megfelelő táplálóanyag-tartalmú és fizikai paramétereknek megfelelő granulátumot készíteni. A granulált takarmány a gyártási folyamat során több hőkezelésen esik át. Az első pont, ahol hőkezeljük a dercés takarmányt a kondicionálás, ezt követően expandáljuk a takarmányt, ekkor a takarmányalkotók struktúrája megváltozik. Végül a préselés során kívánt méretnek megfelelően mechanikai nyomás segítségével pelletet készítünk. Számos pozitív hatása ismert ezen termikus eljárásoknak, mint például: fokozzák a keményítő feltárását, fehérjék és vitaminok esetében kíméletes kezelést biztosítanak, növelik a nehezen préselhető anyagok pelletálhatóságát (Babinszky et al. 2019, Abdollahi et al. 2013). A viszkózus gabonaféléken alapuló takarmányokban a táplálóanyagok hozzáférhetőségét negatívan befolyásolhatja az anyag viszkozitásának növekedése, amely vagy az oldható szénhidrát-koncentráció növekedése, vagy az oldható rostok változása vagy, mindkettő eredménye a pelletálás következtében (Abdollahi et al. 2013). A hidrotermikus kezelések növelik a rostok oldhatóságát és viszkozitását, ami negatív hatással lehet a táplálóanyagok emészthetőségére. Ugyanakkor különböző antinutritív hatások (enzimgátlók, lektinek, fitátok) csökkenthetők a hőkezelés által, ami pozitív hatással lehet a táplálóanyagok emészthetőségére. Összeségében ezeket a hatásokat úgy kell értékelni, hogy figyelembe vesszük a takarmány alapanyagok összetételét, antinutritív anyag koncentrációját (Borojeni et al. 2016.). Peisker azt találta, hogy a hőkezelés hatására csökken az oldhatatlan, és növekszik az oldható rostok részaránya, átlagosan két százalékkal. Ez azt jelenti, hogy monogasztrikus állatok esetében 1,5-2 %-al növelhető a rost részaránya a teljesítmény visszaesése nélkül (Erdélyi 2007). Yavuz kutatásában arról ír, hogy ezen termikus kezelések befolyásolják a takarmányok rosttartalmát, változik a részecskeméret, módosul a szállkomponensek szerkezete, oldható-, oldhatatlan rostok aránya (Yavuz, 2017). Az NSP anyagok hatására megnő az epesavak bakteriális metabolizációjának mértéke, ami azt eredményezi, hogy kevesebb epesav szívódik vissza a vékonybél hátulsó szakaszából, tovább csökkentve ezzel a zsíremésztés hatékonyságát. Összeségében tehát az antinutritív hatás következtében csökken a takarmányok metabolizálható energiatartalma (Babinszky et al. 2019). A szakirodalomban élelmi rostnak (TDF) hívják együttesen az oldható (sNSP) és oldhatatlan rostokat, közös tulajdonságuk, hogy

ellenállnak a vékonybélben lévő enzimes emésztésnek, és részben vagy teljes egészében fermentálódhatnak a vakbélben, vastagbélben (Zhang et al. 2013). 2020-ban egy kutatásban azt vizsgálták, hogy milyen hatással vannak az oldható (inulin) és oldhatatlan rostok (lignocellulóz) a választási malacok növekedési teljesítményére, táplálóanyagok emészthetőségére, a bélflóra mikrobiom összetételére. Abban a csoportban, ahol 0,5 % volt mind az oldható mind az oldhatatlan rostok aránya, magasabb ($P < 0,05$) volt a rövid szénláncú (SCFA) zsírsavak koncentrációja a vakbélben. Ez arra utal, hogy hatékonyabb volt a mikrobiális fermentáció, tehát jótékony hatással bírtak a hasznos baktériumok szaporodására. Továbbá az oldhatatlan rostok vízmegkötő képességük miatt csökkentették a hasmenés előfordulását (Chen et al. 2020). Zhuo és kutatócsoportja 2017-ben azt vizsgálta, hogy milyen hatása van az oldható rost kiegészítésnek a szaporodásbiológiai mutatókra a kocasüldőkben. A kezelt csoport korábban kezdett ivarzni a kontroll csoporthoz képest, azonban a született malacok számát, az élve születések számát, átlagos születési súlyt nem befolyásolta a kezelés (Zhuo et al. 2017.). Sarikhan kutatásában azt vizsgálták, hogy milyen hatással vannak az oldhatatlan rostok a brojlercsirkék növekedési erélyére, a carcass-ra, valamint az ileum morfológiai paramétereire. Az oldhatatlan rost javítja a bél morfológiai állapotát, ezáltal hatékonyabb lesz a táplálóanyagok felszívódása (Sarikhan et al. 2010). Az irodalmi adatok és kutatások némiképp ellentmondásosak, hogy a termikus kezelések hatását miként vegyük figyelembe a takarmánykeverék-gyártás során. Kutatásunkat ezért úgy építettük fel, hogy megvizsgáljuk, hogy a takarmánykeverékek rostalkotóira (nyersrost, semleges detergens rost, vízben oldható rostfrakció, vízben oldhatatlan rostfrakció) milyen hatással vannak ezen termikus kezelések. Célunk, hogy a receptúrázás során kalkulálhassunk ezekkel a változásokkal. Továbbá egy olyan adatbázis létrehozása, mely tartalmazza a legfontosabb takarmány alapanyagok oldható és oldhatatlan rosttartalmát.

2. Anyag és módszer

2.1. Takarmánygyártás folyamata

A gyártás során sertés és baromfi keveréktakarmányokat készítettünk, különböző korcsoportoknak. A receptúrázásánál olyan alapanyagokat használtunk, melyeknek különböző a rosttartalma: kukorica, búza, árpa, extrahált szójadara, búzatakarmányliszt, extrahált napraforgódara, szárított répaszelet, búzakorpa, kukoricaliszt, napraforgómag, extrahált repcedara, DDGS, HiPro full-fat szója, soypreme, SunPro46, hidegen sajtolt repcedara. Összesen 19 takarmánykeverék készült. A takarmánykeverék gyártás első lépése a receptúrának megfelelő takarmány alapanyagok, premix, mikro-, makro-komponensek összemérése a különböző tartályokból. A pontos mennyiségek kimérését különböző pontokon beépített kalibrált mérlegek teszik lehetővé. A darálendő takarmány alapanyagokat eljuttatjuk a darálóra rédlerek segítségével. A jó minőségű granulátum előállításához kalapácsos darálót használunk, melynek a típusa: P15/800 S. A daráló 1 óra alatt 30 tonna takarmány alapanyag darálására képes. A darálást követően a keverő előtartályba kerülnek a már ledarált takarmány alapanyagok, premix, mikro-, makro-komponensek. A keverőberendezés, egy horizontális lapátos adagkeverőgép, típusa: ALK-6000, melynek a hasznos térfogata 6000 l és 3000 kg anyagot tud homogénen összekeverni 2 perc keverési idő alatt. A keverőgép alján bomba ajtó található, így az összekevert takarmányunk egyszerre jut a keverő utótartályba, ahonnan szállító rédlerek segítségével juttatjuk a kondicionáló egységhez. A kondicionálás során egy zárt csőbe kerül a takarmány ahová 60-70 C°-os gőzt vezetünk. A csőben egy egytengelyes csigarendszer

található, amiben a csigák egyre közelebb helyezkednek el egymáshoz, majd a végén a gravitáció segítségével átjut az anyag az expanderre. Itt 40 bar nyomásnak és 110-130 °C-os hőmérsékletnek vetjük alá a takarmányt. Az expander egy ALMEX expander, melynek típusa: AL 300/1/200AC/LD4, teljesítménye 15 t/h. Innen a prégépbe kerül a hőkezelt takarmány. Az üzemben lévő prégép egy CPM gyűrűsmatricás granuláló gép, melynek a típusa: California 7726-7 és a teljesítménye 15 t/h. Ezután le kell hűteni a takarmányt ezért a hűtőberendezéshez továbbítjuk. A hűtő után készárutartályba kerül a takarmány. Mintavételezés során minden keverésből vettünk egy darab dercés mintát a keverő után, expander után és a prés után, így 57 mintával dolgoztunk.

2.2. Laboratóriumi vizsgálatok

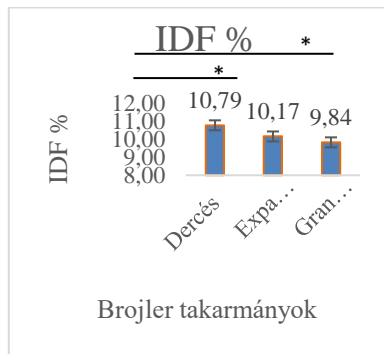
A nyersrost mennyiségét úgy határoztuk meg, hogy a zsírtalanított takarmánymintákat híg kénsavval főztük, majd szűrtük, mostuk, és kálium-hidroxid-oldattal kezeltük, majd ismét szűrtük, mostuk, szárítottuk. A maradék tömeget elhamvasztottuk, és a különbséget megfelelt a minta nyersrosttömegének (Magyar Takarmánykódex 2004). Az NDF rostfrakciót van Soest-féle módszerrel vizsgáltuk. Először egy semleges detergensben oldottuk a mintákat, amely eltávolította a fehérjéket, keményítőt, az oldható pektint, és az egyéb vízoldható rostokat. A maradékot savdetergens oldatban oldottuk, és a hemicellulózt extraháltuk, szárítottuk, elégettük majd a különbséget alapján számítottuk a mennyiségét (Babinszky et al. 2019.). A vízben oldható és oldhatatlan rostalkotók meghatározását analitikai módszerrel végeztük, AOAC 2011.25 (Megazyme 2013). A minta-előkészítés során az üzemből hozott 57 mintát 5 mikron átmérőjűre daráltuk. A vizsgálat során üvegedénybe 1 g mintát kimértünk, majd hozzáadtunk 1 ml 96%-os etanolt, és 40 ml pankréász enzimet és 37°C-on 16 órán át vízfürdőbe tettük, amely folyamatosan mozgatta az oldatot. A következő lépésben a mintákhoz 3 ml TRIS puffert adtunk, majd 95°C-os vízfürdőbe tettük ezeket 20 percen át. Amikor az oldatunk visszahűlt 60 °C-ra 100 µl proteázt adtunk hozzá, és 60°C-os vízfürdőbe tettük 30 percen keresztül. Miután kivettük a mintákat a vízfürdőből szobahőmérsékletre hűtöttük őket, és hozzáadtunk az oldathoz 4 ml ecetsavat. Ezt követően a cellitszűrőn vákuum segítségével átszűrtük az oldatot, és a fennmaradó frakció lett a vízben oldhatatlan rost (IDF). A maradék oldatot hígítottuk 70 ml desztillált vízzel, majd 60°C-os vízfürdőbe helyeztük 20 percig. Ezután hozzáadtunk 285 ml 96%-os etanolt, és szobahőmérsékletig hagytuk hűlni. Vákuum segítségével ugyanúgy átszűrtük az oldatokat a cellitágyon és a fennmaradó rész lett a vízben oldódó rostfrakció (SDFP). Ezt követően visszamaradt IDF és SDFP frakciókat szárítószekrénybe helyeztük 12 órára, ahol a hőmérséklet 105°C volt. Majd tömegmérlegem lementük, mind az IDF frakciót, mind az SDFP frakciót, és kiszámítottuk, hogy a kezdeti 1 g mintának hányad részét jelentette a két frakció.

Statisztikai elemzést készítettünk SPSS és Graphpad prism 5 programok segítségével, ahol párosított t-tesztet alkalmaztunk. A táblázatokat, diagrammokat excel programban készítettük.

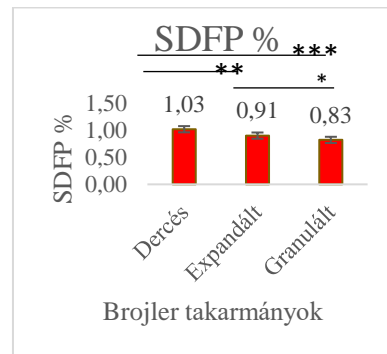
3. Eredmények

A brojler takarmányoknál szignifikánsan csökkent ($P < 0,05$) az IDF-tartalom (1.ábra) a dercés forma (10,79 %) és az expandált forma (10,17 %) között, valamint szignifikáns csökkenés ($P < 0,05$) látható az expandált forma (10,17 %) és a granulált forma (9,84 %) között. Az SDFP-tartalom vonatkozásában (2.ábra) szignifikáns különbség mutatkozott a kezelések között. A dercés (1,03 %) és az expandált (0,91 %) forma között szignifikáns ($P < 0,01$) csökkenés látható, a dercés (1,03 %) és a granulált (0,83 %) forma között szintén szignifikáns csökkenés

mutatkozott ($P < 0,001$). Tovább szignifikáns csökkenés ($P < 0,05$) látható az expandált (0,91 %) és granulált (0,83 %) keverékek között.

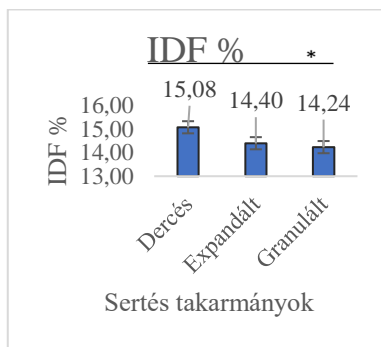


1. ábra: Brojler takarmányok IDF-tartalma

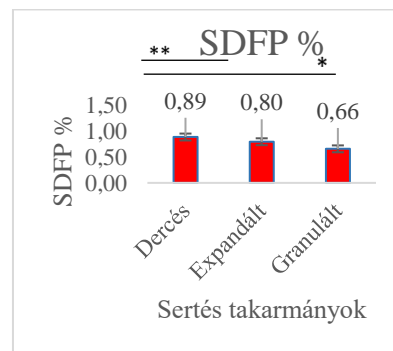


2. ábra: Brojler takarmányok SDFP-tartalma

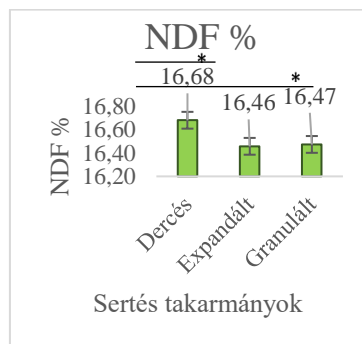
A sertéstakarmányokból az IDF-tartalomban (3. ábra) szignifikáns csökkenés ($P < 0,05$) volt a dercés keverék (15,08 %), és a granulált keverék (14,24 %) között. Az expandált keverék IDF-tartalma 14,4 % volt. Az SDFP-tartalom (4. ábra) mérésénél szignifikánsan csökkenés ($P < 0,01$) látható a dercés keverék (0,89%) és az expandált keverék (0,8 %) között. Szintén szignifikáns csökkenés ($P < 0,05$) van a dercés keverék (0,89 %) és a granulált keverék (0,66 %) között. Az NDF-tartalom (5. ábra) szignifikánsan ($P < 0,05$) csökkent a dercés keverék (16,68 %) és az expandált keverék (16,46 %) között, ahogy a dercés keverék (16,68 %) és a granulált keverék (16,47 %) között is.



3. ábra: Sertés takarmányok IDF-tartalma



4. ábra: Sertés takarmányok SDFP-tartalma



5. ábra: Sertés takarmányok NDF-tartalma

4. Értékelés

A brojler takarmánykeverékek összetevői voltak: kukorica, búza, HiPro full-fat szója, extrahált szójadara, kukoricaliszt. Szignifikáns különbség mutatkozott az IDF-tartalomban, ugyanis már az expandálás során jelentősen csökkent a mennyisége 10,79 %-ról 10,17 %-ra, majd a granulálás során még tovább csökkent 9,84 %-ra. A szakirodalomban Peisker is ugyanezt tapasztalta (Erdélyi 2007). Liu leírta, hogy a hüvelyesekben lévő oldhatatlan rostok jótékony hatással vannak a bél mikrobiota állapotára, segítik a kedvező baktériumok elszaporodását (Liu et al. 2024). Sarikan is az oldhatatlan rostok pozitív hatásairól számolt be, miszerint jobb termelési eredményt értek el azok a madarak, melyek takarmánya tartalmazott oldhatatlan rostot (Sarikan et al. 2010). Az eredményeinket összevetve a szakirodalmi eredményekkel, azt mondhatjuk, hogy a hidrotermikus kezelések és a nyomás nem befolyásolja olyan mértékben az oldhatatlan rostokat, amely miatt azok elveszítenék pozitív értéküket a hasznosulás során. Hasonló tendenciát láthatunk az SDFP-tartalom vonatkozásában, a kezelések során 1,03 %-ról 0,83 %-ra csökkent a tartalma. Ez az eredményünk ellentmond a szakirodalomban leírtakkal, miszerint a pelletálás növeli az oldható rostok arányát (Abdollahi et al. 2013, Borojeni et al. 2016, Erdélyi 2007). Babinszky azt írja, hogy az NSP-anyagok rontják a zsíremésztés hatékonyságát, viszont jelen kísérletünkben, az látszik, hogy a takarmánygyártás során expandálással + granulálással jelentősen csökkenthető ezen anyagok antinutritív hatása. A granulátumban lévő NSP anyagok hasznosulhatnak a vakbélbeli fermentáció során (Zhang et al. 2013).

Sertés takarmányok összetétele kukorica, búza, árpa, extrahált szójadara, extrahált napraforgódara, BTL, szárított répaszelet volt. Az IDF-tartalom 15,08 %-ról 14,24 %-ra csökkent, mely statisztikailag igazolható ($P < 0,05$), ami Peisker korábbi kutatását is igazolja, miszerint hőkezelés hatására csökkennek az oldhatatlan rostok (Erdélyi 2007). Az IDF-tartalom a vakbélben, vékonybélben fermentálódik (Zhang et al. 2013), modulálja a bélmikrobiom összetételét (Liu et al. 2024), vízmegkötő képességük miatt csökkenthetik a hasmenés kialakulását (Chen et al. 2020), tehát ez jótékony hatásnak tekinthető. Az oldható rostoknál is szignifikáns különbség mutatkozott ugyanis a dercés keverékben 0,89 %-ot mértünk, az expandált keverékben 0,8 %-ot, míg a granulátumban 0,66 %-ot. Vizsgálatunk szerint a kezelések hatására csökken az oldható rost-tartalom a sertés takarmánykeverékekben a gyártás során, ez ellentmond az irodalomban leírtakkal, miszerint a pelletálás során növekszik az oldható rostok mennyisége (Abdollahi et al. 2013, Borojeni et al. 2016, Erdélyi 2007). Az oldható rosttartalom csökkenés pozitívumként értékelhető, ugyanis ezáltal javul a táplálóanyagok emészthetősége, leginkább a zsíremésztés (Babinszky et al. 2019), továbbá a vakbélbe jutó oldható rostok fermentálódhatnak (Zhang et al. 2013), rövid szénláncú zsírsavak keletkezhetnek, melyek bekapcsolódhatnak a különböző élettani folyamatokba (Chen et al. 2020). Zhou kutatásában már 0,8 % oldható rostot tartalmazó takarmánnyal pozitív szaporodásbiológiai eredményeket értek el kocasüldőknél (Zhuo et al. 2017), tehát érdemes úgy alakítani a kocasüldők takarmányát, hogy kerüljön bele oldható rost-ot tartalmazó takarmány alapanyag, például: szárított répaszelet. A kezelések hatására szignifikáns csökkenés mutatkozott az NDF-tartalom tekintetében, mivel 16,68 %-ról lecsökkent 16,47 %-ra. Az NDF-tartalom a hemicellulózt, cellulózt, lignint tartalmazza, és arra következtettünk, hogy a strukturális rostok csökkennek ezen eljárások hatására, ahogyan Yavuz is írja, hogy a termikus kezelések hatására változik a szálfkomponensek szerkezete (Yavuz 2017).

5. Következtetések

Kísérletünk tervezésekor arra számítottunk, hogy kutatásunk igazolni fogja a szakirodalomban tapasztaltakat, miszerint növekszik a takarmányokban lévő NSP- anyagok koncentrációja a hidrotermikus kezelések következtében. A takarmánykeverékeknel nagyon érdekes, hogy minden szakirodalommal ellentétben a mi vizsgálataink szerint a hidrotermikus kezelések csökkentik az NSP-anyag tartalmát, ami arra enged következtetni, hogy esetlegesen olyan takarmány alapanyagok is felhasználhatók haszonállatok takarmányaiban, melyek akár nagyobb mennyiségű oldható és oldhatatlan rost-tartalommal rendelkeznek. Ahhoz, hogy ennek mértékével a receptúrálás során számolni tudjunk, még további kísérletekre lenne szükség. Ha bekerülnek a takarmányba olyan olcsóbb alapanyagok melyeknek jó a táplálóanyag-tartalma, de esetlegesen magasabb NSP-anyag tartalommal rendelkeznek, mégis a gyártás során ezen antinutritív hatás csökkenthető, és a takarmány emészthetősége nem romlik a feletetés során, akkor összeségében elérhető ugyanaz a termelési színvonal, egy olcsóbb takarmány alapanyag bázissal. Ennek a pontos meghatározását állatfajonként, korcsoportonként hasznosítási típusonként külön-külön kell kezelni.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást támogatta: „Kulturális és Innovációs Minisztérium, Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap, Kooperatív Doktori Program.; „A Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-23-1/2/3/4/5 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési És Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.”; „UBM Feed Zrt.; UBM Szeleste Zrt.”; „MA-KA Kft.”; Festetics Imre Bioinnovációs Központ”

Irodalom

- Abdollahi Mr. R., Ravindran V., Svihus B. 2013. Pelleting of broiler diets: An overview with emphasis on pellet quality and nutritional value. *Animal Feed Science and Technology*. **179** (1–4), 1–23.
- Babinszky L., Halas V. (szerk.) 2019. Innovatív takarmányozás. Akadémiai Kiadó, Budapest, 995 p. <https://doi.org/10.1556/9789634540571>
- Borojeni F. G., Svihus B., Reichenbach H., Zentek J. 2016. The effects of hydrothermal processing on feed hygiene, nutrient availability, intestinal microbiota and morphology in poultry—A review. *Animal Feed Science and Technology*, **220**, 187–215. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.07.010>
- Chen T., Chen D., Tian G., Zheng P., Mao X., Yu J., He J., Huang Z., Luo Y., Luo J., Yu B. 2020. Effects of soluble and insoluble dietary fiber supplementation on growth performance, nutrient digestibility, intestinal microbe and barrier function in weaning piglet. *Animal Feed Science and Technology*. **260**, 114335. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.114335>
- Erdélyi, I. 2007. Az expandálás hatása a pulykahizláló takarmányok gyártásától felhasználásáig. Doktori disszertáció, Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Debrecen
- Yavuz 2017. Heat applications in feed and food processing. Proceedings of 72nd The IRES International Conference, Mecca, Saudi Arabia 10 p.; 14 p.
- Liu T., Zhen X., Lei H., Li J., Vang J., Gou D., Zhano J. 2024. Investigating the physicochemical characteristics and importance of insoluble dietary fiber extracted from legumes: An in-

- depth study on its biological functions. *Food Chemistry: X*, **22**. 101424
<https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101424>
- Magyar Takarmánykódex 2004. Gazdasági állatok táplálóanyag-szükséglete, takarmányok kémiai összetétele és mikotoxin határértékek a takarmánykeverékekben (II–III. kötet) Budapest, OMMI
- Megazyme 2013. Integrated Total dietary fiber. Megazyme International, 24 p.
- Sarikhan M., Shahryar H. A., Gholizadeh B., Hosseinzadeh M., Beheshti B., Mahmoodnejad A. 2010. Effects of Insoluble Fiber on Growth Performance, Carcass Traits and Ileum Morphological Parameters on Broiler Chick Males. *International Journal of Agriculture & Biology*, **12** (4) 1560–8530.
- Zhang W., Li D., Liu L., Zang J., Duan Q., Yang W., Zhang L 2013. The effects of dietary fiber level on nutrient digestibility in growing pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, **4** (17). <https://doi.org/10.1186/2049-1891-4-17>
- Zhuo Y., Shi X., Lv G., Hua L., Zhou P., Che L., Fang Z., Lin Y., Xu S., Li J., Feng B., Wu D. 2017. Beneficial effects of dietary soluble fiber supplementation in replacement gilts: Pubertal onset and subsequent performance. *Animal Reproduction Science* **186**, pp. 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2017.08.007>

*A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.*

*This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.*



Google Trends: The Rise of Artificial Intelligence

Google Trends: A mesterséges intelligencia térhódítása

Livia Benita Kiss

*Hungarian University of Agriculture and Life Science, Institute of Agricultural and Food Economics,
Department of Agricultural Economics and Policy, Georgikon Campus; kiss.livia.benita@uni-mate.com*

Abstract: Artificial intelligence is one of the fastest growing areas of technological development today. This study deals with the expansion of artificial intelligence from 2010 to the present day. I used the Google Trends service for data collection. With the help of the service, I investigated what search data we could find for the term artificial intelligence from 2010 to the present day and where the term was searched for the most geographically. Based on searches, 2023 was the breakthrough year for artificial intelligence in Hungary. The counties that stood out in their searches – Hajdú-Bihar (Debrecen), Csongrád-Csanád (Szeged) and Baranya (Pécs) – where universities with a long history operate.

Keywords: *artificial intelligence, Google Trends, past, present, future*

Összefoglalás: A mesterséges intelligencia a technológiai fejlődés egyik leggyorsabban növekvő területe napjainkban. E tanulmány a mesterséges intelligencia térhódításával foglalkozik 2010-től napjainkig. Az adatgyűjtéshez a Google Trends szolgáltatást alkalmaztam. A szolgáltatás segítségével azt vizsgáltam, hogy a mesterséges intelligencia (artificial intelligence) kifejezésre 2010-től napjainkig milyen keresési adatokat találhatunk és területileg hol kerestek rá a legtöbbet a kifejezésre. Hazánkban 2023 volt a mesterséges intelligencia áttörési éve a keresések alapján. Azok a vármegyék emelkedtek ki a kereséseikkel – Hajdú-Bihar (Debrecen), Csongrád-Csanád (Szeged) és Baranya (Pécs) –, ahol nagy múltú egyetemek működnek.

Kulcsszavak: *mesterséges intelligencia, Google Trends, múlt, jelen, jövő*

1. Introduction

Artificial intelligence (AI, i.e. Artificial Intelligence) plays an increasingly important role in all areas of life, be it transport, customer service, healthcare, agriculture, education, and more. It is applied to real, practical problems and challenges not only in academic life. Artificial intelligence is slowly appearing in almost all industries and is becoming a determining factor in competitiveness.

In 1956, a small group of scientists came together in the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, which was the basis for the birth of this field of research (McCarthy et al., 1955). The term artificial intelligence was coined at this scientific conference. Minsky defined artificial intelligence as the science of making machines do things that would require intelligence if done by humans (Dennis, 2024). According to Shirai and Tsujii (1987), the goal of artificial intelligence research is to make computers capable of performing tasks that can be solved with human intelligence. The essence of these definitions still stands today. Today's computer scientists define it as a system that can sense its environment and take action

to maximize the chance of achieving goals, and is able to interpret and analyze data to learn and adapt (SAP, 2024).

Artificial intelligence is advancing at such a pace and scale that it is important to consider ethical guidelines and care in the face of an AI that may surpass us in almost every measurable way. Stephen Hawking advises that due to its great potential, it is important to research how to exploit the benefits of artificial intelligence and avoid its dangers (SAP, 2024). Artificial intelligence can make a big difference in our lives, for better or for worse.

The EU supports the development of technology based on artificial intelligence, but is also aware of its potential risks, which is why it advocated legislation regarding the technology. In April 2021, the European Commission proposed the first EU regulatory framework for artificial intelligence (European Commission, 2021). More and more companies are realizing that the responsible use and application of artificial intelligence can lead to better business results. Company owners and managers will see how the upfront investment in artificial intelligence pays off for them. Of course, for this, they have to properly apply well-structured artificial intelligence principles (Netlife Robotics, 2024).

2. Materials and Methods

This study deals with the expansion of artificial intelligence. I used the Google Trends service for data collection. Google Trends is a Google service that processes and reports past and current Google search data.

With the help of the service, I investigated what search results we get for the term artificial intelligence from 2010 (01.01.2010) to the present day (2024.02.29) in terms of numbers and territories worldwide, as well as in our country in all categories

3. Results

Figure 1 shows the results of searches for the term "artificial intelligence" worldwide from 2010 to 2024. There were several highlights of the search data. The search data for November 2017 (74), May 2023 (94) and February 2024 (100) stood out on the graph. In Forbes magazine, Venkatachalam (2017) called 2017 the year of artificial intelligence. McKinsey & Company (2023) called 2023 the breakout year of generative artificial intelligence. In January 2024 - after nearly three years of debate - the European Commission adopted the AI Act, which outlined strategies for developing its own capabilities in the field of artificial intelligence, while at the same time emphasizing the importance of safe, transparent and human-centered use of artificial intelligence technologies (European Commission, 2024).

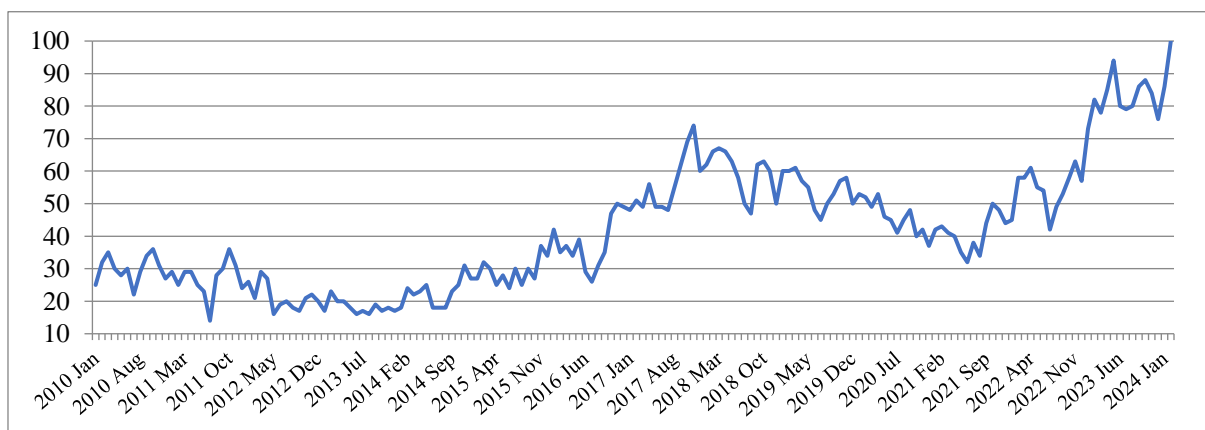


Figure 1. Interest by time, worldwide, 2010-2024

Figure 2 illustrates searches for the term "artificial intelligence" worldwide, by country, from 2010 to 2024. Based on the search data, the TOP 5 countries are: Ethiopia (100), Pakistan (39), Singapore (24), Nepal (24), and United Arab Emirates (21). Ethiopia is promoting itself as Africa's leading artificial intelligence player. The Ethiopian Artificial Intelligence Institute (<https://www.aii.et/>) was established and operates in Addis Ababa. Its goal is to become a state-of-the-art artificial intelligence centre by 2030, which would play a key role in the creation of innovative artificial intelligence-based solutions at the national and international level. The mission of Pakistan's Presidential Initiative on Artificial Intelligence and Computing is to transform Pakistan by revolutionizing education, research and business by introducing the latest cutting-edge technologies. Their goal is to become a global centre for artificial intelligence, data science, cloud-native computing, block chain, and augmented reality (<https://www.piaic.org/>). AI Singapore was launched in May 2017, bringing together all Singaporean research institutes, as well as an ecosystem of artificial intelligence start-ups and companies developing artificial intelligence products, to carry out user-inspired research, increase knowledge, create tools and develop the capabilities necessary for the operation of artificial intelligence in Singapore (<https://aisingapore.org/>).



Figure 2. Interest by country, worldwide, 2010-2024

Figure 3 shows searches for the term "artificial intelligence" worldwide by city from 2010 to 2024. Ethiopia's Addis Ababa (100), Pakistan's Rawalpindi (79), Islamabad (70), Lahore (54) and Karachi (50), India's Gurgaon (58) and Noida (50), Australia's Canberra (54), United States' Cambridge (54). Knowing the above, it became clear why these cities appeared on the map. In Islamabad, Lahore and Karachi, they train certified cloud-based generative artificial intelligence engineers (Certified Cloud Applied Generative AI Engineer). The UNSW Canberra AI Hub brings together over 80 academics with expertise in engineering, science, business and the humanities. ADFA@UNSW Canberra provides world-leading education and research for Australia's Defence Forces (<https://www.unsw.edu.au/>).



Figure 3. Interest by city, worldwide, 2010-2024

The domestic Artificial Intelligence Coalition was founded in October 2018. The goal of the Coalition, which includes nearly 70 Hungarian and international companies, universities, scientific workshops, professional and administrative organizations, is to put Hungary at the forefront of Europe, becoming an important member of the international artificial intelligence community (<https://mik.neum.hu/>).

Figure 4 illustrates searches for the term artificial intelligence in Hungary from 2010 to 2024. The graph shows the jump to the term artificial intelligence in March 2023 (100) in the examined period, i.e. outstanding search data. From January 2023 (67), it can be seen that the number of people searching for the term has increased significantly. In the previous period, the number of searches ranged from 0 to 20 (8 on average).

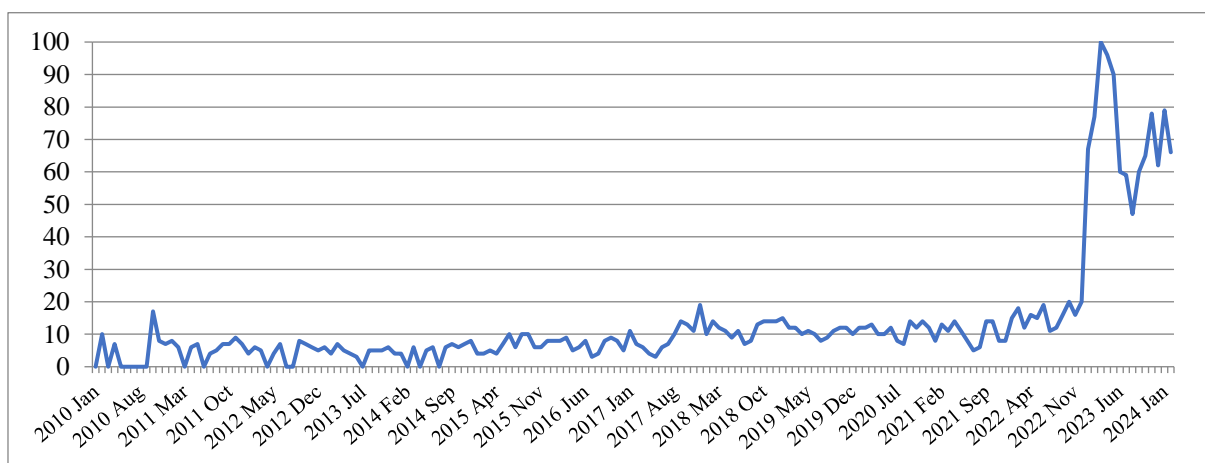


Figure 4. Interest by time, Hungary, 2010-2024

Figure 5 illustrates searches for the term artificial intelligence in Hungary by county from 2010 to 2024. Looking at the map, it can be seen that, in general, most people searched for the term artificial intelligence in those counties that have a university town, such as TOP 3: Hajdú-Bihar (Debrecen, 100), Csongrád-Csanád (Szeged, 96) and Baranya (Pécs, 90).

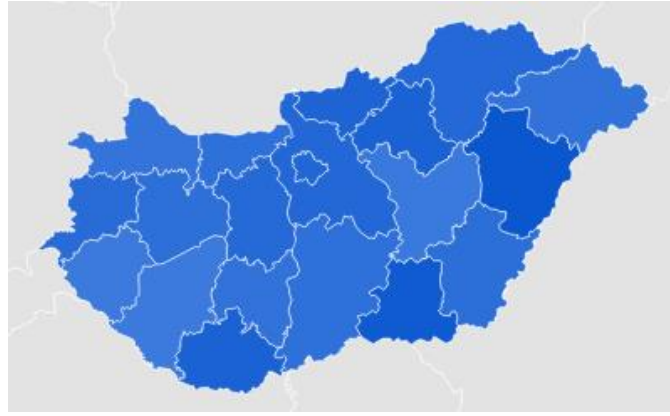


Figure 5. Interest by country, Hungary, 2010-2024

4. Discussion

Artificial intelligence is gaining more and more space in everyday life; its increasing use is influencing the social and economic shift towards increased automation, data-centric decision-making and the integration of artificial intelligence systems in various economic sectors, as well as in everyday life areas, which has an impact on labour markets, healthcare, government, industry, education, etc. At the same time, this raises questions about the ethical aspects and risks of artificial intelligence, as well as sparks debates about regulatory policies that ensure the safety and benefits of the technology. The European Union was the first to advocate the regulation of artificial intelligence in 2021. Three years later, the European Commission adopted the AI Act.

5. Conclusions

Analyzing with the help of Google Trends, we can come to the conclusion that artificial intelligence came to the fore globally from 2017 on the basis of Google searches, with Ethiopia and Pakistan standing out among the countries. Artificial intelligence already has a strong institutional background in these countries. The achievements of artificial intelligence are used in all areas of life.

Based on searches, 2023 was the breakthrough year for artificial intelligence in Hungary. The counties that stood out in their searches – Hajdú-Bihar (Debrecen), Csongrád-Csanád (Szeged) and Baranya (Pécs) – where universities with a long history operate.

Looking into the future, artificial intelligence can become a general reality, with the help of which they can change the world. We can begin to expand and improve it and predict the future according to Venkatachalam (2017).

References

- European Commission 2024. Shaping Europe's digital future. European approach to artificial intelligence. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/european-approach-artificial-intelligence>
- Európai Bizottság 2021. Javaslat. Az Európai Parlament és a Tanács rendelete a mesterséges intelligenciára vonatkozó harmonizált szabályok (a mesterséges intelligenciáról szóló jogszabály) megállapításáról és egyes Uniós jogalkotási aktusok módosításáról.

- COM/2021/206 final Európai Bizottság, Brüsszel. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0206>
- Európai Tanács 2023a. Mesterséges intelligencia. Szakpolitikák. Időrendi áttekintés. <https://www.consilium.europa.eu/hu/policies/artificial-intelligence/>
- John McCarthy, J., Minsky, M., Rochester, N., Shannon, C. 1955. A proposal for the Dartmouth Summer Research Project on artificial intelligence. Dartmouth College in Hanover, New Hampshire.
- McKinsey & Company 2023. The state of AI in 2023: Generative AI's breakout year. Survey. QuantumBlack AI by McKinsey. <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2023-generative-ais-breakout-year>
- Netlife Robotics 2024. Hol tart most a mesterséges intelligencia? Blog. <https://netliferobotics.hu/blog/a-mesterseges-intelligencia/>
- SAP 2024. What is artificial intelligence? SAP Hungary Kft. <https://www.sap.com/hungary/products/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence.html>
- Shirai, Y., Tsujii, J. 1987. Mesterséges intelligencia. Alapelvek alkalmazások. Novotrade Kiadó
- Venkatachalam, S. 2017. Why 2017 Is The Year Of Artificial Intelligence. Forbes Technology Council, Council post. <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2017/02/27/why-2017-is-the-year-of-artificial-intelligence/?sh=115f3d5857a1>
- Worldwide search data: <https://trends.google.com/trends/explore?date=2010-01-01%202024-03-01&q=artificial%20intelligencia&hl=hu>
- Hungarian search data: <https://trends.google.com/trends/explore?date=2010-01-01%202024-03-01&geo=HU&q=mesters%C3%A9ges%20intelligencia&hl=hu>
- <https://www.aai.et/>
- <https://www.piaic.org/>
- <https://aisingapore.org/>
- <https://www.unsw.edu.au/>
- <https://mik.neum.hu/>

*This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.*

*A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.*



Trend Analyses of the Long Time Series of Monthly Mean Temperatures at Keszthely, Hungary

A Keszthelyen mért havi középhőmérsékleti idősor trend analízise

Timea Kocsis*, Zsolt Töröcsvári, Lóránt Biró and Norbert Magyar

Budapest Business University, Faculty of Commerce, Hospitality and Tourism, Department of Methodology for Business Analysis, Alkotmány utca 9-11., H-1054 Budapest

**Correspondence: jakuschnekocsis.timea@uni-bge.hu*

Abstract: Keszthely has one of the longest meteorological measurements in Hungary. The first meteorological station was established in the framework of the Georgikon Academy of Agronomy. From 1871 till nowadays, Keszthely has unbroken records. The town itself has local importance for its tourism and the nearby wetland (natural reserve area of Kis-Balaton). The goal of this study is to examine the long time series of monthly mean temperature data of this meteorological station. The dataset composes 1776 data (from 1871 January to 2018 December), which were undergone to homogenisation method (MASH). Homogeneity was also checked by Pettitt's homogeneity test, and no change-point could be identified. Monthly mean temperatures were not independent from each other, significant autocorrelation could be observed. Thus, linear approach for trend detection couldn't be used, as its requirements for application were not fulfilled. The moving average (12MA, number of tags is 12) showed rising tendency. A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data was applied to detect the tendency of the time series. Seasonality should be considered as well. The slope was calculated by Sen's slope estimator. Using the autocorrelated (and seasonal) Mann-Kendall trend test, a significant increasing trend can be found (Kendall's tau = 0.047, p-value = 0.013). Sen's slope is estimated to 0.004°C (period=12).

Keywords: *autocorrelation, Keszthely, moving average, temperature, trend analyses*

Összefoglalás: Keszthely meteorológiai állomás hazánk egyik leghosszabb adatsorával rendelkezik. Az első mérőállomás még a régi Georgikon, Közép-Európa első agrár felsőoktatási intézménye keretein belül létesült. 1871 óta napjainkig folyamatos meteorológiai mérések zajlanak Keszthelyen. Maga a város helyi jelentőséggel bír, mivel turisztikai desztináció és a közelben található a Kis-Balaton egyedülálló vizes élőhelye, ami kiemelt természeti érték. A jelen tanulmány célja az állomáson mért havi középhőmérsékleti adatok hosszú idősorának elemzése. Az adatbázis 1776 adatot tartalmazott (1871 januártól 2018 decemberig terjedően). Az adatokat a MASH eljárás segítségével homogenizálták. A homogenitást Pettitt-teszttel is ellenőriztük, töréspontot nem mutattunk ki az idősorban. A havi középhőmérsékleti adatok nem függetlenek egymástól, közöttük szignifikáns autokorreláció figyelhető meg. A lineáris trend illesztésének egyik alkalmazási feltétele, hogy ne legyen jelen autokorreláció. Mivel ez ebben az esetben nem teljesült, az idősor alaptendenciáját először mozgóátlagolással (az átlagolás tagszáma 12 volt), majd az autokorrelált, szezonalitást is figyelembe vevő Mann-Kendall trend teszttel közelítettük. Az átlagos változás mértékét a Sen-féle meredekséggel határoztuk meg. A Mann-Kendall trend teszt szignifikáns emelkedő tendenciát mutatott ki (Kendall tau = 0,047,

p-érték = 0,013). A Sen-féle meredekség az évi átlagos változás mértékét 0,004°C-ra becsülte (időszak=12).

Kulcsszavak: autokorreláció, Keszthely, mozgóátlag, hőmérséklet, trendszámítás

1. Introduction

Global surface temperature was 1.09°C higher in the period between 2011 and 2020 than between 1850 and 1900, with larger increases over land (IPCC, 2023). Climate change is causing several effects on human life, such as the impacts of extreme weather events, floods, long-term risks associated with changes in temperature and precipitation patterns, sea level rise and influencing human health (Deep, 2023). Many studies were conducted to investigate the modification of the climate in Hungary (Lakatos and Bihari, 2011; Szabó et al., 2024, Kis et al., 2020) and especially at Keszthely (Kocsis et al., 2020; Kocsis et al., 2024). With this paper the authors would like to add an additional part to understanding the past climate at this site.

2. Materials and Methods

Monthly temperature time series measured at the long-established Georgikon Academy of Agriculture in Keszthely (E 17°14', N 46°44') and later, at the meteorological station of the Hungarian Meteorological Service spans the period 1871-2018. Keszthely has local importance of tourism and biodiversity reservation in Hungary. The uniqueness of its meteorological dataset lies in its uninterrupted length of 150 years (Kocsis and Anda, 2006). The monthly mean temperature data was provided by the Department of Water Management at Hungarian University of Agriculture and Life Sciences. The dataset composes 1776 data (from 1871 January to 2018 December), which were undergone to homogenisation method (MASH).

The time series was analysed by calculating descriptive statistics and by visualising the distribution of the data, for first. Then the homogeneity of the time series was checked by Pettitt's test. It is a non-parametric approach to change-point analysis that is widely applied. This test detects shifts in the average and calculates their significance (Liu et al. 2012) with a hypothesis test. After, the tendency of the time series was estimated by linear regression, 12-tag moving average was also used to visualize the tendency. In the diagnostic stage of linear trend, the autocorrelation of the data and the normal distribution of the residuals were tested. As significant autocorrelation was detected and the distribution of the residuals couldn't be accepted to be normal according to the Kolmogorov-Smirnov test, a modified version of Mann-Kendall trend test was used that is adjusted to seasonal and autocorrelated data. Mann-Kendall trend test is based upon the work of Mann (1945) and Kendall (1975), and it is closely related to Kendall's rank correlation coefficient. If seasonal cycles are present in the time series, a trend test that removes the effect of seasonality is suggested to be used (Gilbert, 1987). Hirsch et al. (1982) and Hirsch and Slack (1984) developed the method and introduced seasonal Mann-Kendall test for data that are serially dependent. The presence of positive autocorrelation in the data increases the chance of detecting trends when none exist, and vice versa (Hamed and Rao, 1998). This effect of the existence of autocorrelation in data is often ignored. Hamed and Rao (1998) supposed a modified non-parametric trend test, which is suitable for autocorrelated data. After determining the presence of the trend, Sen's slope estimator (Sen, 1968) was applied. It is a non-parametric method that can calculate the change per time unit (direction and volume). Sen's method uses a linear model to estimate the slope of the trend, and the variance of residuals should be constant in time (da Silva et al., 2015). In the case of hypothesis tests decisions were made based on the p-value. Calculations were carried out in MS Excel and Addinsoft's XLSTAT software.

3. Results and Discussion

The monthly mean temperature at Keszthely is 10.5°C with a standard deviation of 7.99°C (Table 1). The range of the dataset is 34°C, while the interquartile range is 14.6°C, where the middle half of the monthly mean temperatures is situated (Figure 1). F-score (quartile distribution) is -0.03, skewness can be observed towards the values higher than the average of the dataset.

Table 1. Descriptive statistics of the monthly mean temperature time series

Descriptive statistics:

Descriptive statistics:	
Nr. of observations	1776
Statistic	monthly mean temperature (°C)
Minimum	-9.500
Maximum	24.500
1 st Quartile	3.400
Median	10.900
3 rd Quartile	18.000
Mean	10.500
Sample standard deviation	7.992
Lower bound on mean (95%)	10.128
Upper bound on mean (95%)	10.872

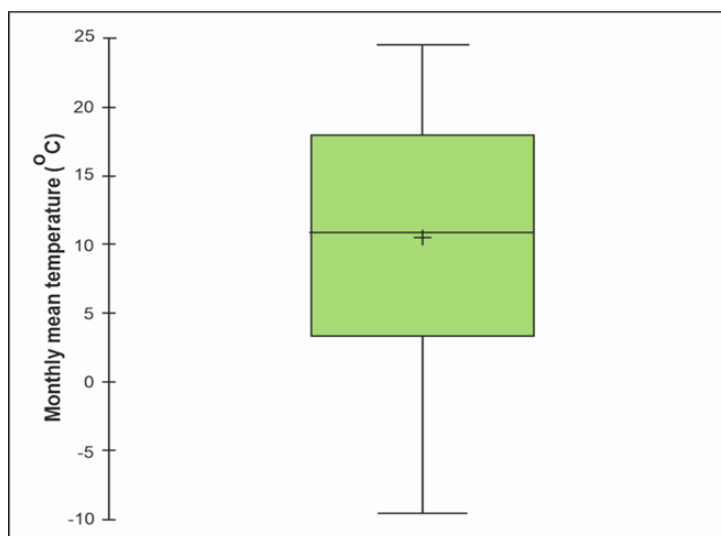


Figure 1. Box-plot of the monthly mean temperatures (°C)

The boxes indicate the interquartile range, the black line in the middle the median, the cross is the mean.

In purpose to check the homogeneity of the dataset a Pettitt's test was applied based on which the data set can be concluded to be homogeneous (p -value = 0.12). There is no change point in the time series.

To estimate the trend, first linear approach was used, but at the diagnostic stage doubts emerged. The Kolmogorov-Smirnov test confirmed that the distribution of the residuals is not normal (p -value = 0.0001), which is a preliminary requirement for linear trend analysis, so it is not suitable to describe the trend. Based on the 12-month moving average a slight rising tendency could be observed (Figure 2).

The other limitation for using linear trend was the possible autocorrelation of the data. Significant autocorrelation was found (Figure 3, p -value = 0.0001), hence, the modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data was applied to detect the tendency of the time series. Seasonality should be considered as well. The slope was calculated by Sen's slope estimator. A significant increasing trend could be found (Kendall's tau = 0.047, p -value = 0.013). Sen's slope was estimated to 0.004°C (period=12).

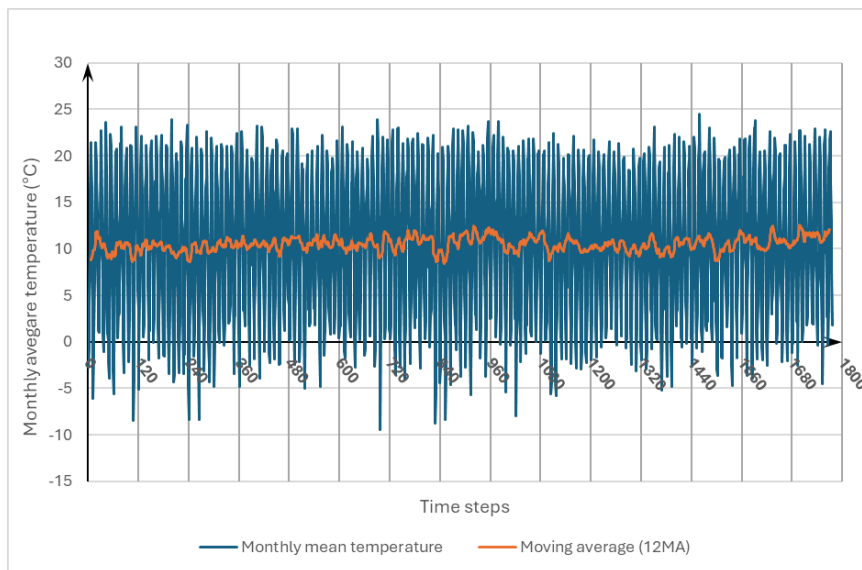


Figure 2. Time series of monthly mean temperatures and the 12-month moving average

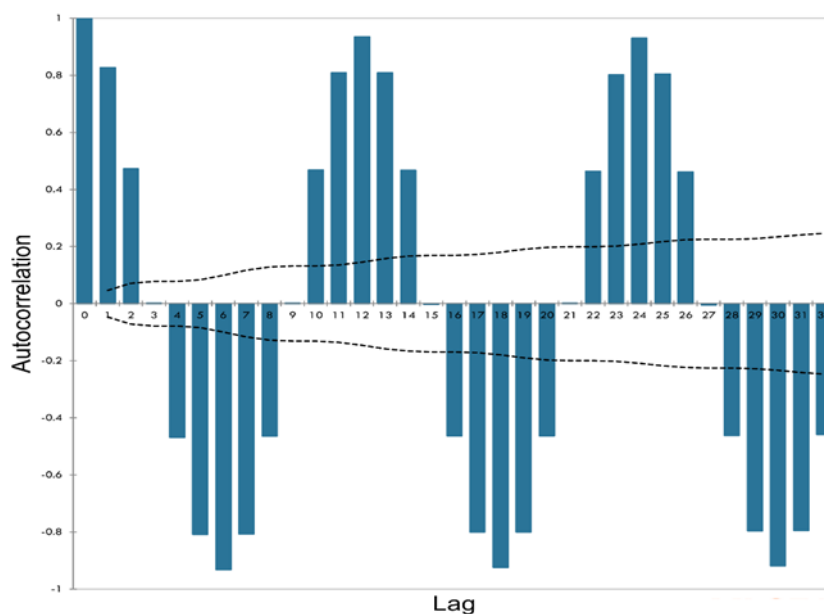


Figure 3. Autocorrelogram of the dataset

4. Conclusions

A significant rising tendency was detected in the time series of the monthly mean temperatures. This increasing tendency is 0.004°C per year (period =12) on average. It should be interpreted as 0.53°C rise for the whole examined period (148 years). The rising trend of the monthly temperature is evidence in context of climate change, this outcome was expected. Rising monthly mean temperatures have favourable and unfavourable effects, too. It can be favourable for the local tourism industry. But it may be unfavourable for the agricultural cultivation.

Acknowledgements

The authors express their special thanks to Prof. Angela Anda (Hungarian University of Agriculture and Life Sciences) for providing the dataset for the analysis.

References

- da Silva, R. M., C. A. G. Santos, M. Moreira, J. Corte-Real, V. C. L. Silva, I. C. Medeiros 2015. Rainfall and river flow trends using Mann-Kendall and Sen's slope estimator statistical tests in the Cobres River basin. *Natural Hazards*. **77** 1205–1221. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1644-7>
- Deep, G. 2023. Climate change: The biggest challenge of this era. *International Journal of Science and Research Archive*. <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2023.8.1.0086>
- Gilbert, R. O. 1987. Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring. Van Nostrand Reinhold Company, NY, USA, 204–240.
- Hamed, K. H., A. R. Rao 1998. A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data. *Journal of Hydrology*. **204** (1–4) 182–196. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(97\)00125-X](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(97)00125-X)
- Hirsch, R. M., J. R. Slack 1984. A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence. *Water Resources Research*. **20** 727–732. <https://doi.org/10.1029/WR020i006p00727>
- Hirsch, R. M., J. R. Slack, R. A. Smith 1982. Techniques of trend analysis for monthly water quality data. *Water Resources Research*. **18** 107–121. <https://doi.org/10.1029/WR018i001p00107>
- IPCC, 2023. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 1–34, <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001>
- Kendall, M. G. 1975. Rank correlation methods. Charles Griffin, London
- Kis, A., Pongrácz, R., Bartholy, J., Gocic, M., Milanovic, M., Trajkovic, S. 2020. Multi-scenario and multi-model ensemble of regional climate change projections for the plain areas of the Pannonian Basin. *Időjárás*. **124** (2), 157–190. <https://doi.org/10.28974/idojaras.2020.2.2>
- Kocsis, T., Anda, A. 2006. History of the meteorological observations at Keszthely. Published by University of Pannonia Georgikon Faculty, Keszthely ISBN 963 9639 07 9 (in Hungarian)
- Kocsis, T., Kovács-Székely, I. and Anda, A. 2020. Homogeneity tests and non-parametric analyses of tendencies in precipitation time series in Keszthely, Western Hungary. *Theoretical and Applied Climatology*. **139** (3) 849–859. <https://doi.org/10.1007/s00704-019-03014-4>
- Kocsis, T., Pongrácz, R., Hatvani, I.G., Magyar, N., Anda, A., Kovács-Székely, I. 2024. Seasonal trends in the Early Twentieth Century Warming (ETCW) in a centennial

- instrumental temperature record from Central Europe. *Hungarian Geographical Bulletin*. **73** (1) 3–16. <https://doi.org/10.15201/hungeobull.73.1.1>
- Lakatos, M., Bihari, Z. 2011. Temperature- and precipitation tendencies observed in the recent past. In Bartholy, J., Bozó, L., Haszpra, L. Climate Change (eds): 159–169. (in Hungarian)
- Liu, L., Xu, Z.X., Huang, J.X. 2012. Spatio-temporal variation and abrupt changes for major climate variables in the Taihu Basin, China. *Stoch Environ Res Risk Assess*. **26** (4) 777–791 <https://doi.org/10.1007/s00477-011-0547-8>
- Mann, H. B. 1945. Nonparametric tests against trend. *Econometrica*. **13** 245–259.
- Sen, P. K. 1968. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. *Journal of American Statistical Association*. **63** 1379–1389. <https://doi.org/10.1080/01621459.1968.10480934>
- Szabó, P., Bartholy, J., Pongrácz, R. 2024. Seasonal temperature and precipitation record breakings in Hungary in a warming world. *GEM - International Journal on Geomathematics*. **15** (2) <https://doi.org/10.1007/s13137-023-00241-w>

This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.



Lítium szermaradvány vizsgálata méhészeti termékekben

Investigation of Lithium Residues in Bee Products

Kolics Éva¹, Sajtos Zsófi², Mátyás Kinga¹, Szepesi Kinga³, Solti Izabella^{1,*}, Németh Gyöngyi¹, Taller János¹, Baranyai Edina², Specziár András⁴ és Kolics Balázs¹

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Genetika és Biotechnológia Intézet, Festetics Bioinnovációs Csoport

²Debreceni Egyetem, Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék

³Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Festetics Doktori Iskola

⁴Balaton Limnológiai Kutatóintézet, Eötvös Lóránd Kutatási Hálózat

*Levelezőszerző: izabella.solti@gmail.com

Összefoglalás: A méhcsaládokra a legnagyobb veszélyt a nagy ázsiai méhatka (*Varroa destructor*) által okozott varroózis jelenti. A varroózis kezelésére jelenleg rendelkezésre álló hatóanyagok rezisztencia és szermaradvány problémákat okozhatnak, hatékonyságuk sem kielégítő minden esetben. A lítium sók, mint atka elleni potenciális hatóanyagok alternatívaként merültek fel 2018-ban. Azonban kevésbé ismert, hogy a lítiumos kezelések milyen mennyiségű szermaradványt hagyhatnak a méhészeti termékekben. A méheket a korábbi vizsgálatokban használt 25 mM lítiumos cukorsziruppal etettük, majd vizsgáltuk a lítium felhalmozódását és kiürülését 22 napon keresztül a méhekben és a méhészeti termékekben. A lítium koncentrációja a méhek teljes szervezetében a kezelést követő 4. napig emelkedett, majd visszaállt a kontroll szintre. A lítium-expozíció csak rövidtávon (<16 nap) volt hatással a fedetlen mézre, míg a fedett (érett) mézben a kísérlet végén is 22,5mg/kg szinten még kimutatható volt. A méhviasz a kísérlet teljes időtartama alatt lítium mentes maradt, ami az engedéllyel rendelkező szintetikus akaricidekkel összevetve előnyösnek mondható. Mindazonáltal, bár ígéretes hatóanyagoknak tűnik a lítium, jövőbeni állatorvosi alkalmazásához további kutatásokra van szükség a méz szermaradvány tartalmát illetően.

Kulcsszavak: lítium-klorid; méhviasz; méz; szermaradvány; *Apis mellifera*; *Varroa destructor*

Abstract: The biggest threat to beekeeping is varroosis caused by the mite *Varroa destructor*. Chemicals available to treat this fatal disease may present problems of resistance or inconsistent efficacy. Recently, lithium chloride has appeared as a potential alternative. To date, the amount of residue lithium treatments may leave in honeybee products is poorly understood. Honeybees were fed with 25 mM lithiated sugar syrup, which was used in earlier studies. The accumulation and elimination of the lithium were monitored in bees and their products for 22 days. Lithium concentration increased in the entire body of the bees to day 4 post-treatment and then recovered rapidly to the control level. Lithium exposure was found to affect uncapped honey in the short term (<16 days), but ripe (capped) honey measured at the end of the trial remained affected. On the other hand, lithium treatment left beeswax lithium-free. Based on these data, we propose that comprehensive research on harvested honey is needed to decide on the veterinary use of lithium.

Keywords: lithium chloride; beeswax; honey; chemical residues; *Apis mellifera*; *Varroa destructor*

1. Bevezetés

A méhészeti termékeket élelmiszerként hasznosítjuk, és az emberi tápláléklánc hozzáadott értékű termékei. A méz, a méhviasz és a méhkenyér azonban a *Varroa* elleni kezelés következtében peszticid szennyezésnek lehet kitéve.

A mézelő méhek (*Apis mellifera*) által végzett beporzás túlnyomó többségét méhészetekben tartott méhcsaládok végzik (Genersch, 2010). A mézelő méhekre világszerte a legnagyobb veszélyt a varroózis jelenti, amely elsősorban a *Varroa destructor* ektoparazita által okozott közvetlen kártételt jelenti, ám benne foglaltatik az általa terjesztett méhvírusok okozta megbetegedés is. Ha a varroóvizist nem kezelik, az atkák egy méhcsaládot egy-két éven belül elpusztíthatnak (Spivak és Reuter, 2005; Barlow és Fell, 2006). A nagy méhsűrűségű területeken ez azonban akár egy méhészeti szezonon belül is bekövetkezhet. A jelenleg a gyakorlatban alkalmazott, szintetikus szereken alapuló védekezés megfelelő lehet, de csak néhány hatóanyagra korlátozódik, mint például az amitráz, a kumafosz, a flumetrin és a fluvalinát, amelyek készítményei azonban bizonyítottan a rezisztencia kialakulásának kockázatához vezetnek (Mozer-Koch és mtsai, 2000; Spreafico és mtsai, 2001). Ennek eredményeképpen ezek a szerek korlátozott lehetőséget kínálnak az atkák felszámolására a belátható jövőben. A nem szintetikus hatóanyagokat illetően, az egyik leggyakrabban használt varroicid, az oxálsav kivételével (Coffey és Breen, 2016; Al Toufalia és Francis, 2018), az illóolajok vagy szerves savak nem következetesek minden esetben a hatékonyságukat illetően (Rosenkranz és mtsai, 2010). A varroózis kezelésének újszerű megközelítései (RNSi) mellett a lítium sók is hatásosnak bizonyultak a *V. destructor*-ral szemben, *in vitro* (Ziegelmann és mtsai, 2018). Vizsgálták a lítiumnak a méhpempőn keresztül az méhegyedre gyakorolt hatását, ám ezek továbbra is *in vitro* élettani vizsgálatokra korlátozódnak (Hurst és mtsai, 2014; Whitehead, 1978; Ayestaran és mtsai, 2010).

Más gerinctelenek (pl. tengeri sünök, tengeri polifág férgek) esetében az embriófejlődés zavarai merültek fel a lítiumvegyületekkel történő érintkezés következtében (Léonard és mtsai, 1995). Ezzel szemben a *Drosophila* kifejlett egyedeinél a lítium élettartamra gyakorolt kedvező hatásairól számoltak be (Castillo-Quan és mtsai, 2019). Ziegelmann és mtsai, (2018) illetve Prešern és mtsai, (2020) azonban a lítium-cukorszirup adagolása során mind a felnőtt méhek, mind a fiasítás esetében az élettartamra gyakorolt negatív következményeket figyeltek meg. Ezen kísérletek is főként méhegyed szintű, *in vitro* vizsgálatokra korlátozódtak, azonban érdemes figyelembe venni, hogy a méhek természetes állapotukban, méhcsaládként eltérően reagálhatnak különböző vegyületekre, képesek akár aktív módon eltávolítani kaptárídegen anyagokat (Ayestaran és mtsai, 2010). Mindemellett a méhészeti gyakorlatban a *Varroa* elleni hatóanyagot tartalmazó cukorszirup etetése nem jellemző módja a *Varroa* atka elleni kezelésének (Kolics és mtsai, 2021).

A lítium-klorid (PubChem CID: 433294) hatékony, kereskedelmi forgalomban kapható és viszonylag olcsó alternatívát jelenthet, ezért felhasználása valószínűsíthető nem szabályozott állatgyógyászati készítményként (Kolics és mtsai, 2021; Stanimirovic és mtsai, 2019; Ziegelmann és mtsai, 2019; Kolics és mtsai, 2020). Annak ellenére, hogy rövid távon alkalmas lehet a varroózis kezelésére, csak néhány tanulmány foglalkozik a lítiumos kezelés mézre és más méhészeti termékekre gyakorolt hatásaival (Prešern és mtsai, 2020; Kolics és mtsai, 2019). Mivel azonban a méz és a méhviasz világszerte a legkeresettebb és legjelentősebb méhészeti termékek, a lítium hatásait széleskörűen tanulmányozni szükséges, annak érdekében, hogy biztonságos, törzskönyvezett állatgyógyászati terméké válhasson. Célunk az volt, hogy

megértsük a lítium-klorid etetéssel végzett Varroa elleni kezelés következményeit, figyelemmel kísérve a lítiumszint változását a méhekben és a legfontosabb termékeikben.

2. Anyagok és módszerek

2.1. A méhcsaládok kiválasztása, kísérlet beállítása és mintavételezés

A kísérletet 2018. október elején állítottuk be Magyarországon (Keszthely, 46_45055.6" N, 17_14052.6" E), az év olyan időszakában, amikor a nektárhordás kizárható. Krajnai (A. m. carnica) fajtájú méhcsaládot négy kaptárba (helyi típus) osztottunk szét. A méhcsaládokat ugyanazon a napon (-6. nap), a röpkörzetükből elszállítottuk, és öt napig pincéztük őket. A donorcsaládból származó egy keret kivételével minden kaptárba mülépre raktuk a méheket (-3. nap). Miután meggyőződünk arról, hogy a méhcsaládok meganyásítása sikeres volt, a -1. nap estéjén a szabadba kihelyeztük őket. A kaptárakat egymástól legalább 3 méter távolságra helyeztük el, tájékozási pontokkal, hogy megakadályozzuk az eltájolást (1. ábra).

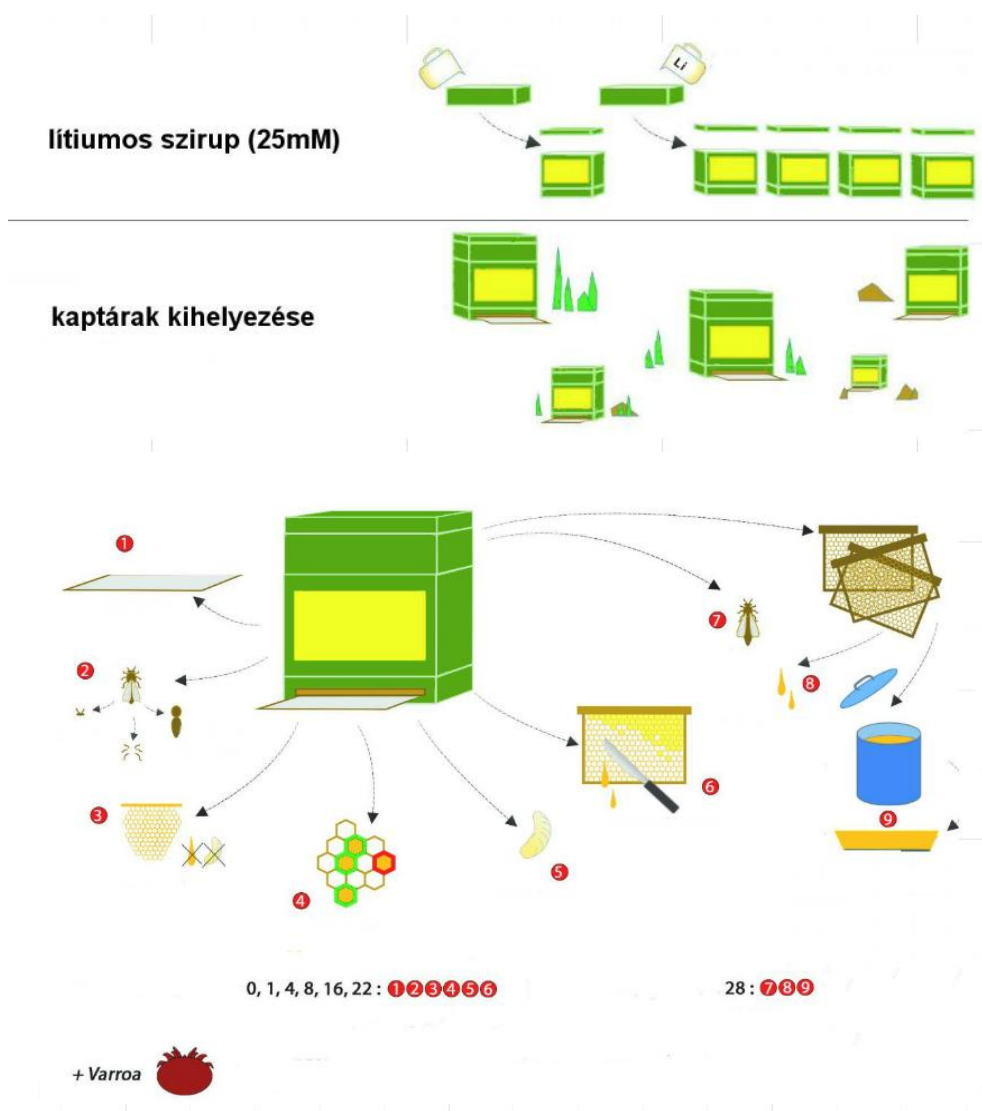
A mintavételt a nulladik napon kezdtük meg. A kezelés előtt a méhekből és termékeikből mintát vettünk, hogy megállapítsuk a négy kaptárban a lítium koncentrációját, ami a továbbiakban kontrollként szolgált. Minden kaptárból eltávolítottuk a donorcsaládból származó keretet, amely onnan származó, korábban beraktározott mézet és méhkenyeret tartalmazhatott. A méhcsaládokat ezt követően egy liter 1:1 arányú, 25 mM lítium-kloridot (141 mg /kg Li+) tartalmazó cukorsziruppal etettük (Ziegelmann és mtsai, 2018).

A mintavétel az alábbi módon történt, a keresztszennyeződés elkerülése érdekében. Először kaptártörmelékét gyűjtöttük be, a higiénikus aljdeszkát letisztítva. A kaptárból kifejtett méheket gyűjtöttünk (25, különböző életkorú dolgozót minden egyes kaptárból, minden mintavételi alkalommal), hogy kevert, ún. pool-ozott mintát készítsünk. Annak érdekében, hogy a kaptárból a lítiumos kezelés alatt elválasztott méhviaszból mintát tudjunk venni, a méheket zugépítmény (kb. 10 x10 cm méretű) építésére készítettük. Megjelöltük azokat a sejteket, amelyekből a méhkenyeret gyűjtöttük (2 grammot minden kaptárból), hogy megakadályozzuk az újbóli mintavételüket (kivéve a donorcsaládból származó, kezelés előtti kontrollt). A mintavételi alkalmak során a méhcsaládoktól 30 ml mézet gyűjtöttünk. A mintavételt a 0. napon (kezelés előtti kontroll) kezdtük, majd a (kezelés utáni) 1., 4., 8., 16. és 22. napon történt további mintavétel. A mintavétel a kaptártörmelékéből (n = 24), méhekből (n = 24), amelyeket később három testrészre (fej, tor és potroh, valamint lábak) osztottunk, zugépítményből (n = 19), méhkenyérből (n = 24) és fedetlen (éretlen) mézből (n = 24) történt.

Összesen 139 különböző mintát gyűjtöttünk. A mintavételi folyamat áttekintése az 1. ábrán látható.

2.2. A minta előkészítése

A mintákat -5°C-on tároltuk műanyag csövekben a minta feldolgozása előtt. A méhek fejét külön kezeltük, mivel a garatmirigyek választják ki a lárvák táplálékát jelentő méhpempőt. A lábak lítiumtartalmát szintén külön mértük. A méheket három fő részre osztottuk, kb. 75-75 mg tömegű fejre és a lábakra, valamint kb. 500 mg torra a potrohhal minden egyes mintavételt illetően. A testrészeket, a méz és a méhviasz (egyenként 0,5 g), valamint a méhkenyér és a kaptártörmelék (egyenként 0,1 g) tömegét analitikai mérlegen (ES 225SM-DR, Precisa, Dietikon, ZH, USA) kimértük 50 ml-es üvegpoharakba. A mintákat elektromos szárítószekrényben 50 °C-on állandó tömegűre szárítottuk.



1. ábra: A kísérlet beállítás és a mintavétel folyamata

A szárított minták nedves feltárása 4,0 ml 65%-os (m/m) HNO₃ (reagens minőségű, Scharlau, Németország) és 1,0 ml 30%-os (m/m) H₂O₂ (reagens minőségű, Merck, Kenilworth, NJ, USA) keverékével történt ugyanabban az edényben annak érdekében, hogy elkerüljük az üvegedények cseréjéből származó keresztszennyeződést. A feltárt mintákat térfogat-kalibrált műanyag centrifugacsövekbe tettük át, és 10 ml térfogatra hígítottuk ultratiszta vízzel (Synergy UV, Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA). Az elkészült oldatokat a további analízis előtt szobahőmérsékleten tároltuk. Minden felhasznált üvegedényt 24 órán át 1:5 HNO₃:H₂O oldatba merítve fertőtlenítettünk, majd használat előtt ioncserélt vízzel öblítettük át.

2.3. Analitikai mérések

A különböző minták lítiumtartalmának mennyiségi elemzését mikrohullámú plazma atomemissziós spektrometriával (MP-AES 4200, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) végeztük. A plazmagázt a mérés során folyamatosan nitrogéngenerátor (4107, Agilent Technologies) szolgáltatta. A mintaoldat mellett a standardok felvitele is automatikus mintavevővel (SPS, Agilent Technologies) történt, a két oldat között 30 másodperces öblítéssel, 0,1 M HNO₃-mal, amelyet ultratiszta vízzel készítettünk. Az ötpontos kalibrációs sorozat elkészítéséhez 1000 mg/l lítium standard törzsoldatot (Scharlau, Németország) használtunk. A

kimutatási határértéket (LOD) 0,3246 µg/kg-ben határoztuk meg az alkalmazott 610,365 nm-es hullámhosszon.

A következő képlettel számítottuk ki a LOD értéket: $LOD = (3xs)/S$, ahol „s” a 15 vak minta standard eltérése, és „S” a specificitás (a kalibrációs görbe meredeksége). Az elemanalízis eredményeit száraz tömegre vonatkoztatva adtuk meg.

2.4. Statisztikai elemzés

A LiCl-kezelés hatásának elemzésére a méhegyedek Li-koncentrációjára (a fej; a tor és potroh; valamint a láb külön-külön került elemzésre), a mézre, a méhkenyérre, a méhviaszra és a kaptár törmelékére (válaszváltozók) lineáris vegyes modelleket (LMM) használtunk, Statistica 8.0 (<http://www.statsoft.hu>) szoftverrel (hozzáférés: 2021. május 19.). Az elemzés előtt a Li-koncentráció adatok 10-es alapú logaritmusát vettük a normalitás javítása érdekében. A LMM-ek rögzített tényezőként tartalmazták a mintavételi időt, amely az előkezelést (kontroll, a 0. napon) és a kezelés utáni méréseket képviseli (1., 4., 8., 16. és 22. nap). Az ismételt mérések figyelembevételének érdekében a kaptárt véletlenszerű tényezőként vettük figyelembe. Az átlagok közötti különbségeket Tukey HSD post hoc tesztekkel azonosítottuk, ha a modell fix hatása szignifikáns volt.

3. Eredmények és megvitatásuk

3.1. Az adult méhegyedekben a lítiumszint visszaáll a normál értékre

A korábbi vizsgálatokban (Ziegelmann és mtsai, 2018; Prešern és mtsai, 2020; Kolics és mtsai, 2019) alkalmazott koncentrációjú (25 mM) lítiumszirup etetése a méhegyedekben (tor és portoh) 130,13 mg/kg (a kaptárak átlaga) átlagos lítiumcsúcsot eredményezett, az abszolút maximum érték 167,71 mg/kg volt az 1-es kaptárban, a 4. napon. A lítiumkoncentráció a kezelés utáni 4. naptól kezdve a méhek minden testrészében csökkent (2. ábra). Ez összhangban lehet Prešern és munkatársai eredményeivel, akik kimutatták, hogy a fiasításban a lítiumszint a kezelést követő 3. napon kezdett csökkenni (Prešern és mtsai, 2020). A kezelést követő 22. napra a lítiumszint teljesen visszaállt a kezelés előtti kontrollszintre (átlagosan 0,15 mg/kg; 2. ábra). A jelen vizsgálat adatai azt mutatják, hogy a kifejlett méhek a lítiumot a család szintjén képesek kiüríteni.

A méhek egész testében, még a lábokban is találtunk szermaradványokat, melyekbe a lítium a hemolimfán keresztül kerülhetett. Ezért a méhek testének minden része alkalmas lehet a méhcsaládon belüli lítiumszint változásának becslésére. Feltételezésünk szerint a méhekben és a fiasításban mért Li-koncentrációcsúcs segíthet a kezelés hatékonyságának időbeli előrejelzésében a jövőbeni kutatások során.

A méhanyákból csak azok elpusztításával lehetséges megfelelő mennyiségű mintát venni. Ezért az anyákat csak a kísérlet befejezésekor (28. nap) vizsgáltuk. Az egyedekben nem volt kimutatható lítiumszint, továbbá a kísérlet időtartama alatt nem észleltük, hogy a dolgozók az anyát le akarták volna váltani. Mindezekből arra a következtetésre jutottunk, hogy a lítiumnak rövid távon nincs káros hatása az anyára.

A kaptártörmelék általában viaszdarabokat tartalmaz, illetve változó összetételben tartalmazhat méhdarabokat, méznyomokat vagy virágport. Ennek ellenére nem mutatott változást a LiCl-kezelés hatására (2. ábra). Bár a kaptár felnyitása nélkül könnyen hozzáférhető, a törmelék nem tűnik alkalmasnak a kaptár lítiumszintjének becslésére.

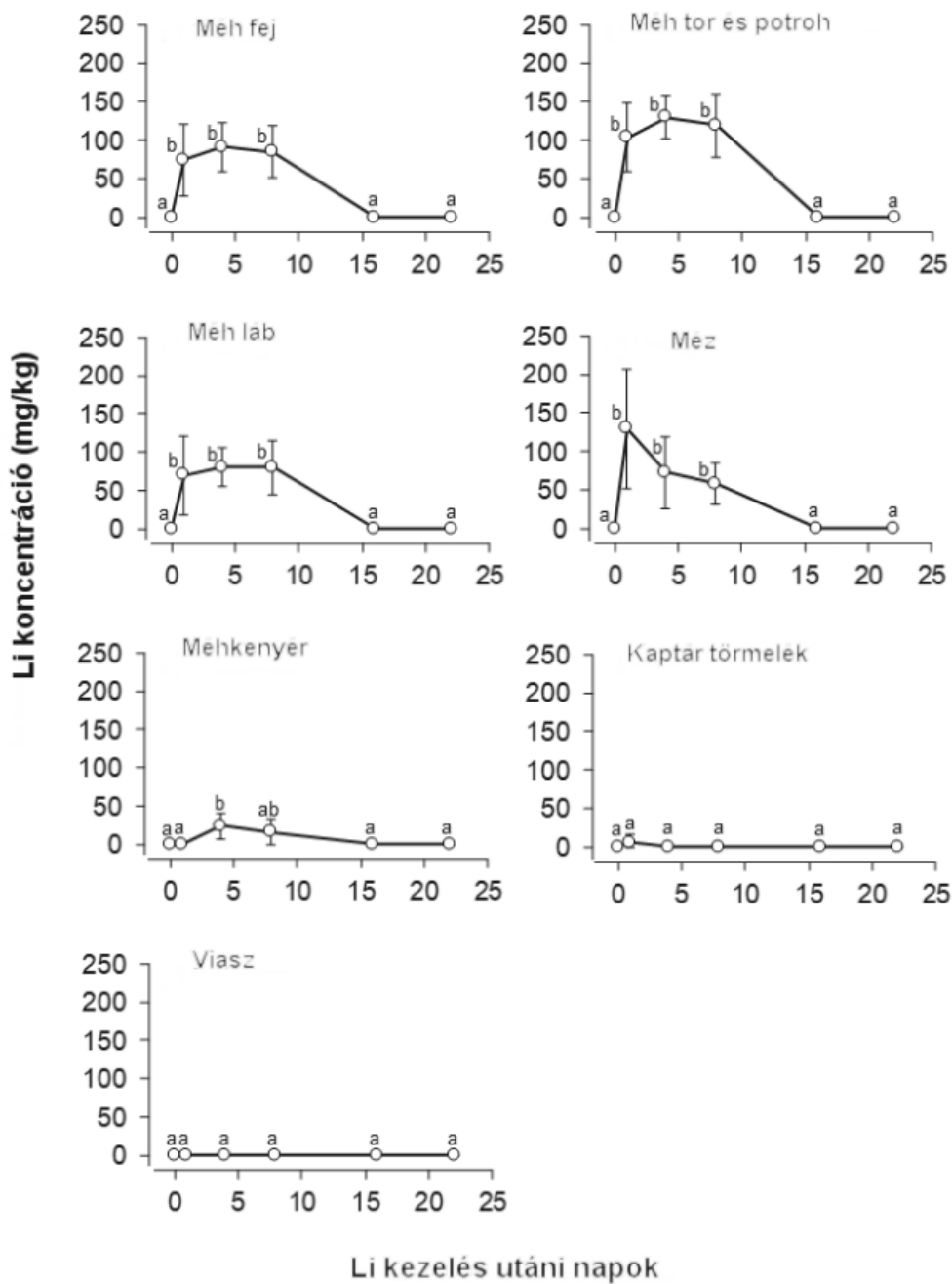
3.2. A méhkenyér a legkevésbé érintett a méhészeti termékek közül

A méhészeti termékek közül a tárolt, erjesztett virágpó (az úgynevezett méhkenyér) bizonyult a legkevésbé lítiumszennyezettnek (2. ábra).

A méhkenyér emberi fogyasztásra jótékony táplálkozási és terápiás tulajdonságai miatt kereskedelmi forgalomban önállóan is elérhető, bár gyűjtése, mint méhészeti termék időigényes és korlátozott (Khalifa és mtsai, 2020). A többi vizsgált mintához hasonlóan a 4. napon mutatta a legmagasabb értéket, a lítiumszint 28,11 mg/kg volt (2. ábra). Prešern és munkatársai hasonló értéket (30,75 mg kg⁻¹) mérték a kezelés utáni 4. napon négy kaptárt reprezentálva, egyetlen időpontban történő mérést követően (Prešern és mtsai, 2020).

A méhkenyér a méhek elsődleges fehérjeforrása, különösen a lárvák és a kifejlett egyedek táplálására. A magas koncentrációjú lítium kitétség kedvezőtlenül befolyásolhatja a lárvák fejlődését (Prešern és mtsai, 2020). Továbbá a lítiummal kezelt méhcsaládokban megnövekedett mortalitást figyeltek meg. Mindazonáltal csökkent lítiumszintet mérték az 5 napos lárvákban három nappal a lítium csúcspontja után (a kezelést követő 7. napon) (Prešern, 2020). A lítiumkezelés hatással lehet a fiasításra vagy a méhcsaládok szaporodására.

Adataink alátámasztják a LiCl gyors csökkenését a méhkenyérben a kezelés okozta csúc után (2. ábra). A felnőtt méhekben és a lárvák táplálékában lévő lítiumkoncentráció helyreállása arra enged következtetni, hogy a fiasítás kevésbé van kitéve az méhkenyér általi közvetlen expozíciónak. Azt gondoljuk, hogy a lítium esetleges káros hatásait ellensúlyozni vagy minimalizálni lehet azzal, ha csak a természetes vagy mesterségesen előidézett fiasításmentes vagy fiasításszegény időszakokban alkalmazzuk. Fontos hangsúlyozni azonban, hogy a LiCl állatgyógyászati felhasználása még nem engedélyezett. További kutatásokra van szükség ahhoz, hogy különleges esetekre szorítva, például az anyanevelésben egy esetleges álcázási várakozási idő meghatározásához.



2. ábra: A Li⁺ kezelés hatása, a Li⁺ koncentráció (mg/kg) a méhekben és méhészeti termékekben

3.3. A lítium kezelés nem érinti a méhviaszt

A méhek által közvetlenül kiválasztott viasznak számító zugépitmény esetén egyetlen mintában (n = 19) sem mutattunk ki lítiumot (2. ábra). A kaptárak lépjeiből, azaz a sonkolyból kinyert viaszokban (n = 4) sem találtunk kimutatható mennyiségű lítiumot. Ezen kívül a viaszfőzési folyamat melléktermékeiben, (szűrlet, kaparék, főzővíz) sem igazoltunk lítiumtartalmat.

Az, hogy a viaszban nem valószínűsíthető lítiumtartalom nagy jelentőséggel bírhat, mivel a méhészeti gyakorlatban a viaszt általában újrahasznosítják. Ebből műlepet készítenek, és ilyen formájában a viaszt széles körben terjesztik a méhészek között.

Eredményünk azért is jelentős, mert más, gyakran használt akaricidek, mint az amitráz (Jiménez és mtsai, 2005), a kumafosz (Bajuk és mtsai, 2017), a tau-fluvalinát (Wilmart és mtsai, 2016), a flumetrin (Bogdanov és mtsai, 2003) és a timol (Carayon és mtsai, 2013) is megjelenhetnek a méhviaszba és így a mülépben.

3.4. A lítium szintje csökken a dehidratálás során, de maradhatnak szermaradványok az érett mézben

A méz, a legfontosabb méhészeti termék, mely több ezer, fedett és fedetlen lépsejtben beérlelt nektárt keveréke, összessége.

A fedetlen sejtek kezdetben frissen gyűjtött, éretlen nektárt tartalmaznak, amit a méhek dehidratálnak és a más sejtekbe helyeznek át a fiasítás közelébe, majd a folyamat végén egybefüggő viaszfedéllel lezárnak. A jelen vizsgálatban a fedetlen méz a kaptáron belüli lítium kinetikájának feltárására szolgált. Ugyanakkor a fedett mézet külön kezeltük, hogy a kísérlet zárásakor a beérlelt „mézet” reprezentálja.

A 141 mg/kg LiCl-ot (25 mM) tartalmazó cukorsziruppal történő kezelés rövid távon jelentősen befolyásolta a fedetlen mézet. Az 1. napon mértük a legmagasabb lítiumtartalmat (2. ábra). A méhek által végzett dehidratálási folyamat ellenére a mézben a lítium koncentrációja a kezelést követő 4. naptól kezdve csökkenni kezdett. A fedetlen méz lítiumkoncentrációja a 22. napra teljesen visszaállt a kontrollszintre (0,25 mg/kg alá). A lítium megjelenése leginkább a mézet érinti, ezen belül is annak fedetlen, érlelés alatti frakciójában jelent meg nagyobb mennyiségben. A kapott adatok alapján megerősítést nyert a lítium fedetlen mézből való kiürülésének lehetősége. A nektárt vagy cukorszirupot a méhek feldolgozzák, ennek során a méhcsaládban a méhről méhre történő többszöri átadás következtében a lépsejtek között is áthelyeződhet. Feltételezhető, hogy a lítium kiürülésének egyik legvalószínűbb módja a méheken keresztül történhet.

A fedett, érett mézben a kísérlet befejezésekor (28. nap) átlagosan a kezdeti lítiumszirup-koncentráció töredékének megfelelő értéket (22,40 mg/kg) mértünk. Ez a mennyiség összevethető a mézben eddig mért természetes lítium nyomelemtartalommal (Hernández és mtsai, 2005). A méz pozitív táplálkozási és egészségügyi hatással bír, annak nagy dózisu (napi 50-80 g) fogyasztása esetén (Bogdanov és mtsai, 2008). Ezt az értéket javasolt bevitelként alapul véve, a jelen vizsgálatból származó fedett méz esetében ez 1,12-1,79 mg lítiumnak felel meg. Ez a mennyiség más emberi táplálékból is elérhető napi lítiumbevitelként (Voica és mtsai, 2021; Schrauzer, 2002; González-Weller és mtsai, 2013). Kiemelendő, hogy ritkán alkalmaznak olyan kijuttatási módot, amelyekben a varroaellenes hatóanyagot nagy mennyiségű cukorsziruppal juttatják ki (pl. etetéssel), mivel ez elkerülhetetlenül megemelkedett szermaradványszintet idézhet elő a beraktározott élelemben a kaptárban. Bár az egyszeri kezelés valószínűleg nem eredményez aggodalomra okot adó szintet az érett mézben, a csorgatásos kijuttatás az etetésnél előnyösebb lehet, abban az esetben, ha a lítiumot állatgyógyászati készítményként törzskönyvezik.

4. Következtetések

Ebben a tanulmányban a lítiummal történő etetést követően *in situ* vizsgáltuk a szennyeződés folyamatát és a lítium kiürülésének lehetőségét a legfontosabb méhészeti termékekben és a kifejlett méhekben. A lítium egyértelműen pozitív tulajdonsága, hogy az általánosan használt varroicidekkel ellentétben a lítiumos kezelés a méhviaszt valószínűleg érintetlenül hagyja.

Másrészt kiderült, hogy a lítium megjelenhet az érett mézben. Annak ellenére, hogy a méz szennyezését a méhek lítiumos sziruppal való etetésével idéztük elő, a lítiumszint olyan, kereskedelmi forgalomban kapható mézek szintje alatt maradt, amelyek természetesen módon magasabb lítiumtartalommal rendelkeznek (38-110 mg/kg (Hernández és mtsai, 2005; García és mtsai, 2006)). Jelenleg a lítiumra vonatkozóan nincs meghatározva maximális szermaradványszint (MRL), és állatgyógyászati készítményként elismert hatóanyag. Széleskörű kutatások szükségesek a lítium szermaradvány meghatározásához elsősorban a pergetett mézben, esetlegesen a méhkenyérben, a Li-kezelést követő élelmezésügyi várakozási idő meghatározásához. További kísérletek szükségesek annak feltárására, hogy az olyan alkalmazási módok, mint a csorgatás (Kolics és mtsai, 2021) miként befolyásolják a szermaradványok megjelenését a mézben, különösen, ismételt kezelés esetén.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Európai Unió és a Magyar Kormány támogatásával az Európai Regionális Fejlesztési Alap és a Széchenyi 2020 program társfinanszírozási konstrukciójában a GINOP-2.3.2-15-2016-00054 azonosító számú projekt keretében valósult meg.

Irodalom

- Al Toufailia, H., Francis, L. W. R. 2018. Towards integrated control of varroa: 5) Monitoring Honey bee brood rearing in winter, and the proportion of varroa in small patches of sealed brood cells. *J. Apic. Res.* **57** (3), 444–451. <https://doi.org/10.1080/00218839.2018.1460907>
- Ayestaran, A., Martin, G.; María, G. d. B. S. 2010. Toxic but Drank: Gustatory aversive compounds induce post ingestional malaise in harnessed honeybees. *PLoS ONE*. **5**, e15000. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0015000>
- Bajuk, B. P., Katarina, B., Tomaž, S., Luka, M., Metka, P., Ocepek, M. Š., Vlasta, J., Ayhan Filazi, D. Š., Silvestra, K. 2017. Coumaphos residues in honey, bee brood, and beeswax after varroa treatment. *Apidologie*. **48**, 588–598. <https://doi.org/10.1007/s13592-017-0501-y>
- Barlow, V. M., Fell, R. D. 2006. Sampling Methods for Varroa Mites on the Domesticated Honeybee; Virginia Cooperative Extension: Virginia, VA, USA, pp. 1–3. Available online: <http://hdl.handle.net/10919/50392> (accessed on 19 May 2021).
- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., Gallmann, P. 2008. Honey for Nutrition and Health: A Review. *J. Am. Coll. Nutr.* **27** (6), 677–689. <https://doi.org/10.1080/07315724.2008.10719745>
- Bogdanov, S., Verena, K., Ueli, B. 2003. Determination of acaricide residues in beeswax: Collaborative study. *Apiacta*. **38**, 235–245.

- Carayon, J.-L., Téné, N., Bonnafé, E., Alayrangues, J., Hotier, L., Armengaud, C., Treilhou, M. 2013. Thymol as an alternative to pesticides: Persistence and effects of Apilife Var on the phototactic behavior of the honeybee *Apis mellifera*. *Environ. Sci. Pollut. Res.* **21**, 4934–4939. <https://doi.org/10.1007/s11356-013-2143-6>
- Castillo-Quan, J. I., Tain, L. S., Kinghorn, K. J., Li, L., Gronke, S., Hinze, Y., Blackwell, K. T., Bjedov, I., Partridge, L. 2019. A triple drug combination targeting components of the nutrient-sensing network maximizes longevity. *Proc. Natl. Acad. Sci.* **116** (42), 20817–20819. <https://doi.org/10.1073/pnas.1913212116>
- Coffey, M. F., Breen, J. 2016. The efficacy and tolerability of Api-Bioxal® as a winter varroacide in a cool temperate climate. *J. Apic. Res.* **55** (1), 65–73. <https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1200866>
- García, J. C. R., Rodríguez, R. I., Crecente, R. M. P., García, J. B., Martín, S. G., Latorre, C. H. 2006. Preliminary chemometric study on the use of honey as an environmental marker in Galicia (Northwestern Spain). *J. Agric. Food Chem.* **54** (19), 7206–7212. <https://doi.org/10.1021/jf060823t>
- Genersch, E. 2010. American foulbrood in honeybees and its causative agent, *Paenibacillus larvae*. *J. Invertebr. Pathol.* **103** (Suppl.), S10–S19. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.06.015>
- González-Weller, D., Rubio, C., Gutiérrez Ángel, J., González, G. L., Mesa, J. M. C., Gironés, C. R., Ojeda, A.B., Hardisson, A. 2013. Dietary intake of barium, bismuth, chromium, lithium, and strontium in a Spanish population (Canary Islands, Spain). *Food Chem. Toxicol.* **62**, 856–868. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.10.026>
- Hernández, O. M., Fraga, J. M. G., Jiménez, A. I., Jiménez, F., Arias, J. J. 2005. Characterization of honey from the Canary Islands: Determination of the Mineral content by atomic absorption spectrophotometry. *Food Chem.* **93** (3), 449–458. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.036>
- Hurst, V., Philip, C. S., Geraldine, A. W. 2014. Toxins induce “Malaise” behaviour in the Honeybee (*Apis Mellifera*). *J. Comp. Physiol. A.*, **200** 881–890. <https://doi.org/10.1007/s00359-014-0932-0>
- Jiménez, J. J., José, L. B., María, J. d. N., María, T. M. 2005. Residues of organic contaminants in beeswax. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* **107** (12), 896–902. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200500284>
- Khalifa, S.A., Elashal, M., Kieliszek, M., Ghazala, N. E., Farag, M. A., Saeed, A., Xiao, J., Zou, X., Khatib, A., Göransson, U., et al. 2020. Recent insights into chemical and pharmacological studies of bee bread. *Trends Food Sci. Technol.* **97**, 300–316. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.021>
- Kolics, B., Sajtos, Z., Matyas, K., Kolics, É., Taller, J., Baranyai, E. 2019. Lithium Chloride—Hazard or Possibility? In Proceedings of the 46th APIMONDIA—International Apicultural Congress: Montréal, QC, Canada, 8–12 September 2019.
- Kolics, É., Kinga, M., János, T., András, S., Balázs, K. 2020. Contact effect contribution to the high efficiency of lithium chloride against the mite parasite of the honey bee. *Insects*, **11** (6), 333. <https://doi.org/10.3390/insects11060333>

- Kolics, É., Specziár, A., Taller, J., Mátyás, K., Kolics, B. 2021. Lithium chloride outperformed oxalic acid sublimation in a preliminary experiment for varroa mite control in pre-wintering honey bee colonies. *Acta Vet. Hung.* **68** (4), 370–373. <https://doi.org/10.1556/004.2020.00060>
- Léonard, A., Hantson, P., Gerber, G. 1995. Mutagenicity, carcinogenicity and teratogenicity of lithium compounds. *Mutat. Res. Genet. Toxicol.* **339** (3), 131–137. [https://doi.org/10.1016/0165-1110\(95\)90007-1](https://doi.org/10.1016/0165-1110(95)90007-1)
- Mozes-Koch, R., Slabezki, Y., Efrat, H., Kalev, H., Kamer, Y., Yakobson, B., Dag, A. 2000. First detection in Israel of fluvalinate resistance in the varroa mite using bioassay and biochemical methods. *Exp. Appl. Acarol.* **24**, 35–43. <https://doi.org/10.1023/A:1006379114942>
- Prešern, J. 2020. Neurostatistical approach to toxicological testing in honeybees. *MethodsX*. **7**, 101077. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2020.101077>
- Prešern, J., Kur, U., Bubnič, J., Šala, M. 2020. Lithium contamination of honeybee products and its accumulation in brood as a consequence of anti-varroa treatment. *Food Chem.* **330**, 127334. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127334>
- Rosenkranz, P., Pia, A., Bettina, Z. 2010. Biology and control of varroa destructor. *J. Invertebr. Pathol.* **103** (Suppl.), S96–S119. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.07.016>
- Schrauzer, G. N. 2002. Lithium: Occurrence, Dietary intakes, nutritional essentiality. *J. Am. Coll. Nutr.* **21** (1), 14–21. <https://doi.org/10.1080/07315724.2002.10719188>
- Spivak, M., Reuter, G. 2005. A Sustainable Approach to Controlling Honey Bee Diseases and Varroa Mites, USDA:Washington, DC, USA. pp. 1–6.
- Spreafico, M., Bernardinelli, I., Colombo, M.P. 2001. First detection of strains of Varroa destructor resistant to coumaphos. Results of laboratory tests and field trials. *Apidologie.* **32** (1), 49–55. <https://doi.org/10.1051/apido:2001110>
- Stanimirovic, Z., Uroš, G., Marko, R., Nevenka, A., Nemanja, J., Branislav, V., Jevrosima, S. 2019. Looking for the causes of and solutions to the issue of honey bee colony losses. *Acta Vet. Beogr.* **69** (1), 1–31. <https://doi.org/10.2478/acve-2019-0001>
- Voica, C., Roba, C., Iordache, A. M. 2021. Lithium levels in food from the romanian market by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS): A pilot study. *Anal. Lett.* **54** (1–2), 242–254. <https://doi.org/10.1080/00032719.2020.1748642>
- Whitehead, A. T. 1978. Electrophysiological response of honey bee labial palp contact chemoreceptors to sugars and electrolytes. *Physiol. Entomol.* **3** (3), 241–248. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3032.1978.tb00153.x>
- Wilmart, O., Anne, L., Marie-Louise, S., Wim, R., Bruno, U., Dirk, C. D. G., Walter, S., Philippe, D., Pascal, G., Bach, K. N. 2016. Residues in Beeswax: A health risk for the consumer of honey and beeswax? *J. Agric. Food Chem.* **64** (44), 8425–8434. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b02813>
- Ziegelmann, B., Blumenschein, M., Rein, C., Lang, V., Hannus, S., Rosenkranz, P. 2019. Varroa Treatment of Brood Free Honey Bee Colonies with Lithium Chloride. In Proceedings of the 46th APIMONDIA—International Apicultural Congress, Montréal, QC, Canada, 8–12 September 2019.

Ziegelmann, B., Elisabeth, A., Stefan, H., Michaela, B., Stefan, B., Peter, R. 2018. Lithium chloride effectively kills the honey bee parasite varroa destructor by a systemic mode of action. *Sci. Rep.* 8, 683. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-19137-5>

*A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.*

*This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.*



Mesterséges intelligencia alapú növényfelismerő alkalmazások hatékonyságának összehasonlítása

Comparison of the Effectiveness of Artificial Intelligence-Based Plant Recognition Applications

Kozma-Bognár Kristóf^{1*}, Berke József², Anda Angéla¹ és Kozma-Bognár Veronika²

¹ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Fesztetics Doktori Iskola

² Gábor Dénes Egyetem, Dróntechnológia és Képfeldolgozás Tudományos Műhely

*Levelező szerző: kristof025@gmail.com

Összefoglalás: A technológia fejlődésével egyre több mesterséges intelligenciát használó növényfelismerő szoftverrel találkozhatunk, amelyek megkönnyíthetik a környezetünkben élő növények meghatározását. Munkánk során különböző növényfelismerő szoftverek hatékonyságának összehasonlítása volt a cél. A vizsgálatok helyszínéül a 2024-es évben Kis-Balaton I. ütem (Hídvégi-tó) területén található Kísérleti-tavat, valamint annak közvetlen környezetét választottuk. A gépi látáshoz kapcsolódóan jelen esetben az eszköz feladata az volt, hogy érzékelje az elé helyezett növényt, azt elkülönítse a háttérrel jelentő növényektől, és az egyes jellemvonásai alapján döntést hozzon arról, hogy pontosan milyen növényről is van szó. A kutatás során hat különböző növényfelismerő alkalmazást vetettünk össze 15, a területre jellemző növényfajról készített kép elemzése által. A növények egyszerű eszközként jelentek meg a kísérletben, melyek segítségével az applikációk összehasonlítása megvalósulhatott. Kiválasztásuk fő szempontja azt volt, hogy a bemeneti adathalmaz tartalmazzon egyszerű, a háttérrel közel azonos színű, valamint egyedi, színes virággal rendelkező növényeket is. Figyelembe vettük a szűkebb és tágabb értelemben vett pontosságot, a kapott eredményeket pedig összevetettük a szoftver fejlesztői által feltüntetett értékekkel. Az eredmények tükrében megállapítottuk, hogy melyik alkalmazás javasolt a növények pontos felismerésére ebben a régióban.

Kulcsszavak: *gépi látás, mesterséges intelligencia, növényfelismerés, mobil alkalmazás*

Abstract: With the development of technology, more and more artificial intelligence-based plant recognition software is being developed, which can make it easier to determine the plants living in our environment. The aim of our work was to compare the effectiveness of different plant recognition software. We chose Kísérleti lake and its immediate surroundings in the area of Stage I (Hídvégi lake) in Kis-Balaton in the year 2024. In connection with machine vision, the task of the device was to detect the plant, separate it from the plants representing the background, and based on its individual characteristics, make a decision about exactly what kind of plant it is. During the research, we compared six different plant recognition applications

by analyzing 15 images of plant species typical of the area. The plants appeared as a simple tool in the experiment, with which the comparison of applications could be realized. The main aspect of their selection was that the input data set should contain simple plants with almost the same color as the background, as well as plants with unique, colorful inflorescences. We checked the accuracy and compared the results with the values indicated by the developers of the software. Based on the results, we determined which application is recommended for the accurate recognition of plants in this region.

Keywords: *machine vision, artificial intelligence, plant recognition, mobile application*

1. Bevezetés

Az 1950-es évekre nyúlik vissza az ötlet, hogy olyan gépeket hozzanak létre, amelyek képesek az emberi intelligenciával kapcsolatos feladatok elvégzésére. Az MI fogalma azonban csak a 21. században kezdett érdemben formálódni a gépi tanulási algoritmusok és a neurális hálózatok kifejlesztésével. Az MI tág értelemben úgy definiálható, mint a gépek azon képessége, hogy olyan feladatokat hajtsanak végre, amelyek jellemzően emberi intelligenciát igényelnek, mint például a minták felismerése és a döntések meghozatala (Minsky, 1961). A mesterséges intelligencia lényege tehát olyan gépek létrehozása, amelyek képesek tanulni az adatokból és alkalmazkodni az új helyzetekhez. Ezt általában a gépi tanulással (machine learning) érik el, amely a mesterséges intelligencia egy részterülete. Olyan algoritmusok fejlesztésére összpontosít, amelyek képesek tanulni az adatokból, és előrejelzéseket vagy döntéseket hozni a meglévő információk alapján (Prasad et al., 2023).

A gépi tanulás egyik kulcsfogalma a neurális hálózat (neural network), egy számítási modell, amelyet az emberi agy szerkezete ihletett. A neurális hálózatok egymáshoz kapcsolódó csomópontokból állnak, melyek feladata az adatok mintáinak felismerése. Ez lehetővé teszi számukra, hogy olyan feladatokat hajtsanak végre, mint a képfelismerés, beszéd felismerés (Dietterich, 1997). Általánosságban elmondható, hogy a neurális hálózatokat úgy képezik ki, hogy minimalizálják a betanítási adatkészlet hibáit, ezzel csökkentve a gyakorlati alkalmazás során fellépő hibalehetőségek kockázatát. A neurális hálózatok lineárisan skálázódnak a betanítási adathalmaz méretével (Zhang et al., 2018).

A kortárs mesterséges intelligencia információ feldolgozó rendszernek tekinthető a gépi tanulás és modellezési technikák megvalósítása révén (Li et al, 2022), mely képes végrehajtani olyan feladatokat, mint például a vizuális észlelés, a beszéd felismerés, a döntéshozatal és a nyelvek közötti fordítás (Chassignol et al., 2018).

A gépi látás lehetővé teszi a gépek számára különféle vizuális információk megértését (Doris & Potter, 2024). Az olyan mesterséges intelligencia alapú technikák, mint például a mélytanulás (deep learning) jelentős előrelépést tettek lehetővé a gépi látás alkalmazásában, például a tárgyfelismerésben, a képszegmentálásban és az arcfelismerésben (Han et al., 2020). A képfeldolgozás és gépi látás alkalmazása az utóbbi években egyre nagyobb teret nyert, népszerűségük óriási növekedését a Python programozási nyelv népszerűségének növekedése és a különféle képfeldolgozó keretrendszerek, például az OpenCV (kezdetben C++-hoz, majd

Pythonhoz) bevezetése, a gépi tanulás és a deep learning fejlesztése jelentette (Zhang et al., 2022).

A gépi látás az élet számos területén alkalmazható (Kakani et al. 2020), többek közt a növényfelismerésében is. A gépi optikai rendszerek képesek automatikusan meghatározni a növények fejlettségét és méretét, azonosítani a sérüléseket és a betegségeket, valamint osztályozni az egyedeket különféle paraméterek szerint. Ez többek közt lehetővé teszi a mezőgazdasági termelékenység növelését, valamint a feldolgozás költségeinek csökkentését (Tian et al., 2020). A napfény intenzitása a nap folyamán eltérő, ami a színek változását idézi elő, ezért a szegmentáló rendszert minden körülményre ki kell képezni, hogy egész napos valós idejű használatra alkalmas legyen. Egyes publikációkban eltérő színteret javasolnak terepi körülmények között a zöld növények elkülönítésére a háttértől. Az algoritmus jól teljesíthet különböző fényintenzitás mellett és különböző növekedési fázisokban. A javasolt gépi látórendszer működése két fő lépést foglal magában: az első lépés a színviszonyok azonosítása, a második lépés pedig a szegmentálás egy hibrid (ANN-HS) osztályozó algoritmus segítségével (Sabzi et al., 2017). Bizonyos esetekben a színen alapuló szegmentálás nem ad jó eredményt. Ez legtöbbször akkor fordul elő, ha a vizsgált növény színe közel azonos a háttér színével, például egy zöld növény egyéb zöld növények közt. A szakirodalom ebben az esetben olyan módszereket javasol, amelyek különböző típusú jellemzőket alkalmaznak, mint például a textúra és az alakzat, valamint amelyek megvizsgálják a pixelek egyes csoportjait és azok egymáshoz való viszonyát (Badeka et al., 2019).

2. Anyag és módszer

Vizsgálataink helyszínéként a Kis-Balaton I. ütem (Hídvégi-tó) területén található Kísérletitavat, valamint annak közvetlen környezetét választottuk. Az általunk vizsgált terület a Kis-Balatonon helyezkedik el, mely Európa fokozottan érzékeny területei közé sorolható, emellett a Balatonnal együtt világviszonylatban is egyedülálló ökoszisztémát alkot. A vizsgált területen a part közelében mocsári növények, nád, gyékény található. A tó körül megfigyelhetők a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*) csoportjai, mely növény több, a Kis-Balatonon folyó kutatás alapjául szolgál (Kozma-Bognár et al., 2016, Kozma-Bognár et al., 2021). A parttól távolodva gyomokkal tarkított fűfélék alkotják a meghatározó növényzetet, amelyeket fokozatosan felváltanak a fás szárú állományok.

Célunk az egyes növényfelismerő alkalmazások összehasonlítása volt a területen található különféle növényfajok azonosítása révén. Ezek a szoftverek mesterséges intelligenciát és fejlett gépi tanulási algoritmusokat használnak a képek elemzéséhez és pontos eredmények biztosításához. A növények azonosítása fénykép segítségével történik. A vizsgált szoftverek esetében nyílt forráskódú (ingyenesen hozzáférhető) applikációkkal dolgoztunk. Az elmúlt években ezen a területen végzett kutatások alapján elmondhatók, hogy a nyílt forráskódú szoftverek jelenleg teljesítményben és összetettségben elmaradnak a kereskedelmi szoftverek szintjétől, viszont fejlesztésük azokénál sokkal gyorsabb ütemben halad. Ez annak köszönhető, hogy általában egy-egy munkafolyamatra építenek. (Lehoczky & Siki, 2020).

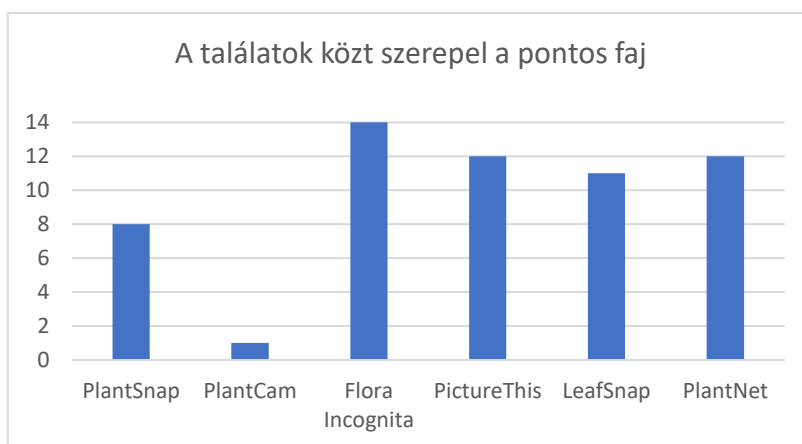
Kutatásunk során hat különböző növényfelismerő szoftvert vizsgáltunk, melynek célja az egyes alkalmazások eredményességének vizsgálata volt. Minden applikáció esetében lehetőség nyílik arra, hogy a szoftver használata közben készítsünk képet a növényről és azt elemezzük. Ebben az esetben a hat applikáció hat különböző képet használ a növény felismeréséhez. Emellett egy olyan lehetőség is adott, hogy egy, a galériában lévő képet töltsünk fel, így mind a hat szoftver esetében ugyan az a fotó szolgál alapul egy adott növény felismeréséhez. Vizsgálatunk során mindkét lehetőséget kipróbáltuk, és a két módszer ugyan azzal az eredménnyel szolgált, tehát ez nem befolyásolta a felismerést. Habár a szoftverek felépítése hasonló, lehetnek eltérések a szükséges operációs rendszer, az adott fejlesztőcsapat székhelye, valamint a felület nyelve között is (1. táblázat). A felhasználók által adott értékelések minden applikáció típus esetén hasznos információval szolgálhatnak, mivel a tapasztalatok és vélemények összességét mutatja.

1. táblázat. Az egyes applikációk főbb paraméterei

Applikáció	Operációs rendszer	Székhely	Támogatott nyelv	Értékelés
PlantSnap	Android/iOS	Amerika	Angol	4,6
PlantCam	Android/iOS	-	Angol	3,6
Flora Incognita	Android/iOS	Németország	Magyar	4,5
PictureThis	Android/iOS	Kína	Angol	4,8
LeafSnap	Android/iOS	Amerika	Angol	4,1
PlantNet	Android/iOS/Windows	Amerika	Magyar	4,7

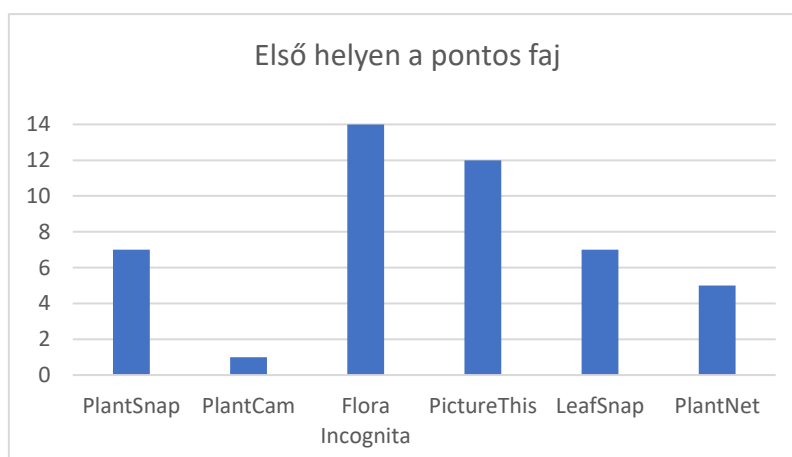
3. Eredmények és értékelésük

Alapvetően két megközelítésből vizsgálhattuk az eredményeinket. Az 1. ábra esetében már azt jó eredménynek vettük, ha a képen látható növény szerepel a találatok közt. A több találatot adó szoftverek esetében a pontosság százalékos értékétől függetlenül az összes találatot figyelembe vettük. Habár jelentős eltérések tapasztalhatók, azonban a szoftverek kétharmada így is 70% feletti pontosságot mutatott. A szoftverek közt negatív értelemben kiemelkedő volt a PlantCam, ami a meghatározni kívánt 15 növényből mindössze egy esetben volt képes pontosan meghatározni a fajt, valamint hat esetben semmilyen eredményt nem tudott felmutatni. Mivel ez a szoftver különösen rosszul teljesített, felmerült az emberi hiba okozta torzítás lehetősége, ezért később több képet is kapott a növényekről. Annak a lehetősége is felmerült, hogy a készülék kamerájával van problémája a szoftvernek, így nem csak saját fotókat, hanem galériába illő, különböző fotósok által készített képeket is a program rendelkezésére bocsátottunk. Az erőfeszítések ellenére a több kép sem tudott változtatni az eredményeken.



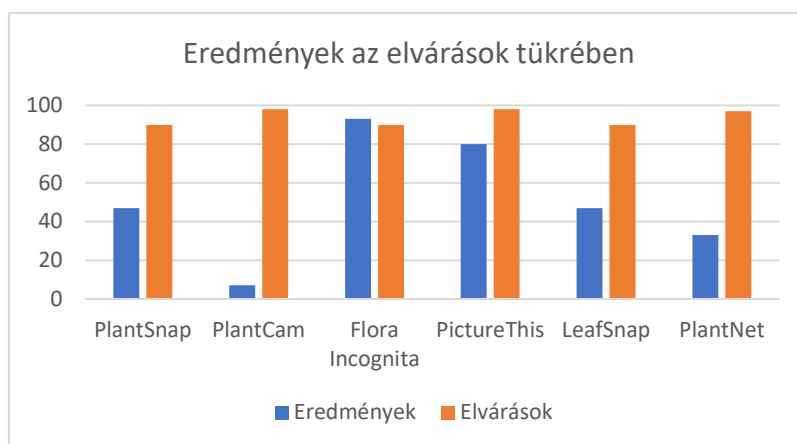
1. ábra. A találatok közt szerepel a pontos faj

A 2. ábra esetében csak azt fogadtuk el pontos eredménynek, ha az adott szoftver amellet, hogy megadja a pontos fajt a találatok közt, azt első helyen tünteti fel, mint a legvalószínűbb opciót. Ebben az esetben a Flora Incognita kiemelkedő, 93%-os pontosságot ért el. Ezt követte a PictureThis a maga 80%-os értékével, ami még mindig használhatónak bizonyult. A többi szoftver a pontos meghatározás esetén mind 50% alatti eredményességgel rendelkezett.



2. ábra. Első helyen szerepel a pontos faj

Végül a saját eredményeinket összevetettük azokkal a találati pontosság értékekkel, amelyeket a szoftver fejlesztői közöltek le az egyes reklámfelületeiken (3. ábra). Mivel az első helyen szereplő jó eredmény sokkal megbízhatóbb az átlag felhasználóknak, ezért ezeket az eredményeket használtuk. Az egyes szoftverek fejlesztői 90-98% közötti találati pontosság értékekkel hirdették magukat, melyek ezek után elvárásként jelentek meg részünkről. Eredményeink alapján csupán egy applikáció, a Flora Incognita volt képes elérni azt a pontosságot, amelyet a fejlesztők véleménye alapján elvártunk tőle.



3. ábra. Eredmények az elvárások tükrében

4. Következtetések

A hat vizsgált szoftver közül nem mind bizonyult eredményesnek, a szűkebb értelemben vett megbízhatóság 7% és 93% között mozgott. Az eredmények alapján kijelenthető, hogy a Flora Incognita a növényfajok felismerésében a legjobb eredményt adta. Ha a célunk a növény eredményes beazonosítása, akkor ez az applikáció lehet megoldás, hisz esetünkben 93%-os pontosságot mutatott. Az eredmények fényében kijelenthetjük azt is, hogy esetünkben csupán ez a szoftver érte el azt a pontosságot, amit a fejlesztői a szoftver leírásában feltüntettek. Fontos megjegyezni, hogy az egyes szoftverek fejlesztői más-más florisztikai jellemzőkkel rendelkező régiókban tevékenykedtek, így az adatbázisuk valószínűleg jelentős különbségeket mutat. A Flora Incognita-t az Ilmenai Műszaki Egyetem és a jénai Max Planck Biogeokémiai Intézet tudósai alkották meg. Fejlesztését több minisztérium, természetvédelmi ügynökség és alapítvány finanszírozta. Az applikáció fejlesztői és a velük együttműködésben dolgozó botanikusok valószínűleg nagyobb figyelmet fordítottak Európa flórájára, ez is hozzájárulhatott ahhoz, hogy ilyen jó eredményt produkált. Összességében elmondható, hogy az, hogy egy applikáció teljes mértékben ingyenes nem jelenti azt, hogy a szoftver rosszabb lenne, mint a versenytársai.

Köszönetnyilvánítás

A TKP2021-NVA-05 számú projekt, a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból, a TKP 2021 támogatási program keretében finanszírozott, az Innovációs és Technológiai Minisztérium által nyújtott támogatással valósult meg.

Irodalom

- Badeka, E., Kalabokas, T., Tziridis, K., Nicolaou, A., Vrochidou, E., Mavridou, E., Papakostas, G.A., Pachidis, T. 2019. Grapes Visual Segmentation for Harvesting Robots Using Local Texture Descriptors. *International Conference on Computer Vision Systems*. Springer: Thessaloniki, Greece, 98–109. https://doi.org/10.1007/978-3-030-34995-0_9
- Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A., Bilyatdinova, A. 2018. Artificial Intelligence trends in education: A narrative overview. *Procedia Computer Science*, **136**, 16–24. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.233>
- Dietterich, T.G. 1997. Machine-Learning Research. *AI Magazine*, **18** (4), 97. <https://doi.org/10.1609/AIMAG.V18I4.1324>
- Doris, L., Potter, K. (2024): The Role of Deep Learning in Computer Vision. *Machine Learning*.
- Han, B.-G., Lee, J. T., Lim, K.-T., Choi, D.-H. 2020. License Plate Image Generation using Generative Adversarial Networks for End-To-End License Plate Character Recognition from a Small Set of Real Images. *Applied Sciences* **10**, 2780. <https://doi.org/10.3390/app10082780>
- Kakani, V., Nguyen, V. H., Kumar, B. P., Kim, H., Pasupuleti, V. R. 2020. A critical review on computer vision and artificial intelligence in food industry. *Journal of Agriculture and Food Research*, **2**, 100033. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100033>
- Kozma-Bognár, K., Szeglet, P., Berke, J., Kozma-Bognár, V. 2021. Térinformatikai adatbázis fejlesztésének lehetőségei a Kis-Balaton mintaterületén. XXVII. Multimédia az oktatásban online nemzetközi konferencia kiadvány. 181–185.
- Kozma-Bognár, V., Magyary, V., Berke, J. 2016. Ultranagy felbontású légifelvétel multitemporális elemzése. *Debreceni Egyetem Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás*. **7**, 271–277. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3711.7044>
- Lehoczky, M., Siki, Z. 2020. Fotogrammetriai feldolgozószoftverek. *Geodézia és Kartográfia*. **72** (2), 23–27. <http://doi.org/10.30921/GK.72.2020.2.4>
- Li K., Hopkins A. K., Bau D., Viégas F., Pfister H., Wattenberg M. 2022. Emergent world representations: exploring a sequence model trained on asynthetic task. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2210.13382>
- Tian, H., Wang, T., Liu, Y., Qiao, X., Li, Y. 2020. Computer vision technology in agricultural automation—A review. *Information Processing in Agriculture* **7**, 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2019.09.006>
- Minsky, M. 1961. Steps Toward Artificial Intelligence. *Proceedings of the IRE*, **49** (1), 8–30. <https://doi.org/10.1109/JRPROC.1961.287775>
- Prasad G.A., Kumar, A. V. S., Sharma, P., Irawati, I. D., Chandrashekar D. V., Musirin, I. B., Abdullah, H. M. A., Rao, L. M. 2023. Artificial Intelligence in Computer Science: An Overview of Current Trends and Future Directions. In S. Rajest, B. Singh, A. Obaid, R. Regin, & K. Chinnusamy (Eds.), *Advances in Artificial and Human Intelligence in the Modern Era*, IGI Global, 43–60. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-1301-5.ch002>
- Sabzi, S., Abbaspour-Gilandeh, Y., Javadikia, H. 2017. Machine vision system for the automatic segmentation of plants under different lighting conditions. *Biosystems Engineering* **161**, 157–173. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.06.021>

- Zhang, H., Cisse, M., Dauphin, Y. N., Lopez-Paz, D. 2018. mixup: Beyond Empirical Risk Minimization. International Conference on Learning Representations, Vancouver, BC, Canada, 1–13. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1710.09412>
- Zhang, W., Liu, D., Wang, C., Liu, R., Wang, D., Yu, L., Wen, S. 2022. An Improved Python-Based Image Processing Algorithm for Flotation Foam Analysis. *Minerals* **12**, 1126. <https://doi.org/10.3390/min12091126>

*A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.*

*This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.*



100 éve született Győri Dániel, a Georgikon egykori talajtan professzora

Dániel Győri was Born 100 years ago Former Professor of Soil Science at Georgikon

Lehoczky Éva^{1*}, Matusné Sényi Klára és Pálmai Ottó²

¹*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus, Környezettudományi Intézet, Környezeti Fenntarthatóság Tanszék, egyetemi tanár; Lehoczky.Eva@uni-mate.hu*

²*Agrárkémizálási Társaság*

**Levelezőszerző: Lehoczky.Eva@uni-mate.hu*

Összefoglalás: Győri Dániel professzor úr a hazai talajtani oktatás és kutatás meghatározó személyisége, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Georgikon Campusának egykori tanszékvezető egyetemi tanára. 1924. június 1-jén született földműves család gyermekeként Kosdon, ahol 2009-ben díszpolgár címmel tüntették ki.

Általános iskolai tanulmányait szülőfalujában végezte. Szülei gazdaságában dolgozott 1948-ig. Gimnáziumi tanulmányait 1943-ban kezdte meg magántanulóként a Budapesti Lónyay Utcai Református Gimnáziumban, ahol öt év alatt elvégezte a nyolc osztályt és 1948-ban érettségizett. Még ebben az évben felvételt nyert az Eötvös Lóránd Tudományegyetem Természettudományi Karára vegyész hallgatóként, ahol kiváló eredménnyel végzett és kapott 1952-ben vegyész diplomát.

A Keszthelyi Agrártudományi Főiskolán a talajtan oktatására kiírt pályázat elnyerését követően, 1964. február 1-én kezdte meg oktatómunkáját egyetemi docensként. Megbízást kapott önálló Talajtani Tanszék szervezésére, amelynek megtörténte után tanszékvezetői megbízást kapott. Tanszékvezetői tisztséget töltött be 1989-ig, azaz 25 éven át vezette a Talajtani Tanszékot lelkiismeretesen, az ifjúság nevelése iránt érzett felelősséggel.

1971-ben egyetemi tanári kinevezést kapott. Az oktatómunka mellett életének és munkájának fontos része maradt a tudományos kutatás. 1972-ben sikeresen megvédte „A mikrotápanyagok szerepe a talajtermékenység kialakulásában” címmel készített akadémiai doktori értekezését és mezőgazdasági tudományok doktora fokozatot szerzett.

1970-től tagja volt az MTA Agrártudományok Osztálya Talajtani, később Talajtani és Agrokémiai Bizottságának, majd örökös tiszteleti tagként vett részt a Talajtani, Vízgazdálkodási és Növénytermesztési Tudományos Bizottság munkájában.

Tíz évig, 1985-től 1995-ig a Magyar Tudományos Akadémia Tudományos Minősítő Bizottság Növénytermesztési Szakbizottságának elnöke volt. Szakmai munkásságának elismeréseként több alkalommal is kitüntetésekben részesült. 1982-ben a MAE Talajtani Társaság Aranykoszorús jelvényét, 1986-ban Treitz Péter emlékérmét kapott. 1990-ben a Magyar Köztársaság Csillagrendje kitüntetésben részesült.

Győri Dániel professzor szakemberek nemzedékeinek oktatta elhivatottan a talajtani diszciplínákat, elkötelezetten végezte tudományos kutatói és szervezői munkáját. Tudós pályatársai, munkatársai, tanítványai, barátai és tisztelői szeretettel őrzik emlékét.

Kulcsszavak: *Győri Dániel, Keszthely, mikrotápanyagok, egyetemi oktatás, talajtermékenység*

Abstract: Professor Dániel Győri is a leading figure in Hungarian soil science education and research, and a former head of the Department of Soil Science at the Georgikon Campus of the Hungarian University of Agricultural and Life Sciences. He was born on 1 June 1924 to a family of farmers in Kosd, where he was awarded the title of Honorary Citizen in 2009. He began his secondary school education in 1943 as a private student at the Lónyay Street Grammar School of the Hungarian Reformed Church in Budapest, where he completed eight grades in five years and graduated in 1948. In the same year, he would be admitted to the Eötvös Lóránd University of Sciences as a student of chemistry, where he graduated with excellent results in 1952. After winning the tender for teaching soil science at the Agricultural College of Keszthely, he started teaching on 1 February 1964. He was commissioned to organise an independent Department of Soil Science, and after this he was appointed Head of Department and held this post until 1989, for 25 years. He has received numerous awards in recognition of his professional work. Professor Dániel Győri has been a dedicated teacher of soil science to generations of professionals, and a committed scientific researcher. He is with love remembered by his colleagues, students, friends and admirers.

Keywords: Dániel Győri; education; micronutrients; soil fertility; Keszthely – Hungary

Életút és munkásság

Győri Dániel 100 éve, 1924. június 1-jén született földműves család gyermekeként Kosdon. Kosd települése a Dunakanyartól keletre a Cserhát nyugati részén, a Naszály-hegy lábánál fekszik. Festői szépségű dombok ölelésében húzódik hosszan elterülő területének nagy része. Gimnáziumi tanulmányait 1943-ban kezdte meg magántanulóként a Budapesti Lónyay Református Gimnáziumban, ahol öt év alatt elvégezte a nyolc osztályt és 1948-ban érettségizett. A Lónyay Utcai Református Gimnázium Budapest egyik legpatinásabb oktatási intézménye, melynek 1940-es évek elején épült, modern stílusú épülete a közelmúltban újult meg. Ez azonban nem az első otthona, az iskola története ugyanis sokkal régebbre nyúlik vissza, az alapítás irányába 1859. március 6-án, tehát 165 évvel ezelőtt tették az első lépést.

A sikeres érettségi évében, 1948-ban felvételt nyert az Eötvös Lóránd Tudományegyetem Természettudományi Karára vegyész hallgatóként, ahol kiváló eredménnyel végzett és kapott 1952-ben vegyész diplomát. Szakmai útja a Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézetébe vezetett, ahol 1952. október 15-től tudományos segédmunkatársként kezdte meg munkáját Klimes-Szmik Andor vezetésével a talajfizikai kutatások területén. Az intézet akkori igazgatója di Gléria János talajkémikus volt, akinek szakmai tudása nagy hatást gyakorolt rá és megalapozta a talajkémia iránti érdeklődését. Stefanovits Pál biztatására és segítségével talajkémiai vizsgálatokkal és a mikroelemekkel kezdett foglalkozni. 1953-tól részt vett Stefanovits Pál vezetésével Magyarország genetikai talajterképének elkészítésében, helyszíni és laboratóriumi vizsgálatok végzésével.

1958-tól 1962-ig ösztöndíjasként dolgozott a Moszkvai Állami Egyetem (Lomonoszov) Biológia–Talajtan Karán, az Általános Talajtan Tanszéken N. G. Zirin vezetésével. Itt készítette el orosz nyelven és védte meg sikeresen kandidátusi értekezését „A mangán, réz, cink, molibdén és kobalt tartalom dinamikája néhány talajtípusban és növényben” címmel. Ennek alapján honosítással kapta meg a mezőgazdasági tudományok kandidátusa tudományos fokozatot az MTA Tudományos Minősítő Bizottságtól.

Hazatérését követően megpályázta a Keszthelyi Agrártudományi Főiskolán a talajtan oktatására kiírt pályázatot, ahol 1964. február 1-jétől egyetemi docensként kezdte meg oktatómunkáját. Megbízást kapott önálló Talajtani Tanszék szervezésére, amelynek megtörténte után 1964-től tanszékvezetői megbízást kapott. Tanszékvezetői tisztséget töltött be

1989-ig, azaz 25 éven át vezette a Talajtani Tanszéket lelkiismeretesen, az ifjúság nevelése iránt érzett felelősséggel.

1968-ban Győri Dániel rektorhelyettesi megbízást kapott, amely kinevezés 1970-ig a főiskola egyetemmé történő átszervezéséig tartott.

Rektorhelyettesként részt vett a Veszprémi Egyetemmel közösen megvalósított Agrárkémikus Agrármérnöki Szak megszervezésében és beindításában. Az agrárkémikus agrármérnöki szakon folyó képzés sikerességét igazolta az ott végzett szakemberek országos és nemzetközi elismertsége. Belák Sándor a Keszthelyi Agrártudományi Főiskola rektora és Káldi Pál a Veszprémi Vegyipari Egyetem rektora a közös képzés indításával kapcsolatos első egyeztetéseket 1969 januárjában folytatta. Az Országos Oktatási Tanács 1970. március 19-én hozott határozatot arról, hogy az agrárkémikus képzést Keszthelyen 1970 szeptemberében be kell indítani.

Győri Dániel jelentős szerepet vállalt az Agrárkémikus Agrármérnöki Szak megszervezésében és beindításában. Munkáját mindig az a cél vezette, hogy szakterületét erősítse a keszthelyi egyetemi szintű oktatásban: 1983-ban a Talajtani Tanszék Talajtani és Agrokémiai Tanszékké bővítésében, 1987-ben az Agrokémiai és Talajtani Intézet megalapításában vett részt.

1971-ben egyetemi tanári kinevezést kapott. 1972-ben sikeresen megvédte „A mikrotápanyagok szerepe a talajtermékenység kialakulásában” címmel készített akadémiai doktori értekezését és mezőgazdasági tudományok doktora fokozatot szerzett. 1979-ben egyéves tanulmányúton vett részt a Szovjet Mezőgazdasági Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézetében Puscsinóban, ahol megírta „A talaj termékenysége” című kiváló, ma is széles körben hasznosított szakkönyvét, amelyet a Mezőgazdasági Kiadó 1984-ben jelentetett meg.

1970-től tagja volt a Nemzetközi Talajtani Társaságnak (ISSS – International Society of Soil Science), majd jogutódjának 1998-tól az IUSS-nek (International Union of Soil Science). 1970-től tagja volt az MTA Agrártudományok Osztálya Talajtani, később Talajtani és Agrokémiai Bizottságának, majd örökös tiszteleti tagként vett részt a Talajtani, Vízgazdálkodási és Növénytermesztési Tudományos Bizottság munkájában.

1985-től 1995-ig a Magyar Tudományos Akadémia Tudományos Minősítő Bizottság Növénytermesztési Szakbizottságának elnöke volt.

Szakmai munkásságának elismeréseként több alkalommal is kitüntetésekben részesült. 1974-től részt vett a Veszprémi Egyetem Mérnök Karán folytatott Környezetvédelmi Szakmérnök képzésben a „Talajvédelem” című tantárgy oktatásával, amelyért 1994-ben elnyerte a „A környezetért Veszprém 1974–1994” emlékérmét. 1982-ben a MAE Talajtani Társaság Aranykoszorús jelvényét, 1986-ban Treitz Péter emlékérmét kapott. 1990-ben a Magyar Köztársaság Csillagrendje kitüntetésben részesült. 2009-ben díszpolgár címmel tüntették ki szülőfalujában Kosdon.

Győri Dániel professzor 1990. december 31-én nyugdíjba vonult, de ezt követően is aktívan részt vett az oktatásban és a kutatásban, 1996 és 1999 között tudományos tanácsadóként dolgozott az MTA által támogatott kutatócsoportban a Talajtani és Agrokémiai Intézet Agrokémiai Tanszékén.

Győri Dániel professzor az egyetemi oktatómunka minden fázisában dolgozott: talajtani előadások tartása, helyszíni talajtani terepgyakorlatok és laboratóriumi gyakorlatok, külföldi cseregyakorlatok. Az 1964 és 1990 közötti időszakban a vezetése alatt álló Talajtani Tanszéken egy MTA doktori, egy kandidátusi és 18 egyetemi doktori értekezés készült el, valamint 96 diplomadolgozat és szakmérnöki dolgozat, melyek többségénél témavezetőként tevékenykedett.

Győri Dániel professzor szakemberek nemzedékeinek oktatta elhivatottan a talajtani diszciplínákat, elkötelezetten végezte tudományos kutatói és szervezői munkáját. Tudós pályatársai, munkatársai, tanítványai, barátai szeretettel őrzik emlékét.

Irodalom

- Debreczeni Bné, Sárdi K., Fischl Gné, Máté F. 2004. A talajtan és agrokémia története a Georgikon Karon. Georgikon Kiskönyvtár Tudománytörténeti Füzet, Keszthely. 244 p.
- Lehoczky É. 2012. Győri Dániel (1924–2012). *Agrokémia és Talajtan*. **61** (2) 51–53. <https://doi.org/10.1556/agrokem.61.2012.2.1>
- Sisák I. 2004. Győri Dániel 80 éves. *Agrokémia és Talajtan*. **53** (1–2) 1–2. <https://doi.org/10.1556/agrokem.53.2004.1-2.1>
- Fehér Gy., Kurucz Gy., Zsidi V. 1996. Georgikon 200. I. kötet. Emlékkönyv a Georgikon alapításának 200. évfordulójára. Szerkesztők: Fülöp É. M., Czoma Lné, Kováts Kné, Pétervári A. Pannon Agrártudományi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely. 445 p.

*A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.*

*This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.*



Légbeszívásos és hagyományos réses fúvókák elsodródási jellemzőinek vizsgálata

Investigation of the Drift Characteristics of Air-Induction and Conventional Flat-Fan Nozzles

Lönhárd Miklós^{1*}, Pályi Béla², Cseke Botond³ és Szilágyi Attila⁴

¹lonhard.miklos@uni-mate.hu

²palyi.zsigmond.bela@uni-mate.hu

³cseke.botond.andras@uni-mate.hu

⁴szilagyi.attila@uni-mate.hu

^{1, 2, 3, 4} Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Műszaki Intézet,
Agrárműszaki Tanszék, Georgikon Campus

*Levelezőszerző: lonhard.miklos@uni-mate.hu

Összefoglalás: A légbeszívásos fúvókákat már évtizedek óta használjuk a szántóföldi növényvédőgépeken. A marketing-szövegek szerint a jelenleg még mindig elterjedt hagyományos réses fúvókákkal összehasonlítva "nő a permetezés egyenletessége és hatékonysága". Legfőbb jellemzőjük, hogy a porlasztás során nagy, légbuborékokkal telített cseppeket képez, amely több szempontból is előnyös. Egyrészt a nagy cseppek elsodródási hajlama csekélyebb, másrészt a légzárványok miatt a célfelületre érkeve kisebb cseppekre esnek szét, ami jobb fedettséget eredményez. Ezeket az előnyöket a szakirodalom szerint nagy számú, főként laboratóriumi, de üzemi körülmények között is elvégzett mérés bizonyítja. Ez utóbbiak esetében a permetezési művelet munkaminőségét sok tényező befolyásolja egyszerre, amelyek együttes hatása sokszor nem számítható ki előre. Ebben a tanulmányban hagyományos réses-, illetve légbeszívásos fúvókákkal végzett permetezési műveletek munkaminőségi jellemzőit hasonlítottunk össze. Vizsgálataink meghatározott üzemeltetési jellemzők mellett meglepő eredménnyel zárultak.

Kulcsszavak: szántóföldi permetezés, munkaminőség, elsodródás, permetlé-lerakódás, hatékonyság

Abstract: Air intake nozzles have been used on field crop protection machines for decades. According to the marketing texts, compared to the traditional flat-fan nozzles that are still common today, "spray uniformity and efficiency are increased." Their main characteristic is that they form large droplets saturated with air bubbles during atomization, which have got many advantages. On the one hand, the tendency of the spray-drifting is less, and on the other hand, due to the air inclusions, they break up into smaller droplets on target surface, causing better coverage. According to the literature, these advantages are proven by a large number of measurements, mainly in the laboratory, but also in operating conditions. In the case of the latter, the work quality of the spraying operation is influenced by many factors at the same time, the combined effect of which often cannot be calculated in advance. In this study, we compared the spray drifting

characteristics of traditional flat-fan nozzles and air intake nozzles. Our tests ended with surprising results in addition to certain operating characteristics.

Keywords: *field sprayer, working quality, spray drift, deposition, efficienc*

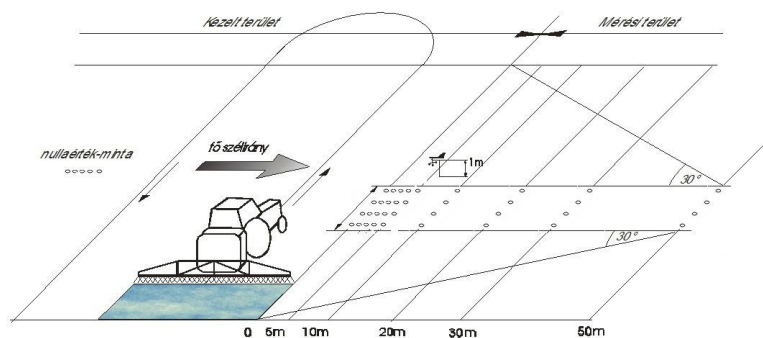
1. Bevezetés

A permetezési technológiákkal szemben egyre szigorúbb műszaki, alkalmazástechnikai követelmények lépnek életbe. Céljük, hogy a permetszert minél nagyobb arányban, de anyagtakarékosan, a környezet terhelése szempontjából legkedvezőbb módon, a célfelületre juttassuk (Gulyás, 2009; Pályi, 2011). Az elsodródást csökkentő szórófejek széles választékban érhetőek el a piacon, de a különböző gyártók termékeinél a működési elv, illetve a műszaki tartalom többnyire azonos. (Csizmazia, 2006). Az elsodródáscsökkentő fűvókáknál a legfőbb alapelv, hogy lényegesen durvább cseppeket képeznek ugyanabban a nyomás-tartományban, mint a hagyományos réses fűvókák, mivel az apróbb, 100 μm -nél kisebb átmérőjű cseppek elsodródási hajlama nagyobb. Laboratóriumban, lézeres csepphanalizátor segítségével számos összehasonlító vizsgálatot végeztek a hagyományos és a korszerű fűvókák cseppképzésére. Az adatokból kitűnik, hogy például a hagyományos réses fűvókák (Lehrer 11004, TeeJet 11004 VP) által képzett cseppek $VMD_{0,5}$ értéke a gyártó által előírt nyomás-tartományban (2-4 bar) 143,1-190,7 μm között változott, a $VMD_{0,1}$ értéke pedig 48,3-74,7 μm között volt, míg ugyanebben a nyomás-tartományban az elsodródáscsökkentő fűvókák (Lehrer AD12004 C, TeeJet DG 11004 VS) esetében $VMD_{0,5} = 180,9\text{-}298,4 \mu\text{m}$, illetve $VMD_{0,1} = 76,8\text{-}110,2 \mu\text{m}$ értékeket mértek. Az injektoros fűvókák (Lehrer ID 12004, TeeJet AI 110 04VS) 3-8 bar üzemi nyomástartományában a $VMD_{0,5}$ értéke 204,6-471,9 μm közötti, az elsodródás szempontjából kulcsfontosságú $VMD_{0,1}$ pedig 84,4-181,2 μm (Gulyás és Kovács, 2004). A Turbo TeeJet (TT), és a TurboDrop (TD) típusú fűvókáinak cseppspektrumából kiolvasható, hogy a teljes porlasztott permetlé mennyiség 4-5 %-a esik a 100 μm -nél kisebb átmérőjű tartományba, míg ugyanezen gyártók hagyományos lapos sugarú (XR) fűvókáinál ez az érték jóval magasabb, 20-33% közötti. Permetezési nyomástól függően a TT fűvókáknál az $VMD_{0,5}$ értéke 16-54%-kal nagyobb, mint az XR fűvókáknál. (Derksen és mtsai., 1999). Az elsodródás jelenség elsődleges okozójaként a permetezési művelet alatti oldalszelet tartjuk. Számos laboratóriumi kutatás programját határozták meg ezért a szélcsatornás mérések. Az eredmények szerint ugyan még a 400 μm átmérőjű cseppek is mutatnak hajlamot elsodródásra, de a legnagyobb veszélyt 150 μm -nél kisebb cseppek jelentik (Yates és mtsai., 1985). Bode szerint a cseppméret és az elsodródási potenciál közötti összefüggés inszignifikáns, döntően a szélesebségtől függ, de a 150-200 μm -es cseppméret-, és a 0,5-4 m/s szélesebség-tartomány között vannak csak feltárt összefüggések (Bode, 1984). Derksen szélesatornában történt mérései szerint 5 m/s-os oldalszél esetén, azonos fűvókaméret (04-es) és folyadékadagolás (1,5 dm^3/min) mellett a fűvókától 2,2 m-re elsodródott permetlé mennyiségében óriási különbség mutatkozik. A hagyományos réses (XR) szórófejhez viszonyítva a TT fűvóka esetében 61%-ra, a TD esetében pedig 19%-ra csökkent a célfelületen kívül lerakódott vegyszer mennyisége (Derksen et al., 1999). Üzemi körülmény között jóval kevesebb publikáció született. Hazánkban a legkiterjedtebb, komplex vizsgálatok Keszthelyen folytak (László, 2006; László és mtsai, 1998; László és mtsai, 2000; László és mtsai, 2001; László és mtsai, 2004), ahol többek között az alkalmazott fűvókák mérete, a permetezési nyomás (kialakuló cseppméret) és a menetsebesség elsodródásra gyakorolt hatásait együttesen vizsgálták. Eredményeik a rögzített peremfeltételek mellett többnyire igazolták a környezetkímélő technológiák előnyeit, feltárták viszont az emelt (8 km/h feletti) menetsebesség veszélyeit. A gyakorlatban (főként a laboratóriumi mérések eredményeire hivatkozva) a gyártók a hagyományos fűvókák használatát 2 m/s szélesebséggig ajánlják, míg az injektoros fűvókákkal történő permetezést 4-5 m/s-os szélben is

biztonságosnak tartják (Dimitrievits, 2005). A hazai jogi szabályozás megengedőbb, a jelenleg hatályos 43/2010. (IV. 23.) növényvédelmi tevékenységről szóló FVM rendelet 9. § 2. bekezdése szerint: „növényvédő szeres permetezés 4 m/s szélességig, levegőrásegítéses kijuttatási vagy légbeszívásos permetcsepp-képzési technikával 6 m/s szélességig végezhető”.

2. Anyag és módszer

Az üzemi körülmények között végzett vizsgálataink esetében törekedtünk arra, hogy a permetezési művelet munkaszélessége 18 m, a munkasebessége 10 km/h, a kijuttatási dózis 200 dm³/ha legyen, az oldalszél pedig legalább 2 m/s sebességű. A vizsgálatok elvégzéséhez két gépcsoportot állítottunk össze. Az 1. gépcsoport Zetor 6341 típusú traktor és Forrás 2000/18 típusú permetezőgép voltak, amelyen két fúvókakészletet üzemeltettünk, egy hagyományos réses kivitelűt (TeeJet XR 11004 VK), illetve egy légbeszívásos (injektoros) változatot TeeJet AI 11004, amely általánosan a környezetkímélő, kisebb elsodródási jelenséget produkáló technológiák közé sorolható. A permetezőgép sebességarányos dózisszabályzóval volt ellátva, emiatt a permetezési nyomást nem módosíthattuk, katalógusadatok szerint a fenti üzemeltetési tényezőkhöz 4 bar körüli permetezési nyomás szükséges. Ezzel a gépcsoporttal Bábolna külterületén, egy frissen aratott, növényállomány nélküli szántóföldön folytak a mérések. A 2. gépcsoport MTZ 952.3 típusú traktor és Huniper 3000/18 típusú permetezőgép volt, Lechner ST 11005 POM (hagyományos réses), illetve GeoLine AD 04.D (alacsony nyomású, kettős lapos sugarú) típusú fúvókákkal felszerelve. Mivel a környezetkímélő fúvókatípus alacsonyabb nyomáson üzemel, az összehasonlíthatóság miatt eggyel nagyobb méretű (11005) hagyományos réses fúvókát kellett alkalmaznunk, így a kijuttatási dózis és a nyomás azonos lett, de a réses fúvókatípus esetében a menetsebességet kényszerűen 8 km/h-ra csökkentettük. Így mindkét fúvókatípus esetében a katalógusadatok szerinti 2 bar körüli nyomás alakult ki a gépre szerelt sebességarányos dózisszabályzónak köszönhetően. A mérések helyszíne egy Pápa külterületén fekvő, szintén növényállomány nélküli (kukorica tarló) sík terület volt. A gépcsoportok haladási irányát mindkét esetben a szélirányra merőlegesen jelöltük ki.



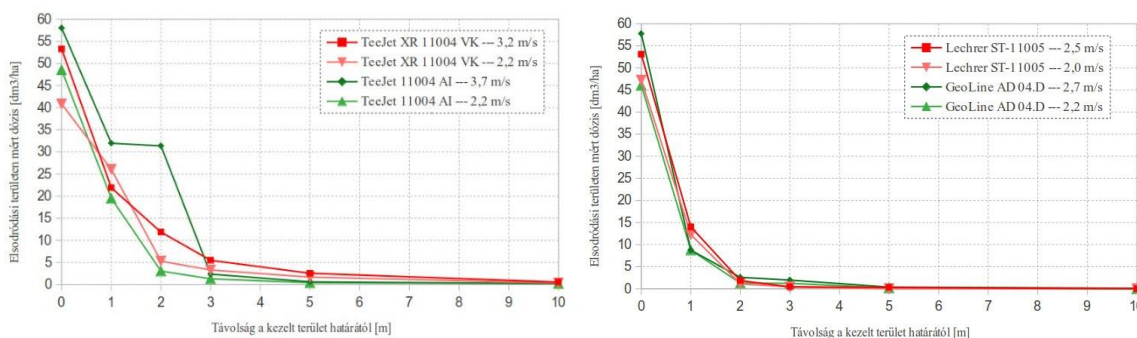
1. ábra: Az elsodródás-vizsgálatok mérési területének vázlatja

Az elsodródási területen a mérővonalakat a kezelt terület szélétől, szélirányban, 0; 1; 2; 3; 5; 10; 20; 30; és 50 m-es távolságra, egymással párhuzamosan jelöltük ki (a 0 m a keret szélső fúvóájától 0,5 m-el kijebb, a szélső fúvóka szórás szélességének külső határán volt). Az elsodródó cseppek felfogásához mesterséges felfogó felületként műanyag petricsészéket használtunk, melyekből a mérővonalakon mérésenként 4 db-ot (egy mérésnél összesen 9×4 db) helyeztünk el, a méréseket 3 ismétléssel végeztük el (1. ábra). Az üzemi vizsgálatok alatt a mérőterületen a BBA (jelenleg Julius Kühne Institut) ajánlása szerint (Ganzelmeier és mtsai., 1992) 1 m magasságban folyamatosan regisztráltuk a következő időjárási adatokat: szélirány, szélesség, léghőmérséklet és relatív páratartalom.

Az egységnyi célfelületre kerülő jelzőanyag mennyiségének nagyon pontos meghatározásához fluorometriás módszert alkalmaztunk. Az általunk használt „Pyranin 120” fantázianevű jelzőanyagot 0,0033%-os koncentrációban kevertük be a permetezőgép tartályába. A vizsgálatok megkezdése előtt ebből az alapoldatból mintát vettünk, majd ezt logaritmikus léptékben hígítva hígítási sort készítettünk, amelynek tagjai szintén összehasonlítható sztenderdek lettek. A mintaterületről származó petri-csészék belső felületére lerakódott jelzőanyagot laboratóriumban 100 cm³ desztillált vízzel oldottuk le, majd GK Turner típusú, svájci gyártmányú fluorométerrel elvégeztük az oldatok koncentrációjának műszeres mérését. A fluoreszcenciás emittált fény intenzitása kis koncentrációk esetében lineárisan változik a koncentráció függvényében, ezért a sztenderddel való összehasonlítás után egyszerű aránypárral számítható a minta térfogatában mutatkozó jelzőanyag koncentrációja. A koncentráció és az oldattérfogat ismeretében adott az oldott anyag mennyisége, amellyel a minta felületére vonatkoztatott borítottság [ng/cm²] számítható.

3. Eredmények és értékelésük

Az 1. gépcsoporttal végzett permetezési művelet alatt a mérések szempontjából legkritikusabb tényező, az oldalszél sebessége kedvezően alakult, minden esetben 2 m/s felett volt, átlagosan 2,2 m/s, maximális értéke 3,7 m/s. Az elsodródott permetlé legnagyobb mennyisége az összes mérés átlagában mindkét fűvókátípus esetében a kezelt terület melletti 5 m-es sávon belülre került, a hagyományos réses fűvókák (TeeJet XR 11004 VK) esetében ez 99,15%-ot, a légbeszívásos fűvókáknál (TeeJet AI 11004) pedig 98,02%-ot jelent. A kezelt terület melletti 2 m-es sávon belül viszont nem várt eredményt kaptunk, a hagyományos réses fűvókák esetében a teljes elsodródó permetlé mennyiségének 96,77%-a, a légbeszívásos fűvókáknál (TeeJet AI 11004) pedig 91,04%-a rakódott le itt. Bár a különbség nem nagy, de látható, hogy a légbeszívásos fűvóka teljesít rosszabban. Kiemelendő, hogy volt olyan mérésünk, ahol az injektoros fűvóka esetében a kezelt terület mellett 1 m-re 31,97 dm³/ha, 2 m-re pedig 31,37 dm³/ha volt az elsodródott mennyiségből számított dózis, míg a hagyományos fűvóka esetében ezek az értékek rendre 21,9 dm³/ha, illetve 11,86 dm³/ha voltak (2. ábra, bal oldali diagram).

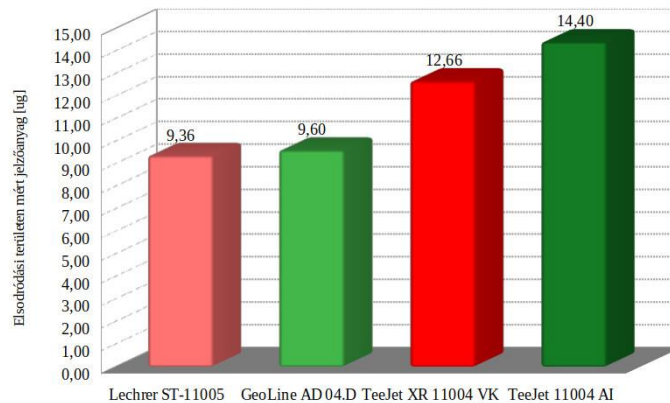


2. ábra: Az elsodródásból számított dózisértékek a mért legkisebb és legnagyobb szélességeknél

A 2. gépcsoporttal végzett vizsgálatok során az eredmények a várakozásoknak megfelelően alakultak. A szélviszonyok itt is kedvezőek voltak, minden esetben 1,8 m/s feletti, átlagosan 2,0 m/s sebesség-értékeket mértünk, a maximális érték pedig 2,7 m/s volt. Az elsodródott permetlé teljes mennyisége minden mérésnél a kezelt terület melletti 5 m-es sávon belülre került, a 2 m-es sávon belülre a hagyományos réses fűvókák (Lechler ST-11005 POM) esetében 99,1%, az alacsony nyomású, kettős lapos sugarú fűvókáknál (GeoLine AD 04.D) pedig 96,99% került. A legrosszabb eredményt produkáló mérés esetében, a csökkentett elsodródású fűvóka esetében a kezelt terület mellett 1 m-re 7,1 dm³/ha, 2 m-re 2,08 dm³/ha volt az elsodródott mennyiségből

számított dózis, míg a hagyományos fűvóka esetében ezek az értékek rendre 12,36 dm³/ha, illetve 2,1 dm³/ha voltak (2. ábra, jobb oldali diagram).

Ha fűvókaként összegezzük az összes vizsgálat során az elsodródási területre lerakódott jelzőanyag mennyiségét, érdekes sorrend alakul ki. A legkisebb mértékű elsodródást a Lechner ST-11005 POM típusú hagyományos réses fűvókánál tapasztaltuk, amelynek értékét az összehasonlítás alapjának, 100%-nak tekintjük. Ennél a környezetkímélő lapos sugarú GeoLine AD 04.D típusú fűvóka esetében 1,2%-kal, a hagyományos réses TeeJet XR 11004 VK típusnál 35,3 %-kal, míg a szintén környezetkímélő technológiaként számontartott légbeszívásos fűvókánál 53,8%-kal nagyobb elsodródott mennyiséget mértünk (3. ábra).



3. ábra: Az elsodródási területen mért jelzőanyag fűvókátípusonkénti összesített mennyisége

4. Következtetések, javaslatok

A hagyományos réses Lechner ST-11005 POM típusú fűvóka esetében mért kedvező értékek valószínű oka, hogy a környezetkímélő GeoLine AD 04.D típusú fűvókával való összehasonlíthatóság (azonos dózis, és nyomás) miatt alacsonyabb, 8km/h-s munkasebességet kellett választanunk. Alacsony nyomása, és durva cseppképzése miatt a magas, 10 km/h-s menetsebesség mellett is kedvező eredményeket kaptunk a kettős lapos sugarú GeoLine AD 04.D típusú fűvóka esetében. A hagyományos, réses TeeJet XR 11004 VK típusú fűvóka esetében az elsodródási értékek a várakozásainknak megfeleltek. A légbeszívásos fűvókáknál mért fokozottabb elsodródási jelenség viszont meglepő eredmény, aminek valószínű oka a nagy méretű, légzárványos cseppekben rejlik. Ezek a cseppek a légzárványok miatt könnyebbek, méretük miatt nagy felületűek, ami megkönnyítheti az oldalszél általi elsodródásukat. Ehhez vélhetőleg hozzájárul a gépcsoport viszonylag magas, 10 km/h-s munkasebessége, amely a gép mögött légörvényeket keltve, néha jól láthatóan feldobja a permetlé-felhőt. Ez utóbbi összefüggés bizonyításához további vizsgálatok szükségesek. Vizsgálataink eredményeiből egyértelműen kiderül, hogy a környezetkímélő, elsodródás-csökkentő technológiák nem minden esetben váltják be a hozzájuk fűzött reményeket. Látható, hogy nem elegendő csak az oldalszél sebességéhez kötni a különböző technológiák használatát. Esetünkben minden mérést 2 és 3,7 m/s közötti oldalszél mellett végeztünk el, ami megfelel a gyártói ajánlásoknak, sőt, a 43/2010. (IV. 23.) növényvédelmi tevékenységről szóló FVM rendelet szerint még „légbeszívásos permetcsepp-képzési technikával” sem kell permeteznünk. A permetlé-elsodródás komplex jelenség, sok tényező befolyásolja egyszerre, ezek együttes hatása sokszor nem számítható ki előre. Feltárásukhoz nem elegendő egy-egy tényező laboratóriumi vizsgálata, mindenképpen szükségesek a sokszor nehezen kivitelezhető, és munkaigényes, üzemi körülmények között elvégzett mérések.

Irodalom

- Bode, L. E. 1984. Downwind Drift Deposits by Ground Applications. *Proc. Pesticide Drift Management Symposium*, **50**, South Dakota State University, Brookings S.D.
- Csizmazia, Z. 2006. A növényvédelem gépei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 10. p. 44–60.
- Derksen, R. C., Ozkan, H. E., Fox, R. D., Brazee, R. D. 1999. Droplet Spectra and Wind Tunnel Evaluation of Venturi and Pre-orifice Nozzles. *Transactions of the ASAE*, **42** (6), 1573–1580. <https://doi.org/10.13031/2013.13322>
- Dimitrievits, Gy. 2005. Anyagtakarékos, környezetkímélő permetezési eljárások. *Mezőgazdasági Technika*, **46** (8), Vállalkozók Tanácsadója 169.
- Ganzelmeier, H., Rautmann, D., Bäcker, G., Eichhorn, K. W., Ipach, R., Kersting, E., Koch, H., Ripke, F. O., Schmidt, K. 1992. Messung der direkten Abdrift beim Ausbringen von flüssigen Pflanzenschutzmitteln im Freiland. In: *Richtlinien für die Prüfung von Pflanzenschutzgeräten – Teil VII*, Abteilung für Pflanzenschutzmittel und Anwendungstechnik der BBA, Braunschweig, 9, 1–5.
- Gulyás, Z. 2009. A permetezés fejlesztési lehetőségei. *Magyar Mezőgazdaság*, **64** (4), 20–23. p.
- Gulyás, Z. 2013.: Műszaki lehetőségek a permetezőgépekkel végzett vegyszerkijuttatás környezetterhelő hatásainak csökkentésére. PhD értekezés, Gödöllő, Szent István Egyetem
- Gulyás, Z., Kovács, L. 2004. Elsodródás ellen: korszerű fűvókák. *Mezőgazdasági Technika*, **45** (2), 2–3.
- Gulyás, Z., Szoboszlay, S., Fenyvesi, L. 2012. Liquid atomization and spray drift measurement in a wind tunnel for twin fluid system with a deflector nozzle. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, **36** (4), 469–475. <https://doi.org/10.3906/tar-1107-7>
- László, A., Ganzelmeier, H., Pályi, B., Rietz, S. 1998. Cseppképzési és elsodródási összefüggések vizsgálata német-magyar kutatási együttműködés keretében. In: III. kötet, XL. Georgikon Napok, Pannon Agrártudományi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely, pp. 246–250.
- László, A., Pályi, B., László, A.-né, Sóvári, J. 2000. Környezetterhelés csökkentése növényvédőszeres időjárás- és eljárásfüggő elsodródásának meghatározásával. In I. kötet, XLII. Georgikon Napok, Veszprémi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely, pp. 147–152.
- László, A., Pályi, B., László A.-né 2001b. Precíziós eljárás technika a növényvédelemben: időjárás- és eljárásfüggő elsodródás meghatározása. In I. kötet, XLIII. Georgikon Napok, Veszprémi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely, pp. 1111–1116.
- László, A., Pályi, B., Lönhárd, M., László, A.-né 2004. Environment friendly application, tests of drifting influenced by weather conditions and procedure. *Hungarian Agricultural Engineering*, **17**, 24–25.
- Pályi, B. 2011. Korszerű műszaki megoldások a permetezéstechnikában. *Értékálló Aranyakorona*, **11** (3), 31–33.
- Yates, W. E., Cowden, R. E., Akesson, N. B. 1985 Drop Size Spectra from Nozzles in High-Speed Airstream. *Transactions of the ASAE*, **28** (2), 405–410. <https://doi.org/10.13031/2013.32268>

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.

This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.



Identification and Occurrence of Potential Phytopathogenic Fungi Infecting Seeds of Invasive Allelopathic Dicot Weeds

Az invazív allelopátiás kétszikű gyomok magjait megfertőző potenciális fitopatogén gombák azonosítása és előfordulása

Simon Okwangan^{*}, Kelvin Kiprof, Evans Duah Agyemang, Rita Ofosu, György Pásztor and András Péter Takács

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Plant Protection, Georgikon Campus - Keszthely, Hungary

^{*}Correspondence: simonokwangan@gmail.com

Abstract: *Datura stramonium* and *Abutilon theophrasti* are among the dicot weeds that have invaded and become established in agricultural fields of Hungary, with strong competitive ability, strong growth and allelopathic properties against crops. However, the information about potential phytopathogenic fungi in their seeds is limited. Thus, the objective of this study was to identify the phytopathogenic fungi at genera level that may be inhabiting the seeds of *Datura stramonium* and *Abutilon theophrasti* in Hungary. Seed samples of *Abutilon theophrasti* and *Datura stramonium* were collected from arable fields of Keszthely in 2007 & 2010 and 2009 & 2010 respectively. Isolates obtained were *Fusarium spp.* (elongated-cylindrical whitish-yellowish macroconidia), *Alternaria spp.* (round brown mature macroconidia and circular, smooth, grayish-brownish immature conidia), and *Aspergillus spp.* (columnar pale green and bluish conidia). *Alternaria spp.* had the highest infection rate (43.25%), followed by *Aspergillus spp.* (11.75%) and least infectious was *Fusarium spp.* (4.25%). Based on the above morphological features, it was concluded that seeds of *Datura stramonium* and *Abutilon theophrasti* can harbour diseases of *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.* and *Aspergillus spp.*

Keywords: *Abutilon theophrasti*; *Datura stramonium*; Seed-infecting fungi; morphological; pigmentation

Összefoglalás: A *Datura stramonium* és az *Abutilon theophrasti* a jelentősebb kétszikű gyomnövények közé tartoznak, amelyek erős versenyképességgel, növekedési és allelopátiás tulajdonságokkal rendelkeznek a kultúrnövényekkel szemben. A magvaikkal fennmaradó és terjedő potenciális fitopatogén gombákról kevés az információ áll rendelkezésre. A vizsgálat célja volt, hogy azonosítsuk azokat a fitopatogén gombanemzetségeket, amelyek a *Datura stramonium* és az *Abutilon theophrasti* magvain fennmaradhatnak és terjedhetnek. Az *Abutilon theophrasti* és a *Datura stramonium* magmintákat Keszthely környékének szántóterületeiről gyűjtöttük 2007-ben, 2010-ben, illetve 2009-ben és 2010-ben. A magokon *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.*, valamint az *Aspergillus spp.* gombák jelenlétét igazoltuk fénymikroszkóp segítségével. Az *Alternaria spp.* fertőzöttség 43,25%, az *Aspergillus spp.* 11,75% és a *Fusarium spp.* 4,25% volt. A *Datura stramonium* és az *Abutilon theophrasti* talajban lévő magjai hozzájárulhatnak a *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.* és *Aspergillus spp.* fajok fennmaradásához és terjedéséhez.

Kulcsszavak: *Abutilon theophrasti*; *Datura stramonium*; gyommagot fertőző gombák; morfológiai; magfertőzöttség

1. Introduction

Weeds as field pests hinder crop growth and reduce their productive ability. The adverse effects of weeds cause huge economic losses, due to superior competition and interference properties (allelopathy) over crops for growth resources. Weeds are important agents of plant disease spread and retention (Ekwealor et al., 2019). Hence, weeds have become a basic consideration in the management and control of phytopathogens of crops due to their significant influence on disease incidence in arable fields.

Previous scientific studies have revealed that weeds can harbour various viable forms of plant pathogens in their roots, crowns, stems, leaves, flowers, fruits, or seeds. This is evidenced by phytopathogenic isolations that have been obtained from numerous weed species (monocots and dicots) worldwide and are capable of spreading them to infect crops. Among the genera of phytopathogenic fungi that have been found in most weed seeds worldwide include *Pythium*, *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Macrophomina*, and *Diaporthe*. Phytoviruses include Tobamovirus, Apple mosaic virus, Prunus necrotic ringspot virus and Tomato yellow leaf curl virus (Avinash and Gaur, 2020; Postic et al., 2012; Kremer et al., 1984; Kremer, 1986; Kremer, 1987; Malavika & Devendra, 2023).

This study is geared towards *Datura stramonium* and *Abutilon theophrasti*, the dicot weed species that have invaded grain fields of Hungary (Novak Robert et al., 2014). They have strong growth and allelopathic properties (Dafaallah, 2019; Tian et al., 2022) over the cultivated field crops. Earlier researchers in other parts of the world have isolated several pathogens from parts of *Datura stramonium* and *Abutilon theophrasti* (Karimmojeni et al., 2021). *Datura stramonium* and *Abutilon theophrasti* produce thousands of viable seeds per plant capable of staying alive in the soil for many years (Follak et al., 2017; Loddo et al., 2019; Warwick et al., 2011; Rojas-Sandoval, 2022b). Plant seeds are efficient dispersal and survival units for pathogenic fungi and other pathogens, and majority of field diseases troubling farmers in Hungary and worldwide are fungal (Oliveira et al., 2018). However, there is limited information about potential pathogenic fungi in the seeds of *Datura stramonium* and *Abutilon theophrasti* in Hungary. On this foundation, the main objective of this study was to identify potential phytopathogenic fungal genera in the seeds of *Datura stramonium* and *Abutilon theophrasti* in Hungary, based on morphological features of fungal structures.

2. Materials and Methods

The research study investigated the potential phytopathogenic fungi in the seeds of *Abutilon theophrasti* and *Datura stramonium* in Hungary. The experiment was conducted at the Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Georgikon Campus, Keszthely, Hungary at the Festetics Imre BioInnovacios Kozpont (Biotechnology laboratory).

Materials used included seeds of *Abutilon theophrasti* and *Datura stramonium* collected from arable fields of Keszthely in the years 2007, 2010, and 2009, 2010 respectively; Petri dishes of diameter 12 cm; filter papers; plain water, thermostat (incubator) and a Zeiss microscope. A completely randomized design was implemented due to the homogeneity of the methodology. The experiment consisted of four experimental units with two treatments, each replicated twice. Seeds of *Abutilon theophrasti* and *Datura stramonium*, were divided into two

petri dishes, with each dish containing 50 seeds. These two petri dishes served as the two replicates for each seed treatment for the years of seed collection in 2007, 2009, and 2010.

The seed samples were washed with plain water for 10 minutes and surface sterilized by immersing them in 95% alcohol for one minute (Postic et al., 2012) to remove any possible external contamination. The seed samples were counted and placed grid-wise in respective sterilized petri dishes that were first layered with two moistened filter papers to hold the seeds stably without rolling over, facilitate weed seed germination and fungal growth. Each set petri dish was covered with another cleaned and sterilized petri dish and labelled (Figure 1).

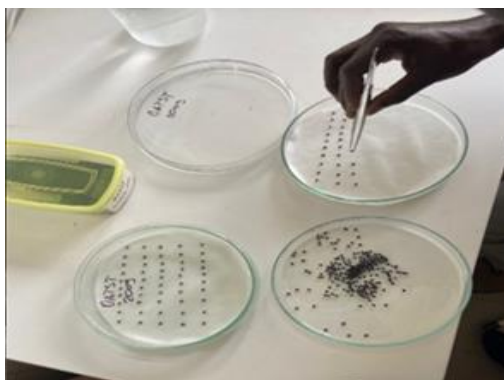


Figure 1. Seed preparation (counting and arranging of seeds in petri dishes)

The petri dish set ups were then randomly put in an incubator calibrated at 24⁰C (suitable for fungal growth) and left to incubate for 14 days with visual inspection done after the first 7 days to check for initial fungal infections.

A sample of germinated infected seedlings were microscopically examined to determine the infecting fungi based on morphology and pigmentation of macroconidia. Macroconidia were photographed and characterized. Lastly, for each weed seed sample, the exact number of seeds infected with particular fungus was established visually by colouration and recorded. The data was processed using Microsoft excel 365, and frequency of occurrence of the fungi between the seeds of the two weed species was compared using the T test of GenStat (14th edition) software.

3. Results and Discussion

3.1. Microscopic identification of fungi in seeds of *Datura stramonium* and *Abutilon theophrasti*

Three isolates were obtained at the end of the experiment, namely *Fusarium* spp., *Alternaria* spp. and *Aspergillus* spp. The isolate of *Fusarium* spp. had elongated-cylindrical whitish-yellowish macroconidia. Isolate of *Alternaria* spp. exhibited round brown mature macroconidia and circular, smooth, grayish-brownish immature conidia. Isolate of *Aspergillus* spp. was characterised by columnar pale green and few bluish conidia. Statistically, results showed no significant differences ($P>0.05$) in frequencies of occurrences of *Fusarium* spp., *Alternaria* spp. and *Aspergillus* spp. between the seeds of *Datura stramonium* and *Abutilon theophrasti*. This could suggest that the seeds of the two weed species have no influence on their infection by the three fungi.

3.2. Segregated incidence by year of *Fusarium* spp., *Alternaria* spp. and *Aspergillus* spp. in seeds of *Datura stramonium* and *Abutilon theophrasti*

There are differences in the incidence of *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp. and *Fusarium* spp. in the different years as shown in Figure 2. The average infections by *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp. and *Fusarium* spp. in the three years is 40%, 11.5% and 04% respectively. This could suggest that years have influence on infection rate by the three fungi on the seeds of the two weed species

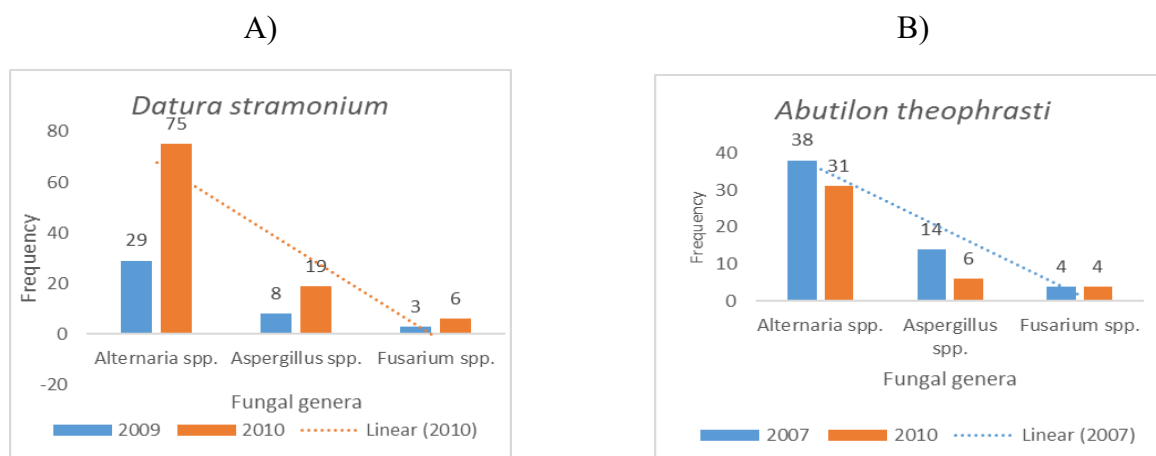


Figure 2. Incidence by year of *Fusarium* spp., *Alternaria* spp. and *Aspergillus* spp. in seeds of A) *Datura stramonium*) and B) *Abutilon theophrasti*

The results from this experiment confirmed the presence of *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., and *Fusarium* spp. in the seed samples of *Abutilon theophrasti* and *Datura stramonium*. This finding is similar to findings from previous studies like a study on the relationship between microorganisms and *Abutilon theophrasti* seeds in contact with the soil. In this study, *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *Epicoccum purpurascens*, *Aspergillus flavus* and *Fusarium* spp. were associated with over 50% of the seeds during 32 days of incubation suggesting that these weed species serve as vectors for the survival and spread of these fungal genera (Kremer et., 1984 and Kremer, 1986).

The infection rates of weed seeds by *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., and *Aspergillus* spp. varied. Out of 400 sampled weed seeds, 43.25% were infected with *Alternaria* spp., 11.75% with *Aspergillus* spp., and 4.25% with *Fusarium* spp. *Alternaria* spp. had the highest seed infection rate in each of the years for both weed species, followed by *Aspergillus* spp. and least *Fusarium* spp. This finding is also reported by Postic et al. in 2012, and Kremer, 1987 whose research also showed a similar trend. According to Kirkpatrick and Bazzaz, 1979 and Kremer, 1987, isolates of *Alternaria* spp. in *Datura stramonium* were 43.3% and *Abutilon theophrasti* 2.7%, *Fusarium* spp. A, *Fusarium* spp. B, *Fusarium* spp. C in *Datura stramonium* were 2.3%, 3.0%, and 3.0% respectively in their examination of the seed-borne microflora from seeds of *Abutilon theophrasti*, *Datura stramonium* L., *Ipomoea hederacea* and *Polygonum pensylvanicum* L. The differences in infection rates could be due to factors such as the seed species' physical nature, the weed species' population and climatic conditions (Nishikawa et al., 2006). The rate of the weed seed infection therefore, depends on the prevalence of the fungi and the weed species in the fields, which is influenced by other factors like weather, environmental conditions and agronomy practices as also mentioned by Nishikawa et al., (2006).

4. Conclusions

The identification of *Alternaria spp.*, *Aspergillus spp.* and *Fusarium spp.* isolates from the seeds of *Abutilon theophrasti* and *Datura stramonium* in Hungary confirmed that both weed species are capable of harbouring and transmitting diseases of these fungal genera to crops. It is therefore worthy devising strategies to prevent seed production by *Datura stramonium* and *Abutilon theophrasti* to reduce incidence of these pathogenic fungal species, reduce their soil seedbank, hence also reducing the usage of fungicides in crop fields. The fact that morphological characteristics tend to be plastic, it is recommended that molecular identification of these fungal species be done.

Acknowledgements

This study was carried out with support from the Hungarian Government through Tempus Public Foundation and the Government of Uganda, who sponsored the lead author.

References

- Blagojević, J., Janjatović, S., Ignjatov, M., Trkulja, N., Gašić, K., Ivanović. 2019. First Report of a Leaf Spot Disease Caused by *Alternaria protenta* on the *Datura stramonium* in Serbia. **104** (3) <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-19-1335-PDN>
- Dafaallah, A. B. 2019. Allelopathic Effects of Jimsonweed (*Datura Stramonium* L.) Seed on Seed Germination and Seedling Growth of Some Leguminous Crops. Article in *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research*. **3** (2) 321–331. <https://doi.org/10.29329/ijjaar.2019.194.17>
- Ekwealor, K. U., Echereme, C. B., Ofobeze, T. N., Okereke, C. N. 2019. Economic Importance of Weeds: A Review. *Asian Plant Research Journal*, **3** (2) 1–11. <https://doi.org/10.9734/aprj/2019/v3i230063>
- Follak, S., Schleicher, C., Schwarz, M., Essl, F. 2017. Major emerging alien plants in Austrian crop fields. *Weed Research*, **57** (6), 406–416. <https://doi.org/10.1111/WRE.12272>
- Karimmojeni, H., Rahimian, H., Alizadeh, H., Yousefi, A. R., Gonzalez-Andujar, J. L., Mac Sweeney, E., Mastinu, A. 2021. Competitive Ability Effects of *Datura stramonium* L. and *Xanthium strumarium* L. on the Development of Maize (*Zea mays*) Seeds. *Plants* 2021, **10** (9) 1922. <https://doi.org/10.3390/plants10091922>
- Kirkpatrick, B. L., Bazzaz, F. A. 1979. Influence of certain fungi on seed germination and seedling survival of four colonizing annuals. *Conditions Journal of Applied Ecology* **16** (2) 515–527. <https://doi.org/10.2307/2402526>
- Kremer, R. J. 1986. Microorganisms Associated with Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) Seeds on the Soil Surface. *Weed Science*, **34** (2) 233–236. <https://doi.org/10.1017/S0043174500066728>
- Kremer, R. J. 1987. Identity and Properties of Bacteria Inhabiting Seeds of Selected Broadleaf Weed Species. *Microb Ecol.* **14**, 29–37. <https://doi.org/10.1007/BF02011568>
- Kremer, R. J., Hughes, L. B., & Aldrich, R. J. 1984. Examination of Microorganisms and Deterioration Resistance Mechanisms Associated with Velvetleaf Seed1. *Agronomy Journal*, **76** (5) 745–749. <https://doi.org/10.2134/AGRONJ1984.00021962007600050009X>

- Loddo, D., Bozic, D., Calha, I. M., Dorado, J., Izquierdo, J., Šćepanović, M., Barić, K., Carlesi, S., Leskovsek, R., Peterson, D., Vasileiadis, V. P., Veres, A., Vrbničanin, S., & Masin, R. 2019. Variability in seedling emergence for European and North American populations of *Abutilon theophrasti*. *Weed Research*, **59** (1) 15–27. <https://doi.org/10.1111/WRE.12343>
- Malavika Dadlani, & Devendra K. Yadava (Eds.). 2023. *Seed Science and Technology: Biology, Production, Quality*. <https://doi.org/10.1007/978-981-19-5888-5>
- Nishikawa, J., Kobayashi, T., Shirata, K., Chibana, T., & Natsuaki, K. T. 2006. Seedborne fungi detected on stored solanaceous berry seeds and their biological activities. *Journal of General Plant Pathology*, **72** (5) 305–313. <https://doi.org/10.1007/s10327-006-0289-5>
- Novak R., Dancza I., Szentey L., Karaman J. 2014. Arable weeds of Hungary. *Agronomie* **25** (1) 109–121. <https://doi.org/10.1051/agro:2004061>
- Oliveira, E. F. de, Santos, P. R. R. dos, Santos, G. R. 2018. Seeds of weeds as an alternative host of phytopathogens. *Arquivos Do Instituto Biológico*, **85** 1–7. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000972017>
- Postic, J., Cosic, J., Vrandecic, K., Jurkovic, D., Saleh, A. A., & Leslie, J. F. 2012. Diversity of *Fusarium* Species Isolated from Weeds and Plant Debris in Croatia. *Journal of Phytopathology*, **160** (2) 76–81. <https://doi.org/10.1111/J.1439-0434.2011.01863.X>
- Rojas-Sandoval, J. 2022. *Abutilon theophrasti* (velvet leaf). <https://doi.org/10.1079/cabicompndium.1987>
- Tian, M., Li, Q., Zhao, W., Qiao, B., Shi, S., Yu, M., Li, X., Li, C., & Zhao, C. (2022). Potential Allelopathic Interference of *Abutilon theophrasti* Medik. Powder/Extract on Seed Germination, Seedling Growth and Root System Activity of Maize, Wheat and Soybean. *Agronomy*, **12** (4) 844. <https://doi.org/10.3390/agronomy12040844>
- Warwick, S. I., Black, L. D. 2011., Neatby Bldg, W., Experimental Farm, C., Canada KIA, OC6. The Biology of Canadian Weeds.: 90. *Abutilon theophrasti*. *Canadian Journal of Plant Science*, **68** (4) 1069–1085. <https://doi.org/10.4141/cjps88-127>

This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.



Dataset Creation for the Artificial Intelligence-based Video Analysis of Yellow Hungarian Chicken Flocks

Adathalmaz készítése sárga magyar tyúk állományok mesterséges intelligencia alapú videóelemzéséhez

Éva Rampasek^{1*}, Csaba Hajdu², Boldizsár Tüü Szabó³ Károly Tempfli⁴ and László Környei⁵

¹*Multidisciplinary Doctoral School of Wittmann Antal Crop-, Animal- and Food Sciences; Faculty of Albert Kázmér Mosonmagyaróvár Széchenyi István University; rampasekeva@yahoo.com*

²*Department of Informatics, Faculty of Mechanical Engineering, Informatics and Electrical Engineering, Széchenyi István University; hajdu.csaba@ga.sze.hu*

³*Department of Informatics, Faculty of Mechanical Engineering, Informatics and Electrical Engineering, Széchenyi István University; tuu.szabo.boldizsar@sze.hu*

⁴*Department of Animal Science, Faculty of Albert Kázmér Mosonmagyaróvár Széchenyi István University; tempfli.karoly@sze.hu*

⁵*Department of Mathematics, Faculty of Mechanical Engineering, Informatics and Electrical Engineering, Széchenyi István University; laszlo.kornyei@math.sze.hu*

**Correspondence: rampasekeva@yahoo.com*

Abstract: A Precision Livestock Farming (PLF) system offers real-time insights into animal welfare and health, increasing production efficiency. Computer vision in the poultry industry enables automated monitoring of animals, providing a wealth of information without the need for human resources. The adoption of the “End the Cage Age” initiative by the European Commission will phase out caging of farm animals expectedly from 2027, impacting the laying hen sector, especially in Hungary where a significant portion of hens are currently raised in cage systems that are being replaced with cage-free systems requiring continuous monitoring of social behaviour. The initial step in implementing machine vision involves identifying hens and determining the number of individuals visible in images. The study involved automatic monitoring of various aspects such as behaviour, welfare, and health of Yellow Hungarian chickens at a breeding farm in Mosonmagyaróvár. Video recordings captured the activities of 49 hens in a controlled environment, focusing on detecting individual bird movements and predicting behaviours using advanced image processing techniques. The researchers utilized open bird datasets and annotation tools to create a specialized dataset for chicken behaviour analysis, showing promising results for future enhancements in detection and prediction capabilities.

Keywords: *Hens, YOLO, precision livestock, deep learning, object tracking, object detection, artificial intelligence, computer vision*

Összefoglalás: A precíziós állattenyésztési rendszerek (PLF) képesek valós időben folyamatos képet adni az állatok jólléti, valamint egészségi állapotáról, és egyben a termelés hatékonyságának növelését is biztosíthatják. A számítógépes látás az információs technológiák fejlődésének köszönhetően a baromfiiparban az állatok megfigyelését teszi lehetővé emberi erőforrás igénybevétele nélkül és számtalan információ bemutatására, rögzítésére képes. Az

“End the Cage Age” elnevezésű európai polgári kezdeményezést az Európai Bizottság elfogadta, ami azt jelenti, hogy a haszonállatok ketreces tartásának fokozatos kivételére fog sor kerülni, legkorábban 2027-től. Ez többek között a tojótyúktartást is jelentős mértékben érinti, amellyel kapcsolatban fontos megjegyezni, hogy jelenleg hazánkban a tojótyúk-állomány közel háromnegyede (felújított vagy feljavított) ketreces tartástechnológiában termel. A ketrec nélküli rendszerekben, nagy állományméretek esetén a tyúkok társas viselkedése felértékelődik, a viselkedés folyamatos monitorozására van szükség. Az első kulcsfontosságú lépés a gépi látástechnológia alkalmazása során a tyúkok azonosítása és a felvételeken látható egyedek számának meghatározása. Ezt követheti a viselkedés, a jólléti állapot, az egészségi állapot és egyéb tényezők automatikus nyomon követése. A videófelveleket Mosonmagyaróváron, a Széchenyi István Egyetem Uni-Agro-Food Kft. sárga magyar tyúk törzstenyészeteként működő baromfitelepén készítettük. A videófelveleket 49 tyúk tevékenységét rögzítették ellenőrzött környezetben, a hangsúlyt az egyes madarak mozgásának felismerésére és a viselkedés előrejelzésére helyeztük fejlett képfeldolgozási technikák segítségével. A kutatásunkban nyílt, madarakra vonatkozó adatbázisokat és nyílt forráskódú annotációs eszközöket használtunk fel a madarak viselkedésének elemzésére specializált adathalmaz létrehozásához. Amellett, hogy nagy mennyiségű nyers felvétel keletkezett, munkánk eredményeképpen kifejezetten tyúkokra koncentráló annotált adathalmaz készült, amely eredményességét az architektúránk kezdeti verziójának működésével bizonyítottuk. Jövőbeni terv a detektálás és előrejelzés eredményességének javítása.

Kulcsszavak: tyúk, YOLO, precíziós állattenyésztés, mélytanulás, objektumkövetés, objektumdetektálás, mesterséges intelligencia, gépi látás

1. Introduction

The European Citizens' Initiative "End the Cage Age" has been embraced by the European Commission, signifying that the confinement of farm animals will be phased out from 2027 at the earliest (European Commission 2021). This will also exert a noteworthy influence on the egg industry, where it is crucial to highlight that currently nearly three-quarters of the laying hen population in Hungary is raised in (enriched or enhanced) cage systems. However, alternative systems also present several welfare concerns. Non-cage systems for laying hens, such as free-range and aviary systems, are increasingly adopted globally due to their potential to improve animal welfare by allowing hens to express natural behaviours. Hens in non-cage systems face an increased risk of parasitic infections such as *Coccidia*, *Trichostrongylidae*, *Heterakis* spp., and *Capillaria* spp., leading to health issues and decreased productivity (Groves, 2021; Nenadović et al., 2022), while also experiencing poor indoor air quality with elevated levels of ammonia and particulate matter that can harm their respiratory health (Rodenburg et al., 2005, Bist et al., 2023). Feather pecking and cannibalism are also more prevalent in alternative systems, often exacerbated by high dust levels (Kittelsen et al., 2022) and inadequate environmental enrichment (Bonafous et al., 2022).

Nevertheless, the increased group sizes and enhanced capacity for displaying a wider range of behaviours also play a role in the limitations of cage-free housing systems. An important welfare issue in cage-free setups is the significant problem of severe feather pecking. Another aspect that impacts welfare is the elevated occurrence of fractures experienced during the laying phase (Hartcher and Jones, 2017).

Precision Livestock Farming (PLF) systems can provide a real-time, continuous picture of animal welfare and health, and potentially increase production efficiency (Morrone et al., 2022). According to Rowe et al. (2019) most PLF strategies use image analysis to measure welfare in poultry production (42% out of 264 publications), as camera surveillance systems combined

with image processing techniques are relatively inexpensive methods to objectively measure poultry behaviour without entering the barn, which results in behavioural changes in the animals. Computer vision, due to the advancement of information technologies in the poultry sector, enables the surveillance of animals without the requirement for human resources and can display and document an abundance of information (Okinda et al., 2020).

In cage-free settings with substantial flock sizes, the social conduct of the hens is esteemed, and ongoing behaviour monitoring is necessary. A range of studies have explored the use of artificial intelligence for video analysis in poultry farming.

In this research, the hens are observed autonomously in the chicken coops by a camera installed on the wall above the hens. The objective is to identify the location and movement patterns of individual birds, in order to forecast behaviour and identify aggressive individuals. The location and movement pattern identification is conducted using advanced image processing methods based on convolutional neural networks (YOLOv8, ResNet architecture) and sequential serial processing (LSTM chaining). Our benchmark model, the ChickTrack system, executes the task using a comparable structure. Given the absence of a dedicated dataset for the task, our goal was to construct a new dataset by utilizing existing open datasets portraying avians (Animal Kingdom, American Birds dataset - NABirds). We also marked the location and kinematic structure (or pose skeleton) on the dataset to identify motion patterns. The marking process used the open-source, freely accessible "Computer Vision Annotation Tool" (CVAT.AI) framework. Besides producing a substantial amount of unedited footage, our efforts led to a marked dataset specifically concentrating on hens, the efficacy of which is illustrated by the functioning of an initial iteration of our structure. Subsequent objectives involve enhancing detection and forecasting capabilities.

2. Materials and Methods

The research focuses on the detection and classification of the behaviour of chickens, more specifically, the analysis of Yellow Hungarian chickens. The observation and data collection are realized in the realistic setting of an experimental chicken farm in Mosonmagyaróvár, Hungary. The chicken farm is arranged from 32 holding cabinets, each cabinet containing around 50 chickens (hens mixed with roosters). Currently, only a single cabinet is equipped with an exterior camera, observing the chickens continuously, and generating raw video footage for further analysis. The chicken coop and the installation process are depicted in Figure 1. The setting provides the raw footage for further artificial intelligence and data analysis applications.



Figure 1. Chicken holding cabinet (camera installation, left) with upper view from camera (right)

The dataset provides information on the localization and predicted kinematic structure (i.e., skeleton) of chickens. Furthermore, the dataset contains localization information of the following prevalent objects in a poultry setting:

- Hens and roosters.
- Watering bowl for the chickens
- Coops holding hen nests.
- Wall boundaries of the cabins.

The creation of such a dataset is essential, as datasets focusing on poultry – and particularly on chicken - are relatively scarce and usually not open for public use. A particular aim of our research is to provide a dataset for precision agriculture applications.

The video capture of chickens follows a straightforward process depicted in Figure 2. The process starts with observing the chicken flock with a camera. The camera is fixed to the ceiling of the holding cabin and can view the whole cabin and coops. Next, the videos are stored on a storage device that can be placed in a cloud or local storage. In the initial phase, local storage was used, and the camera was directly connected to a personal computer.

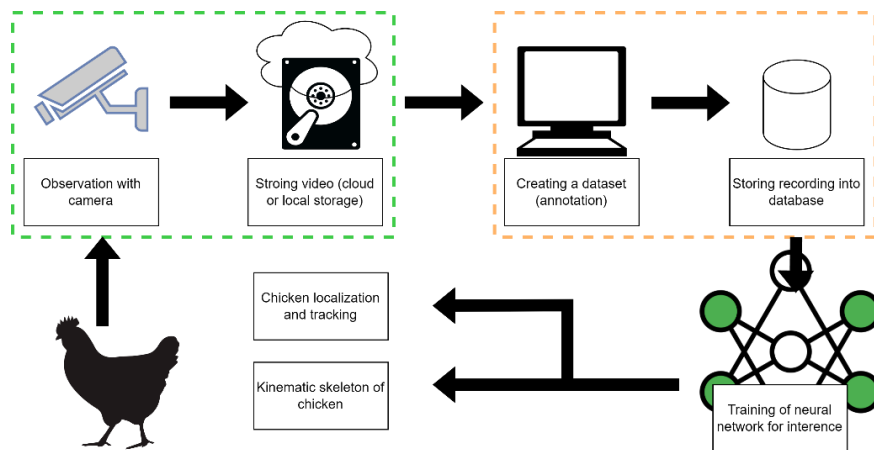


Figure 2. Closed-loop process of creation of dataset

The next step is to create the dataset by annotating the captured video, with a tool of selection. After a usable dataset, that can be stored in a database, the neural network utilized for detection can use the dataset for training. The neural network outputs the localization and boundary of chickens on the picture – which can be transformed to their exact 3-dimensional location – as well as their kinematic structure.

2.1. Annotation

The annotation process plays a central role in the current research. Computer Vision Annotation Tool (CVAT.AI) was used as the primary tool for annotation. This framework can be used to create a dataset processable by the neural network (e.g., in a JSON-based format). CVAT.AI enables the production of multiple commonly used outputs (e.g., YOLO, COCO formats) that aid in further training the neural network of choice, especially in the initial development phase.

Besides the typical manual annotation of datasets, CVAT.AI allows the automatic annotation of the datasets. This approach to annotation can use pre-trained networks (e.g., YOLO, Mask-RCNN trained on MS COCO). This ability refines the annotation process, possibly introducing the annotated dataset as an intermediate training dataset used by the automatic annotation. It should be highlighted that this process is ultimately supervised, and human actors can overrule the obtained results. Human supervision is particularly common during the initial training phase. The refined process is depicted in Figure 3. Automatic annotation is typically an offline task that does not require high-speed detection but higher accuracy. Therefore, networks that surpass YOLO in these performance indicators should be used (e.g., RetinaNet, MASK-RCNN) at the cost of slower but more reliable annotation.

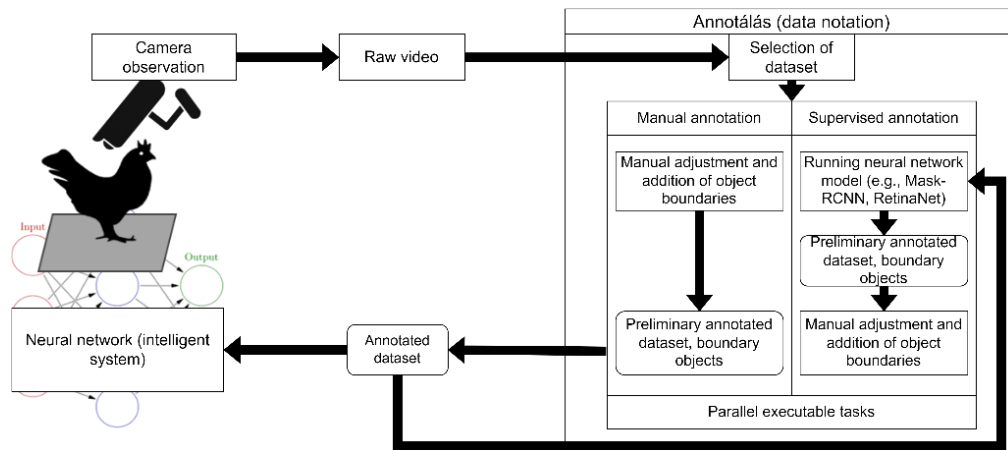


Figure 3. Refined annotation process with automatic annotation (enabled by tools, e.g. CVAT.AI)

3. Results and Discussion

This section discusses the main results of our ongoing research: creating an initial dataset resulting from the methodology introduced in Section 2.

3.1. Dataset creation

In the 2.1. subsection, CVAT.AI has been identified as the primary tool of trade for annotation. LabelImg (LabelStudio) was used at the beginning of the work, but this tool seemed cumbersome and lacked features that helped the annotation process. Furthermore, the latest version, as of February 2024, was plagued by frequent crashes and performance problems such as indescribable high memory usage. LabelStudio also struggled to use any video created in any conventional – or even as a raw video – format and codec. For observation, a HIKVision camera was used, outputting videos in H.265 format at a framerate of 25 FPS and with a video resolution of 1080p.

In comparison, CVAT.AI could be used without any reportable performance issue while providing conventional and valuable features such as automatic annotation, clear separation of detectable features, and layered hierarchical structure (handling kinematic pose notation, boundary boxes). Deployment is also based on Docker, providing a straightforward way to system deployment. Automatic annotation could also be used with pre-trained YOLO both on CPU and GPU, enabling possible deployment on a server system. Videos could also be used efficiently and have been treated as image sequences – some videos required proper closing video segments (due to streaming of videos). The computer that ran both annotation frameworks was a personal computer with a Ryzen 5 CPU, 32 GB memory, NVIDIA GTX 2070, and plenty of available hard disk space (around 4 TB) as configuration. The devices, dataset parameters, and configuration are listed in Table 1. The neural network training and the inference have also been partially migrated to the Hungarian Supercomputer, Komondor (KIFÜ) using a GPU supported container. This will eventually improve network training time significantly.

Table 1. Configuration used in the observation

Parameter	Value	Purpose
CPU (Annotation)	Ryzen 5, 16 cores	Annotation
Memory	32 GB	Annotation
Storage	4 TB	Annotation
Annotation framework	CVAT.AI	Annotation
h.265 Camera	HIKVision, 25 FPS	Observation
Raw dataset size	30 GB	Observation
Dataset objects	Hen, chicken, coop, waterbowl, cabin boundary	Observation

With these features, creating the dataset was agile. An average of 500 pictures could be manually annotated daily and two videos automatically. The review of automatic annotation results could be performed with similar performance.

In the current, still rather initial phase, a video quantity of 30 GB has been used as a raw video source. This data amount was enough to produce some preliminary results: bounding boxes and some kinematic pose detection as well (depicted in Figure 4). Naturally, not all of the image frames were usable for annotation, and this made tracking particularly difficult due to the following problems:

- Chickens follow a stochastic and highly unpredictable path, making tracking difficult. Therefore, automatic tracking results had to be overridden.
- Chickens tend to stay in groups, therefore selecting the boundary of individual chickens is difficult, in some cases does not enable usable results.



Figure 4. Annotation results (left: kinematic key points, right: bounding boxes for YOLO)

3.2. Architecture design

ChickTrack (Neethirajan, 2022) has been used as the reference architecture. During the research, some problems were identified with this network:

- For the tracking of the chicken location in the picture, Kalman-filtering is used for prediction. As the chicken trajectory is highly unpredictable, this could be a problem. LSTM (Hochreiter and Schmidhuber, 1997) has been successfully used for stochastic sequences (e.g., texts, pose detection, waveform analysis).

- The backbone is not composed of ResNet (He et al., 2015), only PaNet, which is an integral part of newer YOLO architectures. YOLO is an architecture consistently developing, with the latest version reaching the 10th iteration (Wang et al., 2024). ResNet could increase the accuracy of detection and tracking as well.
- ChickTrack detects object boundaries and tracks simple vision features, but does not result in the kinematic state of individual chickens.

The current research addresses these problems by extending YOLO architecture with a ResNet backbone and LSTM output for series detection to detect kinematic key points composing the kinematic skeleton (comparison in Figure 5).

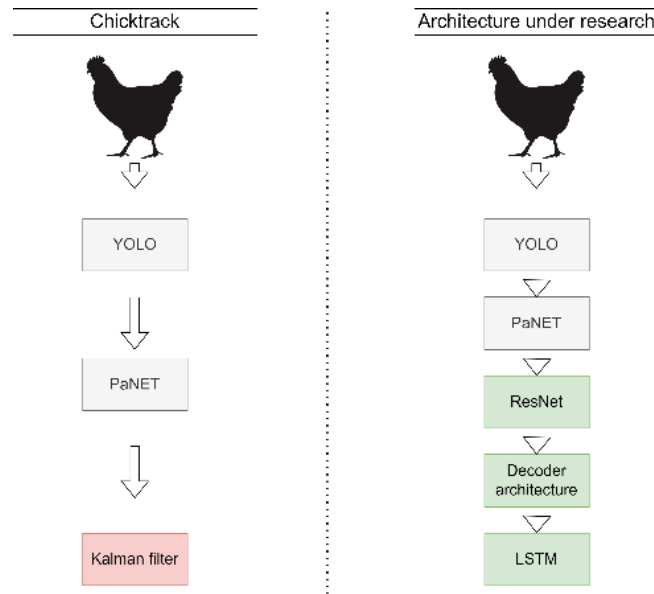


Figure 5. Comparison of neural architectures useful for tracking chicken behaviour (left: ChickTrack, right: current research)

4. Conclusions

In our study, the identification and localization of hens within the dataset have been accomplished, and the kinematic key points for motion skeleton recognition have been defined. The system's architecture has been formulated, and the essential infrastructure has been arranged. The dataset is set to expand to encompass kinematic skeleton identification. Presently, the annotation for the kinematic skeleton still needs to be completed. Evaluation is underway on neural networks suitable for kinematic skeleton detection. A tailored architecture is undergoing training and development. Comparisons are drawn with ChickTrack based on measurements. Our forthcoming agenda entails enhancing the dataset and the neural network architecture, followed by conducting tests on various architectures.

Acknowledgements

The authors thank their colleagues at the chicken farm for their assistance with the birds and the camera installation. We acknowledge KIFÜ (Governmental Agency for IT Development, Hungary, <https://ror.org/01s0v4q65>) for awarding us access to the Komondor HPC facility based in Hungary.

References

- Bist, R., Yang, X., Subedi, S., Sharma, M. K., Singh, A., Ritz, C. W. K., Kim, W.K., Chai, L. 2023. Temporal Variations of Air Quality in Cage-Free Experimental Pullet Houses. *Poultry*. **2** (2) 320–333. <https://doi.org/10.3390/poultry2020024>
- Bonnefous, C., Collin, A., Guilloteau, L. A., Guesdon, V., Filliat, C., Réhault-Godbert, S., Leterrier, C. 2022. Welfare issues and potential solutions for laying hens in free range and organic production systems: A review based on literature and interviews. *Frontiers in Veterinary Science*. **9** 952922. <http://doi.org/10.3389/fvets.2022.952922>
- European Commission. 2021. Communication from the Commission on the European Citizens' Initiative (ECI) "End the Cage Age". [https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=C\(2021\)4747&lang=en](https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=C(2021)4747&lang=en) (2024.06.11.)
- Groves, P. J. 2021. Non-infectious diseases and laying hen welfare. *Animal Production Science*. **61** 1013–1017. <https://doi.org/10.1071/AN19680>
- Hartcher, K. M., Jones, B. 2017. The welfare of layer hens in cage and cage-free housing systems. *World's Poultry Science Journal*. **73** (4) 767–782. <https://doi.org/10.1017/S0043933917000812>
- He, K., Zhang, X., Ren, S., Sun, J. 2015. Deep Residual Learning for Image Recognition. 2016 *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 770–778. <https://doi.org/10.1109/cvpr.2016.90>
- Hochreiter, S., Schmidhuber, J. 1997. Long Short-Term Memory. *Neural Computation*. **9** (8) 1735–1780. <https://doi.org/10.1162/neco.1997.9.8.1735>
- Kittelsen, K. E., Tahamtani, F. M., Moe, R. O., Gretarsson, P., Vasdal, G. 2022. Flock Factors Correlated with Elevated Mortality in Non-Beak Trimmed Aviary-Housed Layers. *Animals*. **12** (24) 3577. <https://doi.org/10.3390/ani12243577>
- Morrone, S., Dimauro, C., Gambella, F., Cappai, M.G. 2022. Industry 4.0 and Precision Livestock Farming (PLF): An up to Date Overview across Animal Productions. *Sensors*. **22**, 4319. <https://doi.org/10.3390/s22124319>
- Neethirajan, S. 2022. ChickTrack - A quantitative tracking tool for measuring chicken activity. *Measurement*. **191**, 110819 <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2022.110819>
- Nenadović, K., Vučinić, M., Turubatovic, L., Becskei, Zs., Geric, T., Ilić, T. 2022. The effect of different housing systems on the welfare and the parasitological conditions of laying hens. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*. **73** (3) 4493–4504. <https://doi.org/10.12681/jhvms.27585>
- Okinda, C. 2020. A review on computer vision systems in monitoring of poultry: A welfare perspective, *Artificial Intelligence in Agriculture*. **4** (1) 184–208. <https://doi.org/10.1016/j.aiaa.2020.09.002>
- Rodenburg, T. B., Tuytens, F. A. M., Sonck, B., De Reu, K., Herman, L., Zoons, J. 2005. Welfare, Health, and Hygiene of Laying Hens Housed in Furnished Cages and in Alternative Housing Systems. *Journal of Applied Animal Welfare Science*. **8** (3) 211–226. https://doi.org/10.1207/s15327604jaws0803_5
- Rowe, E., Dawkins, M.S., Gebhardt-Henrich, S.G. 2019. A Systematic Review of Precision Livestock Farming in the Poultry Sector: Is Technology Focussed on Improving Bird Welfare? *Animals*. **9** (9) 614. <https://doi.org/10.3390/ani9090614>
- Wang, A., Chen, H., Liu, L., Chen, K., Lin, Z., Han, J., Ding, G. 2024. YOLOv10: Real-Time End-to-End Object Detection. *ArXiv*. [abs/2405.14458](https://arxiv.org/abs/2405.14458). <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.14458>

This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.



Ipari paradicsom palántanevelés vízdeficit öntözéssel

Processing Tomato Seedling Cultivation with Water Deficit

Schmidt-Szantner Barbara¹, Gáll Tibor¹, Molnár-Mondovics Ágnes¹, Tömösközi-Farkas Rita²
és Pék Zoltán³

¹ Zöldségtermesztési Kutató Központ, Kertészettudományi Intézet, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

² Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Élelmiszertudományi Kutatócsoport, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

³ Kertészettudományi Intézet, Szent István Campus, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Levelezőszerző: schmidtne.szantner.barbara.ildiko@uni-mate.hu

Összefoglalás: A globális klímaváltozás miatt a szabadföldi növénytermesztés egyre kockázatosabb a szélsőséges időjárási jelenségek miatt. A Duna-Tisza közén az előző évszázadokban az árvizek és a vízelvezetés volt a fő probléma, manapság a gyakori, hosszan tartó aszályos időszakok. A termesztés technológiánkban a vízvisszatartásra és víztakarékosságra kell összpontosítanunk. A talaj vízháztartását befolyásoló készítmények közül kísérletünkben a magyar fejlesztésű, biológiai termesztésben is használható, Water Retainer®-re (WR) esett a választásunk. Kutatásunk célja annak meghatározása volt, hogy miképpen befolyásolja a kijuttatott öntözővíz mennyiségét és a palánták növekedését a WR alkalmazása. A kísérletet a MATE Kertészettudományi Intézet Zöldségtermesztési Kutatóközpont (MATE KERTI ZKK) Kalocsai Kutatóállomásán végeztük. A magokat (Unorosso F1), áprilisban vetettük el. A vetés után a beöntözéshez két koncentrációban is alkalmaztuk a WR készítményt. Az egyik kezelésnél 1,5ml/m², a másiknál pedig 2ml/m² koncentrációban permeteztünk a vetés felszínére, és 50%-os vízmennyiséggel öntöztük mindkettőt. Két kezeletlen kontrollcsoportot is kialakítottunk 50 és 100 százalékos öntözéssel. A palántanevelési időszak végén megmértük a palánta magasságot, a valódi levelek számát és a szár átmérőjét. A mérés után a maradék palántát kiültettük a szántóföldre, amely további kezelésben nem részesült. Az igény szerinti öntözést és tápanyag utánpótlást csepegtető rendszerű öntözéssel valósítottuk meg. A betakarítási időszakban mértük az érett, zsendült, zöld és beteg bogyók számát és súlyát. Az érett bogyókból mintát vettünk és meghatároztuk a refrakciót. A palántanevelés során a WR készítménnyel kezelt vetéseket sikeresen felneveltük fele annyi öntözővíz alkalmazásával. A palántanevelés végén a mért paraméterek alapján kimutatható a víz stressz hatása. Az általunk vizsgált hat paraméterből betakarításkor két esetben mutattuk ki, 95%-os valószínűséggel a kezelések hatását, a zöld és zsendült bogyók száma szignifikánsan alacsonyabb volt, a palántakorban 100%-os öntözést kapott növények kiültetett parcelláin.

Kulcsszavak: paradicsom, öntözés, palántanevelés, vízdeficit, stressz

Abstract: Due to global climate change, the risk of outdoor plant cultivation is raising. In the previous centuries floods and drainage were the main problems in the Danube -Tisza interfluve, but nowadays there are the frequent, long periods of drought. We must focus on water retention and water conservation in our cultivation technology. Among the products that affect the water balance of the soil, we chose Water Retainer® (WR), which was developed in Hungary. The

purpose of our research was to establish how the application of WR affects the amount of irrigated water and the growth of seedlings. At the end of the seedling cultivation period, seedling height, number of true leaves and stem diameter were measured. After the measurement, the remaining seedling was planted in open field, and did not receive any further treatment. During the harvest period, we measured the number and weight of ripe, half ripe, green and diseased berries. Samples from ripened berries were taken to measure the refraction. The plants in the WR treated seedling trays were successfully grown using half as much irrigation water. The number of green and half ripened berries was significantly lower in the planted plots of plants that received 100% irrigation during the seedling cultivation.

Keywords: *processing tomato, seedlings, irrigation, water retention*

1. Bevezetés

A globális klímaváltozás egyre nagyobb kihívás elé állítja a szabadföldi növénytermesztést. Az időjárási szélsőségek egyre gyakoribbá válnak, ami növeli a termelési kockázatokat. A Duna-Tisza köze hajlamosabb a szárazságra, így az öntözés nélküli paradicsomtermesztés egyre bizonytalanabbá válik. Ezen a területen a talajok, szerkezetükből adódóan csökkent vízmegtartó képességgel rendelkeznek. 200 évvel ezelőtt az árvizek és a vízelvezetés volt ezeknek a területeknek a fő problémája, manapság már a szárazság az. Napjainkban a víz a legfőbb input anyag, ezért a vízvisszatartásra kell összpontosítanunk. Ha vizet takaríthatunk meg a talajban, kevesebb öntözésre van szükségünk. A kutatásunkba bevont készítmény alkalmas lehet a talaj vízmegtartó képességének javítására.

Kutatásunk célja, annak meghatározása volt, hogy a WR miként befolyásolja az öntözött víz mennyiségét a palánták fejlődését és a betakarításkor elérhető termésmennyiséget illetve minőséget. A kísérletet a MATE Kertészettudományi Intézet Zöldségtermesztési Kutatóközpont (MATE KERTI ZKK) Kalocsai Kutatóállomásán végeztük el.

Mind a friss, mind a feldolgozott paradicsom termesztése és fogyasztása folyamatosan növekvő tendenciát mutat világszerte. A FAO statisztikai adatai alapján, 2018-ban az összes paradicsom termésmennyiség 182 millió tonna volt 4,7 millió hektárról, 23 millió tonnát termeltek Európában, ennek 30%-át ipari célra. A magyarországi 204.000 tonna az európai termelés mintegy 0,8%-át teszi ki és ebből 122.000 tonnát a Dél-Alföldön termesztették (FAOSTAT, 2020; KSH, 2020).

A hazai feldolgozóipar nagy mennyiségű, kiemelkedő tápanyagtartalmú alapanyagot igényel a kiváló minőségű paradicsomtermékek előállításához. A jó minőségű alapanyag alkalmas az átlagos minőségű koncentrátumok javítására is (Helyes, 2015). Olyan országok esetében, ahol a viszonylag száraz éghajlat a szabadföldi paradicsomtermesztéshez optimális, a termésátlag 100-130 t/ha körül várható. A magyar adatok szerint 100 t/ha termésmennyiség intenzív szántóföldi termesztéstechnológia alkalmazásával és korszerű, rezisztens, bőtermő fajták használatával érhető el (Helyes, 2013).

A paradicsomban számos olyan összetevő van, amely az emberi egészségre jó hatással van. A bogyóban lévő antioxidánsok megelőzhetik a rákos, illetve szív-és érrendszeri betegségeket. (Giovannucci et al., 1995). Több tényező befolyásolja a szárazanyagtartalmat, például a fajta, a bogyó érettsége, a növények tápanyag- és vízellátása (Mahakun et al., 1979). Az oldható szárazanyag-tartalom (Brix %) nagy részét redukáló cukrok alkotják: Davis és Hobson (1981) szerint ez az érték 50 és 70% között van, míg Helyes (1999), és Helyes et al. (2008b) ezt az értéket 60-70%-ra becsüli. A refrakció értéke a bogyóban folyamatosan változik az érés különböző fázisai során (Davies és Hobson, 1981, Jauregui et al, 1999). Hazánkban a minták fénytörési értékei általában magasabbak augusztusban, mint szeptemberben (Milotay et al.,

2016). Magasabb cukor- és a C-vitamin szintet korlátozottan rendelkezésre álló, felvehető vízmennyiségek mellett érhetünk el (Veit Kohler et al., 1999). A rendszeres és optimális öntözés csökkentheti a zöld gyümölcsök és a kalciumhiányos csúcsrothadás mennyiségét (Warner et al., 2007).

Az öntözővíz mennyisége jelentősen befolyásolja a növények életkörülményeit. Az öntözés pozitívan hat a növény magasságára, levélszámára és tömegére. Víztstressz esetén a vegetatív növekedés láthatóan csökkenhet (Ragab et al., 2019). A paradicsom nagyon érzékeny a vízterhelésre, ami a terméshozamban is tükröződik. A hozamot az egységnyi területen termelt bogyók mérete és száma határozza meg. Ez fordítottan arányos a szárazanyag-tartalommal (Lapushner et al., 1990; Helyes et al., 2008a; Pék et al., 2014). A fajta, a bogyóméret és a bekötött termések száma alapvetően meghatározzák a paradicsom termőképességét, mindemellett a termesztéstechnológia is fontos szerepet játszik (Ho, 2003). Macua et al. (2003) kutatásai szerint az öntözővíz mennyisége jelentősen befolyásolja a növények életkörülményeit.

A WR szerves talajjavító termék. Az alkalmazás során a talaj vízmegtartó képessége jelentősen megnő. A növények szélsőséges szárazság esetében akár kétszer annyi időt is képesek átvészelni súlyosabb károsodás nélkül, amely a terméseredményekben is megmutatkozik. A szélsőségesen kiszáradt talaj a megnövekedett porfrakció hatására víztaszítóvá válhat. Ekkor kevesebb csapadékot képes befogadni, növekedik a tömörödöttség, levegőtlenné válik, és alapvetően kevesebb lesz a hasznosítható víztartalma, ami termésnövekedést eredményez. A készítmény segítségével a kezelt talaj a levegőből is képes nedvességet megkötni magasabb páratartalmú időszakokban (hajnalban vagy éjszaka). A WR csökkenti a párolgást és a vizet a felső talajrétegben tartja, így az öntözővíz mennyisége is csökkenthető (waterandsoil, 2020).

2. Anyag és módszer

A vetés Kalocsán 2019 és 2020. április első dekádjában történt, a Zöldségtermesztési Kutató Központ fóliasátrában. A kísérlethez Unorosso F1 fajtát használtunk, 66 sejtes palántatálcákba (3,5cm*3,5cm*4cm), balti tőzegbe kerültek a magok. Kísérletünkben 4 kezelésünk volt (100% öntözött kontroll, 50% öntözött kontroll, 50% öntözés + 1,5 ml/m² WR és 50% öntözés + 2 ml/m² WR) minden kezelés 4 ismétlésből állt, ismétlésenként 66 növényvel. A vetést követően, beöntözéskor 1,5 ml/m² és 2 ml/m² koncentrációban permeteztük ki a WR-t közvetlenül a tőzeg felszínére. A tápanyagutánpótlási tervet az ipari paradicsom specifikus tápanyagigénye szerint dolgoztuk ki. A pH értéket 5-6 között, az EC értéket 1,5 és 3 között tartottuk, komplex, vízoldható műtrágyákat (NPK 15-30-15, NPK 18-18-18, NPK 20-5-10) használtunk. Az öntözést a 100%-ban öntözött kontrollcsoport vízigényéhez igazítottuk. Amikor a vetőközeg felső 1 cm-re kiszáradt, öntözőkannával öntöztünk, így mérni tudtuk a kiadott öntözővíz mennyiségét. A 100%-os kezelésnél megállapított vízmennyiség felével öntöztük a többi kezelést. A növény hervadását nem engedjük, ha szükséges volt sürgősségi öntözést alkalmaztunk. A kísérlet végén minden kezelésből véletlenszerűen 40-40 növényt vizsgáltunk meg, ismétlésenként 10-et. Megmértük a magasságot, a valódi levelek számát és a szár átmérőjét. A kategóriákat a következők szerint definiáltuk: a növénymagasság a szikleveletől a növény tetején lévő utolsó elágazásig tart, a minimum 2 cm hosszú leveleket számoltuk és a szárátmérőt a sziklevel alatt mértük.

A kísérlet végén, május közepén, a mérések után kimaradó palántákat kiültettük szántóföldi körülmények közé, kezelésenként 4 ismétlésben, ismétlésenként 51 növényvel. A talajelőkészítéskor komplex granulált műtrágyát (NPK 15-15-15) és pelletált baromfitrágyát

(NPK 4-4-4) dolgoztunk be. A palántázáskor beöntözéshez komplex starter műtrágyát (NPK 15-30-15) használtunk a gyökérfejlődés serkentésére. Ültetési sor- és tőtávolság 130*22 cm volt. Csepegtető öntözést használtunk. A szükséges öntözővíz mennyiségét tenziométerek segítségével határoztuk meg. Talajvizsgálat után meghatároztuk a szükséges tápanyagutánpótlási tervünket az ipari paradicsom fajlagos tápanyagigénye alapján. A tervezett 80 t/ha termés esetén a hatóanyagigény a következők szerint alakul: 280 kg N; 120 kg P és 352 kg K. A kiültetés után megkülönböztetett kezelést egyik parcella sem kapott, az állományt egyöntetűen neveltük fel.

A betakarítást augusztus második dekádjában végeztük el. A gépi betakarítást szimuláltuk: a növényeket tőből kivágtuk, az összes bogyót leráztuk és négy kategóriába soroltuk (érett, zsendült, zöld és beteg/rothadt). Piros és egyöntetűen narancssárga bogyók kerültek az érett kategóriába. A bogyót akkor tekintettük zsendültnek, ha narancssárga és zöld részeket is tartalmazott változó arányban. Egységesen zöld színű bogyókat a zöld, míg az egészségtelen, bakteriális, vagy gombás fertőzött és kalciumhiányos, illetve napégéses bogyókat a beteg kategóriába soroltuk.

A betakarításkor minden parcelláról az érett csoportból 20 bogyóból álló mintát vettünk. A mintákat gyümölcscentrifugával nyersen préseltük. A léből Brix % értéket mértünk, hordozható automatikus refraktométer (Hanna HI96801) segítségével.

3. Eredmények

A kijuttatott öntözővíz mennyisége azt mutatja, hogy a WR alkalmazásával a palánták az optimális vízigénynél kisebb vízádagokkal is sikeresen felnevelhetőek. Az 50%-os öntözésű kontrolltálcák esetében néhány alkalommal vészöntözést alkalmaztunk, mert a növények hervadás tüneteit mutatták, a nevelő közeg pedig teljesen kiszáradt. Összességében ezek a növények egy kicsit több vizet igényeltek (59,84% és 59,92%), mint a WR kezelt növények (50%). (1. Táblázat)

1. Táblázat. Kijuttatott öntözővíz mennyisége 2019-ben és 2020-ban

2019	100%-os öntözés	50%-os öntözés	50%-os öntözés+ 1,5ml/m ² WR	50%-os öntözés + 2ml/m ² WR
kiöntözött vízmennyiség (l)	94	56,25	47	47
kiöntözött vízmennyiség aránya (%)	100	59,84	50	50
2020	100%-os öntözés	50%-os öntözés	50%-os öntözés+ 1,5ml/m ² WR	50%-os öntözés + 2ml/m ² WR
kiöntözött vízmennyiség (l)	113	67,71	56,5	56,5
kiöntözött vízmennyiség aránya (%)	100	59,92	50	50

A palántanevelés végén mért paraméterek alapján (2. Táblázat) eltéréseket találtunk. Mindkét évben a 100%-ban öntözött növények voltak a legmagasabbak (13,87 cm és 15,26 cm). A

legalacsonyabb növényeket az 50%-os öntözés mellett 1,5 ml/m² koncentrációban kijuttatott WR készítmény alkalmazása esetén mértük (10,07 cm és 11,87 cm). Ezek az értékek mindkét évben elmaradtak az 50%-os kontroll parcellákban mért adatoktól (10,59 cm és 14,24 cm), ahol közel 60%-os vízadagot alkalmaztunk. A WR-rel kezelt parcellák egymással történő összehasonlításakor megállapíthatjuk, hogy mindkét évben a nagyobb (2ml/m²) koncentrációjú oldat esetében mértük a magasabb növényeket (11,87cm és 11,92 cm)

A legtöbb levelet mindkét évben a 100 százalékos öntözött parcellákon számoltuk (3,65 db és 5,39 db). A legkevesebbet 2019-ben az 50%-os öntözöttségű parcellákon (3,05 db), 2020-ban pedig a 2 ml/m² WR kezelés esetén (4,32 db). A WR kezelések összevetésekor 2019-ben nem találtunk különbséget (3,2 db), 2020-ban a 1,5 ml/m² koncentrációban kijuttatott WR készítmény alkalmazása esetén számoltunk több levelet (4,45 db).

Szárvastagság tekintetében 2019-ben a legnagyobb értéket (3,60 mm) a 2 ml/m² WR kezelés esetén mértük, míg 2020-ban ez a kezelés adta a legalacsonyabb értéket (3,84 mm). A 1,5 ml/m² koncentrációban kijuttatott WR kezelt parcellák 2019-ben ettől vékonyabb (3,55 mm), míg 2020-ban vastagabb (4,10 mm) növényeket eredményeztek.

A palántanevelés végén mért paraméterek esetében tapasztalt különbségek egyike sem bizonyult szignifikánsnak a matematikai analízist követően.

2. Táblázat. A palántanevelés végén mért paraméterek átlagértékei 2019-ben és 2020-ban

2019	átlag növénymagasság (cm)	átlag levélszám (db)	átlag szárvastagság (mm)
100%-os öntözés	13,87	3,65	3,59
50%-os öntözés	10,59	3,05	3,54
50%-os öntözés + 1,5ml/m ² WR	10,07	3,20	3,55
50%-os öntözés + 2ml/m ² WR	11,87	3,20	3,60
2020	átlag növénymagasság (cm)	átlag levélszám (db)	átlag szárvastagság (mm)
100%-os öntözés	15,26	5,39	4,60
50%-os öntözés	14,24	4,87	4,31
50%-os öntözés + 1,5ml/m ² WR	11,87	4,45	4,10
50%-os öntözés + 2ml/m ² WR	11,92	4,32	3,84

Az átlagos hozamokat (3. Táblázat) a kezelésenkénti négy ismétlésből számítottuk ki. Az átlagos refrakciót (Brix%) a betakarításakor a kezelésenkénti négy ismétlésből szedett minták mért értékeiből határoztuk meg. Szignifikánsnak határoztuk meg azt az eltérést két adat között, amely az ANOVA analízist követően 95%-os valószínűséggel a kezeléshatásnak köszönhető. A két évjárat eredményei egymástól jól elkülöníthetőek ezért külön elemezzük azokat.

2019-ben, szignifikánsan különbözik a refrakció átlagérték a 100%-os öntözésű (4,59%) és az 1,5 ml/m² koncentrációjú WR-rel kezelt parcellák esetében (4,97%). A 1,5 ml/m² koncentrációjú WR-t kapott parcellákon szignifikánsan több zöld bogyó volt (2,08 kg/m²), mint a palántakorban 50%-os öntözésben részesített parcellákon (1,35 kg/m²). Legnagyobb hozam (össztermés) értéket a palántakorban 50% öntözés + 1,5 ml/m² WR parcellákban (15,99 kg/m²), míg a legalacsonyabbat a palántakorban 50% öntözés + 2 ml/m² WR parcellákban mértük. Ez a reláció az érett termés mennyiségében is fennáll (11,06 kg/m² és 9,32 kg/m²).

2020-ban megállapíthatjuk, hogy a palántakorban 100%-os öntözést kapott parcellában betakarított zsendült és zöld bogyók átlagmennyisége szignifikánsan alacsonyabb (0,90 kg/m² és 0,77 kg/m²) a többi parcellában mért értéktől. 2020-ban a legmagasabb refrakció értéket a palántakorban 100%-os öntözést kapott (4,58%), míg a legalacsonyabbat a palántakorban 50%-os öntözés + 1,5 ml/m² WR-rel kezelt (4,33%) állományoknál kaptuk. A legnagyobb össztermést a palántakorban 50%-os öntözést kapott parcelláknál (7,98 kg/m²), a legkisebbet a palántakorban 100%-os öntözést kapott parcelláknál (6,98 kg/m²) mértük. Érett termés esetén a legkevesebb a palántakorban 50%-os öntözés + 2 ml/m² WR kezelt (4,15 kg/m²), a legtöbb a palántakorban 100%-os öntözésű parcelláknál volt.

3. Táblázat. Betakarításkor mért paraméterek átlagértékei 2019-ben és 2020-ban

2019	Érett (kg/m ²)	Érett (db)	Zsendült (kg/m ²)	Zsendült (db)	Zöld (kg/m ²)	Zöld (db)	Beteg (kg/m ²)	Beteg (db)	Összesen (kg/m ²)	Brix %
100%-os öntözés	10,56	195,17	2,11	44,83	1,76	45,40	1,14	19,24	15,58	4,59
50%-os öntözés	10,17	201,16	1,99	44,05	1,35	40,05	1,16	19,18	14,66	4,53
50%-os öntözés + 1,5ml/m ² WR	11,06	213,68	1,96	47,81	2,08	67,34	0,89	15,90	15,99	4,97
50%-os öntözés + 2ml/m ² WR	9,32	192,14	2,15	41,00	1,89	47,24	0,99	15,40	14,35	4,57
2020	Érett (kg/m ²)	Érett (db)	Zsendült (kg/m ²)	Zsendült (db)	Zöld (kg/m ²)	Zöld (db)	Beteg (kg/m ²)	Beteg (db)	Összesen (kg/m ²)	Brix %
100%-os öntözés	4,46	105,19	0,90	27,47	0,77	30,45	0,84	22,10	6,98	4,58
50%-os öntözés	4,41	105,09	1,48	41,20	1,38	57,03	0,70	17,69	7,98	4,38
50%-os öntözés + 1,5ml/m ² WR	4,25	104,81	1,37	38,54	1,40	58,56	0,92	23,11	7,94	4,33
50%-os öntözés + 2ml/m ² WR	4,15	98,96	1,37	41,20	1,53	60,17	0,84	22,20	7,90	4,39

4. Megvitatás

Kutatásunkban megvizsgáltuk a WR készítmény hatását a palántanevelésben. A két vizsgált évjárat mind a palántakorban, mind a betakarításkor mért tulajdonságok alapján egymástól jól elkülöníthető. Az évjárathatás erősen befolyásolja tehát az eredményeket.

A készítményt két eltérő koncentrációban jutattuk ki és a növényeket csökkentett vízáradagokkal öntöztük. A palántákat sikeresen felneveltük. Összességében megállapíthatjuk, hogy a kijuttatott öntözővíz mennyisége palántanevelésben felére redukálható a WR használatával. A kísérlet végén mért paraméterek, szignifikáns különbséget nem mutattak. Az adatok alapján megállapítható, hogy a víz stressz tüneteit tapasztalhattuk az 50%-os öntözési szintű parcellák mindegyikénél a vegetatív növekedés visszafogottabb volt a 100%-os kontroll parcellákhoz képest. A mért paraméterek többségében a vízzel jól ellátott állományokban kaptuk ugyanis a legmagasabb értékeket.

A kísérletben megvizsgáltuk, hogy a palántakori stressz milyen hatással van a későbbi fejlődésre. A kezelt palántákat kiültettük, de további kezelésben nem részesítettük, az állományt egységesen neveltük fel. A betakarításkor mért adatokban szignifikáns különbségeket találtunk a szárazanyag tartalom és a zöld bogyók számának tekintetében. Összességében az általunk vizsgált paraméterek közül mindkét évben 2 esetben mutattuk ki, 95%-os valószínűséggel a kezelések hatását. A termésmennyiség és a refrakció negatív korrelációját az általunk vizsgált két év során árnyaltabban tapasztaltuk, ez lehetséges következménye a palántakori kezeléseknél és az évjáráthatásnak. Az adataink azt sugallják, hogy a palántakori stressz befolyásolja a növény későbbi fejlődését és a hozamok alakulását is.

A WR készítmény szántóföldi körülmények közötti alkalmazhatóságát, illetve a kiültetés utáni víz stressz hatások további vizsgálatát a szerzők kiemelt fontosságúnak gondolják.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem és a Water and Soil támogatásáért.

Irodalom

- Davies, J. N., Hobson, G. E. 1981. The constituents of tomato fruit – the influence of environment, nutrition and genotype. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. **15** (3), 205–280. <https://doi.org/10.1080/10408398109527317>
- Giovanucci, E., Ascherio A., Rimm E. B., Stampfer, M. J., Colditzand, G. A., Willtt, W.C. 1995. Intake of carotenoids and retino in relation to risk of prostate cancer. *Journal of National Cancer Institute*. **87** (23), 1767–1776. <https://doi.org/10.1093/jnci/87.23.1767>
- Helyes, L. 1999. A paradicsom és termesztése. SYCA Szakkönyvszolgálat Budapest
- Helyes, L. 2013. Gondolatok és eredmények az ipari paradicsom termesztéséről. *Agrofórum*. **24** (2) 32–36.
- Helyes, L. 2015. Ipariparadicsom és fenntarthatóság. *Kertészet és Szőlészet*. **64** (3) 14–15.
- Helyes, L., Dimény, J., Böcs, A., Schober, G., Pék, Z. 2008a. The effect of water and potassium supplement on yield and lycopene content of processing tomato. *Acta Horticulturae*. **823**, 103–108 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.823.11>
- Helyes, L., Pék, Z., Lugasi, A. 2008b. Function of the variety technological traits and growing conditions on fruit components of tomato (*LycopersiconLycopersicum* L. Karsten) *Acta Alimentaria*. **37** (4) 427–436. <https://doi.org/10.1556/AAlim.2008.0010>
- Ho, L. C. 2003. Genetic and cultivation manipulation for improving tomato fruit quality VIII International Symposium on the Processing Tomato. *Acta Hortic*. **613**, 21–31. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.613.1>
- Jauregui, J. I., Lumbreras, M., Chavarri, M. J., Macua, J. I. 1999. Dry weight and brix degree correlation in different varieties of tomatoes intended for industrial processing. *Acta Hortic*. **487**, 425–430. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1999.487.69>

- Lapushner, D., Bar, M., Gilboa, N., Frankel, R. 1990. Positive heterotic effects for °Brix in high solid F1 hybrid Cherry tomatoes. *Acta Hort.* 277, 207–212. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1990.277.23>
- Macua, J. I, Lahoz, I., Arzoz, A., Garnica, J. 2003. The influence of irrigation cut-off time on the yield and quality of processing tomatoes. *Acta Hort.* 613, 151–153. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.613.18>
- Mahakun, N., Leeper, P. W., Burns, E. E.: 1979. Acidic constituents of various tomato fruit types. *Journal of Food Science*. **44** (4) 1241–1244. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1979.tb03489.x>
- Milotay P., Schmidtné Szantner B., Molnár-Mondovics Á., Kis A., Tóth-Horgosi P. 2016. Paradicsom vízdíszítő szárazanyag tartalmának változása két eltérő évjáratban. XXII. Növénynevelési Tudományos Nap, Abstr. 104. ISBN 978-963-396-085-1.
- Pék, Z., Szuvandzsiev, P., Neményi, A. Helyes, L. 2014. Effect of season and Irrigation on Yield Parameters and Soluble Solids Content of Processing Cherry Tomato. *Acta Hort.* 1081, 197–202. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1081.24>
- Ragab M. E. et al. 2019 Effect of irrigation systems on vegetative growth, fruit yield, quality and irrigation water use efficiency of tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.) Grown under water stress conditions. *Acta Scientific Agriculture*. **3** (4) 172–183. <https://actascientific.com/ASAG/pdf/ASAG-03-0409.pdf>
- Veit-Kohler, U., Krumbeinand, A., Kosegarten, H. 1999. Effect of different water supply on plant growth and fruit quality of *Lycopersicon esculentum*. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. **162** (6) 583–588. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1522-2624\(199912\)162:6<583::AID-JPLN583>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1522-2624(199912)162:6<583::AID-JPLN583>3.0.CO;2-P)
- Warner, J., Tan C. S., Zhang, T. Q. 2007. Water management strategies to enhance fruit solids and yield of drip irrigated processing tomato. *Canadian Journal of Plant Science*. **87** (2), 345–353. <https://doi.org/10.4141/P06-031>
- Waterandsoil 2020. <https://www.waterandsoil.eu/how-it-works>. *People and Nature*, **2** (2) 350–368. <http://dx.doi.org/10.1002/pan3.10088>

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.

This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.



A Kis-Balaton Ingói-berki nádállományok területi változásainak elemzése műholdfelvételek és a normalizált differenciált vegetációs index (NDVI) segítségével

Analysis of the Spatial Changes in the Reed Stands of the Kis-Balaton Ingo-Berek Reed Beds Using Satellite Images and the Normalized Differentiated Vegetation Index (NDVI)

Soós Gábor^{1*} és Anda Angéla²

¹MATE Georgikon Campus; soos.gabor@uni-mate.hu

²MATE Georgikon Campus; anda.angela@uni-mate.hu

*Levelezőszerző: soos.gabor@uni-mate.hu

Összefoglalás: A nád (*Phragmites australis*) a Kis-Balaton domináns makrofita növénye, és a Kis-Balaton Vízvédelmi Rendszer (KBVR) esetében mintegy 2000 ha-ra becsülhető az összefüggő állományainak területe. A Kis-Balatonhoz hasonló wetland jellegű élőhelyek nemcsak hazánkban, hanem az egész földön elképzelhetetlenek kisebb-nagyobb összefüggő nádállomány jelenléte nélkül. A Landsat-8 műholdas felvételek, mint távérzékelési eszköz használata segíthet a kis-balatoni növényzet változásainak azonosításában. Az NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) számítási módszerrel végzett elemzés információt nyújthat az adott terület növényzetének sűrűségéről. Vizsgálatunk fő célkitűzése a Landsat 8 műholdas adatok osztályozásával A Kis-Balaton Ingói-berki nádállományok évenkénti területi változásának, fragmentáltságának meghatározása 2013-tól 2023-ig.

Kulcsszavak: *távérzékelés, vegetáció változás, fragmentáció, NDVI*

Abstract: The reed (*Phragmites australis*) is the dominant macrophyte plant of Kis-Balaton, and in the case of the Kis-Balaton Water Conservation System (KBVR) it is estimated to cover an area of about 2000 ha. Wetland habitats such as Kis-Balaton are unimaginable not only in Hungary, but also in the whole world, without the presence of small or large coherent stands of reeds. The use of Landsat 8 satellite imagery as a remote sensing tool can help to identify changes in the vegetation of the Kis-Balaton. Analysis using the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) calculation method can provide information on the vegetation density of a given area. The main objective of our study is to determine the annual spatial variation and fragmentation of the reed stands in the Ingoi-berek reed beds of Kis-Balaton from 2013 to 2023 by classifying Landsat 8 satellite data.

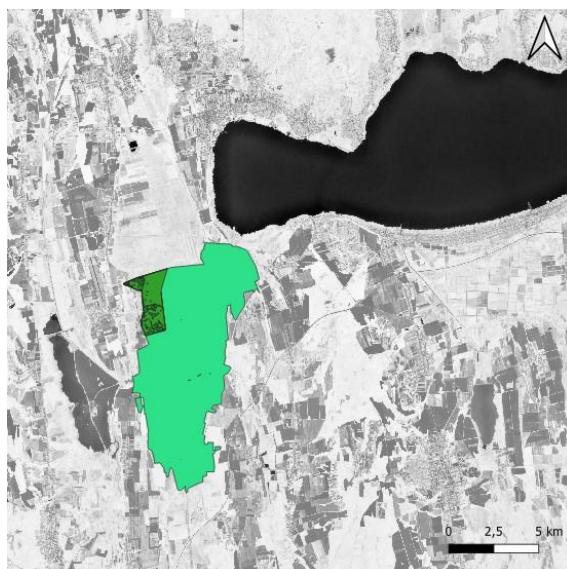
Keywords: *remote sensing, vegetation change, fragmentation, NDVI*

1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A vizes élőhelyek nagyon fontos ökoszisztémák, amelyek számos növény- és állatfajnak nyújtanak élőhelyet, valamint számos értékes ökoszisztéma-szolgáltatást, például árvízvédelmi, víztisztítási és élelmiszer-ellátási feladatokat látnak el. A mezőgazdaság, az állattenyésztés és a települések növekvő emberi vízigénye miatt azonban a vizes élőhelyek egyre inkább veszélyeztetetté és degradálttá válnak, különösen a vízhiányos régiókban (Ramsari Egyezmény, 2016). Magyarország egyik ilyen területe a Kis-Balaton. A nád (*Phragmites australis*) a Kis-Balaton domináns makrofita növénye, és a Kis-Balaton Vízvédelmi Rendszer (KBVR) esetében mintegy 2000 ha-ra becsülhető az összefüggő állományainak területe. A Kis-Balatonhoz hasonló wetland jellegű élőhelyek nemcsak hazánkban, hanem az egész földön elképzelhetetlenek kisebb-nagyobb összefüggő nádállomány jelenléte nélkül (Struyf et al., 2007). Az élőhelyek csökkenése eredhet természetes, sztochasztikus események, antropogén élőhelyvesztés és az azt követő fragmentálódásból. A biológiai sokféleség csökkenésének egyik oka az élőhelyvesztés után bekövetkező vizes élőhelyek összekapcsolhatóságának megszűnése (Millennium Ecosystem Assessment 2005). A Landsat 8 műholdas felvételek, mint távérzékelési eszköz használata segíthet a kis-balatoni növényzet változásainak azonosításában. Az NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) számítási módszerrel végzett elemzés információt nyújthat az adott terület növényzetének sűrűségéről. Vizsgálatunk fő célkitűzése a Landsat 8 műholdas adatok osztályozásával a Kis-Balaton Ingói-berki nádállományok évenkénti területi változásának, fragmentáltságának meghatározása 2013-tól 2023-ig.

2. Anyag és módszer

A munkához szükséges Landsat 8 30 x 30 m felbontású 10 % felhőborított multispektrális műholdképeket a <https://earthexplorer.usgs.gov> oldalról töltöttünk le 2013-tól 2023-ig nyári hónapokra, hogy az évenkénti változás összehasonlítható legyen.



1. ábra: Kis-Balaton Fenéki tó Ingói-berek elhelyezkedése az NDVI-képen

A vörös (R) és közeli infravörös (NIR) sávokból Normalizált differenciált vegetációs index $NDVI = (R - NIR) / (R + NIR)$ képet készítettünk a QGIS 3.28 (www.qgis.org) térinformatikai szoftverrel. Az NDVI raszter képekből maszkoltuk az 1603 hektáros ingói területet (1. ábra).

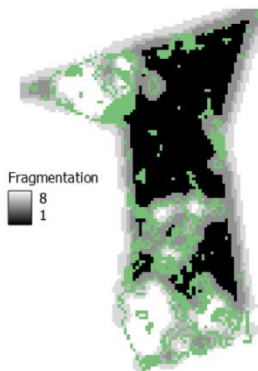
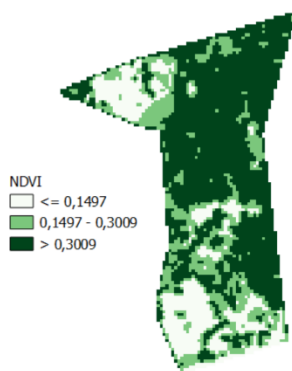
Ezután az NDVI tartomány 3 egyenlő részre osztásával osztályoztuk a képet. A felső intervallum: sűrű nádállomány, középipervallum: átmenet a nádas és vizes-híjaras között, alsó intervallum: vizes-híjaras (VH). A kapott 3 terület arányát kiszámoltuk. Az osztályozott képet a SAGA fragmentációs modullal lefuttattuk.

3. Eredmények és értékelésük

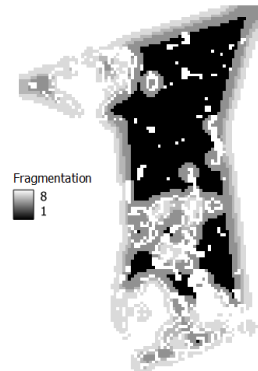
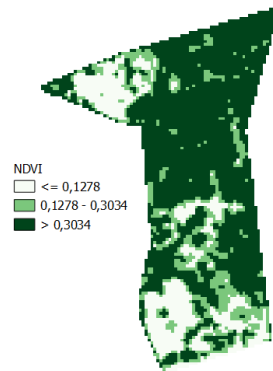
A vizsgált 11 év osztályozott és szegmentált képeit az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat: 2013-tól 2023-ig az Ingói-berki NDVI és a fragmentációs területek.

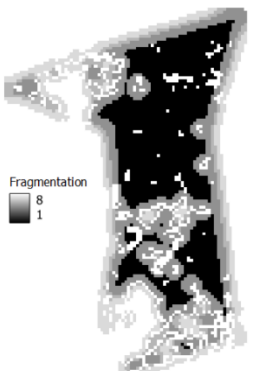
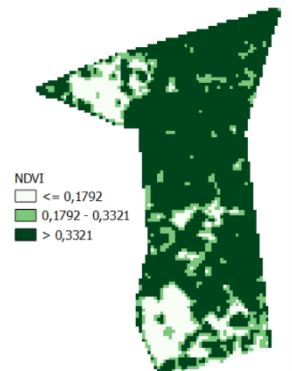
Eredmények: 2013.07.29



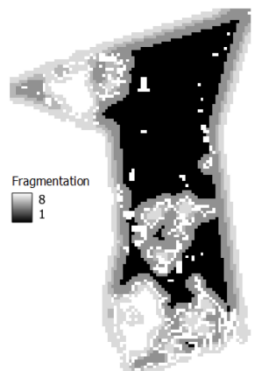
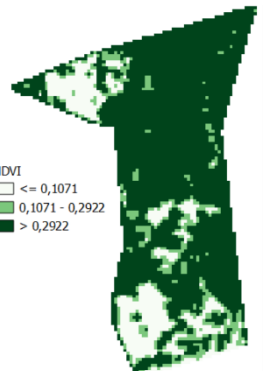
Eredmények: 2014.07.16



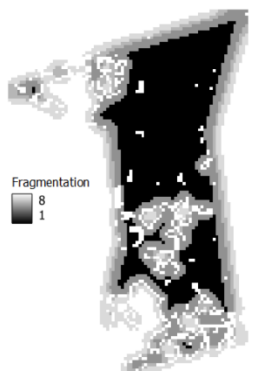
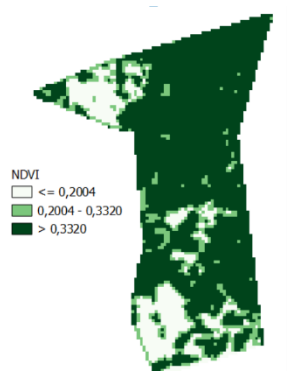
Eredmények: 2015.07.19



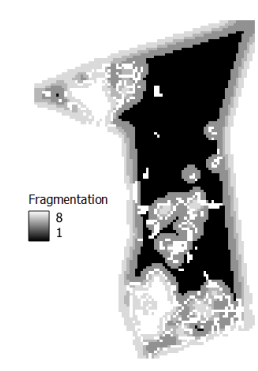
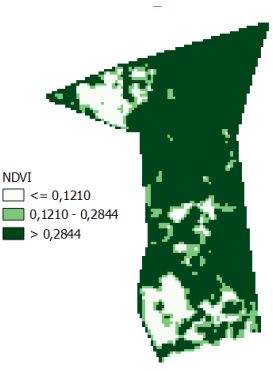
Eredmények: 2016.07.05



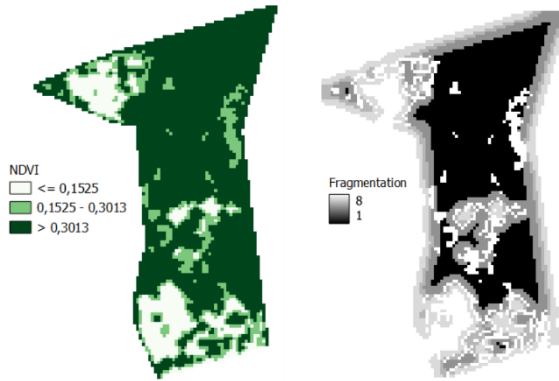
Eredmények: 2017.08.09



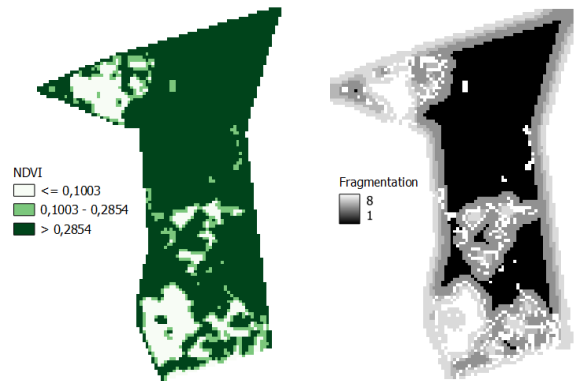
Eredmények: 2018.08.12



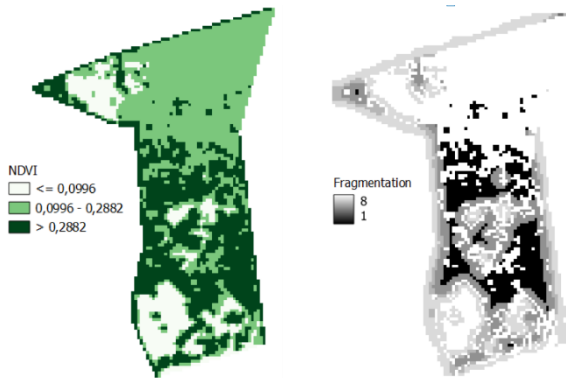
Eredmények: 2019.08.31



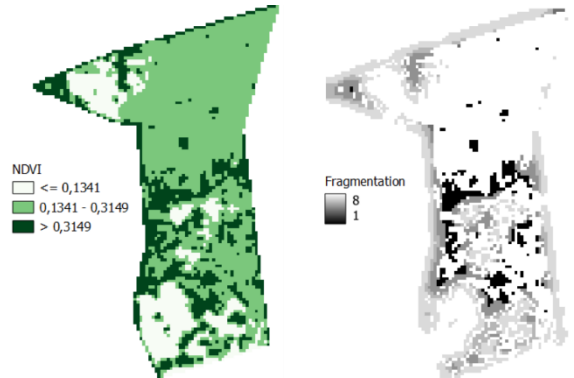
Eredmények: 2020.08.01



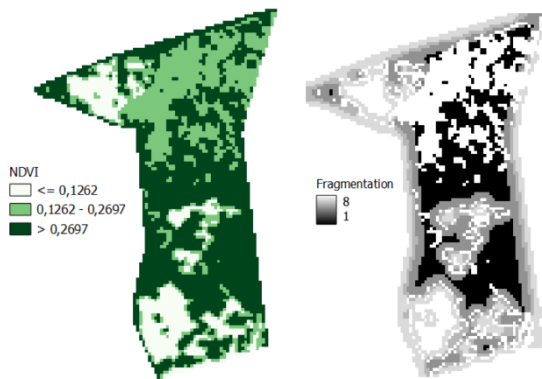
Eredmények: 2021.06.17



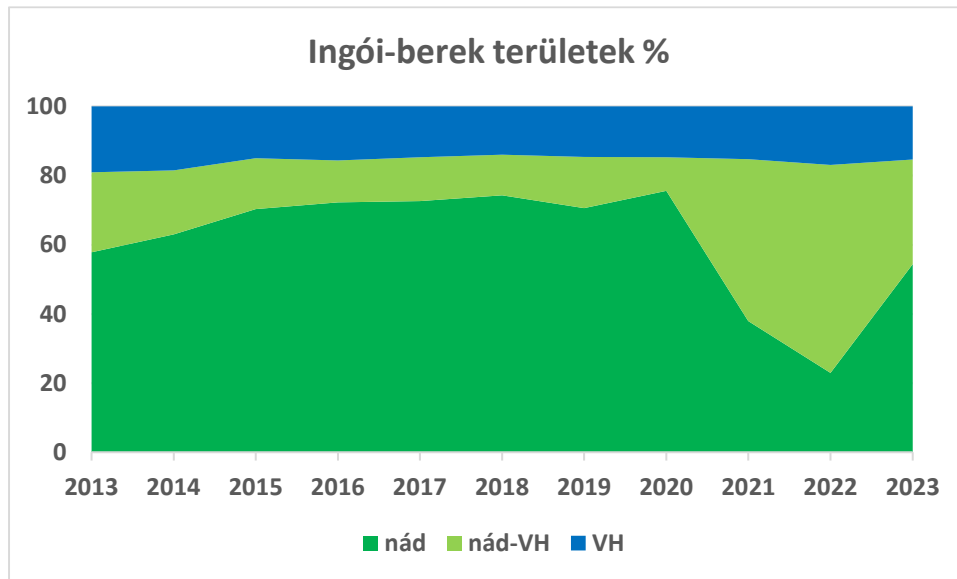
Eredmények: 2022.07.22



Eredmények: 2023.08.26

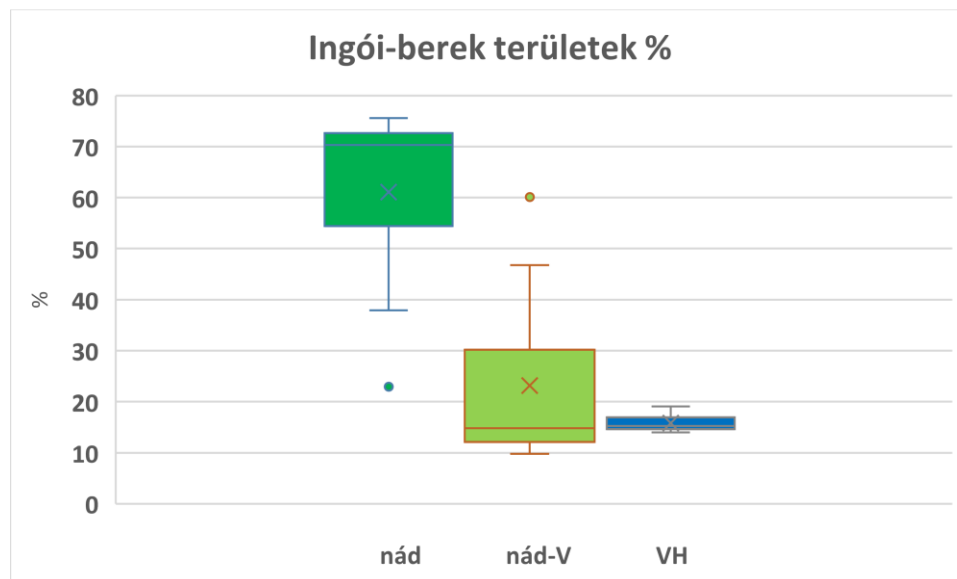


Az 1. táblázat képei alapján már látszik az évek közötti különbség. A 2021-es év az első kiugró, mivel csak júniusra volt értékelhető műholdfelvétel és a vegetáció nem volt teljesen kifejlett. A következők a 2022-es és 2023-as, ahol degradálódás, fragmentáció észlelhető. Ennek több oka is lehet: nádvágás, vízszint változás a vízgyűjtő területet érintő aszály következtében, stb. A keszthelyi adatokra számított Pálfai-index nem mutatott erős aszályt (PAI0: 2022: 4,3; 2023: 3,2).



2. ábra: 2013-től 2023-ig az Ingói-berekre vonatkozó halmazott terület-arányok

Az NDVI osztályozásából származó területarányok éves változása látható a 2. ábrán. A változás mértéke 2022-ben 2020-hoz képest, mivel a 2021-es egy korábbi fenofázist tükröz: -70% nád, 84% nád-VH, 14% VH esetében. A korábbi időszakok éves változása átlag -8%, -10% és -2,5%, a szórások: 44, 48 és 10%.



3. ábra: 2017-től 2023-ig az Ingói-berekre vonatkozó terület-arányok boxplotjai

A 3. ábrán az arányok adatainak boxplot diagramja szemlélteti az adatok eloszlását.

4. Következtetések, javaslatok

Nehezen hozzáférhető, áthatolhatatlan mocsarak, élőhelyek állapotában bekövetkező változások éves követésére használható módszer a műholdas képfeldolgozás. Az adatok (alacsony felbontású műholdképek) és a feldolgozáshoz szükséges megbízható szoftverek ingyen hozzáférhetők. Az észlelt változásokból pontosabb helyszíni vizsgálatok következhetnek az okok és a várható következmények feltárása érdekében.

Irodalom

- Ludwig, C. Walli, A. Schleicher, C. Weichselbaum, J., Riffler, M. 2019. A highly automated algorithm for wetland detection using multi-temporal optical satellite data. *Remote Sensing of Environment*. 224, 333–351. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.01.017>
- Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis. Washington DC: World Resources Institute; 2005. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- Ramsar Convention An Introduction to the Ramsar Convention on Wetlands (7th ed.), Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland 2016. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/handbook1_5ed_introductiontoconvention_final_e.pdf
- Struyf, E., Van Damme, S., Gribsholt, B., Bal, K., Beauchard, O., Middelburg, J. J., Meire, P., 2007. Phragmites australis and silica cycling in tidal wetlands. *Aquat. Bot.* **87** (2) 134–140. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.05.002>

*A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.*

*This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.*



Különböző burgonyafajták fitoftóra (*Phytophthora infestans*) fertőzésre adott válaszána transzkriptomiai vizsgálata

Transcriptome Analysis of the Phytophthora Infestans Induced Stress-Response in Different Potato Cultivars

Taller János^{1*}, Nagy Erzsébet¹, Idogwu Esther Ijeoma¹, Wolf István², Polgár Zsolt³ és Frank Krisztián²

¹MATE Genetika és Biotechnológia Intézet;

taller.janos@uni-mate.hu, nagy.erzsebet@uni-mate.hu, idogwu.esther.ijeoma@phd.uni-mate.hu

²MATE Agrárcsoport Kft; wolfistvan01@gmail.com, frank.krisztian@uni-mate.hu

³MATE Növénytermesztési Intézet; polgar.zsolt@uni-mate.hu

*Levelezőszerző: taller.janos@uni-mate.hu

Összefoglalás: A *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary nevű oomycéta gomba által okozott burgonyavész a burgonya egyik legveszélyesebb kórokozója. Vad *Solanum* fajokban számos rezisztenciagént azonosítottak, melyek közül a *Solanum demissum* eredetű 11 rasszspecifikus *P. infestans* rezisztenciagén a legelterjedtebben hasznított a burgonyanemesítésben. Korábbi elemzéseink azt mutatták, hogy a White Lady (WL) fajtában a 11 R gén legtöbbje megtalálható. A jelen kutatási programban a magas fitoftóra rezisztenciával rendelkező WL mellett Gergely (2004) alapján jó horizontális rezisztenciájúnak leírt Kastia fajtát és egy fogékony fajtát, a Sárvári borostyánt használtuk, hogy transzkriptom vizsgálattal hasonlítsuk össze a *P. infestans* inokulációra adott reakcióikat. A transzkriptom elemzést a MP-1548-as *P. infestans* izolátummal való oltás előtt (kontroll), valamint 18, 24, 48 és 72 órával az oltás után vett levélmintákból tisztított RNS-en végeztük. A fertőzési kísérlet a WL várt rezisztenciáját és a Sárvári borostyán fogékonyságát igazolta, de a Kastia a fitoftóra fertőzés jellegzetes tüneteit produkálta. Az egyes RNS-szekvenálások rövid leolvasásait egy in vitro White Lady növény hosszú leolvasásokból álló transzkriptomjához illesztettük, és szekvenálásonként több mint 100 000 transzkriptet azonosítottunk. A három fajta fitoftóra fertőzésre adott stressz-válaszát e géngyűjtemények összehasonlításán keresztül jellemeztük. Vizsgálataink átfogó különbségeket mutattak ki a rezisztens és a fogékony fajták fitoftóra fertőzésre adott válaszában.

Kulcsszavak: *Phytophthora infestans*, burgonya, transzkriptom vizsgálat, rezisztencia

Abstract: Late blight, caused by the oomycete fungus *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary, is one of the most dangerous diseases of potatoes. A number of resistance genes have been identified in wild *Solanum* species, of which 11 race-specific *P. infestans* resistance genes derived from *Solanum demissum* are the most widely used in potato improvement. Our previous analyses have shown that most of the 11 R genes are present in cultivar White Lady (WL). In the present research program, in addition to WL, which has high resistance to late blight, we used the cultivar Kastia, described by Gergely (2004) as having good horizontal resistance, and a susceptible cultivar, Sárvári borostyán, to compare by transcriptome analysis their responses to *P. infestans* inoculation. The transcriptome analysis was performed on purified RNA from leaf samples taken before inoculation with *P. infestans* isolate MP-1548 (control) and 18, 24,

48 and 72 h after inoculation. The infection experiment demonstrated the expected resistance of WL and susceptibility of Sárvári borostyán, but Kastia showed the typical symptoms of *Phytophthora* infection. Short reads of each RNA sequence were aligned to the long read transcriptome of an *in vitro* White Lady plant and over 100 000 transcripts per sequencing were identified. The stress response of the three cultivars to *P. infestans* infection was characterized by comparing these gene collections. Our analyses revealed overall differences in the response of resistant and susceptible cultivars to *P. infestans* inoculation.

Keywords: *Phytophthora infestans*, potatoe, transcriptome analysis, resistance

1. Bevezetés

A XX. század elejétől indult rezisztencia nemesítés, majd a fungicidek és más kontroll eljárások alkalmazása ellenére világszerte továbbra is a *P. infestans* a burgonyatermesztés biztonságát leginkább veszélyeztető kórokozó. (Haverkort et al., 2009) A fitoftóra fertőzés által előidézett veszteség globálisan évi 5,6 milliárd Euróra becsülhető. A kórokozóval szemben a kémiai szerekkel történő védekezés hatékony, ugyanakkor, a felmerülő környezetbiztonsági kérdések miatt az EU-ban az engedélyezett fungicidek köre szűkül. E helyzetre leginkább a genetikai alapú védelem kialakítása jelenthetne megoldást a termesztett fajtákban.

A burgonya és a hemibiotróf *P. infestans* közötti kompatibilis kölcsönhatás esetén a kórokozó effektor molekulái képesek már a fertőzés korai szakaszában leküzdeni a gazdanövény veleszületett immunválaszát. A kompatibilis kölcsönhatás eredménye az effektor által kiváltott érzékenység (effector-triggered susceptibility - ETS) A fitoftóra elleni sikeres védekezéshez szükséges a kórokozó különféle effektor molekuláinak közvetlen vagy közvetett módon történő felismerése és hatásmechanizmusuk gátlása. E feladatot a növényeken belül az R-gének látják el, a jelenséget pedig effektor által kiváltott immunitásnak (effector-triggered immunity - ETI) nevezzük. Az egyes burgonyanövényekben sok száz, adott effektor molekulá(k)ra specifikus R-gén található. A különféle fitoftóra rasszok földrajzi terjedésének, rekombinációnak vagy mutációnak köszönhetően megjelenhetnek egy adott fajta rezisztenciáját áttörni képes új biotípusok, melyek e tulajdonságukat olyan effektor molekuláknak köszönhetik, melyekkel szemben a gazdanövényben nincs megfelelő, inkompatibilitást eredményező R-gén. Amennyiben a patogén nem rendelkezik a rezisztencia áttöréséhez szükséges virulencia faktorral, azaz effektor molekulával, úgy a megtámadott növényi sejten végbemeleg az ETI, ami gyakran hiperszenzitív reakcióval (HR) jár együtt. A hiperszenzitív reakció során jelentkező programozott sejthalál eredményeként a megtámadott növényi sejt elpusztul, meggátolva ezzel a kórokozó terjedését a növényben. Az így elpusztult sejtek lézió formájában gyakran láthatók a növényen.

A burgonya nemesítésben fitoftóra rezisztencia kialakítására széleskörűen alkalmazzák a *Solanum demissum* hexaploid vad burgonyafajból származó R1-R11 géneket tartalmazó vonalakat. E rassz-specifikus rezisztenciagének külön-külön megtalálhatók a Mastenbrock differenciáló sor vonalaiban, lehetővé téve a *P. infestans* izolátumok megfelelő AVR génjeinek azonosítását. A különböző izolátumok avirulencia génjeinek összetétele ismeretében a R1-R11 gének fertőzési tesztekkel azonosíthatók a különböző burgonya genotípusokban. A keszthelyi Burgonyakutatási Központban nemesített White Lady (WL) fajta nagyfokú fitoftóra rezisztenciával bír. Korábbi, Wolf István által a differenciáló sorral végzett vizsgálatok alapján megállapítást nyert, hogy az R1, R2, R3, R4, R6, R7, R10 és R11 gének jelen vannak a fajtában, míg az R5 hiányzik belőle (Hajianfar, 2014). Az R8 és R9 jelenlétét/hiányát megfelelő izolátum híján nem tudtuk tesztelni.

Jelen vizsgálatok során célunk a fitoftóra fertőzésre adott biotikus stressz-válasz molekuláris genetikai módszerekkel történő összehasonlító elemzése volt. A White Lady mellett a fogékony

Sárvári borostyán (Sb) és a jó horizontális rezisztenciával rendelkezőnek leírt (Gergely, 2004) Kastia (K) fajtát vontuk be a vizsgálatokba. E vizsgálat rövid leolvasásokból (Illumina) álló RNS-szekvenálási adatait egy *in vitro* WL növény PacBio platformon kapott hosszú leolvasásaihoz illesztettük. E megközelítés ugyan korlátozhatja az azonosítható gének számát, azonban csaknem a teljes genomra kiterjedő információt nyújt gének expressziós változásairól, illetve, mivel egy hosszú leolvasás egy teljes mRNS szekvenciát reprezentál, így e gének kódoló szekvenciájáról is.

2. Anyag és módszer

2.1. Növényanyag

White Lady (WL), Sárvári borostyán (Sb) és Kastia (K) burgonyafajták gumóit 3 literes cserepekben lévő balti tőzegbe ültettük, és fitotronban 50%-os relatív páratartalom, 16:8 óra megvilágítás : sötét periódus mellett neveltük a növényeket. A megvilágítás kezdetekor 20°C-ról két óra alatt 25°C-ra emeltük, majd a sötét periódus kezdetére szintén két órán belül 20°C-ra csökkentettük a hőmérsékletet. Mindegyik fajtából öt növényt a kezelések céljára egyet pedig kontrollnak használtunk.

2.2. Fertőzések és mintavétel

A kezelésre kerülő, virágzás előtti stádiumban lévő növények 2-2 levélének fonákjára 15 000 sporangium/mL fitoftóra oldatból 50 µL-t egyetlen cseppben helyeztünk el, míg a kontroll növényekre steril desztillált vizet cseppentettünk. A cseppeket minden esetben az összetett levél csúcsi levélkéjére helyeztük. A kezelésekhöz a lengyel eredetű MP-1548 izolátumot használtuk. A cseppeket 12 óra múlva pipettával eltávolítottuk.

Mintagyűjtéshez a kezelt csúcsi levélke melletti levélkéket használtuk. Mintákat minden növényről a kezelés után 18, 24, 48 és 72 óra múlva gyűjtöttünk. A levélmintákat szárazjégre gyűjtöttük, majd RNS tisztításig -70°C-on tároltuk.

2.3. Molekuláris vizsgálatok

Az egyes levélmintákból 50 mg-ot használtunk a RNS előtisztításához, melyet TRIzolal (Invitrogen, USA) végeztünk a gyártó útmutatásai alapján. Egy következő tisztítási lépésben a teljes RNS-t Direct-zol RNA Microprep kittel (Zymo Research, USA) vontuk ki, majd a poly-A dúsítást Poly(A) RNA Selection kittel (Lexogen, Ausztria) végeztük. A RNS integritást RNA 6000 Pico kittel 2100 Bioanalyzer (Agilent, USA) készüléken vizsgáltuk. Csak az 5,5 RIN érték feletti minőségű RNS mintákat használtuk a további vizsgálatokhoz. A RNS-szekvenáláshoz a könyvtárakat NEXTFLEX Rapid Directional RNA_Seq kit 2.0 (Perkin Elmer, USA) felhasználásával készítettük el. A transzkriptom szekvenálásokat NextSeq 500 (Illumina, USA) platformon végeztük, High Output 150 sequencing kittel.

2.4. Bioinformatikai elemzések

A SOAPdenovo-Trans (Xie et al., 2014) programot használtuk az egyes minták RNS-szekvenálási rövid leolvasásainak illesztéséhez. Referenciának az *in vitro* WL növény hosszú leolvasásai szolgáltak. A leolvasások kvantifikálása a Salmon program (Patro et al., 2017) „index” és „quat” parancsainak segítségével történt. A statisztikailag szignifikáns differenciálisan kifejeződő gének (DEGs - differentially expressed genes) a DESeq2 (Love et al., 2014) program segítségével, R környezetben kerültek azonosításra.

3. Eredmények

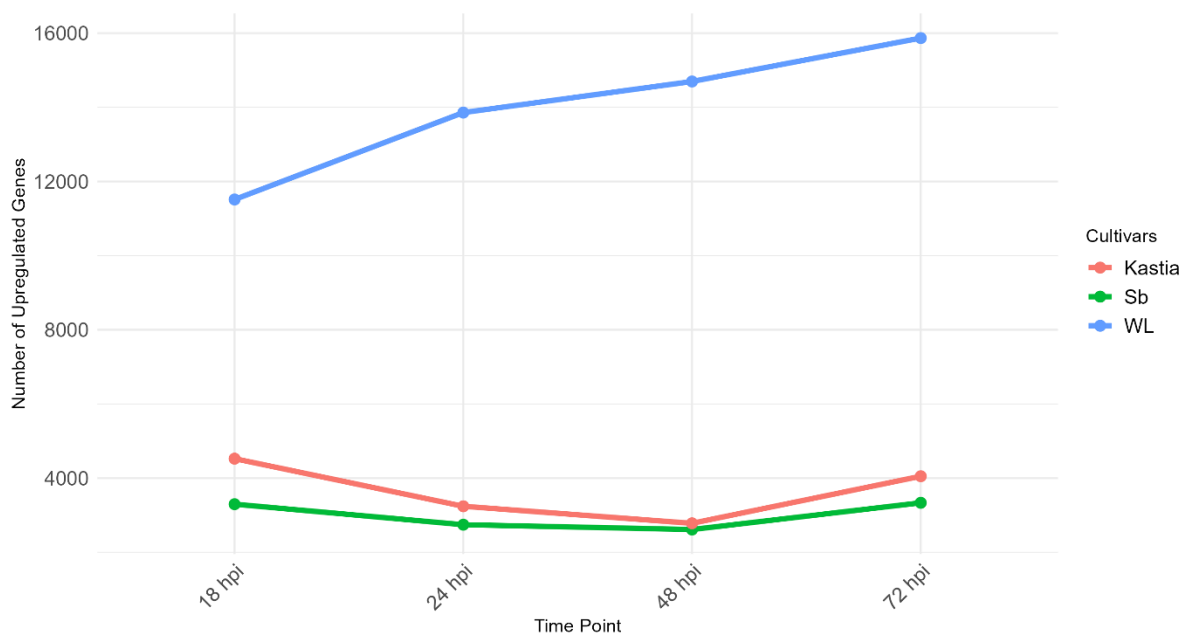
3.1. Fertőzési tesztek

A rezisztens WL fajta levelén a fitoftóra sporangiumokat tartalmazó vízcsepp helyén 48 órával a fertőzés után láthatóak voltak a hiperszenzitív rezisztenciára utaló léziók, melyek nem terjedtek tovább a szomszédos területekre. A fogékony Sb fajta a fertőzés tipikus tüneteit mutatta, azaz a fitoftóra sikeresen megtelepedett a kezelés helyén, és onnan tovább terjedt. Érdekes módon a jó fitoftóra rezisztenciával rendelkező fajtának leírt Kastia a burgonyavész jellegzetes tüneteit mutatta az MP-1548 izolátummal szemben, azaz vizsgálatainkban fogékonynak bizonyult, az összes kezelt növény befertőződött.

3.2. Transzkriptom vizsgálatok

Mindhárom fajta kontroll és kezelt mintáinak RNS szekvenálással kapott leolvasásait az *in vitro* White Lady hosszú leolvasásaihoz illesztettük, és ez alapján a WL-ben 111 228, a Sb-ban 102 654, míg a Kastia fajtában 101 919 egyedi szekvenciájú transzkriptet azonosítottunk.

A rezisztens és fogékony fajták között jelentős eltérések mutatkoztak a fertőzés hatására megváltozott expressziót mutató gének számában. A felül-, illetve alulszabályozott gének számát az 1., illetve a 2. ábra mutatja.

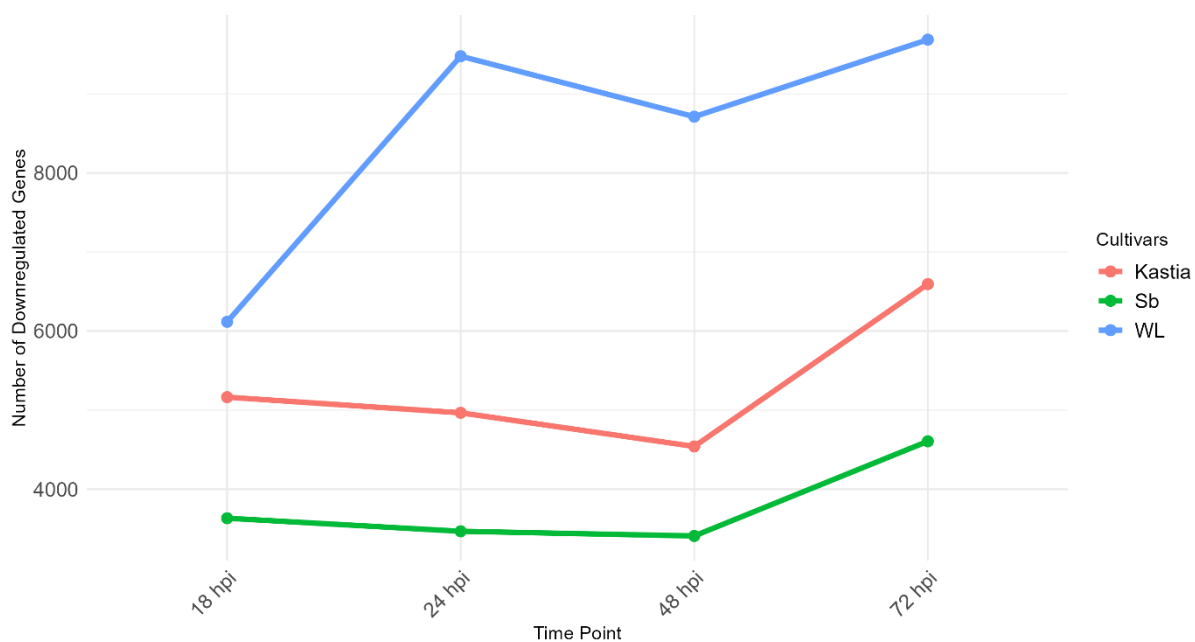


1. ábra A felülszabályozott gének száma a három vizsgált fajta négy mintavételi időpontjában a kontroll mintához viszonyítva

Az ábra a log₂ kópiaszám változást meghaladó gének számát mutatja.

A rezisztens WL fajtában a felülszabályozott gének száma folyamatosan emelkedett a 18. órában mért 11 514-ről a 72. órában 15 867-re. Ezzel szemben a fogékony Sb és Kastia fajtában a 18. órában mért 3 298, illetve 4 526 érték csökkent, a 48. órában érve el a mélypontot, majd ismét emelkedni kezdett.

A rezisztens fajtában a felülszabályozott DEG-ek száma 3-5-szörösen haladta meg a fogékony fajtákban mért értéket mindegyik mérési időpontban.



2. ábra Az alulszabályozott gének száma a három vizsgált fajta négy mintavételi időpontjában a kontroll mintához viszonyítva

Az ábra a \log_2 kópiaszám változást meghaladó gének számát mutatja.

Az alulszabályozott DEG-ek száma mindhárom fajta esetében a 72. órában érte el a maximumot, és a legalacsonyabb értéket a 48. órában mutatta. A 18. órát leszámítva a rezisztens fajtában 2-3-szor annyi gén lett alulszabályozva, mint a fogékony fajtákban.

4. Megvitatás

A rezisztens White Lady fajtában mindegy 9%-kal több egyedi transzkriptet azonosítottunk, mint a fogékony Sárvári borostyán, illetve Kastia fajtában. Ugyanakkor, a felülszabályozott, illetve az alulszabályozott gének számában többszörös eltérés mutatkozott a WL javára. Ez arra utal, hogy a rezisztens genotípusban a fitoftóra fertőzésre adott stressz-válasz lényegesen kiterjedtebb, és a fertőzés utáni 72. órában a White Lady-ben azonosított egyedi transzkriptek mintegy 23%-át érinti, míg a Kastiában ez 10%, a Sárvári borostyánban pedig 8%. Ez a különbség még nyilvánvalóbb a mind a négy mintavételi időpontban kifejeződő felülszabályozott gének esetében, mivel a White Lady-ben 6 375 olyan gént találtunk, melyek mind a négy mintavételi időpontban \log_2 értéket meghaladó kópiaszám növekedést mutattak, míg a Sárvári borostyánban csak 976, és a Kastiában 897 ilyen gén volt. Eredményeink arra utalnak, hogy a rezisztenciagének túl a *P. infestans* fertőzés elleni sikeres, hiperszenzitív reakción alapuló védekezéshez a működő gének széles körének módosult kifejeződése szükséges a burgonyában.

A White Lady fajta levelein a fertőzés helyén, már a 48. órában szabad szemmel is láthatóvá váltak a sikeres hiperszenzitív reakcióra utaló léziók, azaz a stressz-válasz gyorsan zajlott le. Ugyanakkor, a két fogékony fajtában a 48. órában a burgonyavész kezdeti tüneteit tapasztaltuk. Mivel a 48. óra után mindhárom fajtában tovább növekedett a felül-, illetve alulszabályozott gének száma, ezért a továbbiakban célunk, hogy e géneket annotáljuk, azaz szekvenciájuk alapján feltételezhető funkciójukat meghatározzuk. E vizsgálatok választ adhatnak a rezisztens és fogékony genotípusokban a fitoftóra fertőzésre adott szisztémikus válaszban lévő különbségekre. Vizsgálataink arra utalnak, hogy a fitoftóra fertőzésre adott stressz-válasz gyorsan, vélhetően néhány órán belül kiváltódik a növényben. Ezért újabb kísérleteket tervezünk beállítani a fertőzés utáni 18. órát megelőző időpontokban történő minták vétele és elemzése céljából, valamint megkezdtük a 18. órában csak a White Ladyben kifejeződő gének

annotálását a sikeres rezisztencia kialakításában résztvevő gének, géncsaládok azonosítása céljából.

Transzkriptómiai adataink kiértékelése, a rezisztencia kialakításában meghatározó gének és géncsaládok azonosítása hozzájárulhat a fitoftórával szembeni rezisztencianemesítés eszköztárának bővítéséhez, számos kulcsfontosságú génre kiterjedő amplitikon szekvenálási panelek fejlesztéséhez.

Köszönetnyilvánítás

Jelen kutatást az INN_139994 OTKA pályázat támogatta.

Irodalom

- Bu, D., Luo, H., Huo, P., Wang, Z., Zhang, S., He, Z., Kong, L. (2021). KOBAS-i: intelligent prioritization and exploratory visualization of biological functions for gene enrichment analysis. *Nucleic Acids Research*. **49** (W1), W317–W325. <https://doi.org/10.1093/nar/gkab447>
- DeYoung, B. J., Innes, R. W. 2006. Plant NBS-LRR proteins in pathogen sensing and host defense. *Nature Immunology*. **7**, 1243–1249. <https://doi.org/10.1038/ni1410>
- Gergely, L. 2004. Burgonyafajták rezisztenciavizsgálata fitoftóra- (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) fertőzéssel szemben és egyes környezeti tényezők hatása a betegség-ellenállásra. PhD disszertáció. Veszprémi Egyetem, könyvtár.
- Hajianfar, R. 2014. Analysis of the genetic background of resistance in potato with special attention to late blight (*P. infestans*) resistance. PhD thesis
- Haverkort, A., Struik, P., Visser, R., Jacobsen, E. 2009. Applied biotechnology to combat late blight in potato caused by *Phytophthora infestans*. *Potato Research*. **52** (3) 249–264. <https://doi.org/10.1007/s11540-009-9136-3>
- Jones, J. D. G., Dangl, J. L. 2006. The plant immune system. *Nature*. **444**, 323–329. <https://doi.org/10.1038/nature05286>
- Love, M. I., Huber, W., Anders, S. 2014. Moderated estimation of fold change and dispersion for RNA-seq data with DESeq2. *Genome biology*. **15**, 1–21. <https://doi.org/10.1186/s13059-014-0550-8>
- Martin, G. B., Bogdanove, A. J., Sessa, G. 2003. Understanding the functions of plant disease resistance proteins. *Annual Review of Plant Biology*. **54**, 23–61. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.54.031902.135035>
- Patro, R., Duggal, G., Love, M. I., Irizarry, R. A., Kingsford, C. 2017. Salmon provides fast and bias-aware quantification of transcript expression. *Nature Methods*. **14** (4), 417–419. <https://doi.org/10.1038/nmeth.4197>
- van der Biezen, E. A., Jones, J. D. G. 1998. The NB-ARC domain: a novel signalling motif shared by plant resistance gene products and regulators of cell death in animals. *Current Biology*. **8** (7), R225–R227. [https://doi.org/10.1016/S0960-9822\(98\)70145-9](https://doi.org/10.1016/S0960-9822(98)70145-9)
- Xie, Y., Wu, G., Tang, J., Luo, R., Patterson, J., Liu, S., Huang, W., He, G., Gu, S., Li, S., Zhou, X., Lam, T. W., Li, Y., Xu, X., Wong, G. K.-S., Wang, J. 2014. SOAPdenovo-Trans: de novo transcriptome assembly with short RNA-Seq reads. *Bioinformatics*. **30** (12), 1660–1666. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btu077>

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.

This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.



Éghajlatváltozás és szemes cirok (*Sorghum bicolor* L.) termesztés Magyarországon – Irodalmi áttekintés

Climate Change and Grain Sorghum (*Sorghum Bicolor* L.) Cultivation in Hungary – A Review

Tóth Ariel* és Tóth Zoltán

MATE Georgikon Campus, Növénytermesztési-tudományok Intézet Agronómia Tanszék

**Levelezőszerző: tothariel96@gmail.com*

Összefoglalás: A globális éghajlatváltozás nagymértékben átstrukturálhatja egyes mezőgazdasági területek jellemzőit, melynek következtében a megszokott szántóföldi növények gazdaságos előállítása nehezebbé válhat. Az érintett területeken előremutató lehet olyan növények termesztésében gondolkodni, melyek számára kedvezőbb a megváltozott klíma, ahol a konvencionális kultúrák már nem termeszthetőek gazdaságosan. A szemes cirok (*Sorghum bicolor* L.) a kukorica kiváló alternatívája lehet az aszályal sújtott területeken. Ezen szakirodalmi áttekintésben kifejtésre kerülnek a klímaváltozás várható hatásai, továbbá azok megjelenése a magyar kukoricatermesztésben. A cirok származása és termőhelyi igényei mellett áttekintést kaphatunk azon morfológiai és fiziológiai tulajdonságairól is, melyek segítségével elviseli a klímaváltozás negatív hatásait. A cikk fő célja felhívni a figyelmet az éghajlatváltozás révén szárazabbá vált területekben rejlő új lehetőségek kiaknázhatóságára és az agronómiai struktúra átalakításának szükségességére.

Kulcsszavak: *szemes cirok, klímaváltozás, kukorica, vízhiány, alkalmazkodóképesség*

Abstract: Global climate change may restructure the characteristics of some agricultural areas, in consequence of which, the production of conventional arable crops may become more difficult. In the affected areas, it can be forward-looking to grow plants, for which the changed climate – where conventional crops can no longer be grown economically – is also favorable. Grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.) can be a good alternative to corn in areas affected by drought. In this literature review, the expected effects of climate change, as well as their appearance in Hungarian corn production are explained. In addition to the origin of sorghum and its requirements, we can also get an overview about its morphological and physiological properties, with the help of which it can withstand the negative effects of climate change. The main aim of the article is to draw attention to the new opportunities, inherent in areas, that have become drier due to climate change, furthermore to the necessity of reforming the agronomic structure.

Keywords: *grain sorghum, climate change, corn, water shortage, adaptability*

1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

Az éghajlatváltozás a Kárpát-medencében elsősorban a tavaszi vetésű növények tenyészidejében okoz hőmérsékleti stresszt és vízhiányt (Németh, 2017). A hazai termelői

tapasztalatok is azt mutatják, hogy a klímaváltozás negatív hatásai egyre drasztikusabban mutatkoznak meg ezen növények - főként a kukorica - terméserejében, különösen öntözés hiányában és rosszabb vízgazdálkodású talajokon. A szubtropikus eredetű szemes cirok (*Sorghum bicolor* L.) kézenfekvő lehetőség lehet azon gazdák számára, akik a kukorica helyett keresnek olyan alternatívát, amely toleránsabb a szárazság és a változó időjárás viszontagságaival szemben. A világ számos régiójában (pl. Szudán, Etiópia, Argentína, USA és Kína egyes részein), ahol a termőhelyi feltételek nem kedveznek a kukoricatermesztésnek, a magas terméshozamú, széleskörűen felhasználható, kiváló víz- és hőmérsékleti stressztűrőképességű szemes cirokkal helyettesítik a kukoricát.

1.1. Éghajlatváltozási forgatókönyvek

A csapadék és a hőmérséklet azok a kulcsfontosságú tényezők, melyek a legnagyobb mértékben befolyásolják a növények növekedését, fejlődését és hozamát (Yu et al., 2014). A források túlnyomó többsége egyetért abban, hogy az elkövetkezendő évtizedekben a világ és Magyarország klímája is melegebbé fog válni a sokéves átlaghoz képest. Habár teljes egyetértés nincsen a felmelegedés mértékét és időzítését illetően, a különböző éghajlati modellek az elkövetkező évszázadra 2,3-5,2 °C-os átlaghőmérséklet-emelkedést prognosztizálnak (Kaiser 1991, Ciscar et al., 2011). Vautard (2014) szimulációinak eredményei arra mutatnak rá, hogy Közép-Európában a globális átlagnál is nagyobb mérvű felmelegedés várható. Az üvegházhatás erősödése miatt a magyarországi klíma is szárazabbá és napfényben gazdagabbá válhat (Mika, 2002). Fontos megemlíteni azonban, hogy a regionális éghajlat különféle folyamatok összetett eredménye, amelyek a földrajzi elhelyezkedéstől függően erősen változnak, ezért eltérően reagálhatnak a globális méretű hőmérsékletváltozás hatásaira (IPCC, 2013).

A klímaváltozás egy további velejárója, hogy az átlaghőmérséklet emelkedésén túl a hőmérsékleti szélsőségek gyakoriságában és intenzitásában is növekedés várható (Evans, 2009). Várható ezen felül az extrém szelek, hóhullámok, aszályos időszakok és rövid idő alatt lehulló nagyobb mennyiségű csapadékkal járó időjárási események gyakoribbá válása is (IPCC, 2021). A szezonális csapadékmennyiség télen várhatóan növekedni, nyáron pedig csökkenni fog, ami azt jelenti, hogy az éves csapadékeloszlás valószínűleg át fog strukturálódni (Bartholy, 2007).

1.2. A kukorica helyzete Magyarországon

A kukorica relatíve vízigényes növény, így a jó termés érdekében kiváltképp fontos, hogy a kritikus fejlődési fázisokban álljon rendelkezésre megfelelő mennyiségű diszponibilis víz (Henry és Krutz, 2016). Tenyészidőszakban, fajta függvényében 370-440 mm vízre van szüksége, transzspirációs koefficiense 163-368 l víz/1 kg szárazanyag (Dobos és Megyes, 2013). A szélsőségesebbé váló éves csapadékeloszlás következménye, hogy a víz sokszor nem akkor kerül a mezőgazdasági területekre, amikor a növényeknek szüksége lenne rá. Király (2017) kutatásában felhívta a figyelmet arra, hogy a magyar kukoricatermesztés az elmúlt években egyre kockázatosabbá vált és ennek oka elsősorban a vízhiány, továbbá a csapadékviszonyok átstrukturálódása. Tóth et al. (2022) kutatásukban Thornthwaite-Mather féle kompenzációs evapotranszpirométerben vizsgálták a kukorica víz-stresszre adott, főbb növényi mutatókban megnyilvánuló válaszait a 2021-es év kifejezetten száraz és meleg tenyészidőszakában Keszthelyen, állandó vízellátás mellett és a csapadék szélsőséges időbeli eloszlását modellezve, hetente öntözött csemegekukorica állományokban. Eredményeiket tekintve a víz kezelés szignifikáns hatással volt a növénymagasságra, a csőtömögre, az ezerszemtömögre és egyes beltartalmi mutatók (nyerszír, keményítőtartalom) alakulására.

Felhívták a figyelmet arra, hogy ezen mutatók romlása ipari körülmények között nagy gazdasági veszteségekhez vezethet.

Az öntözési lehetőségek bővítése sok esetben nem opció, így kézenfekvőbb megoldás lehet a vetésszerkezet átalakítása, mely nem igényel akkora beruházást sem (Illés, 2018). Ezek alapján kifizetődő lehet a gyengébb vízellátású területeken (pl.: Közép- és Dél-magyarországi régió) alternatív növények (pl. szemes cirok) termesztésében gondolkodni. Staggenborg et al. (2008) hasonló következtetésre jutottak. Kutatásukban a szemes cirok és a csemegekukorica terméseredményeinek összehasonlítását végezték aszályos körülmények mellett. Eredményeikben leírták, hogy ahogy emelkedett a júliusi és augusztusi maximum hőmérséklet, úgy nőtt a terméskülönbség a szemes cirok javára.

1.3. A cirok származása és térfoglalása Magyarországon

A pázsitfűfélék (*Poaceae*) családjába tartozó cirok (*Sorghum*) Afrikából, Etiópia és Szudán sztyepp-szavanna területeiről származik (Borsos et al., 1994). A mai termesztett cirokfélék a vadon élő *Sorghum bicolor* subsp. *Arundinaceum*-ból származtathatók (Doggett 1988). Az ie. ~4000 évvel történt háziasítást követően több, mint 100 országba juttatták el. Ma Argentína, Etiópia, India, Mexikó, Nigéria és az Egyesült Államok a legnagyobb ciroktermelő országok (Venkateswaran et al., 2019). Gyakorlati csoportosítás szerint a fontosabb mai termesztett cirokfélék közé a seprűcirok (*Sorghum vulgare* var. *technicum*), a különféle takarmánycirkok (*Sorghum bicolor* L. *Moench*), melyek összefoglaló neve a szemes cirkok (*Sorghum vulgare* var. *frumentaceum*), a cukorcirok (*Sorghum vulgare* var. *saccharatum*) és a szudáni fű (*Sorghum vulgare* var. *sudanense*) tartoznak (Borsos et al., 1994). A szemes cirok a világ 5. legjelentősebb gabonaféléje a kukorica, a rizs, a búza és az árpa után (Balakrishna et al., 2019). Hazánkban az 1970-2000-es évek közötti 80-100.000 hektáros vetésterülethez képest a birtokszerkezetek átalakulása és a nagyüzemi állattartó telepek számának drasztikus csökkenése miatt 20-22.000 hektárra (ennek kétharmada szemes cirok) esett vissza a cirok vetésterülete.

A cirokfélék eredményes termesztése már évi 450-500 mm csapadékmennyiség mellett is lehetséges. Magyarország a ciroktermesztési övezet északi határán fekszik, így termesztésére elsősorban a déli országrész éghajlata az ideális, ahol a júliusi átlaghőmérséklet meghaladja a 21 °C-ot (Borsos et al., 1994). A cirok a könnyű vályogtól a nehéz agyagosig a legtöbb talajtípuson megterem (Kimber, 2000). Kivételt képeznek a hideg, sülevényes futóhomok és az erősen savanyú (4 pH alatti) talajok (Borsos et al., 1994). Napjainkban elsősorban a déli országrész gyengébb talajú, melegebb, csapadékban szegényebb arid és szemiarid (főleg öntözőrendszer hiányában), esetenként aszályal sújtott területein termesztik, viszont a klímaváltozás hatására megváltozott termőhelyi feltételek egyre nagyobb teret nyitnak a magyarországi ciroktermesztésnek.

1.4. A cirok morfológiai és fiziológiai alkalmazkodási stratégiái az abiotikus és biotikus stressztényezőkhöz

A cirok számára különféle morfológiai és fiziológiai tulajdonságok teszik lehetővé, hogy elviselje a szárazságot és a hőmérsékleti stresszt azáltal, hogy elkerüli, mérsékli, vagy éppen tolerálja azok hatásait, a fiziológiai- és anyagcsere-tevékenységeinek fenntartása érdekében.

A mély gyökérrendszer (mélyreható bojtos gyökérzet, mely a felszíni talajréteget is sűrűn behálózza), a vastag levélkutikula és a levelek pöndörödése jelentik a fő morfológiai előnyöket a növény számára a szárazság elviselésében (Ndlovu et al., 2021).

A cirokfélék gyökere akár 1,5-2,4 m mélységig is elérhet (Kimber, 2000). A kiterjedt gyökérrendszer nagymértékben hozzájárul a cirok szárazságállóságához és alkalmassá teszi, hogy akár gyengébb talajokon is eredményesen termesztendő legyen.

Aszályos körülmények között a 40-100 cm hosszúságú 4-10 cm széles levelek felfelé és befelé görbülnek, csökkentve a párologtatást és a nedvességvesztést azáltal, hogy csökkentik a sugárzásnak kitett felületet. Ezen felül a szár és a levelek fehér viaszréteggel borítottak, mely szintén a párologtatást fékezi. A kutikuláris viaszok hidrofób vegyületek keverékei, amelyek egyes szárazföldi növények felületét borítják (Jeffree, 2007). Xiao et al. (2020) kutatásukban, többek között a szemes cirok kutikuláris viaszbevonatának összetételét vizsgálták. Összesen nyolc összetevő vegyületet azonosítottak, köztük zsírsavakat, aldehideket, primer alkoholokat, alkánokat, szekunder alkoholokat, ketonokat, szterolokat és kisebb mennyiségben triterpenoidokat. A fűfélék továbbá kovasavat vesznek fel a talajból, felhalmozzák, és szilárd szilícium-oxidként tárolják el leveleikben (Kumar et al., 2016). A levelekben talált szabálytalan alakú szilícium-dioxid lerakódások a szárazságtűréssel hozhatók összefüggésbe (Doggett, 1988). A levél felületén lerakódott szilícium-dioxid fizikai gátként működik, amely tovább mérsékeli a víz-stresszt azáltal, hogy csökkenti a párologtatást, és megakadályozza a kártevők fizikai behatolását a növényi szövetekbe (Ma, 2004).

A cirokfélék fotoszintézise a C3-as növényekétől eltérően az alternatív C4-es úton folyik, így a fotoszintézisben a CO₂ először nem a 3 szénatomos szerves savakat eredményező Calvin-ciklusban, hanem a 4 szénatomos savakat eredményező dikarbonsav-ciklusban kötődik meg. A dikarbonsav-ciklus CO₂ kötő kulcsenzime meleg körülmények közt, zárt gázcsere nyílások mellett, 600-szor kisebb CO₂ koncentráció mellett képes CO₂ kötésre, mint a Calvin-ciklus kulcsenzime. A dikarbonsav-ciklus a mezofillum sejtekben zajlik le. Innen a 4 szénatomos szerves savak beáramlanak az edénnyalábokat körülvevő, parásodott falú hüvelyparenchimasejtekbe, ahol felszabadul belőlük a CO₂ és újra megkötődik, már a Calvin-ciklusban. A kétszeres megkötés eredménye, hogy a C4-es növények meleg viszonyok közt, vízhiány esetén is képesek szerves anyagok előállítására. Ezzel szemben a C3-as növények a nap sugarainak energiáját fotorespirációval vezetik el és ezzel jelentős mennyiségű szerves anyagot bontanak le. A C4-es növények száraz viszonyok között is jelentős mennyiségű szénhidrátot állítanak elő (Bratek, 2013). Ennek következményeként a cirok, mint C4-es fiziológiájú növény takarékosabb párologtatásra képes aszályos meleg időben, mint a C3-as növények azáltal, hogy gázcsere nyílásait nappal zárva tartja. A C4-es növények közül is a cirokfélék alkalmazkodtak a legjobban az aszályos körülményekhez (Wagaw, 2019).

A cirok vízhasznosítása a többi gabonaféléhez képest meglehetősen hatékony. Transzspirációs koefficiense 150-250 l víz/1 kg szárazanyag (Assefa et al., 2010).

A cirok számos előnye mellett fontos megemlíteni, hogy a kezdeti fejlődési fázisban (első 20-25 nap) gyenge kompetitor a gyomokkal szemben. A korai szakaszban tapasztalt akár csak alacsony szintű gyomfertőzés is káros lehet a cirok terméshozamára. Az egyszikű gyomokkal való fertőzés a kezdeti fázisban, a kelést követő 2 hétben akár 20 %-kal is visszavetheti a szemes cirok termését (Barber et al., 2015). A megfelelő hozam elérése érdekében cirok állományban indokolt a preemergens és a posztemergens kémiai és a mechanikai gyomirtás.

2. Következtetések és javaslatok

A klimatológiai előrejelzések alapján Magyarország egyes területei egyre alkalmatlanabbá válhatnak a kukorica termesztésére, főként rosszabb minőségű talajokon, öntözési lehetőségek hiányában. Kézenfekvő megoldás lehet, hogy ezeken a területeken átforgalmazzuk a termesztett növények körét, és a kukorica termésvesztését az emberi táplálkozásban és állati takarmányozásban is széleskörűen felhasználható szemes cirokkal pótoljuk.

Irodalom

- Assefa, Y., Staggenborg, S. A., Prasad, V. P. V. 2010. Grain Sorghum Water Requirement and Responses to Drought Stress: A Review. *Crop Management*. **9** (1) 1–11. <http://dx.doi.org/10.1094/CM-2010-1109-01-RV>
- Balakrishna, D., Vinodh, R., Madhu, P., Avinash, S., Rajappa, P. V., Venkatesh Bhat, B. 2019. Tissue Culture and Genetic Transformation in Sorghum bicolor. *Breeding Sorghum for Diverse End Uses*. 115–125. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-101879-8.00007-3>
- Barber, T., Scott, B., Norsworthy, J. 2015. Weed Control in Grain Sorghum. Arkansas Grain Sorghum Production Handbook.
- Bartholy, J. 2007. Regional climate change expected in Hungary for 2071-2100. *Applied Ecology and Environmental Research*. **5** (1) 1–17. https://doi.org/10.15666/aeer/0501_001017
- Borsos, J., Pusztai, P., Radics, L., Szemán, L., Tomposné, L. V. 1994. Szántóföldi növénytermesztés. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Kertészeti Kar.
- Bratek, Z. 2013. 4. Fejezet – Légzés és szénhidrát anyagcsere. In Bratek, Z., Fodor, F., Király, I., Nyitrai, P., Parádi, I., Rácz, I., Rudnóy, Sz., Sárvári, É., Solti, Á., Szigeti, Z., Tamás, L., Fodor, F. (szerk.) A növényi anyagcsere élettana. Eötvös Loránd Tudományegyetem. 131–150.
- Ciscar, H. C., Iglesias, A., Feyen, L., Szabó, L., Regemorter, D. V., Amelung, B., Nicholls, R., Watkiss, P., Christensen, O. B., Dankers, R., Garrote, L., Goodess, C. M., Hunt, A., Moreno, A., Richards, J., Soria, A. 2011. Physical and economic consequences of climate change in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. **108** (7). 2678–2683. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1011612108>
- Dobos, A., Megyes, A. 2013. Irrigated Farming. University of Debrecen.
- Doggett, H. 1988. Sorghum. 2nd Edition. Longman Scientific and Technical, Harlow. 512.
- Evans, J. P. 2009. 21st century climate change in the Middle East. *Climate Change*. **92** (3) 417–432. <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9438-5>
- Henry W. B., Krutz, L. J. 2016. Water in Agriculture: Improving Corn Production Practices to Minimize Climate Risk and Optimize Profitability. *Current Climate Change Reports*. **2** (2) 49–54. <https://doi.org/10.1007/s40641-016-0035-9>
- Illés, B. 2018. Koromszennyezés hatásainak vizsgálata a kukorica víz- és energiaforgalmára és néhány mikroklíma elemére. Doktori (PhD) értekezés. Keszthely: Pannon Egyetem Georgikon Kar Fesztetics Doktori Iskola.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2013. Climate change 2013 - The Physical Science Basis (Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2021. Climate Change 2021 - The Physical Science Basis (Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
- Jeffree, C. E. 2007. The Fine Structure of the Plant Cuticle. Annual Plant Reviews Volume 23: Biology of the Plant Cuticle. 11–125. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470988718.ch2>
- Kaiser, H. M. 1991. Climate Change and Agriculture. *Northeastern Journal of Agricultural and Resource Economics*. **20** (2). <http://dx.doi.org/10.1017/S0899367X0000297X>
- Kimber, C. T. 2000. Origins of domesticated sorghum and its early diffusion to India and China. In Smith, C. W., Frederiksen, R. A. (eds.), John, W. Sorghum: Origin, history, technology and production. New York. 3–98.
- Király, G., 2017. Éghajlatváltozás és alkalmazkodás a mezőgazdaságban. Magyarok a Kárpát-medencében 2.: Tudományos Nemzetközi Konferencia. Szeged. 369–379.

- Kumar, S., Milstein, Y., Bami, Y., Elbaum, M., Elbaum, R. 2016. Mechanism of silica deposition in sorghum silica cells. *New Phytologist*. **213** (2). <https://doi.org/10.1111/nph.14173>
- Ma, J. F. 2004. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. *Soil Science and Plant Nutrition*. **50** (1) 11–18. <http://dx.doi.org/10.1080/00380768.2004.10408447>
- Mika, J. 2002. A globális klímaváltozásról (Egy meteorológus kutató szemszögéből). *Fizikai Szemle* **52** (9), 258–268.
- Ndlovu, E., van Staden, J., Maphosa, M. 2021. Morpho-physiological effects of moisture, heat and combined stresses on Sorghum bicolor [Moench (L.)] and its acclimation mechanisms. *Plant Stress*. **2**. 100018. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2021.100018>
- Németh, N. 2017. A Magyar Mezőgazdálkodók Éghajlatváltozással Szembeni Alkalmazkodóképességének Vizsgálata Győr Moson-Sopron és Vas Megyékben. Doktori (PhD) értekezés. Sopron: Soproni Egyetem Lámfalussy Sándor Közgazdaságtudományi Kar, Széchenyi István Gazdálkodás- És Szervezéstudományok Doktori Iskola.
- Staggenborg, S. A., Dhuyvetter, K. C., Gordon, W. B. 2008. Grain Sorghum and Corn Comparisons: Yield, Economic, and Environmental Responses. *Agronomy Journal*. **100** (6). 1600–1604. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj2008.0129>
- Tóth, A., Soós, G., Simon, Sz., Simon-Gáspár, B. 2022. Examination of the evapotranspiration dynamics of maize in Thornthwaite-Mather type compensation evapotranspirometer. *Acta Agraria Kaposváriensis*. **26** (1) 55–69. <http://dx.doi.org/10.31914/aak.2851>
- Vautard, R., Gobiet, A., Sobolowski, S., Kjellström, E., Stegehuis, A., Watkiss, P., Mendlik, T., Landgren, O., Nikulin, G., Teichmann, C., Jacob, D. 2014. The European climate under a 2 °C global warming. *Environmental Research Letters*. **9** (3) 034006. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/9/3/034006>
- Venkateswaran, K., Elangovan, M., Sivaraj, N. 2019. Chapter 2 - Origin, Domestication and Diffusion of Sorghum bicolor. *Breeding Sorghum for Diverse End Uses*, Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. 15–31. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101879-8.00002-4>
- Wagaw, K. 2019. Review on Mechanisms of Drought Tolerance in Sorghum (Sorghum bicolor (L.) Moench) Basis and Breeding Methods. *Journal of Agricultural Science and Research*. **7** (2) 87–99.
- Xiao, Y., Li, X., Xu, D., Yao, L., Li, Y., Zhang, X., Li, Z., Xiao, Q., Ni, Y., Guo, Y. 2020. Chemical profiles of cuticular waxes on various organs of Sorghum bicolor and their antifungal activities. *Plant Physiology and Biochemistry*. **155** 596–604. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.08.026>
- Yu, Q., Li, L., Luo, Q., Eamus, D., Xu, S., Chen, C., Wang, E., Liu, J., Nielsen, D. C. 2014. Year patterns of climate impact on wheat yields. *International Journal of Climatology*. **34** (2) 518–528. <http://dx.doi.org/10.1002/joc.3704>

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.

This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.



Génmegőrzés a MATE KERTI GYKK Fertődi Kutatóállomásának bogyós és körte génbankjaiban

Gene Conservation in the Berry and Pear Gene Banks of the Fertőd Research Station of MATE

Varga Jenő*, Kollányi Ágnes, Kollányi Gábor és Gombkötő Csilla

MATE Gyümölcsstermesztési Kutatóközpont, Fertőd

**Levelezőszerző: varga.jeno@uni-mate.hu*

Összefoglalás: Génbanki gyűjteményeink komoly szakmai múltra, kutatásra és országok közötti együttműködésre vezethetők vissza. Annak érdekében, hogy az olykor már a kipusztulás szélére sodródó fajták ne vesszenek el begyűjtésekre, leszaporításokra, a genetikai állomány fenntartására van szükség. Ez a tevékenység állami kötelezettségvállalás, melyet jelenleg a MATE kutatóintézetei és Campusai, a Debreceni Egyetem Újfehértói kutatóállomása, magángyűjtők és a Tündérmozgalom képviselői, megalkotói végeznek. A kutatóintézetekben található génbankok rendelet szerint nemzeti gyűjtemények, melyek esetén jogszabály szerint a fenntartó intézet köteles a fajták és változatok megőrzésére, a tételekről leíró vizsgálatok elkészítésére, valamint a felhasználók számára a szabad elérhetőség biztosítására. A fajtaválaszték a piacon bőséges, rengeteg új, jobbnál-jobb fajta kerül be a köztermesztésbe, ami viszont mások kiszorulásával jár. Ezeket a visszaszorult de értékes tulajdonsággal rendelkező változatokat nagy odafigyeléssel kell óvni, védeni, hogy a jövő generációi számára is elérhetőek legyenek. Gyűjteményeinket ezért folyamatos ápolási munkák mellett tartjuk tisztán, szükség esetén újítjuk meg, szaporítjuk fel és telepítjük új helyre. A leíró jellegű vizsgálatok generatív és vegetatív tulajdonságokra vonatkoznak, fenológiai adatokat figyelünk meg évről évre, fajtabélyegeket rögzítünk az Upov leíró jegyzékében megtalálható szempontok szerint.

Kulcsszavak: *génbank; bogyós gyümölcsök; körte; begyűjtés; Fertődi kutatóintézet;*

Abstract: Our gene bank collections can be traced back to a serious professional history, research and cooperation between countries. Collections, reproductions, and the maintenance of the genetic stock are necessary in order to save the species, which are sometimes on the verge of extinction. This activity is carried out by MATE institutes, the Újfehértó research station of the University of Debrecen, private collectors and representatives of Tündérmozgalom. In research institutes, genebanks are national collections, which, according to the law, the maintaining institution is obliged to preserve the varieties, describe the items, and ensure accessibility for users. Preservation of the genetic basis does not only mean the maintenance of breeds, in many cases they can also provide excellent parentage for breeding by using some favorable traits. The selection of varieties is abundant, many new, better varieties are introduced into cultivation, which in turn leads to the displacement of others. These varieties must be protected so that they are available for future generations. We keep our collections clean with continuous maintenance work, propagate them and plant them in new places. Descriptive studies refer to generative and vegetative properties, we observe phenological data from year to year, we record cultivar marks according to the aspects found in the Upov descriptive list.

Keywords: *gene bank; berries; pear; collection; Fertőd Research station*

1. Bevezetés

Jogelődüknél az egykori Kertészeti Kutatóintézetben a fajtagyűjtemények az 1950-es években jöttek létre. Szervezett formában történő megőrzés a Földművelésügyi Minisztérium nemzetközi elvárásaiban jelentkezett az 1970-es években, így a MATE jogelődjében a NAIK kutatóintézeteinél így sikerülhetett összesen 54 hektáron, mintegy 6500 tételt betelepíteni (Békefi et al. 2020). Ezek a tételek kiváló lehetőségként jelennek meg a fajták esztétikai, ellenállóságra gyakorolt tulajdonságainak megőrzésében, megerősítésében, nemesítésben történő alkalmazásában. Körte tételeink tekintetében Fertődön folyamatos gyűjtőutak adnak lehetőséget a fajtasorunk bővítésére, 2016-ban az ország nyugati régiójából, Kószeg, Zala - és Győr Moson Sopron vármegye területeiről, valamint Erdélyből (Varga et al. 2016). A fajtasorok, a begyűjtések a régi időkre vezethetők vissza, már az 1930-as években komoly tételekkel rendelkezett a Fertődi körte fajtagyűjtemény, mely mára már átalakult, de szakmai feljegyzésekben fennmaradt (Lakatos et al. 2018). 1940-től létrehozták a Gyümölcs Törzskönyvező Bizottságot, melynek tagjai végezték a gyűjtőmunkát (Brózik et al. 1976). A fajták gyűjtése és összefoglalása céljából a morfológiai ismereteket és leírásokat is fontos célnak tartották a kutatók, ezért elkészítették a „Termesztett gyümölcsfajtáink” című sorozatot, neves kutatók közreműködésével. A sorozat kiemeli a természetben lévő, a gyűjteményes és a magyar fajtákat (Brózik – Regius 1957). Később 1977 és 1982 között egy Tervtanulmányban 5600 gyümölcsfaj begyűjtését, génbanki megőrzését tűzték ki. A földbirtokviszonyok változásával egyre fontosabb lett a még rendelkezésre álló génkészletek összegyűjtése, felkutatása, ugyanis minden olyan terület, mely művelésre alkalmas volt kiszorította azokat a részeket, melyek zártkertek, hagyásfák, elhagyott gyümölcsösök formájában addig őrizték a régi egyedeket. A genetikai állomány megőrzésében helyet kaptak tájfajták, változatok, természetű és természetből visszaszorult fajták, valamint vad fajok. Mindezen tételek az ország teljes lefedettségével lettek összegyűjtve, termőtájanként, tájegységenként az ország kutatóhelyeinek, a Kertészeti- és a Keszthelyi egyetem munkatársainak aktív részvételével (Nyéki et al. 2012). Azt, hogy mennyire fontos munkáról van szó többen is megfogalmazták. A legtöbb növény a géncentrumokból indult úttörő útjára, és több fajta tájfajtaként került be a köztermesztésbe. Ezek a lehetőségek mára már esetenként gyengébb, de korábban értékes egyedeket adtak a kertész szakmának, így megbecsülésük, védelmük elengedhetetlen feladat Soltész (1998).

2. Anyag és módszer

A gyümölcsfajok elhelyezése az intézetek profiljához kapcsolatosan történt, így Cegléden (csonthéjasok, héjasok), Érden (almatermésűek, csonthéjasok, héjasok) és Fertődön (almatermésűek, bogyósok) mindenki a saját szakterületeinek megfelelő fajokat tartja fenn (1. ábra). Fertődre a bogyósok mellé a 2000-es évek elején került be a körte, az újfahértói génbank duplikációjaként. Ebben az időszakban tűzelhalás (*Erwinia amylovora*) okozta növényvédelmi probléma söpört végig az újfahértói állományon, ezért volt szükség egy biztonsági másolatra, így jöhetett létre a helyi, fertődi fajtasor. Azóta a szaporítások során mindig próbálunk figyelni, hogy legyen biztonsági másolat, baj esetén menthető, visszapótolható legyen az aktuális fajta, vagy változat. A tételek sok év gyűjtése, cseréje, beszerzése útján folyamatosan gyarapodnak, melynek köszönhetően a jelenleg futó génmegőrzési pályázatban összesen 3697 db tételt őriz meg a három szervezeti egység (Cegléd, Érd, Fertőd).

Faj/terület	Érd – 18 ha	Újfehértó - 17 ha	Fertőd – 5 ha	Cegléd 14 - ha	Összesen
alma	40	1137			1177
körte	154	419	483		1056
birs	14	124			138
naspolya	12	29			41
cseresznye	261				261
meggy	215	93			308
kajszi	358			531	889
őszibarack	271				271
szilva	348	99		195	642
mandula	234			479	713
dió	83	9			92
köszméte		37			37
szamóca			311		311
piros ribiszke			94		94
fekete ribiszke			150		150
szeder			40		40
bodza			40		40
málna			265		265
kökény		2			2
Összesen	1990	1949	1383	1205	6527

1. ábra: Génbanki gyűjtemények fajok szerinti megoszlásában a MATE részeként működő kutatóhálózat, az egykori NAIK GYDKI ültetvényeiben

A megőrzés, fenntartási feladatok mellett folyamatos adatgyűjtéseket végzünk, fenológiai, morfológiai, vegetatív és generatív tulajdonságokat mérünk. Az adatokat hazai és nemzetközi közleményekben, diplomamunkákban is visszaolvashatjuk, a szakmai részek tekintetében UPOV- és ECPGR-leírókat használunk. Fontos szempont a habitus, a faj küllemi tulajdonságának rögzítése, valamint a gyümölcs beltartalmi és tárolhatósági ismereteinek behatárolása. Minden faj tekintetében az alap információk már rendelkezésre állnak, a részletes kiértékelés további mérések alapján fog elkészülni, remélhetőleg egy elektronikus felületen is elérhető leíró lista formájában.

3. Eredmények

A fertődi gyűjtemények kialakulása az Intézet kutatóihoz köthetők. A szamóca génbank indítása Dr. Szilágyi Kálmán nevéhez fűződik, jelenleg 311 tételt számlál, melyből több begyűjtés, tájfajta, de találhatók benne honosított tételek, és régi termesztésből már visszaszorult fajták is. Itt említhető az 'Aranypatak', mely egy korai érésű fajta, kúp alakú, közepesen nagy méretű, élénkvrös gyümölccsel. Indaképzése közepes. Ugyancsak különlegesség a 'Surprise des Halles', mely francia eredetű, egyik legkorábban érő fajta. Gyümölcse tompakúp, közepesen nagy, vörös színű, kissé savanykás. Indaképzési erélye nagy (2. ábra).



2. ábra: 'Surprise des Halles'

Málna és szeder génbanki gyűjteményeink Dr. Kollányi László, Kollányi Gábor, Dr. Porpáczy Aladár és Dr. Dénes Ferenc gyűjtéséből maradtak ránk. Hazai begyűjtések (Mátra, kőszegi régió), valamint nemzetközi kapcsolatok anyagai, esetenként Amerikából is kerültek tétélek a fajtasorba. Közleményünkben egy sokáig híres és elismert, mára már kicsit háttérbe szorult 'Nagymarosi málnát' említjük. A magyar tájfajta, erős növekedésű, közepesen sarjadzó. Gyümölcse világospiros, fényes, gömbölyded, közepesen kemény (3. ábra).



3. ábra: 'Nagymarosi málna'

Ribiszke gyűjteményünk Dr. Porpáczy Aladár, Zatykó József és Kollányi Gábor munkájából született. Főbb gyűjtési helyek Lengyelország, a balti államok és Oroszország Altaj vidéke. Két – két tételt emelünk ki a zömében piros és fekete változatokból. A 'Lopper summer' gyümölcse piros, savanykás középnagy, fürtje, fürtnyele hosszú, kézzel könnyen szedhető. Korai érésű, bőtermő. A 'Peterd' élénkpiros, savanykás, nagyméretű bogyókkal. Fürtje és fürtnyele viszonylag hosszú. Korai érésű, bőtermő. A 'Silvergieter F.59' hazai klónszelekció. Az alapfajta az 1920-as évek közepén született a 'Boscoop Giant' magoncai közül szelektálták. Bokra középerős növekedésű. Termése megnyúlt fürt, kemény, jóízű bogyókkal. Gépi szedésre alkalmas. Levélbetegségekre közepesen fogékony. A 'Boskoop Giant' pedig egy régi holland fajta, az 1800-as évek végéről. Bokra erős növekedésű szétterülő. Fürtjei sűrűn helyezkednek el. Bogyója közepes nagyságú, vékony héjú. Levélbetegségekre fogékony.

Végül a körte génbankról néhány gondolat. Az állomány alapja az Újfehértói kutatóállomás gyűjteményének leszaporítása volt, de időközben az Érdi, Terpo András gyűjteménnyel is bővült. Mindezekon felül folyamatos gyűjtőutak adnak lehetőséget - Erdély (Farkaslaka, Rugonfalva), Zala (Pusztapáti), Kőszeg (Zártkert), Fertő – Hanság Nemzeti Park – régi örökségeink megmentésére, beültetésére. Vizsgálatainkat különböző leíró módszerek szerint végezzük, az adatgyűjtéshez az UPOV descriptorok és egy nemzetközi projekt (EcoHysPy) keretein belül rögzítettük és mutatjuk be a 'Solymári cukor' körte fajtát (4 - 6. ábra).



4. ábra 'Sólymári cukor' körte

Gyümölcs alak	nagyon zömök, konvex, közepén a legszélesebb
érés	optimális érettségben
éresi idő	extrém korai
termőképesség	igen nagy
alak	enyhén változó alak
szimmetria	Szimmetrikus
méret	nagyon kicsi
kocsánymélyedés	Mély
kocsány vastagság	Közepes
kocsány szöge	10-45°
alapszín	Zöldessárga
fedőszín borítottság	kicsi-közepes
fedőszín	Piros
fedőszín jellege	főleg pöttyös
rozsdabevonat	Hiányzik
csészemélyedés	teljesen nyitott
kocsányhossz	Közepes
hús színe	Sárgásfehér
magszám	6-10 db (6,83 telt mag) 7 mm

5. ábra 'Sólymári cukor' körte fontosabb bélyegei

Fajta	Sólymári cukor			Tárolhatóság		08.06.-án
Fák helye az ültetvényben	2. sor/27-28. fa					1 érett
Szedés mérés ideje	2015.07.16.					11 túlérett
Gyümölcsparaméterek	gyümölcs hossz (cm)	alakindex	kocsány hossz (mm)	kocsány vastagság (mm)	magok száma (db)	tömeg (g)
1	3,3	0,89	28	2,2	7(+3 léha)	27
2	3,7	0,97	32	2,6	7(+3 léha)	38
3	3,7	0,89	32	2,8	8(+2 léha)	39
4	3,7	0,87	31	2,5	6(+4 léha)	29
5	3,5	1,00	29	3,1	7(+3 léha)	35
6	3,3	0,89	31	2,8	6(+4 léha)	28
7	3,1	0,96	30	2,7	7(+3 léha)	27
8	3,5	0,96	31	2,7	6(+4 léha)	28
9	3,3	0,96	29	2,6	7(+3 léha)	29
10	3,5	0,97	27	2,4	6(+4 léha)	26
11	3,4	0,91	30	2,6	8(+2 léha)	21
12	3,8	0,96	29	2,5	7(+3 léha)	46
Átlag	3,48	0,93	29,9	2,62	6,83	31,08

6. ábra 'Sólymári cukor' körte gyümölcs adatai

4. Következtetések és javaslatok

Sajnos egyre nehezebb felkeresni olyan helyeket, ahol a különleges, már szinte utolsó növények még fellelhetők, vagy azok a személyek, akik még ismertetőt tudnak adni róluk, még felkereshetők. Mint a bevezetőben is írtuk, a zártkertek, elvadult gyümölcsösök napról-napra kerülnek felszámolásra, mindenhol a mesterséges kertek veszik át a helyüket, komoly veszélyt mutatva az olykor ritkaságszámban található egyedek fennmaradására. Fontos tehát a begyűjtés kihangsúlyozása, valamint a gyűjtemények biztonsági másolata minden fajra vetítetten, azon tételek esetén, ahol ezek még nem valósultak meg.

Irodalom

- Békefi Zs., Kovács Sz., Szilágyi S., Demku T., Varga J., Kollányi G., Pallai E., Gyürki É., Budainé V. Á., Ari I., Zeller Z., 2020. Gyümölcs Génbankok a NAIK Gyümölcs- és Dísznövénytermesztési Kutatóintézetben (Érd – Újfehértó – Fertőd - Cegléd). Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ ISBN: 978-615-5748-19-6
- Brózik S., Nagy P., Szentiványi P., 1976. Tervtanulmány a gyümölcsstermő növények megőrzésére. GYDKFV. Kiadvány, Budapest
- Brózik S., Regius J., 1957. Termesztett gyümölcsfajtáink. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Lakatos T., Dénes F., Radó G., Varga J. 2018. A bogyósok termesztése. Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ ISBN: 978-615-5748-10-3
- Nyéki J., Szabó T., Soltész M. 2012. Körtefajták vizsgálata génbankokban. Debreceni Egyetem AGTC MÉK Kertészettudományi Intézet. ISBN 978-615-5185-25-6
- Soltész M. 1998. Gyümölcsfajta -ismeret és -használat. Mezőgazda Kiadó, Budapest. ISBN 963-9239-82-8
- Varga J., Kollányi G., Dénes F., Iváncsics J., 2016. A NAIK GYKI körte génbankok fajtalistájának bővítése hazai és nemzetközi gyűjtőutakon; Óshonos- és Tájfajták – Ökotermékek – Egészséges táplálkozás – Vidékfejlesztés Konferencia. Nyíregyháza 79 p. ISBN 978-615-5545-69-6

*A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.*

*This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.*



Talajtakarás és árnyékolás hatása lágyszárúak antioxidáns kapacitására egy agrárerdészeti rendszerben

Effect of Ground Cover and Shading on Herbaceous Antioxidant Capacity in an Agroforestry System

Visiné Rajczi Eszter*, Benke Dénes és Hofmann Tamás

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet

benkedenes@gmail.com, hofmann.tamas@uni-sopron.hu

*Levelezőszerző: visine.rajczi.eszter@uni-sopron.hu

Összefoglalás: Az agrárerdészeti rendszerekben a hagyományos termények (gabonák, zöldségek, kapás növények stb.) mellett egyéb lágyszárúak, pl. gyógynövények termesztésére is van lehetőség. A gyógynövényekben az extraktanyagok széles skálája megtalálható, amelyek közül számos kedvező élettani hatással (pl. antioxidáns tulajdonsággal) rendelkezik. A Bajti Nemesítő Telep agrárerdészeti rendszerében három lágyszárú növényfaj (mezei sóska (*Rumex acetosa* L.), lándzsás útifű (*Plantago lanceolata* L.), kis télizöld (*Vinca minor* L.)) antioxidáns tartalmát térképeztük fel különböző talajtakarási módszerek (mulcs, geotextília, méhlegelő) és árnyékolás (euroamerikai nyár (*Populus euramericana* (Dode) Guiner cv. 'I-214') mellett. Vizsgálataink célja az volt, hogy összehasonlítsuk, melyik termesztési módszer lehet a legelőnyösebb, melyik növényfaj hogyan reagál az eltérő talajtakarásokra. 2023-ban három alkalommal vettünk mintát (tavasz, nyár, ősz). Arra voltunk kíváncsiak, hogy a vegetációs időszak különböző szakaszaiban gyűjtött minták mutatnak-e különbséget az antioxidáns tartalomban. A minták antioxidáns kapacitását három különböző módszerrel (TPC, FRAP, DPPH) mértük. Megállapítottuk, hogy a legmagasabb antioxidáns kapacitást eredményező termesztési mód változik növényfajonként.

Kulcsszavak: agrárerdészet, antioxidáns, gyógynövény, talajtakarás, klímaváltozás

Abstract: In addition to traditional crops (cereals, vegetables, etc.), agroforestry systems also allow the cultivation of other herbaceous crops such as medicinal plants. Medicinal plants contain a wide range of extractives, many of which have beneficial physiological effects (e.g. antioxidant properties). In the present work the antioxidant content of three species (common sorrel, *Rumex acetosa* L., ribwort plantain, *Plantago lanceolata* L., dwarf periwinkle, *Vinca minor* L.) grown in the agroforestry system of the Bajti Nursery under different soil cover methods (mulching, geotextile, bee pasture) and shading (hybrid poplar (*Populus euramericana* (Dode) Guiner cv. 'I-214') was evaluated. The aim of our studies was to compare which soil covers are the most advantageous on the antioxidant content, and how each plant species responds to different soil covers. Samples were collected three times during the growing season in 2023 (spring, summer, autumn). The antioxidant capacity of the samples was measured by three different methods (TPC, FRAP, DPPH). It was found that the cultivation method resulting in the highest antioxidant capacity varies between plant species.

Keywords: agroforestry; antioxidants; herbs; soil cover; climate change

1. Bevezetés

A LUCAS (Land Use/Cover Area frame statistical Survey) adatbázis szerint Magyarország területén 38100 ha területen gazdálkodnak agrárerdészeti rendszerekben (den Herder et al., 2016). Az agrárerdészetek előnye, hogy csökkentik a vízeróziót és a deflációt, segítik a szerves anyagok visszajutását a talajba, növelik a biodiverzitást, továbbá védik az ott termesztett növényeket a szélsőséges klímahatásoktól. Az agrárerdészeti rendszerekben a hagyományos termények (gabonák, kapás növények, zöldségek, stb.) mellett gyógynövények termesztésére is van lehetőség (Rodríguez, 2008). A gyógynövényekben szerves vegyületek széles skálája megtalálható (alkaloidok, terpenoidok, poliszaharidok, polipeptidok, polifenolok stb.) (WHO, 1999), amelyek közül számos kedvező élettani hatással és gyógyászati jelentőséggel is bír (Ong, 2004; Bello et al., 2019; Koel et al., 2020). Ezek közül számos vegyület rendelkezik antioxidáns tulajdonsággal is, amelyeket a gyógyászaton kívül is széles körben alkalmaznak különböző célokra (Chu, 2011; Thiviya et al., 2021). Jelen munkánkban vizsgáltuk a Bajti Nemesítő Telep agrárerdészeti rendszerében termesztett három gyógynövényfaj (lándzsás útifű (*Plantago lanceolata* L.), kis télizöld (*Vinca minor* L.), mezei sóska (*Rumex acetosa* L.)) antioxidáns tartalmát különböző talajtakarási módszerek mellett. Arra voltunk kíváncsiak, hogy az azonos fajú növényekből a vegetációs időszak különböző szakaszaiban gyűjtött minták mutatnak-e különbséget a beltartalmi értékekben, különös tekintettel az antioxidánsokra. A kutatás fő célja kideríteni, hogy a jövőbeli alkalmazás szempontjából melyik termesztési módszer a legelőnyösebb.

2. Anyag és módszer

A mintákat a Bajti Nemesítő telep területén gyűjtöttük. 2021-ben egy agrár-erdészeti rendszert hoztak létre, ahol különböző lágyszárú növényeket termesztettek fasorok között. Az agrár-erdészeti rendszer körülbelül 0,5 hektárt foglal el, vadkárelhárító kerítéssel körülvéve. Összesen 170 hibrid nyárfa (*Populus × euramericana* (Dode) Guiner 'I-214') található 17 sorban, árnyékot és erdősítést biztosítva. A fák alatt háromféle talajtakaróval ültették a növényeket: geotextil, mulcs és méhlegelő. A geotextil és a mulcs javítja a talaj vízgazdálkodását és csökkenti a hőingadozást, míg a méhlegelő tápanyag-visszaforgatást és párasabb mikroklímát biztosít. A kontrollterület nincs árnyékolva és nincs talajtakarás sem.

A mintákat három alkalommal gyűjtöttük: 2023. május, 2023. július és 2023. október. Körülbelül 200 gramm növényi mintát (levelek, hajtások, virágok kombinációja) gyűjtöttünk véletlenszerűen kiválasztott növényekből a megfelelő parcellákból. A gyűjtést követően a mintákat liofilizáltuk (Wave FD260 liofilizáló, Wave Trockensysteme GmbH, Bécs, Ausztria) és vákuumsomagolásban, hűtve tároltuk feldolgozásig. Az extrakció előtt a mintákat kávédarálással aprítottuk. A kész mintákból 0,2 g-ot 50 ml centrifugacsövekbe mértünk, majd 40 ml 50%-os vizes metanolt (v/v) adtunk hozzá. A mintákat ultrahangos fürdőbe helyeztük 3x10 percre (Elma Transsonic T570 ultrahangos fürdő, Elma Schmidbauer GmbH, Singen, Németország). Az ultrahangos fürdő vízhőmérsékletét 26-30 °C között tartottuk az extrakció során.

A minták összes fenoltartalmát a Folin-Ciocalteu módszerrel határoztuk meg, amely a redukáló képességen alapul (Balogh, 2010) és az oldat összes polifenol tartalmát adja meg. Standard vegyületként galluszsavat használtunk, és az eredményeket mg galluszsav egyenérték/g száraz tömegben (mg GE/g szá) fejeztük ki. A FRAP vizsgálatot Benzie és Strain (1996) módszere szerint végeztük 593 nm-en, 5 perces reakcióidőt alkalmazva, standardként aszkorbinsavat használva. Az eredményeket az aszkorbinsav egyenérték/g száraz tömegben

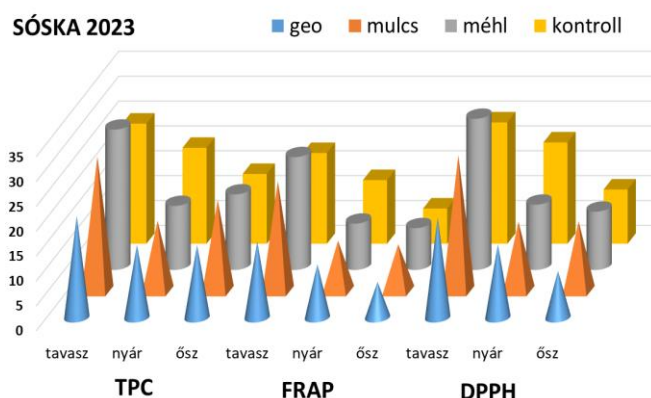
adtuk meg (mg AE/g szá). A DPPH vizsgálatot a 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil gyök gyökfogó aktivitásának mérésével végeztük Sharma és Bhat (2009) módosított protokollja szerint. 100 µl kivonatot 100 ml 1:1 térfogatarányú metanol:víz és 2,8 ml DPPH oldattal (80 mM) elkeverünk, majd lefedve, sötét helyen tároljuk 30 percig. Mértük az abszorbancia csökkenését 515 nm-en. A DPPH gyökfogó képességét milligramm trolox egyenértékben fejeztük ki a száraz minta grammjára vonatkoztatva (mg TE / g szá).

Az eredmények összehasonlítására Statistica 8 szoftvert (StatSoft Inc., Tulsa, USA) használtunk. A számítási módszer Tukey HSD volt, $p < 0,04$, a varianciák homogenitását Bartlett teszttel ellenőriztük.

3. Eredmények és kiértékelésük

3.1. A mezei sóska extraktumok vizsgálati eredményei

Meghatároztuk a mezei sóska extraktumok totálfenol, FRAP és DPPH antioxidáns kapacitás értékeit. Az eredményeket az 1. ábrán foglaltuk össze. Az 1. Táblázat a kapott adatok statisztikai kiértékelését tartalmazza.



1. ábra A mezei sóska minták antioxidáns kapacitása (TPC, FRAP, DPPH) eltérő talajtakarások mellett

1. táblázat. A TPC, FRAP és DPPH antioxidáns kapacitás értékeinek varianciaanalízise mezei sóska mintákban. Átlag: átlagérték (TPC: mg GE/g szá., FRAP: mg AE/g szá., DPPH: mg TE/g szá.). Az egyes módszereknél a különböző betűkkel jelölt átlagértékek (jel) szignifikánsan eltérnek $p < 0,04$ szinten. Geo: geotextil

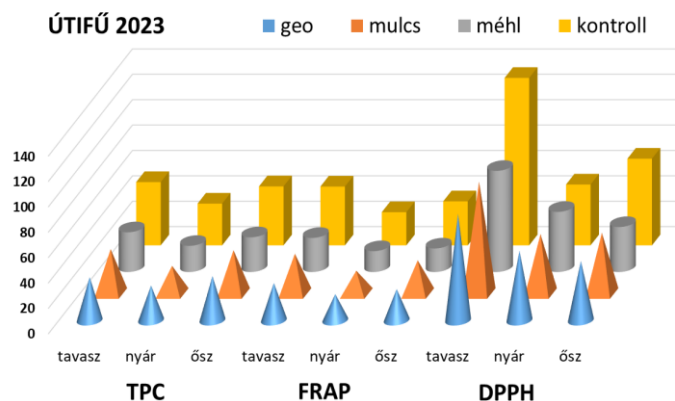
TPC			FRAP			DPPH		
Minta	átlag	jel	Minta	átlag	jel	Minta	átlag	jel
méhlegelő nyár	12,9	a	kontroll ősz	7,1	b	geo ősz	9,4	c
kontroll ősz	14,0	ab	geo ősz	7,1	b	kontroll ősz	11,0	cd
mulcs nyár	14,2	ab	méhlegelő ősz	8,4	bc	méhlegelő ősz	11,7	acd
geo ősz	14,6	ab	méhlegelő nyár	9,3	ac	méhlegelő nyár	13,1	abd
geo nyár	14,7	ab	mulcs ősz	9,4	ac	mulcs nyár	14	ab
méhlegelő ősz	15,2	b	mulcs nyár	10,2	a	mulcs ősz	14,1	ab
mulcs ősz	18,3	c	geo nyár	10,7	a	geo nyár	14,7	b
kontroll nyár	19,3	cd	kontroll nyár	12,8	e	geo tavasz	20,2	e
geo tavasz	20,4	d	geo tavasz	15,3	f	kontroll nyár	20,4	e
kontroll tavasz	24,2	f	kontroll tavasz	18,2	g	kontroll tavasz	24,4	f
mulcs tavasz	27,1	e	mulcs tavasz	22,1	d	mulcs tavasz	27,4	g
méhlegelő tavasz	28,2	e	méhlegelő tavasz	22,7	d	méhlegelő tavasz	30,4	h

A mezei sóska esetében a „méhlegelő tavasz” és a „mulcs tavasz” mintákban mértük a legmagasabb értékeket mind a TPC és a FRAP módszerekkel. A DPPH esetében a „méhlegelő tavasz” minta rendelkezett a legnagyobb antioxidáns kapacitással, mely értékek a megfelelő

kontroll értékeknél szignifikánsan magasabban voltak. A szezonális változások tekintetében elmondható, hogy a tavasszal gyűjtött növényi részek nagyobb mennyiségben tartalmaznak antioxidáns vegyületeket, mint a nyáron és ősszel gyűjtöttek, mind a kontroll mind a talajtakarásnak kitett minták esetében.

3.2. A lándzsás útifű extraktumok vizsgálati eredményei

A 2. ábra a lándzsás útifű extraktumok totálfenol, FRAP és DPPH antioxidáns kapacitás eredményeit tartalmazza. A 2. Táblázat a kapott adatok statisztikai kiértékelése.



2. ábra A lándzsás útifű minták antioxidáns kapacitása (TPC, FRAP, DPPH) eltérő talajtakarások mellett

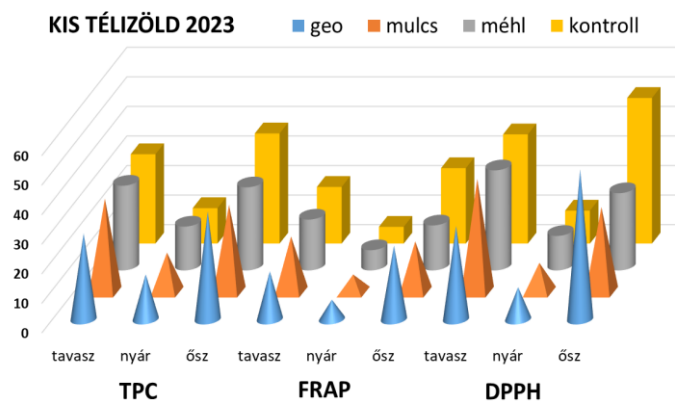
2. táblázat A TPC, FRAP és DPPH antioxidáns kapacitás értékeinek varianciaanalízise lándzsás útifű mintákban. Átlag: átlagérték (TPC: mg GE/g sz.a., FRAP: mg AE/g sz.a., DPPH: mg TE/g sz.a.). Az egyes módszereknél a különböző betűkkel jelölt átlagértékek szignifikánsan eltérnek $p < 0,04$ szinten. Geo: geotextil

TPC			FRAP			DPPH		
Minta	átlag	jel	Minta	átlag	jel	Minta	átlag	jel
kontroll ősz	14,0	a	kontroll ősz	7,1	a	méhlegelő ősz	35,5	b
geo ősz	14,6	a	geo ősz	7,1	a	geo ősz	46,9	ab
méhlegelő ősz	15,2	a	méhlegelő ősz	8,4	a	mulcs nyár	46,9	ab
mulcs ősz	18,3	c	mulcs ősz	9,4	a	méhlegelő nyár	47,4	a
méhlegelő nyár	20,6	cd	méhlegelő nyár	16,4	b	mulcs ősz	47,9	a
mulcs nyár	21,9	d	mulcs nyár	18,0	b	kontroll nyár	47,9	a
geo nyár	27,4	f	geo nyár	20,3	b	geo nyár	55,0	a
méhlegelő tavasz	31,3	e	kontroll nyár	26,1	c	kontroll ősz	68,3	d
kontroll nyár	32,9	be	méhlegelő tavasz	26,9	c	méhlegelő tavasz	79,7	cd
geo tavasz	34,1	b	geo tavasz	29,5	cd	geo tavasz	83,8	c
mulcs tavasz	35,0	b	mulcs tavasz	31,4	d	mulcs tavasz	88,2	c
kontroll tavasz	49,8	g	kontroll tavasz	46,3	e	kontroll tavasz	132	e

Az útifű esetében a mindhárom antioxidáns kapacitás mérési módszer esetében a „kontroll tavasz” mintáknál mértük a legmagasabb értékeket. A különböző évszakokban gyűjtött minták antioxidáns kapacitásáról elmondható, hogy a tavaszi mintáknál mértük a szignifikánsan legmagasabb értékeket, azonban ez csak a kontroll minták esetében volt igaz. A talajtakarásnak kitett növények közül az őszi minták FRAP és TPC értékei voltak a legmagasabbak. A DPPH értékei teljesen más „tendenciát” mutatnak, itt talajtakarástól függetlenül a tavaszi minták a kiemelkedőek. A FRAP, TPC és a DPPH módszer eltérő „viselkedése” a lándzsás útifű esetében azt jelzi, hogy olyan antioxidánsokat tartalmaz, melyek máshogy reagálnak az egyes mérési módszerekkel.

3.3. A kis télizöld extraktumok vizsgálati eredményei

Meghatároztuk a kis télizöld extraktumok totálfenol, FRAP és DPPH antioxidáns kapacitás értékeit. Az eredményeket az 3. ábrán foglaltuk össze. A 3. Táblázat a kapott adatok statisztikai kiértékelését tartalmazza.



3. ábra. A kis télizöld minták antioxidáns kapacitása (TPC, FRAP, DPPH) eltérő talajtakarások mellett

3. táblázat A TPC, FRAP és DPPH antioxidáns kapacitás értékeinek varianciaanalízise kis télizöld mintákban. Átlag: átlagérték (TPC: mg GE/g sz.a., FRAP: mg AE/g sz.a., DPPH: mg TE/g sz.a.). Az egyes módszereknél a különböző betűkkel jelölt átlagértékek szignifikánsan eltérnek $p < 0,04$ szinten. Geo: geotextil

TPC			FRAP			DPPH		
Minta	átlag	jel	Minta	átlag	jel	Minta	átlag	jel
kontroll nyár	12,0	d	kontroll nyár	5,6	a	mulcs nyár	9,9	a
mulcs nyár	13,4	cd	mulcs nyár	6,0	a	geo nyár	10,8	a
méhlegelő nyár	14,8	c	geo nyár	6,6	a	kontroll nyár	11,1	a
geo nyár	15,2	c	méhlegelő nyár	6,9	a	méhlegelő nyár	11,7	a
méhlegelő ősz	28,1	a	méhlegelő ősz	15,2	d	méhlegelő ősz	26,1	b
méhlegelő tavasz	28,7	a	geo tavasz	16,2	bd	mulcs ősz	28,8	bc
geo tavasz	29,0	ab	mulcs ősz	17,2	bc	geo tavasz	31,6	bcd
mulcs ősz	29,5	ab	méhlegelő tavasz	17,2	bc	méhlegelő tavasz	33,9	cde
kontroll tavasz	30,2	ab	mulcs tavasz	18,9	ce	kontroll tavasz	36,9	de
mulcs tavasz	31,7	b	kontroll tavasz	19,2	e	mulcs tavasz	38,3	e
geo ősz	36,5	e	geo ősz	24,9	f	kontroll ősz	49,2	f
kontroll ősz	37,2	e	kontroll ősz	25,5	f	geo ősz	50,7	f

A kis télizöld esetében az alkalmazott talajtakarásokkal nem érhető el magasabb antioxidáns kapacitás a megfelelő kontrollhoz képest, egyik mérési módszer szerint sem. Itt azonban az őszi geotextiliával fedett és a kontroll minták antioxidáns kapacitása a legmagasabb és a nyári mintáké a legalacsonyabb.

4. Összefoglalás

Jelen munkában vizsgáltuk a Bajti Nemesítő Telep agrárerdészeti rendszerében termesztett három gyógynövényfaj: mezei sóska, lándzsás útifű és kis télizöld antioxidáns tartalmát különböző talajtakarási módszerek mellett. A mezei sóska esetében a tavaszi mulcsos és méhlegelő talajtakarások mellett mértük a legmagasabb antioxidáns kapacitásokat, amelyek szignifikánsan magasabbak a többi talajtakarásban termelt, és a kontroll mintákhoz képest. A lándzsás útifű esetében a legmagasabb FRAP, TPC és DPPH értékek a tavaszi kontroll mintákban voltak. Itt az alkalmazott talajtakarások szignifikánsan nem járultak hozzá az antioxidáns tartalom növekedéséhez. Hasonlóan a lándzsás útifűhöz, a kis télizöld esetében sem befolyásolták a vizsgált talajtakarási módszerek szignifikánsan az antioxidáns tartalmat egyik vizsgált évszakban sem. A legnagyobb értékeket ősszel, a legalacsonyabbakat nyáron mértük.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a talajtakarás hatása az antioxidáns kapacitásra erősen fajfüggő, a legmagasabb antioxidáns kapacitási értékek általában tavasszal mérhetők.

Köszönetnyilvánítás

Ezt a tanulmányt az Európai Unió „Horizon Europe Framework Programme for Research and Innovation” kutatási és innovációs keretprogramja támogatta a 101060635 számú támogatási megállapodással, a REFOREST (Agroforestry at the forefront of farming sustainability in multifunctional landscapes in Europe) projekt keretében.

Irodalom

- Balogh, E. 2010. Determination of antioxidant capacity and its contributing compounds in berry fruits. PhD thesis. PhD.
- Bello, O. M., Fasinu, P. S., Bello, O. E., Ogbesejana, A. B., Adetunji, C. O., Dada, A. O., Ibitoye, O. S., Aloko, S., Oguntoye, O. S. 2019. Wild vegetable *Rumex acetosa* Linn.: Its ethnobotany, pharmacology and phytochemistry. *South African Journal of Botany*. **125** 149–160. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.04.018>
- Benzie, I. F. F., Strain, J. J. 1996. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*. **239** (1) 70–76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Chu, W. L. 2011. Potential applications of antioxidant compounds derived from algae. *Current Topics in Nutraceutical Research*. **9** (3) 83–98.
- den Herder, M., Moreno, G., Mosquera-Losada R. M., Palma, J. H. N., Sidiropoulou, A., Frejanes J. J. S., Crous-Duran, J., Paulo J. A., Tomé, M., Pantera A., Papanastasis V. P., Mantzanas, K., Pachana, P., Papadopoulos, A., Plieninger, T., Burgess, P. J. 2017. Current extent and stratification of agroforestry in the European Union. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. **241** 121–132. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.03.005>
- Guti, E. 2023. Összehasonlító mikroklíma vizsgálatok a bajti csemetekert köztestermesztés agrárerdészeti rendszerében. Diplomamunka. Soproni Egyetem, Sopron.
- Koel, M., Kuhitinskaja, M., Vaheer, M. 2020. Extraction of bioactive compounds from *Catharanthus roseus* and *Vinca minor*. *Separation and Purification Technology*. **252**. 117438. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.117438>
- Ong, E. S. 2004. Extraction methods and chemical standardization of botanicals and herbal preparations. *Journal of Chromatography B*. **812** (1–2) 23–33. [https://doi.org/10.1016/S1570-0232\(04\)00647-6](https://doi.org/10.1016/S1570-0232(04)00647-6)
- Rigueiro-Rodríguez, A., McAdam, J., Mosquera-Losada, M.R. (eds.) 2008. Agroforestry in Europe: Current Status and Future Prospects. Springer, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8272-6>
- Sharma, O. P., Bhat, T. K. 2009. DPPH antioxidant assay revisited. *Food Chem*. **113** (4) 1202–1205. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.008>
- Thiviya, P., Gamage, A., Piumali, D., Merah, O., Madhujith, T. 2021. Apiaceae as an Important Source of Antioxidants and Their Applications. *Cosmetics*. **8** (4) 111. <https://doi.org/10.3390/cosmetics8040111>
- World Health Organization, 1999. WHO monographs on selected medicinal plants. World Health Organization, Geneva.

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.

This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.



CONTENT – TARTALOMJEGYZÉK

Water Scarcity in Syria: The Impact of the Crisis on Irrigated Agriculture

Ammar Auda, Rebomafil Bayot II, Mayte Alejandra Cuesta Tabares, Zsolt Miklós Szilvácsku 1

Medicinal Plants used by Indigenous Peoples in the Philippines

Rebomafil Bayot II, Zsolt Miklós Szilvácsku, Ammar Auda, Mayte Alejandra Cuesta Tabares 9

Tűzipelletek elégetésekor keletkező károsanyag-kibocsátások összehasonlítása

Cseke Botond András, Dr. Pályi Béla, Dr. Lönhárd Miklós, Dr. Szilágyi Attila, Enyingi András 15

The Crude Protein Content of Maize with Interseeding Cover Crop Technology

Mária Ágnes Fodor, Apolka Ujj, Katalin Irmes, Lajos Szentpéteri, Attila Rác, István Kristó 21

Csonthéjasok európai sárgaság fitoplazmájának (ca. *Phytoplasma prunorum*) és vektorának, a szilvalevélbolhának (*Cacopsylla pruni*) vizsgálata magyarországi kajszüültetvényekben

Galovics Attila, Nagyné Galbács Zsuzsanna, Várallyay Éva, Keresztes Balázs 29

Szenescencia indukció a szipókás rovarok tápnövényein

Gidó Zsolt, Lehoczky Éva 37

A *Drosophila suzukii* előrejelzése, egyedszámának meghatározása bogyós gyümölcsökben

Gombkötő Csilla, Kollányi Ágnes Kollányi Gábor, Varga Jenő 41

Fizikai és fiziológiai paraméterek vizsgálata a jégsaláta (*Lactuca sativa* var. *capitata*) aeropónikus termesztése esetén

Gorliczay Edit, Montvai Kornélia, Tamás János, Szabó András, Nagy Attila 47

Szántóföldi egyszikű gyomnövények laboratóriumi csírázása	
Guhr Eszter, Kazinczi Gabriella, Pásztor György	55
Használt szántóföldi permetezőgépek jogszerű felülvizsgálati módszereinek összevetése a következmények tükrében	
Gulyás Zoltán, Pályi Béla	61
Fürdőtavak	
Horváth Dóra, Dr. Anda Angéla	67
Klímaszabályozásra alkalmas mikrokontrolleres rendszer tervezése, építése és kalibrálása	
Horváth Kristóf, Lönhárd Miklós	73
Cultivating Crops as Alternative Protein Sources: Exploring Three Diverse Cereal Grain Varieties	
Maha Khalfalla, László Zsombik, Zoltán Győri	79
A takarmánygyártás során használt expandálás és granulálás hatása a baromfi és sertés takarmánykeverékekre	
Kiss Brigitta, Erdélyi Márta, Such Nikoletta, Tewelde Kesete Goitom, Dubleczy Károly	89
Google Trends: The Rise of Artificial Intelligence	
Lívia Benita Kiss	97
Trend Analyses of the Long Time Series of Monthly Mean Temperatures at Keszthely, Hungary	
Tímea Kocsis, Zsolt Töröcsvári, Lóránt Biró, Norbert Magyar	103
Lítium szermaradvány vizsgálata méhészeti termékekben	
Kolics Éva, Sajtos Zsófi, Mátyás Kinga, Szepesi Kinga, Solti Izabella, Németh Gyöngyi, Taller János, Baranyai Edina, Specziár András, Kolics Balázs	109

Mesterséges intelligencia alapú növényfelismerő alkalmazások hatékonyságának összehasonlítása	121
Kozma-Bognár Kristóf, Berke József, Anda Angéla, Kozma-Bognár Veronika	
100 éve született Győri Dániel a Georgikon egykori talajtan professzora	129
Lehoczky Éva, Matuszné Sényi Klára, Pálmai Ottó	
Légbeszívásos és hagyományos réses fűvókák elsodródási jellemzőinek vizsgálata	133
Lönhárd Miklós, Pályi Béla, Cseke Botond, Szilágyi Attila	
Identification and Occurrence of Potential Phytopathogenic Fungi Infecting Seeds of Invasive Allelopathic Dicot Weeds	139
Simon Okwangan, Kelvin Kiprop, Evans Duah Agyemang, Rita Ofosu, György Pásztor András Péter Takács	
Dataset Creation for the Artificial Intelligence-based Video Analysis of Yellow Hungarian Chicken Flocks	145
Éva Rampasek, Csaba Hajdu, Boldizsár Tüü Szabó Károly Tempfli László Környei	
Ipari paradicsom palántanevelés vízdeficités öntözéssel	153
Schmidt-Szantner Barbara, Gáll Tibor, Molnár-Mondovics Ágnes, Tömösközi-Farkas Rita, Pék Zoltán	
A Kis-Balaton Ingói-berki nádállományok területi változásainak elemzése műholdfelvételek és a normalizált differenciált vegetációs index (NDVI) segítségével	161
Soós Gábor, Anda Angéla	
Különböző burgonyafajták fitoftóra (<i>Phytophthora infestans</i>) fertőzésre adott válaszána transzkriptómiai vizsgálata	167
Taller János, Nagy Erzsébet1 Idogwu Esther Ijeoma, Wolf István, Polgár Zsolt, Frank Krisztián	

Éghajlatváltozás és szemes cirok (<i>Sorghum bicolor</i> L.) termesztés Magyarországon – Irodalmi áttekintés	
Tóth Ariel, Tóth Zoltán	173
Génmegőrzés a MATE KERTI GYKK Fertődi Kutatóállomásának bogyós és körte génbankjaiban	
Varga Jenő, Kollányi Ágnes, Kollányi Gábor, Gombkötő Csilla	179
Talajtakarás és árnyékolás hatása lágyszárúak antioxidáns kapacitására egy agrárerdészeti rendszerben	
Visiné Rajczi Eszter, Benke Dénes, Hofmann Tamás	185

