

AZ ÖNTÖZÉS HATÁSA LIZIMÉTERBEN NEVELT ORVOSI ZSÁLYÁRA (*SALVIA OFFICINALIS* L.)

VALKOVSZKI NOÉMI JÚLIA – SZÉKELY ÁRPÁD – SZALÓKI TÍMEA –
KUN ÁGNES – KOLOZSVÁRI ILDIKÓ – TAVASZI-SÁROSI SZILVIA –
JANCSÓ MIHÁLY

Összefoglalás

Az orvosi zsálya (*Salvia officinalis* L.) az egyik legszélesebb körben alkalmazott gyógynövény. Szárított levelét és illóolaját egyaránt felhasználja a gyógyszer-, a kozmetika- és az élelmiszeripar. A *Salviae officinalis folium* (Ph.Hg. VIII.,2004) illóolaj-tartalmát és annak összetételét, azaz a drogminőséget jelentősen befolyásolják a termesztés körülményei (talaj-, tápanyag-, víz- és fényellátottság). Az orvosi zsályát szárazságtűrő növényként ismerjük, de az elmúlt évek csapadékszegény időjárása Magyarországon is indokoltá tette az öntözés hatásának vizsgálatát az optimális droghozam és -minőség elérése céljából. Kísérletünkben az öntözés hatását figyeltük meg Közép-Európa legnagyobb liziméter telepén nevelt *Salvia officinalis* növényeken. A kétéves kísérletben értékeltük a csak természetes csapadékban részesült Öntözetlen kontroll és a 105 mm - idény norma - Holt-Körös vízzel öntözött 16-16 egyed növénymagasságát, bokorátmérőjét, hajtáshosszát, SPAD értékét; továbbá a biomasszát, a friss és száraz levél tömeget, illetve az illóolaj-tartalmat és annak összetételét. Eredményeink azt mutatják, hogy az öntözés mindkét évben szignifikánsan növelte a növénymagasságot, a bokorátmérőt, a hajtáshosszt, valamint a hozamot (biomassza: öntözetlen kontroll: 470,46 g/tő; öntözött: 827,48 g/tő). Az öntözés növelte az illóolaj-tartalmat is. Az illóolaj főkomponensei az α -tujon, kámfor, 1,8-cineol, β -tujon és a kámfén voltak, emellett 2021-ben a ledol, 2022-ben pedig a viridiflorol jelent meg mintegy 6%-ot meghaladó mennyiségben az illóolajban. A SPAD érték és a transz-szabinil-acetát aránya az öntözés hatására csökkent.

Kulcsszavak: öntözés, orvosi zsálya, illóolaj-tartalom, liziméter, biomassza

JEL kód: Q01, Q10, Q16, Q25, Q54, Q55

INFLUENCE OF IRRIGATION ON LYSIMETER-GROWN SAGE (*SALVIA OFFICINALIS* L.)

Abstract

The sage is one of the most widely applied herbs. It is used equally by the pharmaceutical, cosmetic and food industries. The essential oil content and composition of sage, i.e. the drug quality, are significantly influenced by the growth conditions (soil, nutrient, water and light supply). The medicinal sage is known as a drought-tolerant plant. However, the low rainfall weather of recent years in Hungary highlighted the importance of investigation of irrigation's effect to achieve optimal drug yield and quality. In our experiment, we studied the effect of irrigation on *Salvia officinalis* L. grown at the largest lysimeter station in Central Europe. In the two-year experiment, the plant height, plant diameter, shoot length, SPAD value, as well as the biomass, fresh and dry leaf weight; the essential oil content and composition of 16 plants per treatment were evaluated under rainfed and irrigated (105 mm Körös oxbow lake water)

conditions. Results showed that the irrigation caused a significant increase in plant height, plant diameter, shoot length, and yield (total biomass: unirrigated: 470.46 g plant⁻¹; irrigated: 827,48 g plant⁻¹) in both experimental years. The irrigation caused an increase in essential oil content. The main components in the essential oil were α -Thujone, Camphor, 1,8-Cineol, β -Thujone, and Camphene; while the amount of Ledole in 2021 and the Viridiflorole in 2022 was more than 6%. By the influence of irrigation, the SPAD value and Trans-Sabinyl-acetate were decreased.

Keywords: irrigation, sage, essential oil content, lysimeter, biomass

Bevezetés

Az orvosi zsálya (*Salvia officinalis* L.) évezredek óta alkalmazott élő gyógynövényünk. Gyógyszeripari alapanyagként, fűszernövényként, likőrök és kozmetikumok összetevőjeként is felhasználják (BAGDAT et al., 2017).

Magyarországon a gyógynövények öntözése eddig nem volt jellemző. A 30000 hektár körüli hazai gyógynövény-termőfelületen főleg vízigényesebb kultúrák esetében (bazsalikom, majoranna, római kamilla, gyűszűvirág fajok) alkalmaznak öntözést. A Gyógynövény Szövetség és TermékTanács nem rendelkezett pontos adatokkal arról, hogy 2022-ben mekkora felületen végeztek öntözést a gazdák.

A zsálya termesztése Magyarországon öntözetlen körülmények között is biztonságos volt az elmúlt évtizedekben, de a csapadékban szegény évjáratok már negatív hatást gyakorolnak a növénymagasságra és átmérőre, valamint a terméshozamra.

Az orvosi zsályát (*Salvia officinalis* L.) szárazságtűrő növényként ismerjük, hiszen eredetileg Dél-Európában, Szerbia és Montenegró mészen gazdag sziklás vidékein, illetve Kis-Ázsiában őshonos élő növény (HUXLEY, 1992). A *Salvia* nemzetség fajai viszonylag szárazságtűrők, de a *Salvia officinalis* L. érzékeny a jelentős vízhiányra, ami kísérleti körülmények között is beigazolódott (MUNNÉ-BOSCH et al., 2001). Vízhiány okozta stressz akkor lép fel, amikor a víz mennyisége olyan szintre csökken, hogy korlátozza a növényi életet (növekedést, szaporodást, túlélést) és károsítja a növény anyagcseréjét (KULAK et al., 2019). A zsálya morfológiáját az alábbi módon befolyásolhatja a vízhiány: A *Salvia officinalis* szárazságtűrő képességét bizonyítja, hogy extenzív zöldtetők beültetésére is alkalmas. A könnyített közeg normál vízkapacitása (16-22 v/v %), valamint csökkentett vízellátás (7-11 v/v %) mellett is az év legnagyobb részében látványos dísz lehet a tetőkertnek, ha a tenyészidőszak során 40 mm körüli természetes csapadékhoz jut. Nem találtak szignifikáns különbséget a növénymagasság, a növényátmérő, a hajtáshossz tekintetében (MARTINI et al., 2022). SOLTANBEIGI et al. (2021) bizonyították, hogy szignifikánsan a legmagasabb (51 cm) zsályanövényeket a 70 mm-es evaporáció utáni öntözéssel, míg a legalacsonyabb növényeket a 140 mm-es evaporáció utáni öntözéssel érték el. A zsálya levélfelülete lecsökkent a talajban rendelkezésre álló víz mennyiségének felére csökkentése mellett (GRISAFI et al., 2017).

A termesztés során azonban felmerül az a kérdés: Öntözetlen körülmények között vagy öntözve érhetünk-e el nagyobb terméshozamokat és jobb drogminőséget?

A szárazság okozta morfológiai változások kihatnak a hozamra is:

A vízhiány a gyógynövények esetében fajonként eltérő termés kiesést okoz (THAKUR - THAKUR, 2018; RAHBARIAN - AFSHARMANESH, 2011; SAID-AL AHL et al., 2009). Üvegházi közegnedvesség kísérletben bizonyították, hogy a magas szárazság stressz (250 hPa) negatívan befolyásolja a zsálya hozamát (57,2 g/tő). Míg a hozam maximumot (148 g/tő) 50 hPa közegnedvességgel érték el (MANUKYAN, 2011) ezt támasztják alá MARTINI et al. (2022) eredményei is. Törökországi üvegházi kísérletben azt állapították meg, hogy a 70 mm-es evaporáció után elvégzett öntözés szignifikánsan nagyobb biomassza- (friss: 51,5 g/tő,

száraz: 18,1 g/tő) és levélhozamot (friss: 40,1 g/tő, száraz: 13,1 g/tő) eredményezett, mint a 140 mm-es evaporáció utáni öntözés (SOLTANBEIGI et al., 2021).

Az öntözővizet vizsgálva, a vízminőség, a vízmennyiség, a kijuttatás módja és technológiája is okozhatja a gyógynövények hozam és minőség változását (TRAYKOVA et al., 2019; VALKOVSKI et al., 2022). Egyiptomi vizsgálatban a széles bakháton termesztett orvosi zsálya jobb hozammal rendelkezett és m²-ként 0,796 m³ vizet lehetett megtakarítani a hagyományos keskeny bakhátas, barázdás öntözéses termesztéshez képest (RASHED - MOURSI, 2012).

A *Lamiaceae* családba tartozó gyógy- és fűszernövények az illóolaj maximumukat meleg száraz körülmények között érik el, az évjárat erős hatást gyakorol a drogminőségre. A talaj alacsony nedvességtartalma (a szántóföldi vízkapacitás 70 és 40%-án) a *Lamiaceae* fajok (kerti majoranna, borsosmenta, kerti kakukkfű, orvosi citromfű) esetében hozam és illóolaj-tartalom csökkenést eredményezett (NÉMETH-ZÁMBORI et al., 2016). Ugyanakkor a postharvest eljárások és a tárolás is hatással vannak az illóolaj-tartalomra (DÉTÁR et al., 2020; SOLTANBEIGI, 2020).

A természetben és a kísérlet beállítások során az aszálystressz jelentősen különbözik az időzítés, az időtartam, a súlyosság esetén; valamint a vizsgált fajok/ genotípusok/ kemotaxonok sosem ugyanazok. Ezért a kísérletek eredményei nagy eltérést mutatnak és ez nehezíti az általánosítást (SZABÓ et al., 2017). Mindez magyarázat lehet arra, hogy a nemzetközi szakirodalomban gyakran találunk eltérő eredményeket az öntözés hatásával kapcsolatban az illóolaj-tartalom és annak összetétele esetében is: a szárazság nem volt hatással a zsálya illóolaj-tartalmára, míg a talajnedvesség csökkenésével a kámfén, az 1,8-cineol, p-cimol, terpinolén, β-tujon (16,17%), bornil-acetát mennyisége szignifikánsan nőtt; és a szabinén, α-tujon mennyisége szignifikánsan csökkent az illóolajban (MANUKYAN, 2011). Az öntözés (hetente, kéthetente, havonta) nem befolyásolta a zsálya illóolaj-tartalmát. Az illóolaj-összetételt vizsgálva megállapították, hogy a szárazság minden jelentősebb komponens (α-pinén, β-pinén, 1,8- cineol, α-tujon, β-tujon, kámfen) mennyiségét csökkentette, de ez a különbség csak a béta- pinénnél volt statisztikailag igazolható (RIOBA et al., 2015). Más szerzők szerint az öntözés befolyásolja az illóolaj-tartalmat: a zsálya esetében három évből kétszer az öntözés csökkentette az illóolaj-tartalmat (MAMELI et al., 2011). Hasonlóan a vízellátás csökkenésével nőtt az illóolaj-tartalom 0,9 ml/100 g sz.a. mennyiségre. A limonén tartalom a jó vízellátás mellett alacsonyabb (2,38%) volt, mint a gyenge vízellátás mellett (2,67%), (VOSOUGHI et al., 2018). A közeg 50%-os vízkapacitása mellett érték el a legmagasabb illóolaj-tartalmat: 1,77%, míg 100%-os vízkapacitás mellett 1,01% volt az illóolaj-tartalom. Megállapították tehát, hogy a szeszkviterpének mennyisége nőtt a zsálya esetében a vízhiány hatására (BETTAIEB et al., 2009). Az illóolaj-tartalom nőtt a növekvő vízstressz (szárazság stressz szinonimája) hatására (GOVAHI et al., 2016).

Manapság az a kérdés, hogy a szárazság stressz növeli-e a gyógynövények esetében az illóolaj bioszintézisét/ felhalmozódását/ emisszióját, idejét múlt. A lokális környezeti viszonyok, a kemotaxonok erősen befolyásolják egy fajon belül is a drogminőséget és az illóolaj-felhalmozódás mértékét. A jövőben a gyógynövénytermesztéshez kapcsolódó összes változó tényező finomhangolására van szükség az optimális illóolajhozam és -minőség eléréséhez a jelenlegi tudományos ismereteink alapján (SZABÓ et al., 2020).

Vizsgálatunk célja az volt, hogy megfigyeljük a természetes csapadékban részesült, Öntözetlen kontroll és a Körös Holtág vizével öntözött orvosi zsálya tövek morfológiai tulajdonságait, droghozamát, drogminőségét; és értékeljük az öntözés hatását.

Anyag és módszer

Kísérlet helye

A kísérletet a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Környezettudományi Intézetéhez tartozó Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóközpont Liziméter telepén végeztük Szarvason 2021-ben és 2022-ben. A liziméterek kiváló lehetőséget nyújtanak számunkra, hogy a környező talajtól elszigetelt körülmények között megvizsgálhassuk az öntözővíz talajra, gyökérzetre és növényzetre gyakorolt hatását.

A kísérlet talaja

A talaj gyenge humusz tartalmú, gyengén savas kémhatású a 30-60 cm-es mélységben és semleges kémhatású a 0-30 cm-ben, szénsavas mésztartalma kevesebb, mint 0,05 m/m%, fizikai talajfélesége agyag és nehéz agyag (FILEP, 1999; MICHÉLI et al., 2015; SCHAD, 2016). A talaj nitrogén-ellátottsága gyenge, a foszfor-tartalom magas/túlzott (KÁDÁR, 1992; HOPPE 2010), a talaj sok (250 mg/kg-nál több AL-K₂O) káliumot tartalmaz (MÉM NAK, 1979, CSATHÓ et al., 1998). A mintákat a 0-30 és 30-60 cm-es talajrétegből vettük (1. táblázat).

**1. táblázat: A kísérleti terület talajtani jellemző adatai 2021. októberi mintavételből /
Table 1. Soil properties of experimental area from October in 2021 (Szarvas, 2021)**

Kezelés (Treatment)	Minta mélység (Soil depth) (cm)	pH (KCl)	K _A	Humusz (Humus) (m/m%)	Nitrit+ nitrát-N (Nitrit+ Nitrate- N) (KCl)	P ₂ O ₅ (AL)	K ₂ O (AL)	Na (AL)
Öntözetlen kontroll (Unirrigated control)	0-30	6,98	55,50	1,89	9,93	808,00	418,25	126,25
	30-60	6,79	59,25	1,85	5,76	554,25	356,25	142,00
Körös- holtág víz (Körös oxbow lake water)	0-30	6,96	56,25	2,09	3,86	726,50	404,50	164,00
	30-60	6,68	62,25	1,89	3,82	531,50	364,25	192,75

Forrás: Saját szerkesztés / Source: Own construction

Meteorológiai körülmények

A vizsgálatainkat 2021-ben és 2022-ben végeztük. Már 2021-ben is az átlaghoz viszonyítva 67,83 mm-rel kevesebb csapadék hullott és közel 1°C-kal melegebb volt. 2022-ben pedig a 30 éves átlaghoz képest 191,93 mm-rel kevesebb csapadék hullott és 1,72 °C-kal melegebb volt a vizsgált időszakban (2. táblázat). 2021-ben az első betakarításig 179,8 mm, az első és második betakarítás közötti időszakban (május 19. és július 8. között) 41,3 mm-nyi csapadék hullott és 20,86 °C volt az átlaghőmérséklet. Ezzel szemben 2022-ben az első betakarításig 69,2 mm, az első és a tervezett második betakarítás közötti időszakban (május 19. és július 8. között) csak 34,5 mm volt a természetes csapadék, az átlag hőmérséklet pedig 21,96 °C volt. A január és május közötti csapadék hiány miatt a talaj oly mértékben vízhiányos volt, hogy az öntözetlen liziméterekben a növények júliusban nem tudtak kihajtani.

2. táblázat: A kísérleti időszak és a harminc éves átlag fontosabb meteorológiai adatai (Szarvas, 2021-2022) / Table 2. The main meteorological data of the trial period and the 30-year averages (Szarvas, 2021-2022)

	Csapadék (Precipitation) (mm)			Átlag hőmérséklet (Average temperature) (°C)		
	2021	2022	1981-2010	2021	2022	1981-2010
Január (January)	48,90	14,50	29,10	1,76	0,40	-1,04
Február (February)	33,90	4,80	29,93	3,10	4,90	0,54
Március (March)	10,30	7,80	27,83	5,98	5,50	5,59
Április (April)	62,50	42,10	42,03	9,08	9,80	11,47
Május (May)	65,10	13,00	50,57	14,75	18,00	16,80
Június (June)	1,20	21,30	61,27	22,74	23,40	19,84
Július (July)	48,30	20,80	57,53	25,15	24,40	21,91
Augusztus (August)	31,10	33,40	50,70	21,66	24,30	21,42
Szeptember 20-ig (September)	27,60	47,10	47,77	17,33	17,90	16,57
Összeg (Sum)	328,90	204,80	396,73			
Átlag (Average)				13,50	14,29	12,57

Forrás: Saját szerkesztés / Source: Own construction

Anyag

A Pannon Flóra Kft.-től 2019-ben került megvásárlásra a fajta megjelölés nélküli fémszárt orvosi zsálya vetőmag, melyből a Szarvas-Nyúlzugi termőhelyen 2019-ben létesítettünk állományt. Ebből a növényanyagból véletlen mintavétel alapján választottuk ki és vittük át a töveket 2020. április 22-én az 1m² felszínű liziméterekbe, ahol edényenként 4 db növény került kiültetésre, 50x50 cm-es térállásban. Kezelésenként 16-16 egyedet telepítettünk el.

A 2021-ben és 2022-ben zajló vizsgálatok során az Öntözetlen kontroll növényei főleg természetes csapadékban részesültek. A 2022-ben uralkodó aszály miatt azonban július második felétől 3x15 mm öntözővizet juttattunk, ki hogy életben tartsuk és kihajtásra serkentsük az állományt. 2022-ben a júliusi betakarítást nem tudtuk elvégezni, mert az öntözetlen kezelés növényei nem hajtottak ki a májusi betakarítást követően.

Az öntözött liziméterekben a Körös-Holtág vizével (3. táblázat) öntöztünk 7 alkalommal, összesen 105 mm vizet juttattunk ki tenyészidőszakonként. A víz minősége a Filep-féle osztályozás alapján "kifogástalan" (KUN, 2018). A 2022-es évben a kontroll területtel azonos mértékben az öntözött területen is elvégeztük a csapadékpótló öntözést 3x15 mm-es vízádagokkal.

Az öntözés mikroszórófejek alkalmazásával történt minden alkalommal.

Módszerek

Egy tényező, az öntözés hatását vizsgáltuk kezelésenként 4 liziméterben, összesen 32 orvosi zsálya növény megfigyelésével.

A kísérlet során 2021-ben 3 alkalommal, 2022-ben az aszály miatt 2 alkalommal végeztük el a betakarításokat és minden betakarítás előtt lemértük a növényeket.

Minden mérési időpontban megállapítottuk a növénymagasságot (cm), a bokorátmérőt (cm), 5 db hajtás hosszát a megfásodott növényi rész fölött, majd átlagoltunk (cm). A relatív klorofill-tartalmat (SPAD 502, Konica Minolta, Japán) tövenként 6 mérés átlagából kaptuk a hajtáscsúcs

első kifejlett levélpárját vizsgálva. Ebből az értékből következtethetünk a növény nitrogén ellátottságára is.

A betakarítás után közvetlenül mértük a biomasszát (frissen betakarított össz hajtástömeg, g/tő) CAS 25 típusú mérleggel (CAS Co. Ltd., Korea). A szár nélküli friss levéltömeget (g/tő), majd a szárítást követően (Memmert UFP 800 szárítószekrény, 40°C) a száraz levéltömeget CAS MWP-1500 típusú mérleggel (CAS Co. Ltd., Korea) állapítottuk meg.

Az orvosi zsálya illóolaj-tartalmát (ml/ 100 g szárazanyag) és összetételét (%) a MATE KTI Gyógy- és Aromanövények Tanszék Laboratóriumában vizsgáltuk. Az illóolaj-tartalom megállapítása vízgőz desztillációval, az illóolaj-összetétel meghatározása pedig GC/MS berendezéssel történt (SÁROSI et al., 2013; VAN DEN DOOL - DEC. KRATZ, 1963). A vizsgálatokat 2021-ben 4 ismétlésben, 2022-ben 3 ismétlésben végezhettük el.

**3. táblázat: Az öntözésre alkalmazott Holt-Körös víz jellemzői (Szarvas, 2021-2022) /
Table 3. Characteristics of Körös oxbow lake water (Szarvas, 2021-2022)**

Öntözővíz jellemzői (Characteristics of irrigation water)	Holt-Körös vize (Körös oxbow lake water)	
	2021	2022
pH (laboratóriumi) (pH) (in laboratory)	7,67	7,55
Fajlagos elektromos vezetőképesség (20 °C) ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (Specific electric conductivity) (20 °C)($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)	329,00	493,00
Karbonát (mg/l) (Carbonate) ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	<6,00	<6,00
Hidrogénkarbonát (mg/l) Bicarbonate ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	170,00	176,00
Ammóniumion (mg/l) (Ammonium ione) ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	0,45	<0,13
Összes N (mg/l) (Total N) ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	1,69	1,00
Összes P (mg/l) (Total P) ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	0,07	0,10
Nátrium (mg/l) (Natrium) ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	22,60	54,70
Kálium (mg/l) (Potassium) ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	3,00	4,56
Kalcium (mg/l) (Calcium) ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	47,10	38,00
Magnézium (mg/l) (Magnesium) ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	8,57	8,79

Forrás: Saját szerkesztés / Source: Own construction

Statisztikai értékelés

Az eredmények értékeléséhez MS Excel 2012 és az IBM SPSS 25 programokat alkalmaztuk. Leíró statisztikákkal határoztuk meg az átlag és szórás értékeket. Egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA) hasonlítottuk össze a két kezelés vizsgált paramétereinek varianciáit ($p=0,05$).

Eredmények

2021-ben a növénymagasság, a bokorátmérő, a hajtáshossz tekintetében mindhárom mérési időpontban az öntözött növények adták a legnagyobb értékeket. A relatív klorofill-tartalom esetében pedig az öntözött liziméterekben mértük az alacsonyabb értékeket, a különbség a legtöbb vizsgált növénytulajdonság esetében szignifikánsnak bizonyult, amint azt a 4. táblázat szemlélteti.

4. táblázat: Az orvosi zsálya növénymagasságának (cm), bokorátmérőjének (cm), hajtáshosszának (cm) és SPAD értékének változása az öntözési kezelések hatására a három betakarítási időpontban (Szarvas, 2021) / Table 4. The effect of irrigation treatments on plant height (cm), plant diameter (cm), shoot length (cm) and SPAD value of sage at three harvest times (Szarvas, 2021)

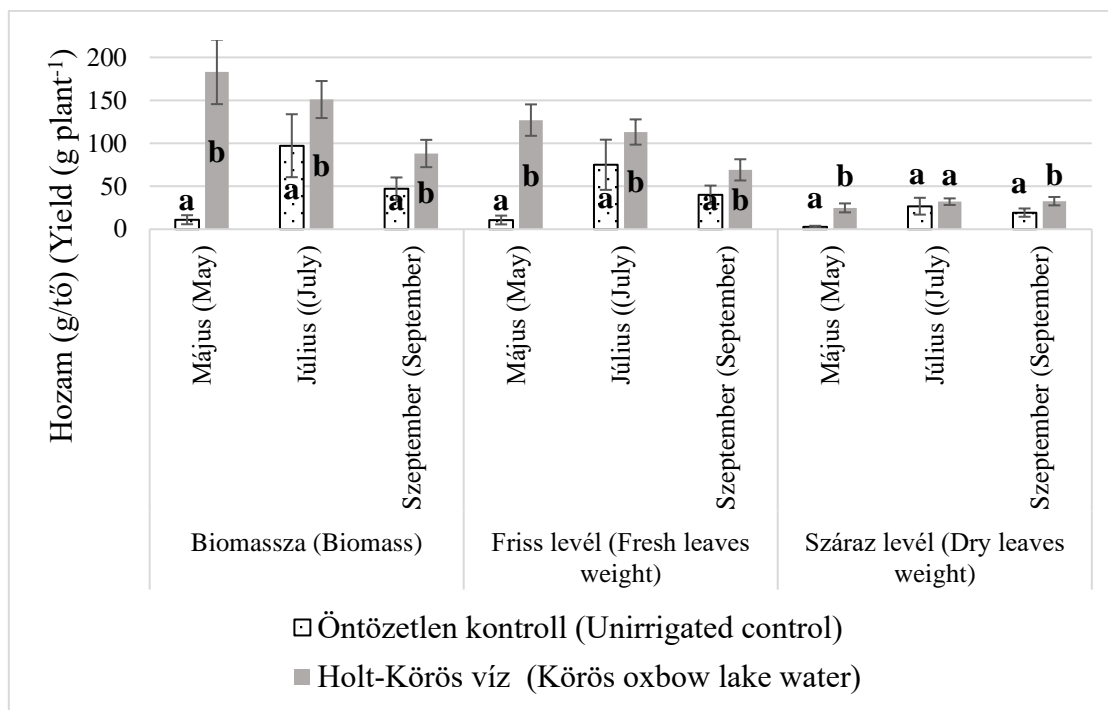
Év (Year)	Betakarítás ideje (Harvest time)	Vizsgált tulajdonság (Examined plant properties)	Kezelések (Treatments)		F	Sig.
			Öntözetlen kontroll (Unirrigated Control)	Öntözött (Irrigated)		
2021	Május (May)	Növénymagasság (cm) (Plant height) (cm)	17,31±5,02	28,25±4,86	39,199	0,000
		Bokorátmérő (cm) (Plant diameter) (cm)	24,78±4,14	46,69±4,66	197,577	0,000
		Hajtáshossz (cm) (Shoot length) (cm)	8,86±1,99	19,68±2,30	201,615	0,000
		SPAD érték (SPAD value)	36,09±2,71	31,4±1,89	17,189	0,000
	Július (July)	Növénymagasság (Plant height) (cm)	28,25±1,53	29,31±2,30	5,921	0,021
		Bokorátmérő (Plant diameter) (cm)	41,25±5,88	50,03±4,80	21,389	0,000
		Hajtáshossz (Shoot length) (cm)	19,37±3,03	20,48±2,69	1,195	0,283
		SPAD érték (SPAD value)	42,63±2,73	33,14±1,76	136,751	0,000
	Szeptember (September)	Növénymagasság (cm) (Plant height) (cm)	19,00±3,77	24,81±2,48	26,504	0,000
		Bokorátmérő (cm) (Plant diameter) (cm)	37,31±4,42	44,81±5,28	18,964	0,000
		Hajtáshossz (cm) (Shoot length) (cm)	11,42±2,66	13,67±2,41	6,304	0,018
		SPAD érték (SPAD value)	48,51±3,98	42,76±3,37	19,456	0,000

Forrás: Saját szerkesztés / Source: Own construction

A hozam eredményeket vizsgálva az első kísérleti évben a biomassa és a friss tövenkénti levéltömeg tekintetében mindhárom betakarítási időpontban, míg a száraz tövenkénti levéltömeg esetében a májusi és a szeptemberi betakarítási időpontban tudtuk statisztikailag is alátámasztani az öntözés hozamra gyakorolt pozitív hatását a liziméterekben nevelt orvosi zsálya esetében (1. ábra).

Az éves hozamot vizsgálva 2022-ben teljesen egyértelmű az öntözés szignifikáns pozitív hatása, hiszen az öntözetlen területhez képest a tövenkénti biomassa 2,7-szeresére, a friss levél

2,43-szorosára és a szárazlevél tömeg 1,84-szeresére növekedett az öntözés hatására (5. táblázat). Az öntözetlen területről négyzetméterenként 621,6 g biomasszát, 502,6 g friss levelet és 194,72 g száraz levelet tudunk betakarítani. A Holt-Körös vizével öntözött liziméterekben négyzetméterenként 1688,76 g biomasszát, 1221,36 g friss levelet és 357,84 g száraz levelet tudunk elérni.



1. ábra: Az orvosi zsálya hozama (g/tő) 2021. májusi, júliusi és szeptemberi betakarításából (Szarvas, 2021) / Figure 1. The yield of sage (g plant⁻¹) from harvest in May, July and September (Szarvas, 2021)

Forrás: Saját szerkesztés / Source: Own construction

5. táblázat: Az orvosi zsálya hozamadatai (biomassza, friss és száraz levéltömeg (g/tő)) az első tenyészidőszakban (Szarvas, 2022) / Table 5. Yield of sage (biomass, fresh and dry leaves weight (g plant⁻¹) in the first experimental year (Szarvas, 2022)

Hozam (Yield)	Öntözetlen kontroll (Unirrigated Control)	Holt-Körös víz (Körös oxbow lake water)	F	Sig.
Biomassza (g/tő) (Biomass weight (g plant ⁻¹))	155,40±42,49	422,19±54,50	238,461	0,000
Friss levél (g/tő) (Fresh leaves weight (g plant ⁻¹))	125,65±34,17	305,34±37,57	201,605	0,000
Száraz levél (g/tő) (Dry leaves weight (g plant ⁻¹))	48,68±12,67	89,46±10,70	96,770	0,000

Forrás: Saját szerkesztés / Source: Own construction

Az illóolaj-tartalom esetében 2021-ben bizonyítani tudtuk, hogy az öntözés hatására szignifikánsan több illóolajat tartalmaztak a növények (2,08 ml/ 100 g szárazanyag), mint az öntözetlen liziméterekben. Az illóolaj komponensek esetében csak négy esetben találtunk statisztikailag bizonyítható különbséget a kezelések között. Az öntözés hatására az α -terpinolén %-os aránya szignifikánsan növekedett, míg a limonén, a p-cimol és a transz-szabinil-acetát % szignifikánsan csökkent az öntözetlenhez képest (6. táblázat).

6. táblázat: A liziméterben nevelt orvosi zsályá illóolaj-tartalom (ml/ 100 g szárazanyag) és illóolaj összetétel (%) eredményei a szeptemberi betakarításból (Szarvas, 2021) / Table 6. The results of essential oil content (ml 100 g dry material⁻¹) and -components of sage in lysimeters from harvest in September (Szarvas, 2021)

	Öntözetlen (Unirrigated Control)	Holt-Körös víz (Körös oxbow lake water)	F	Sig.
Illóolaj-tartalom (ml/ 100 g szárazanyag) (Essential oil content (ml/ 100 g dry material))	1,61±0,08	2,08±0,03	127,364	0,000
Szénhidrogén monoterpének (Hydrocarbon monoterpenes)				
α-pinén(α-Pinene)	3,88±2,52	4,04±0,96	0,014	0,911
kámfén (Camphene)	5,56±0,34	5,45±1,31	0,027	0,876
szabinén (Sabinene)	0,07±0,03	0,09±0,04	0,756	0,418
β-pinén (β-Pinene)	2,11±0,22	1,80±0,36	2,121	0,196
β-mircén (β-Myrcene)	0,76±0,06	0,72±0,07	0,984	0,360
α-terpinén (α-Terpinene)	0,12±0,02	0,15±0,04	1,261	0,304
limonén (Limonene)*	2,16±0,18	1,80±0,17	9,017	0,024
γ-terpinén (γ-Terpinene)	0,26±0,05	0,33±0,08	2,315	0,179
α-tujén (α-Thujene)	0,13±0,03	0,15±0,05	0,407	0,547
α-terpinolén (α-Terpinolene)*	0,26±0,01	0,28±0,01	15,783	0,007
p-cimol(p-cymene)*	0,45±0,08	0,27±0,03	17,477	0,006
Oxigénezett monoterpének (Oxygenated monoterpenes)				
transz-szabinén hidrát (Trans-Sabinene hydrate)	0,13±0,04	0,14±0,04	0,120	0,741
cisz-szabinén hidrát (Cis-Sabinene hydrate)	0,11±0,03	0,12±0,03	0,109	0,752
1,8-cineol (1,8-Cineol)	9,80±1,55	8,58±1,65	1,167	0,321
linalool (Linalool)	0,27±0,04	0,30±0,07	0,427	0,538
α-tujon (α-Thujone)	26,44±4,87	26,13±4,95	0,008	0,933
β-tujon (β-Thujone)	6,20±4,09	7,94±5,56	0,256	0,631
izo-3-tujanol (Iso-3-thujanol)	0,07±0,07	0,07±0,07	0,000	1,000
transz-szabinol (Trans-sabinol)	0,12±0,04	0,10±0,04	0,771	0,414
kámfor (Camphor)	23,64±4,43	24,03±4,36	0,016	0,904
izoborneol (Isoborneol)	2,46±0,50	2,2±0,62	0,450	0,527
terpinén-4-ol (Terpinene-4-ol)	0,29±0,02	0,26±0,02	4,154	0,088
α-terpineol (α-Terpineol)	0,19±0,07	0,13±0,01	3,585	0,107
izobornil-acetát (Isobornil-acetate)	2,03±0,73	1,97±0,96	0,013	0,915
transz-szabinil-acetát (Trans-Sabinyl-acetate)*	0,26±0,05	0,19±0,02	7,348	0,035
Szénhidrogén szeszkviterpének (Hydrocarbon sesquiterpenes)				
β-kariofillén (β-Caryophyllene)	0,66±0,26	1,14±0,48	3,080	0,130
α-humulén (α-Humulene)	1,72±0,37	2,80±0,84	5,518	0,057
Oxigénezett szeszkviterpének (Oxygenated sesquiterpenes)				
ledol (Ledol)	6,09±0,51	6,77±1,36	0,876	0,386
kariofillén-oxid (Caryophyllene-oxide)	0,42±0,12	0,28±0,14	2,387	0,173
Humulén-oxid II. (Humulene-oxide II.)	0,58±0,67	1,02±1,20	0,419	0,542

*Szignifikancia szint (significance level) ($p=0.05$)

Forrás: Saját szerkesztés / Source: Own construction

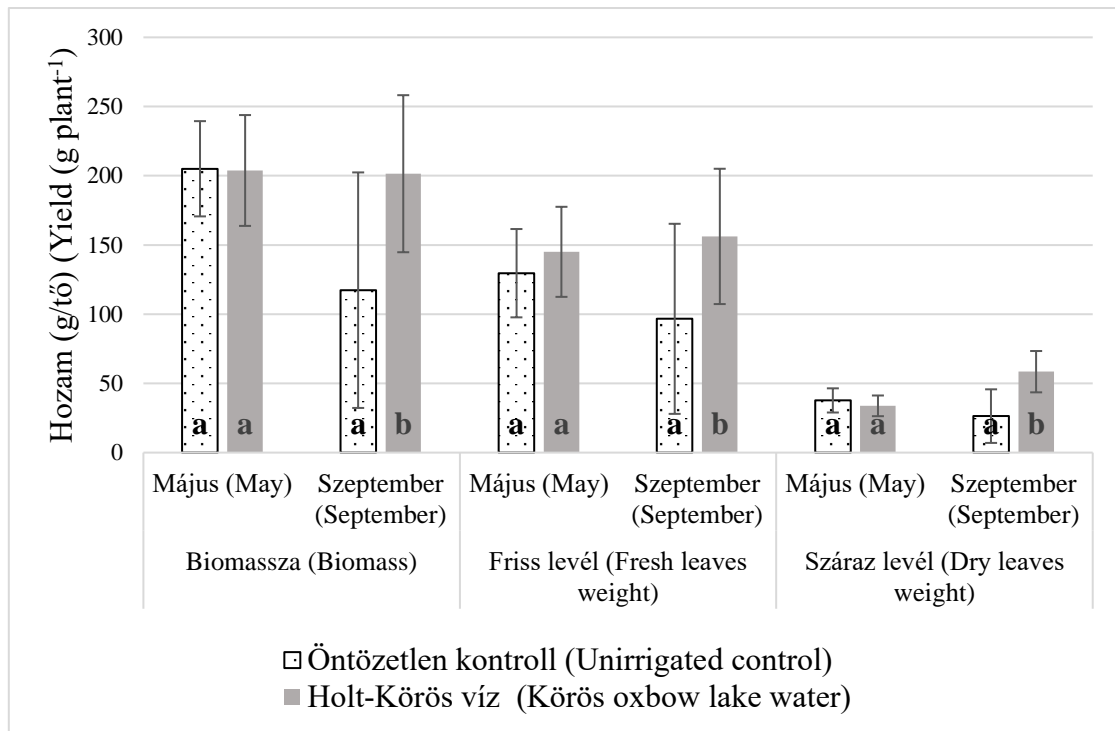
2022-ben májusban és szeptemberben tudunk betakarítást végezni. A növényzet levágását megelőző mérések eredményeit kiértékelve bizonyítani tudjuk, hogy a növénymagasságra, a bokorátmérőre az öntözés statisztikailag igazolhatóan pozitívan hatott. A relatív klorofill-tartalom (SPAD érték) esetében az öntözés negatív szignifikáns hatást gyakorolt. A hajtáshosszt vizsgálva csak a májusi betakarításkor volt igazolható különbség a kezelések között (7. táblázat).

7. táblázat: Az orvosi zsálya növénymagasságának (cm), bokorátmérőjének (cm), hajtáshosszának (cm) és SPAD értékének eredményei az öntözési kezelések hatására a három betakarítási időpontban (Szarvas, 2022) / Table 7. The effect of irrigation treatments on results of plant height (cm), plant diameter (cm), shoot length (cm) and SPAD value of sage in the two harvest time (Szarvas, 2022)

Év (Year)	Betakarítás (Harvest)	Vizsgált tulajdonság (Examined plant properties)	Kezelések (Treatments)		F	Sig
			Öntözetlen kontroll (Unirrigated Control)	Holt-Körös víz (Körös oxbow lake water)		
2022	Május (May)	Növénymagasság (cm) (Plant height) (cm)	33,59±4,53	30,34±3,46	5,200	0,030
		Bokorátmérő (cm) (Plant diameter) (cm)	49,19±3,41	54,53±3,36	19,316	0,000
		Hajtáshossz (cm) (Shoot length) (cm)	24,48±2,48	19,67±2,51	29,539	0,000
		SPAD érték (SPAD value)	19,68±2,51	36,47±3,45	247,524	0,000
	Szeptember (September)	Növénymagasság (cm) (Plant height) (cm)	21,86±2,63	26,09±4,76	6,242	0,018
		Bokorátmérő (cm) (Plant diameter) (cm)	39,40±10,88	47,88±4,23	8,384	0,007
		Hajtáshossz (cm) (Shoot length) (cm)	11,83±3,84	12,79±2,14	0,747	0,395
		SPAD érték (SPAD value)	40,86±2,63	36,44±5,08	9,091	0,005

Forrás: Saját szerkesztés / Source: Own construction

A zsálya hozamát tekintve a májusi betakarítási időpontban nem találtunk statisztikailag igazolható különbséget a kezelések között sem a biomassza, sem a friss levéltömeg, sem a száraz levéltömeg esetében. 2022. július hónapban nem tudunk betakarítani, mert az aszály miatt az öntözetlen liziméterekben nem hajtott ki a zsálya. A szeptemberi betakarításkor már jelentős volt a hozamkülönbség az öntözött liziméterek javára: biomassza esetében 1,7-szer, friss levélnél 1,6-szer és száraz levélnél 2,2-szer nagyobb tövenkénti hozamot kaptunk, mint az öntözetlen területeken (2. ábra).



2. ábra: Az orvosi zsálya hozama (g/tő) 2022. májusi és szeptemberi betakarításából (Szarvas, 2022) / Figure 2. The yield of sage (g plant⁻¹) from harvest in May and September (Szarvas, 2022)

Forrás: Saját szerkesztés / Source: Own construction

Az éves hozamot vizsgálva, 2022-ben is egyértelmű az öntözés szignifikáns pozitív hatása, mert az öntöztelen területhez képest a tövenkénti biomassza 1,29-szeresére, a friss levél 1,37-szeresére és a szárazlevél tömeg 1,48-szorosára növekedett az öntözés hatására (8. táblázat). Az öntöztelen területről négyzetméterenként 1260,24 g biomasszát, 880,84 g friss levelet és 249,56 g száraz levelet tudunk betakarítani. Ugyanakkor a Holt-Körös vizével öntözött liziméterekben négyzetméterenként 1621,16 g biomasszát, 1204,88 g friss levelet és 368,96 g száraz levelet tudunk elérni.

8. Táblázat. Az orvosi zsálya hozamadatai (biomassza, friss és száraz levéltömeg (g/tő)) a második tenyészidőszakban (Szarvas, 2022) / Table 8. Yield of sage (biomass, fresh and dry leaves weight (g plant⁻¹) in the second experimental year (Szarvas, 2022)

Hozam (Yield)	Öntöztelen (Unirrigated Control)	Holt-Körös víz (Körös oxbow lake water)	F	Sig.
Biomassza (g/tő) (Biomass weight g plant ⁻¹)	315,06±93,97	405,29±76,09	8,909	0,006
Friss levél (g/tő) (Fresh leaves weight (g plant ⁻¹))	220,21±86,54	301,22±63,37	9,126	0,005
Száraz levél g/tő) (Dry leaves weight (g plant ⁻¹))	62,39±24,54	92,24±19,27	14,648	0,001

Forrás: Saját szerkesztés / Source: Own construction

Az öntözés egyértelműen pozitívan hat az orvosi zsálya hozamára a teljes kísérleti időszak eredményeit vizsgálva. Az öntözés szignifikáns hozamnövelő hatása a szárazságtűrő orvosi zsályánál is bizonyítható (9. táblázat).

9. táblázat: Az orvosi zsálya hozama (biomassza, friss és száraz levéltömeg (g/tő)) a teljes kísérleti időszakban (Szarvas, 2022) / Table 9. Yield of sage (biomass, fresh and dry leaves weight (g plant⁻¹) in the total experimental seasons (Szarvas, 2022)

Hozam (Yield)	Öntöztelen (Unirrigated Control)	Holt-Körös víz (Körös oxbow lake water)	F	Sig.
Biomassza (g/tő) (Biomass g plant ⁻¹)	470,46±120,92	827,48±115,63	72,860	0,000
Friss levél (g/tő) (Fresh leaves weight (g plant ⁻¹))	345,86±108,76	607,16±87,42	56,110	0,000
Száraz levél (g/tő) (Dry leaves weight (g plant ⁻¹))	106,02±27,72	181,71±26,98	43,028	0,000

Forrás: Saját szerkesztés / Source: Own construction

A droginóséget befolyásoló illóolaj-tartalom a Holt-Körös vízzel történő öntözés hatására a 2022-es vizsgálati időszakban is növekedett, de a kezelések között statisztikailag bizonyítható különbséget nem találtunk. Mindkét kezelésben előidézhettek illóolaj-tartalom csökkenést a betakarítási időszakot megelőző heves esőzések, melyek az illóolajtartó mirigyszőrök sérülését okozhatták.

Az illóolaj komponensek tekintetében az öntözés szignifikánsan növelte a kámfén, a p-cimol, terpinén-4-ol, a mirtenol és a humulén-oxid II. százalékos arányát. Ezzel szemben az öntözés negatív szignifikáns hatást gyakorolt a szabinén, az α -terpinén, γ -terpinén, α -terpinolén, transz-szabinén-hidrát, cisz-szabinén-hidrát összetevők arányára (10. táblázat).

10. Táblázat. A liziméterben nevelt orvosi zsálya illóolaj-tartalom (ml/ 100 g szárazanyag) és illóolaj összetétel (%) eredményei a szeptemberi betakarításból (Szarvas, 2022) / Table 10. The results of essential oil content (ml 100 g dry material⁻¹) and -components of sage in lysimeters from harvest in September (Szarvas, 2022)

	Öntöztelen (Unirrigated Control)	Holt-Körös víz (Körös oxbow lake water)	F	Sig.
Illóolaj-tartalom (ml/ 100 g szárazanyag) (Essential oil content (ml/ 100 g dry material))	1,27±0,09	1,30±0,13	0,133	0,734
Szénhidrogén monoterpének (Hydrocarbon monoterpenes) (%)				
α -pinén (α -Pinene)	2,77±2,01	4,16±1,55	0,892	0,398
kámfén (Camphene)*	3,33±0,50	5,79±1,44	7,832	0,049
szabinén (Sabinene)*	0,13±0,02	0,08±0,01	9,941	0,034
β -pinén (β -Pinene)	1,88±0,18	2,18±0,61	0,653	0,464
β -mircén (β -Myrcene)	1,09±0,04	1,05±0,11	0,903	0,396
α -terpinén (α -Terpinene)*	0,18±0,00	0,14±0,00	72,000	0,001
limonén (Limonene)	2,02±0,21	2,44±0,40	2,660	0,178
γ -terpinén (γ -Terpinene)*	0,47±0,04	0,32±0,01	39,706	0,003
α -tujén (α -Thujene)	0,14±0,02	0,15±0,04	0,018	0,900
α -terpinolén (α -Terpinolene)*	0,42±0,03	0,27±0,07	11,842	0,026
p-cimol (p-cymene)*	0,29±0,90	0,60±0,08	20,642	0,010
Oxigénezett monoterpének (Oxygenated monoterpenes)(%)				
transz-szabinén hidrát (Trans-Sabinene hydrate)*	0,27±0,00	0,18±0,00	676,000	0,000
cisz-szabinén hidrát (Cis-Sabinene hydrate)*	0,20±0,04	0,04±0,08	10,272	0,033
1,8-cineol (1,8-Cineol)	8,81±1,49	8,09±1,21	0,415	0,554
linalool (Linalool)	0,46±0,17	0,60±0,21	0,830	0,414
α -tujon (α -Thujone)	28,27±6,86	25,82±3,23	0,313	0,606

β-tujon (β-Thujone)	9,27±5,14	7,57±2,97	0,246	0,646
izo-3-tujanol (Iso-3-thujanol)	0,10±0,02	0,12±0,05	0,250	0,643
transz-szabinol (Trans-sabinol)	0,15±0,06	0,17±0,03	0,421	0,552
kámfor (Camphor)	18,78±3,17	20,50±1,28	0,762	0,432
izoborneol (Isoborneol)	2,08±0,45	3,03±0,57	5,036	0,088
terpinén-4-ol (Terpinene-4-ol)*	0,35±0,05	0,50±0,05	11,256	0,028
1-oktén-3-ol (1-octen-3-ol)	0,09±0,03	0,09±0,01	0,029	0,872
mirtenol (Myrtenol)*	0,00	0,16±0,08	11,446	0,028
α-terpineol (α-Terpineol)	0,19±0,01	0,18±0,06	0,095	0,774
izobornil-acetát (Isobornil-acetate)	2,19±0,63	1,34±0,29	4,556	0,100
transz-szabinil-acetát (Trans-Sabinyl-acetate)	0,37±0,10	0,35±0,14	0,028	0,875
Szénhidrogén szeszkviterpének (Hydrocarbon sesquiterpenes) (%)				
β-kariofillén (β-Caryophyllene)	2,34±0,95	1,25±0,47	3,149	0,151
α-humulén (α-Humulene)	4,82±2,19	2,78±0,07	2,592	0,183
Oxigénezett szeszkviterpének (Oxygenated sesquiterpenes) (%)				
viridiflorol (Viridiflorol)	6,86±0,94	7,16±0,84	0,170	0,701
kariofillén-oxid (Caryophyllene-oxide)	0,34±0,19	0,59±0,27	1,594	0,275
Humulén-oxid II. (Humulene-oxide II.)*	0,78±0,07	1,41±0,25	17,066	0,014

*Szignifikancia szint (significance level) (p=0.05)

Forrás: Saját szerkesztés / Source: Own construction

Következtetések

Eredményeink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy az orvosi zsálya hozama érzékenyen reagál a jelentős vízhiányra. 2022-ben a január és május közötti csapadék hiány (110,6 mm-rel kevesebb csapadék hullott, mint 2021-ben) miatt a talaj oly mértékben vízhiányos volt, hogy az öntözetlen liziméterekben a növények júliusban nem tudtak kihajtani, hiába hullott a májusi és a tervezett júliusi betakarítás között a két évben közel azonos mennyiségű csapadék (2021: 41,3 mm; 2022: 34,5 mm). Ez a megállapításunk megegyezik MUNNÉ-BOSCH et al. (2001) közlésével.

Az öntözés mindkét évben szignifikánsan növelte a növénymagasságot, a bokorátmérőt, a hajtáshosszt, valamint a hozamot (biomassza: öntözetlen kontroll: 470,46 g/tő; öntözött: 827,48 g/tő). A SPAD érték az öntözés hatására csökkent.

A szárazság stressz, az öntözetlen liziméterek talajának alacsonyabb nedvességtartalma mindkét kísérleti évben negatívan befolyásolta az orvosi zsálya hozamát és illóolaj-tartalmát, ami megegyezik NÉMETH-ZÁMBORI et al. (2016) *Lamiaceae* családba tartozó növényeken végzett vizsgálatainak eredményével. Azonban VOSHOUGH et al. (2018) és GAVAH et al. (2016) következtetéseivel, miszerint az illóolaj-tartalom nő szárazság hatására nem tudunk egyetérteni, mert az öntözetlen körülmények között mindkét évben alacsonyabb illóolaj-tartalmat kaptunk; továbbá a 110,6 mm-rel kevesebb csapadékban részesült 2022-es évben 21,12%-kal alacsonyabb volt az illóolaj-tartalom.

Az illóolaj főkomponensei az α-tujon, kámfor, 1,8-cineol, β-tujon és a kámfén voltak, emellett 2021-ben a ledol, 2022-ben pedig a viridiflorol jelent meg mintegy 6%-ot meghaladó arányban az illóolajban. A transz-szabinil-acetát aránya az öntözés hatására csökkent.

Igazoltuk, hogy az évjárat és az öntözés egyaránt hatást gyakorol az orvosi zsálya illóolaj-komponenseinek arányára is az illóolajban. BETTAIEB et al. (2009) arra a megállapításra jutottak, hogy a szeszkviterpének mennyisége nő a vízhiány hatására. Ezzel az állítással csak részben tudunk egyet érteni, ugyanis a saját kísérletünkben a szárazabb évjáratban valóban

növekedett a szeszkviterpének százalékos aránya az illóolajban a 2021-es eredményekhez képest.

Arra a következtetésre jutottunk, hogy az orvosi zsálya eredményes termesztése érdekében a jövőben, a hozam növelése és a drogmínőség javítása céljából csapadékhányos tenyészedőszakokban az öntözés indokolt. Különösen az első betakarítás utáni öntözés növelheti a hozamot. Így öntözött körülmények között három betakarítás (májusban a virágzás előtt, július első dekádjában és szeptember harmadik dekádjában) valósítható meg.

Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat az Agrárminisztérium, az Öntözéses gazdálkodás fejlesztése (O15500) című program keretében támogatta.

Hivatkozott források

BAGDAT, R.B. – CRAKER, L.E. – YUKSEL, K. (2017): The Effect of Fertilization and Mycorrhiza Inoculation on Yield Variables and Essential Oil Characteristics of *Salvia officinalis* L. Growing in the Greenhouse and at the Field. *Indian J. Pharm. Educ. Res.* 51, s341–s348. DOI: <https://doi.org/10.5530/ijper.51.3s.44>

BETTAIEB, N. – ZAKHAMA, N. – AIDI WANNES, W. – KCHOUK, M.E. – MARZOUK, B. (2009): Water deficit effects on *Salvia officinalis* fatty acids and essential oils composition [WWW Document]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.10.016>

CSATHÓ, P. – ÁRENDÁS, T. – NÉMETH, T. (1998): New environmentally friendly fertilizer recommendation system for Hungary. Polish Society of Agrotechnical Sciences. *Bibliotheca Fragmenta Agronomika. Proceedings International Symposium CIES, PFS and Workshop IMPHOS, IPI* September 27-30, Pulawy, Poland. 225-230. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-017-3674-9_84

DÉTÁR, E. – NÉMETH, É.Z. – GOSZTOLA, B. – DEMJÁN, I. – PLUHÁR, Z. (2020): Effects of variety and growth year on the essential oil properties of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) and lavandin (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.). *Biochem. Syst. Ecol.* 90, 104020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bse.2020.104020>

GOVAHI, M. – GHALAVAND, A. – NADJAFI, F. – SOROOSHADEH, A. (2016): Effects of different soil fertility systems on some physiological characteristics, yield and essential oil of sage (*Salvia officinalis* L.) under different irrigation regimes. *Iran. J. Med. Aromat. Plants Res.* 32, 333–345. DOI: <https://doi.org/10.22092/ijmapr.2016.106567>

GRISAFI, F. – ODDO, E. – MAGGIO, A. – PANARISI, A. – PANARISI, M. (2017): Morpho-physiologic Traits in Two Sage Taxa Grown under Different Irrigation Regime. *Chem. Eng. Trans.* 58. DOI: <https://doi.org/10.3303/CET1758117>

KULAK, M. – OZKAN, A. – BINDAK, R. (2019): A bibliometric analysis of the essential oil-bearing plants exposed to the water stress: How long way we have come and how much further? *Sci. Hortic.* 246, 418–436. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.031>

KUN, Á. 2018. Intenzív halnevelő telepről származó elfolyóvíz öntözésre való alkalmasságának vizsgálata. *Hidrológiai Közlöny.* 98:1, 60-70.

MAMELI, M.G. – ZUCCA, L. – MAXIA, M. – MANCA, G. – SATTA, M. (2011): Effects of different irrigation management on biomass and essential oil production of *Thymus vulgaris* L.,

Salvia officinalis L. and *Rosmarinus officinalis* L., cultivated in the southern Sardinian climate (Italy). *Acta Hort.* 469–474. ISSN : 0567-7572, ISBN : 9789066057135

MANUKYAN, A. (2011): Effect of Growing Factors on Productivity and Quality of Lemon Catmint, Lemon Balm and Sage under Soilless Greenhouse Production: I. Drought Stress. *Med. Aromat. Plant Sci. Biotechnol.* 5, 119–125.

MARTINI, A.N. – TASSOULA, L. – PAPAFOITIOU, M. (2022): Adaptation of *Salvia fruticosa*, *S. officinalis*, *S. ringens* and interspecific hybrids in an extensive green roof under two irrigation frequencies. *Not. Bot. Horti Agrobot. Cluj-Napoca* 50, 12767–12767. DOI: <https://doi.org/10.15835/nbha50212767>

MICHÉLI, E. – FUCHS, M. – LÁNG, V. – SZEGI, T. – DOBOS, E. – SZABÓNÉ KELE, G. (2015): Javaslat talajosztályozási rendszerünk megújítására: alapelvek, módszerek, alapegységek. *Agrokém. És Talajt.* 64, 285–297.

MUNNÉ-BOSCH, S. – MUELLER, M. – SCHWARZ, K. – ALEGRE, L. (2001): Diterpenes and antioxidative protection in drought-stressed *Salvia officinalis* plants [WWW Document]. DOI: <https://doi.org/10.1078/0176-1617-00578>

NÉMETH-ZÁMBORI É. – SZABÓ K. – PLUHÁR ZS. – RADÁCSI P. – INOTAI K. (2016): Changes in biomass and essential oil profile of four Lamiaceae species due to different soil water levels. *J. Essent. Oil Res.* 28(5):391–399. DOI: <https://doi.org/10.1080/10412905.2016.1176606>

RASHED, N.M. – MOURSI, E.A. (2012): Influence of Cultivation Method and Irrigation Regime on Growth, Oil Yield and Some Water Relations of Sage (*Salvia officinalis*, L.) in Heavy Clay Soils. *Alex. Sci. Exch. J. Int. Q. J. Sci. Agric. Environ.* 33, 165–175. DOI: <https://doi.org/10.21608/asejaiqjsae.2012.3152>

RIOBA, N.B. – ITULYA, F.M. – SAIDI, M. – DUDAI, N. – BERNSTEIN, N. (2015): Effects of nitrogen, phosphorus and irrigation frequency on essential oil content and composition of sage (*Salvia officinalis* L.). *J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants* 2, 21–29. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2015.01.003>

SÁROSI, S. – SIPOS, L. – KÓKAI, Z. – PLUHÁR, Z. – SZILVÁSSY, B. – NOVÁK, I. (2013): Effect of different drying techniques on the aroma profile of *Thymus vulgaris* analyzed by GC-MS and sensory profile methods. *Ind. Crops Prod.* 46, 210–216. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.01.028>

BAGDAT, R.B. – CRAKER, L.E. – YUKSEL, K. (2017): The Effect of Fertilization and Mycorrhiza Inoculation on Yield Variables and Essential Oil Characteristics of *Salvia officinalis* L. Growing in the Greenhouse and at the Field. *Indian J. Pharm. Educ. Res.* 51, s341–s348. DOI: <https://doi.org/10.5530/ijper.51.3s.44>

BETTAIEB, N. – ZAKHAMA, N. – AIDI WANNES, W. – KCHOUK, M.E. – MARZOUK, B. (2009): Water deficit effects on *Salvia officinalis* fatty acids and essential oils composition [WWW Document]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.10.016>

CSATHÓ, P. – ÁRENDÁS, T. – NÉMETH, T. (1998): New environmentally friendly fertilizer recommendation system for Hungary. Polish Society of Agrotechnical Sciences. *Bibliotheca Fragmenta Agronomika. Proceedings International Symposium CIES, PFS and Workshop IMPHOS, IPI* September 27–30, Pulawy, Poland. 225–230. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-017-3674-9_84

DÉTÁR, E. – NÉMETH, É.Z. – GOSZTOLA, B. – DEMJÁN, I. – PLUHÁR, Z. (2020): Effects of variety and growth year on the essential oil properties of lavender (*Lavandula angustifolia*

Mill.) and lavandin (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.). *Biochem. Syst. Ecol.* 90, 104020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bse.2020.104020>

GOVAHI, M. – GHALAVAND, A. – NADJAFI, F. – SOROOSHADEH, A. (2016): Effects of different soil fertility systems on some physiological characteristics, yield and essential oil of sage (*Salvia officinalis* L.) under different irrigation regimes. *Iran. J. Med. Aromat. Plants Res.* 32, 333–345. DOI: <https://doi.org/10.22092/ijmapr.2016.106567>

GRISAFI, F. – ODDO, E. – MAGGIO, A. – PANARISI, A. – PANARISI, M. (2017): Morpho-physiologic Traits in Two Sage Taxa Grown under Different Irrigation Regime. *Chem. Eng. Trans.* 58. DOI: <https://doi.org/10.3303/CET1758117>

KULAK, M. – OZKAN, A. – BINDAK, R. (2019): A bibliometric analysis of the essential oil-bearing plants exposed to the water stress: How long way we have come and how much further? *Sci. Hortic.* 246, 418–436. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.031>

KUN, Á. (2018): Intenzív halnevelő telepről származó elfolyóvíz öntözésre való alkalmasságának vizsgálata. *Hidrológiai Közöny.* 98:1, 60-70.

MAMELI, M.G. – ZUCCA, L. – MAXIA, M. – MANCA, G. – SATTA, M. (2011): Effects of different irrigation management on biomass and essential oil production of *Thymus vulgaris* L., *Salvia officinalis* L. and *Rosmarinus officinalis* L., cultivated in the southern Sardinian climate (Italy). *Acta Hortic.* 469–474. ISSN : 0567-7572, ISBN : 9789066057135

MANUKYAN, A. (2011): Effect of Growing Factors on Productivity and Quality of Lemon Catmint, Lemon Balm and Sage under Soilless Greenhouse Production: I. Drought Stress. *Med. Aromat. Plant Sci. Biotechnol.* 5, 119–125.

MARTINI, A.N. – TASSOULA, L. – PAPAFOOTI, M. (2022): Adaptation of *Salvia fruticosa*, *S. officinalis*, *S. ringens* and interspecific hybrids in an extensive green roof under two irrigation frequencies. *Not. Bot. Horti Agrobot. Cluj-Napoca* 50, 12767–12767. DOI: <https://doi.org/10.15835/nbha50212767>

MICHÉLI, E. – FUCHS, M. – LÁNG, V. – SZEGI, T. – DOBOS, E. – SZABÓNÉ KELE, G. (2015): Javaslat talajosztályozási rendszerünk megújítására: alapelvek, módszerek, alapegységek. *Agrokém. És Talajt.* 64, 285–297.

MUNNÉ-BOSCH, S. – MUELLER, M. – SCHWARZ, K. – ALEGRE, L. (2001): Diterpenes and antioxidative protection in drought-stressed *Salvia officinalis* plants [WWW Document]. DOI: <https://doi.org/10.1078/0176-1617-00578>

NÉMETH-ZÁMBORI É. – SZABÓ K. – PLUHÁR ZS. – RADÁCSI P. – INOTAI K. (2016): Changes in biomass and essential oil profile of four Lamiaceae species due to different soil water levels. *J Essent Oil Res* 28(5):391–399. <https://doi.org/10.1080/10412905.2016.1176606>

RASHED, N.M. – MOURSI, E.A. (2012): Influence of Cultivation Method and Irrigation Regime on Growth, Oil Yield and Some Water Relations of Sage (*Salvia officinalis*, L.) in Heavy Clay Soils. *Alex. Sci. Exch. J. Int. Q. J. Sci. Agric. Environ.* 33, 165–175. DOI: <https://doi.org/10.21608/asejaiqjsae.2012.3152>

RIOBA, N.B. – ITULYA, F.M. – SAIDI, M. – DUDAI, N. – BERNSTEIN, N. (2015): Effects of nitrogen, phosphorus and irrigation frequency on essential oil content and composition of sage (*Salvia officinalis* L.). *J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants* 2, 21–29. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2015.01.003>

SÁROSI, S. – SIPOS, L. – KÓKAI, Z. – PLUHÁR, Z. – SZILVÁSSY, B. – NOVÁK, I. (2013): Effect of different drying techniques on the aroma profile of *Thymus vulgaris* analyzed by GC-

- MS and sensory profile methods. *Ind. Crops Prod.* 46, 210–216. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.01.028>
- SCHAD, P. (2016): The International Soil Classification System WRB, Third Edition, 2014, in: Mueller, L., Sheudshen, A.K., Eulenstein, F. (Eds.), *Novel Methods for Monitoring and Managing Land and Water Resources in Siberia*. Springer International Publishing, Cham, pp. 563–571. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-24409-9_25
- SOLTANBEIGI, A. (2020): Qualitative Variations of Lavandin Essential Oil under Various Storage Conditions. *J. Essent. Oil Bear. Plants* 23, 1237–1252. DOI: <https://doi.org/10.1080/0972060X.2020.1871076>
- SOLTANBEIGI, A. – YILDIZ, M. – DIRAMAN, H. – TERZI, H. – SAKARTEPE, E. – YILDIZ, E. (2021): Growth responses and essential oil profile of *Salvia officinalis* L. Influenced by water deficit and various nutrient sources in the greenhouse. *Saudi J. Biol. Sci.* 28, 7327–7335. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.08.034>
- SZABÓ, K. – RADÁCSI, P. – RAJHÁRT, P. – LADÁNYI, M. – NÉMETH, É. (2017): Stress-induced changes of growth, yield and bioactive compounds in lemon balm cultivars. *Plant Physiol. Biochem. PPB* 119, 170–177. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2017.07.019>
- SZABÓ, K. – ZUBAY, P. – NÉMETH-ZÁMBORINÉ, É. (2020): What shapes our knowledge of the relationship between water deficiency stress and plant volatiles? *Acta Physiol. Plant.* 42, 130. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-020-03120-1>
- THAKUR, A. – THAKUR, C.L. (2018): Evaluation of four medicinal herb species under conditions of water-deficit stress. *Indian J. Plant Physiol.* 23, 459–466. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40502-018-0387-3>
- TRAYKOVA, B. – STANILOVA, M. – NIKOLOVA, M. – BERKOV, S. (2019): Growth and Essential Oils of *Salvia officinalis* Plants Derived from Conventional or Aeroponic Produced Seedlings. *Agric. Conspec. Sci.* 84, 77–81.
- VALKOVSZKI, N.J. – KUN, Á. – JANCSÓ, M. – SZÉKELY, Á. – SZALÓKI, T. – KOLOZSVÁRI, I. – BOZÁN, C. (2022): Intenzív halnevelésből származó elfolyóvíz hatása az orvosi székfűre (*Matricaria recutita* L.) - előzetes eredmények, in: Fodor, M., Bodor-Pesti, P., Deák, T. (Eds.), A LIPPAY J. – ORMOS I. – VAS K. (LOV) Tudományos Ülésszak tanulmányai [Proceedings of J. LIPPAY – I. ORMOS – K. VAS (LOV) Scientific Meeting]. MATE Budai Campus, Budapest, pp. 739–751.
- VAN DEN DOOL, H. – DEC. KRATZ, P. (1963): A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas—liquid partition chromatography. *J. Chromatogr. A* 11, 463–471. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)80947-X](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(01)80947-X)
- VOSOUGHI, N. – GOMARIAN, M. – GHASEMI PIRBALOUTI, A. – KHAGHANI, S. – MALEKPOOR, F. (2018): Essential oil composition and total phenolic, flavonoid contents, and antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis* L.) extract under chitosan application and irrigation frequencies. *Ind. Crops Prod.* 117, 366–374. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.03.021>

Szerzők

Dr. Valkovszki Noémi Júlia PhD

levelező szerző

tudományos munkatárs

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Öntözési és
Vízgazdálkodási Kutatóközpont

Valkovszki.Noemi.Julia@uni-mate.hu

Székely Árpád

tudományos segédmunkatárs

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Öntözési és
Vízgazdálkodási Kutatóközpont

Szekely.Arpad@uni-mate.hu

Szalóki Tímea

tudományos segédmunkatárs

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Öntözési és
Vízgazdálkodási Kutatóközpont

Szaloki.Timea.Palma@uni-mate.hu

Dr. Kun Ágnes PhD

tudományos munkatárs

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Öntözési és
Vízgazdálkodási Kutatóközpont

Kun.Agnes@uni-mate.hu

Kolozsvári Ildikó

tudományos segédmunkatárs

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Öntözési és
Vízgazdálkodási Kutatóközpont

Kolozsvari.Ildiko@uni-mate.hu

Dr. Tavaszi-Sárosi Szilvia PhD

egyetemi docens

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, Gyógy- és
aromanövények Tanszék

Tavaszi-Sarosi.Szilvia@uni-mate.hu

Jancsó Mihály

tudományos munkatárs

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Öntözési és
Vízgazdálkodási Kutatóközpont

Jancso.Mihaly@uni-mate.hu

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik: [CC-BY-NC-ND-4.0.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

