

Olajlen és ipari kender agrárerdészeti hasznosíthatóságának felmérése

ZUBAY PÉTER¹, ZÁMBORINÉ NÉMETH ÉVA¹, LADÁNYI MÁRTA²,
RAJHÁRT PÉTER¹, FÜLÖP ZITA¹, KUPAI DÁVID ELEK³, MURÁNSZKY GÉZA⁴,
SZABÓ KRISZTINA¹

¹Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Gyógy- és Aromanövények Tanszék

²Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Biometria és Agrárinformatika Tanszék

³Ózdszolg Nonprofit Kft.

⁴Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Alkalmazott Kémia Tanszék

E-mail: zubaypeter@gmail.com

Összefoglalás

Kutatásunk célja két szántóföldi gyógynövényfaj (*Linum usitatissimum* L., *Cannabis sativa* L.) agrárerdészeti hasznosíthatóságának felmérése volt. Az agrárerdészetet a helyi tradíciókból táplálkozó és a XXI. század klímaadaptív mezőgazdasági irányelvei által kijelölt földhasznosítási forma, mely választ kínál a talajdegradációra és a természetes élőhelyek drasztikus csökkenésére fás szárú kultúrák szántóföldekre történő bevonásával. Ezt alapul véve a 2019. évi szabadföldi kísérletünkben vizsgáltuk az enyhe és közepes árnyék hatását a fitomassza termelődésére, a zsírosolaj hatóanyagot adó terméskövek termésmennyiségére, valamint a hatóanyag-akkumulációra. A zsírosolajok kinyerésére soxhlet extrakciót alkalmaztunk. A kender esetén az árnyék nem okozott szignifikáns különbséget a felmért mennyiségi (zöldtömeg: kezelt – 574,67±53,5 g/6 tő, kontroll – 549,67±207,46 g/6 tő; száraztömeg: kezelt – 275,67±26,09 g/6 tő, kontroll – 245,5±95,35 g/6 tő; generatív hajtás száraztömeg: kezelt – 88,67±5,43 g/6 tő, kontroll – 95,83±29,67 g/6 tő, magtömeg: kezelt – 41,5±4,09 g/6 tő, kontroll – 37,83±15,47 g/6 tő) és minőségi (zsírosolaj-tartalom: kezelt – 21,21±2,09 g/100 g száraz mag, kontroll – 24,41±0,51 g/100 g száraz mag) tekintetében, ebből következően a kender ígéretes faj agrárerdészeti rendszerben történő termesztésre. A magyar kenderfajták genetikai potenciálja jelenleg kihasználatlan, miközben a kenderben rejlő gazdasági és ökológiai előnyöket kivételes módon aknázhathatnánk ki hazai fajták további nemesítése által. A len esetén a közepes árnyékhatás szignifikánsan csökkentette a maghozamot (magtömeg: kezelt – 12,31±1,3 g/fm., kontroll – 30,86±8,27 g/fm.), a zsírosolaj hatóanyag akkumulációját (zsírosolaj-tartalom: kezelt – 36,05±1,49 g/100 g száraz mag, kontroll – 38,52±2,28 g/100 g száraz mag) azonban nem befolyásolta.

Kulcsszavak: zsírosolaj, agroökológia, árnyékhatás, klímatudatos növénytermesztés

Bevezetés és irodalmi áttekintés

Napjainkban az ökológiai szempontrendszer egyre hangsúlyosabb az agráriumban zajló fejlődésben. Egyszerre képez korszerű elveket és folyamatosan fejlődő eszközrendszert az agrárerdészet, az a világszinten reneszánszát élő földhasználati és technológiai rendszer, melyben erdei fás szárú növények együtt hasznosíthatóak szántóföldi és kertészeti kultúrákkal, valamint legelőgazdálkodásos állattartással egyazon földterületi egységen belül (Gyuricza és Borovics 2018). Az agrárerdészet számos előnnyel bír: biodiverzitás-megőrzés és élőhelynyújtás; élelmiszer-, takarmány- és tüzelőanyag-termelés; klímaszabályozás; a tájkép esztétikai megőrzése; tápanyaggazdálkodás javítása; talajmegőrzés; megporzás és biológiai növényvédelem támogatása; a vidéki gazdaság diverzifikációjának ösztönzése és versenyképességének javítása (Fagerholm et al. 2016; Smith et al. 2012). A gyógy- és aromanövények agrárerdészetben történő termesztését a vadontermő források kimerülése és megóvásának igénye, valamint a növényi hatóanyagokra mutatott folyamatosan növekvő igény indokolják (Rao et al. 2004). A gyógynövények agrárerdészeti rendszerekbe történő adaptálhatóságának kérdésköre – kiemelt szempontként kezelve a minőségi hatóanyag-akkumulációt –, európai- és főként hazai feltárása hiányos. Az eddigi kutatások jelentős része az agrárerdészet pozitív környezeti hatásait tanulmányozta, azonban a növénytermesztést befolyásoló kérdéses hatások (a vízért és tápanyagokért folyó verseny, időszakos árnyék, allelopátia) esetén kevés információ áll rendelkezésünkre. Az eddigi kutatási eredmények nem egyértelműek a különböző hatóanyagosztályokba tartozó hatóanyagok termelődése és a fény/árnyékhatás kérdése ügyében. A legtöbbet kutatott anyagosztályok a fenoloidok, az azotoidok és a terpenoidok, miközben a poliketidek anyagosztályába tartozó speciális zsírsavak és származékaik termelődéséről és a környezeti fényviszonyok kölcsönhatásáról keveset tudunk (Zubay et al. 2019).

A len világszerte fontos olajipari növény, melynek termelési súlypontja Kanadában van, miközben az EU bizonyul az első számú feldolgozónak. A lenmag egyre számottevőbb felhasználója a gyógyszer-, élelmiszer- és takarmányipar, köszönhetően az olyan egészségvédő beltartalmi összetevőinek, mint a lenmagolajat (*Lini oleum virginale*) nagy arányban (45-67%) alkotó linolénsav, vagy a magpogácsából kivonható lignánok (Oomah 2001; Halászné 2013). A lenmagban felhalmozódó hatóanyagokhoz számos bizonyított farmakológiai hatás társul, azonban az egyéb olajipari növényekhez képest a fajt jellemző alacsony hozamok behatárolják a termesztés növekedését. A virágzási és termésérlelési időszakban bekövetkező meleg- és szárazságstressz esetén jelentős termés kiesés és olajhozam csökkenés várható. A termésmenvelés a len nemesítésének fő irányvonala a megfelelőbb versenyképesség elérése érdekében (Cloutier 2016). A hőmérséklet emelkedése az értékeesebb zsírsavak, a linol- és linolénsavak csökkenését okozza az értéktelenebb olajsav emelkedésével párhuzamosan (Canvin 1965). Mindezt, agrárerdészeti körülmények között, a fák nyújtotta árnyék ellensúlyozhatja nagyobb mennyiségű és jobb minőségű termést eredményezve.

A kendertermesztés legfontosabb régiói az utóbbi évtizedben Kína, Kanada és az EU országai, összesen mintegy 60-70 ezer ha vetésterülettel, melyből 20-25 ezer hektáron cél a magkender előállítás (FAOSTAT 2010). Az aktuális nemzetközi piaci trendeket jelentősen átalakítja, hogy az USA Kongresszusa 2014-ben engedélyt adott az ipari kenderre vonatkozó tesztprogramok létrehozására. Ezt követően a 2018. évben elfogadott mezőgazdasági törvény (Farm Bill) értelmében az ipari kender (hazánkban alacsony THC-tartalmú kender) az egyéb mezőgazdasági

növényekhez hasonlóan szabadon termesztethető, termesztésének a szabályozását pedig az FDA (Food and Drug Administration) végzi (Dingha et al. 2019). Mindennek és a kannabinoidok felhasználási igényének robbanásszerű növekedése következtében az USA kendertermelése a 2017. évi közel 25 ezer hektárról a 2018. évre 78 ezer hektárra növekedett (Internet 1). Eközben két narratíva uralja a kenderről alkotott felfogást: az ipari kender ürügyként, mintegy áthidalásként értelmezendő a magas THC-tartalmú kendertermesztés és -fogyasztás irányába, másfelől, hogy a kender a „világmegváltó”, mindenre használható növény (Cherney és Small 2016). A folyamat mindeközben a következő: a történelem folyamán alig néhány növény gyakorolt ilyen erős hatást a társadalompolitikára. A növényben szintetizálódó közel 140 fitokannabinoid közül csupán a kannabidiol (CBD) piaci növekedésének trendjei alapján 2024-re 20 milliárd amerikai dollár értékű piacot jeleznek előre a szakértők, csak az USA-ra vonatkozóan (Internet 2). Kanadában közel 10 ezer hektáron természetesen magkendert zsírosolaj préselése céljából (Franz-Warkentin 2011). A hazai kenderipar a XX. század közepén élte fénykorát, ekkor a Szovjetunió legnagyobb beszállítójának számítottunk (Brown 1998). 1962-ben 23 ezer ha termesztési területtel a cukorrépa és a napraforgó után a harmadik legnagyobb területen termesztett növényünk volt (Bócsa 2004). A 2012. évi adatok szerint a magkender vetésterülete hazánkban nem haladta meg az 50 hektárt, a vetőmag-forgalmazók nem tudják kielégíteni a keresletet, ezért a minőségi szaporítóanyag előállítás a magyar kendertermesztés legégetőbb feladata (Finta 2012). Napjainkban a kenderipar robbanásszerű növekedését figyelhetjük meg mind az élelmiszer-, takarmány-, gyógyszer-, építő- és egészségipar millió-dolláros területein, mind a 47 országban zajló kutatás-fejlesztés-innováció területén. A kender multifunkciós növény, melynek három fő felhasználási iránya a magtermelés (vetőmag/árumag), a rosttermelés és a nemzetségre jellemző speciális anyagcseretermékek (kannabinoidok) termelése. A kenderkutatás központi témái a hozamnövelés és a biológiailag aktív anyagok minőségének megőrzése és fejlesztése a növénybiológiai folyamatok mélyebb megértésével. A magtermelés fő fejlesztési vonala a nagy magméretű, nagy hozamra képes, kitűnő zsírsavösszetételű fajták szelekciója (Schlutenhofer és Yuan 2017). A kendermagban lévő zsírosolaj fogyasztható formában tartalmazza az esszenciális γ -linolénsavat, valamint ideális arányban (3:1) tartalmazza a linol (53%)- és linolénsavakat (14,3%) (Finta 2012).

Anyag és módszer

Szabadföldi kísérleteinket a Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar Kísérleti Üzem és Tan-gazdaság, Gyógynövénytermesztési ágazatában végeztük. A terület talaja gyengén humuszos homok (humusztartalom 1,35-1,79%). Arany-féle kötöttségi száma 27-29. A humuszos réteg vastagsága 30-40 cm, a termőréteg átlagosan 40 cm. A talaj mésztartalma 0,6-0,9% közötti, enyhén lúgos kémhatású, a pH érték 7,1-7,9 között van. Tápanyag-ellátottsága gyenge. A növényállományok a természetes csapadékkellátástól függően mesterséges vízutánpótlásban (a nyári száraz időszakban kétnaponta, kezelésként azonos öntözővíz mennyiséget kijuttatva, a felső talajréteg teljes átmedvesítéséig, esőztető öntözéssel) részesültek a tenyészidőszak során. A kísérleti parcellákat talajvizsgálati adatok alapján homogén talajú területen állítottuk be. Mindkét faj esetén helyrevetéssel, a kontroll és árnyékolt parcellákat fajonként azonos vetőmagmennyiséggel, azonos vetésidővel létesítettük.

Az olajlen kísérleti termesztését (Radics 2012) agrotechnikai ajánlását követve végeztük.

Az ipari kender növényeket „a kábítószer előállítására alkalmas növények termesztésének, forgalmazásának és felhasználásának rendjéről” szóló 162/2003. (X. 16.) Korm. rendelet szabályozási feltételeinek megfelelően termesztettük ki (Internet 3). A kutatásban alkalmazott fajta a NÉBIH 2019. évi Szántóföldi Növények Nemzeti Fajtajegyzékében 313131 kódszámon regisztrált 'KC Dóra' alacsony THC tartalmú kenderfajta volt. A kender termesztéstechnológiája a termesztési cél, a helyi agroökológiai adottságok, a választott kenderfajta genetikai tulajdonságai és a betakarítás módjának (gépesíthetőség/kézi betakarítás) függvényében változik, ennek megfelelően nincs egyértelmű, általános agrotechnikai leírás. Kísérletünkben a technológiai paramétereket Kupai Dávid Elek, kutatási projektünkben résztvevő biológus, az NSKI (Nemzetstratégiai Kutatóintézet) által létrehozott ipari kender program Észak-magyarországi mintaterületének vezető szakértője segítségével határoztuk meg. A kendert, a magkender agrotechnikai elveinek módosított verziójának megfelelően termesztettük ki.

A gyomszabályozás mindkét faj esetén mechanikai úton, kézi kapálással történt. Tápanyag-utánpótlásra fajonként egy-egy alkalommal került sor (1. táblázat). Növényvédelmi kezelést a kender esetében alkalmaztunk a zöld vándorpoloska (*Nezara viridula*) kártétel mérséklése érdekében. Az 1. táblázat tartalmazza mindkét fajra vonatkozólag a kísérleti beállítást, a kísérleti termesztés agrotechnikai paramétereit, a morfológiai felmérést, valamint a mintavételezési módszereket. A kezelések kontroll és árnyékolt parcellákból álltak. Az árnyékot egy (kender esetén)- és kétrétegű (len esetén) Raschel háló parcellák fölötti támasztékra való rögzítésével biztosítottuk. A kísérlet egy több éves, számos gyógynövényfajjal végzett, többféle árnyékhatást vizsgáló screen-jellegű kísérlet része, ez indokolta a két faj eltérő árnyék-kezelését. Egy réteg Raschel háló a gyártó adatai alapján 30% fényvonalást biztosít (Internet 4.) A parcellák szélső növényegyedei a szegélyhatás kiküszöbölése érdekében egyik faj esetében sem kerültek felmérésre, és a mintavételezéskor sem szedtünk róluk mintát.

A növények betakarítását minden esetben a magok teljes érettségének állapotában végeztük, mely fejlettségi állapotot a len esetén 4 nappal, a kender esetén 7 nappal korábban ért el a kontroll állomány. A friss, egész növényeket természetes úton szárítottuk egy napfénytől védett, zárt helyiségben, szárítókeretet használva. Az olajlen növényekről a magok kicséplése és tisztítása kézi úton, szitasorok használatával történt. A kender növények esetén a generatív hajtásrész elválasztása a szártól, a cséplés és a magtisztítás egy az OGYÉI engedélyvel rendelkező kendergazda részvételével történt. A cséplést kézi úton, a magtisztítást Petkus Mini 100 típusú magtisztító gépen végeztük. A kitermelt magok közül nem válogattuk ki a nem tökéletesen érett magokat, mert azzal a kezeléssel befolyásoltuk volna.

A megszártott maganyagból a zsírosolaj-tartalom mennyiségi meghatározására Soxhlet extrakcióval került sor. Az extrakció mintaelőkészítéskor a len és a kender magokat (Hauser G-740 típusú) kávédarálóval daráltuk meg, 30 másodperc darálási idővel fajonként. Az így kapott darált tömegmintából kimértünk 3x5 g-ot az extrakció laboratóriumi ismétléseiként. A darált magmintákhoz n-hexánt adtunk (10 ml/g mag arányban), és egy módosított Soxhlet készülékkel elvégeztük a kivonást. A lombikot vízfürdőbe helyeztük, majd 70 °C hőmérsékleten, 30 percig melegítettük, folyamatos kondenzáció alkalmazása mellett (Kostic et al. 2014). Az extrakciós idő lejártát követően az extraktumot vákuumlepirálással (Heidolph Laborota 4000 géptípus; 70 rpm sebesség, 50 °C hőmérséklet) tömegállandóságig választottuk el az oldószerrel. A zsírosolaj-tartalmakat mindkét faj esetén g/100 g száraz mag vonatkozásában határoztuk meg.

A kezelt és kontroll mintáink összehasonlítását kétmintás t-próbával végeztük mindkét növény esetén a magtömegre (g, kender: n=12, len: n=8), a zsírosolaj-tartalomra (g/100 g, kender: n=6, len: n=6), illetve a növénymagasságra (cm, kender: n=48, len: n=21), kender esetén ezen kívül a zöldtömegre (g, n=12), a száraztömegre (g, n=12), valamint a generatív hajtás száraztömegére (g, n=12). A normalitást Shapiro-Wilk-próbával igazoltuk ($p>0,05$), a szóráshomogenitást F-próbával ellenőriztük 5%-os elsőfajú hiba mellett. Amennyiben a szóráshomogenitás nem teljesült, Welch-féle szabadságfok-korrekciónak alkalmaztunk.

1. táblázat. A kísérleti parcellák beállításának, a kísérleti termesztés agrotechnikai paramétereinek, valamint a felvételezések és a mintavételezés összefoglaló áttekintése (Soroksár, 2019)

	<i>Linum usitatissimum</i> L.	<i>Cannabis sativa</i> L.
Parcella méret (kontroll, árnyékolt)	5 m × 0,5 m	5 m × 3,5 m
Kezelések	kontroll, árnyék (2 réteg Raschel háló)	kontroll, árnyék (1 réteg Raschel háló – 30% fényelvonás)
Sortávolság	12 cm	70 cm
Parcellánkénti sor	4	6
Vetés ideje	2019. március 6.	2019. június 7.
Vetőmagnorma	120 kg/ha	10 kg/ha; 40. napon – a növekedés nagy periódusának fenofázisában – egyelés 5 növény/fm. egyedszámra
Tápanyagutánpótlás	4 ml Wuxal Super 4l öntözővízzel kijuttatva/m ² ; 2019. június 5. – virágzási fenofázisban	4 ml Wuxal Super 4l öntözővízzel kijuttatva/m ² ; 2019. június 5. – virágzási fenofázisban
Növényvédelmi kezelés	nem történt	Karate 2,5 WG; 2019. augusztus 19. – a virágzás és a termésképzés fenofázisainak határán
Morfológiai felmérés módja	11 véletlenszerűen kiválasztott egyed/parcella	24 véletlenszerűen kiválasztott egyed/parcella
Morfológiai felmérés fenofázisa	termésképzés (magok teljes érése)	termésképzés (magok teljes érése)
Morfológiai jellemző	növénymagasság	növénymagasság
További vizsgált paraméterek	magtömeg (g/ fm.), zsírosolaj-tartalom (g/100 g száraz mag)	zöldtömeg (g/6 tő), száraztömeg (g/6 tő), generatív hajtás száraztömeg (g/6 tő), magtömeg (g/6 tő), zsírosolaj-tartalom (g/100 g száraz mag)
Mintavételezés módja	véletlenszerű, 4 ismétlésben, zsírosolaj 3 ismétlésben	véletlenszerű, 6 ismétlésben, zsírosolaj 3 ismétlésben
Minta jellege	4 x 1 fm. együttes betakarítása	4 növény együttes betakarítása – tömegminta
Mintavételezés fenofázisa	termésképzés (magok teljes érése)	termésképzés (magok teljes érése)
Mintavételezés ideje	kontroll: 2019. július 08. kezelt: 2019. július 15.	kezelt és kontroll: 2019. szeptember 16. – 2019. október 1.

Table 1. Summary overview of experimental design, agrotechnical parameters of experimental cultivation and sampling (Soroksár, 2019)

Eredmények

A kísérleti eredmények átlagát, szórását, valamint a kezelt és kontroll állományok különbségének szignifikancia szintjét a 2. és 3. táblázatok tartalmazzák.

Len esetében az árnyékolt növények magtömege szignifikánsan alacsonyabb volt ($t_w(3,15)=4,43$, $p<0,05$), míg a zsírosolaj-tartalomban nem különböztek a kontroll növényektől: $t(4)=1,58$; $p=0,19$). Az árnyékban nevelt len növények szignifikánsan magasabbak voltak ($t(19)=3,38$; $p<0,01$).

Kender esetében a növénymagasság kivételével egyetlen vizsgált tulajdonság esetén sem találtunk szignifikáns különbséget az árnyékban nevelt és kontroll növények között (magtömeg: $t(10)=0,56$; $p=0,59$, zsírosolaj-tartalom: $t_w(2,2)=2,57$; $p=0,11$, zöldtömeg: $t_w(5,66)=0,29$; $p=0,79$, száraztömeg: $t_w(5,74)=0,75$; $p=0,48$, generatív hajtás száraztömeg: $t_w(5,33)=0,58$; $p=0,58$). Az árnyékhatásnak kitett növények szignifikánsan magasabbak voltak ($t(45)=12,24$; $p<0,001$).

2. táblázat. A kezelt (T), illetve kontroll (C) *Linum usitatissimum* L. növények megfigyelt értékeinek átlaga, szórása és a minták elemszámai (N) a t-próbák eredményeivel (Soroksár, 2019)

<i>Linum usitatissimum</i> L.	Kezelés	N	Átlag	Szórás	Sig.
Magtömeg (g/fm.)	C	4	30,86	8,27	*
	T	4	12,31	1,30	
Zsírosolaj-tartalom (g/100 g mag sz.a.)	C	3	38,52	2,28	ns
	T	3	36,05	1,49	
Növénymagasság (cm)	C	11	77,10	3,35	**
	T	11	82,82	4,29	

Table 2. Means, standard deviations, sample sizes (N) and, results of Student's t-tests of treated (T) and control (C) *Linum usitatissimum* L. plants (Soroksár, 2019).

ns: nem szignifikáns

szignifikáns különbség: * $p<0,05$; ** $p<0,01$ szinten. A szignifikánsan nagyobb értékek vastagon szedve.

ns: not significant

Significant difference level at * $p<0,05$; ** $p<0,01$. Significantly higher values are in bold.

Megvitatás

Agrárrendészeti hasznosíthatósági felmérésünk során két szántóföldi gyógynövényfaj árnyékhatásra mutatott válaszreakcióit tanulmányoztuk. Az ipari kender esetén alkalmazott enyhe árnyék nem gyakorolt negatív hatást a kísérleti állomány fejlődésére, sem a vizsgált tömegmennyiségekre, miközben pozitívan hatott a növénymagasságra. A len esetén a közepes árnyék negatívan hatott a növények fejlődésére, valamint a termésmennyiségre, miközben a zsírosolaj felhalmozódását nem befolyásolta. Az árnyékhatás a kenderhez hasonlóan a len esetében is nagyobb növénymagasságot eredményezett.

A len reakciója alapján a közepes árnyékhatás kevésbé szilárd-, dőlésre hajlamos növényállományt eredményez. A lentermelést elsődlegesen befolyásoló környezeti faktor a hőmérséklet, melynek emelkedése esetén fennáll a termésképzés elégtelenségének és a magtömeg csökkenésének kockázata (Adunga és Labuschang 2003). Emellett a magas hőmérséklet és a szárazság együttes hatásaként

kényszerítés történik, mely kisebb méretű magokat-, alacsonyabb zsírosolaj-tartalmat- és a telítetlen zsírsavaknak a kisebb arányát eredményezi (Adunga és Labuschagne 2003). Kísérletünkben a közepes árnyék hatására statisztikailag szignifikánsan csökkent a termésmennyiség, és nőtt a növénymagasság, miközben az akkumulálódott zsírosolaj-tartalom nem változott (2. táblázat). Mindebből arra következtetünk, hogy az enyhébb árnyékot nyújtó agrárerdészeti rendszerben történő lentermelés jövője továbbra is ígéretes, amennyiben további kisparcellás, majd üzemi kísérletek által meghatározható az az árnyékhatás, mely még nem jár a termésmennyiség csökkenésével. A lenben rejlő diverz genetikai potenciál az átalakuló agrárrendszerben kijelöli az utat a nemesítési- és technológiafejlesztési tevékenység elé a klímaadaptív termesztés elérése érdekében (Kaur et al. 2017). Kísérletünkkel ehhez igyekeztünk hozzájárulni.

A kender esetén mind a fiatalkori növekedés-, a növekedés nagy periódusa-, s mind pedig a virágzás fenofázisaiban kifejezett különbséget tapasztaltunk: az enyhe árnyék hatására a kezelt állomány láthatóan nagyobb ütemben fejlődött, és jelentősen nagyobb fitomasszát termelt. Az árnyékolt állomány egyedei között nagyobb volt a fényért folytatott versengés, miközben jobb vízgazdálkodás jellemezte az árnyékolt parcellák talaját, mely tényezők együtt járulhattak hozzá a növénymagasság szignifikáns növekedéséhez. A termésérés fenofázisában gyűjtött minták alapján sem a zöldtömeg, sem a száraztömeg esetén nem folytatódott a főként a vegetatív szakaszban tapasztalt nagyobb fitomassza-termelődés (3. táblázat). A kísérletben fémzárolt vetőmagtételből származó 'KC Dóra' kenderfajtát vetettünk, mely egy kései, szabadelvirágzású, egylaki fajta (Internet 5). Az állomány a fajtaleírással ellenkezően - az ipari kender program észak-magyarországi mintaterületeinek tapasztalataival megegyezően - kísérletünkben sem mutatott egylaki ivari típust (a hím egyedek aránya 38% volt), sem homogén állományképet. A heterogén állomány problémáját kísérleti szempontból a mintavételezés módszerével orvosoltuk, azonban természetesi szempontból egyértelmű kihívást és egyben további nemesítési irányvonalat jelöl ki a fajtától ténylegesen elvárt homogenitás. Hazánkban jelenleg is kialakulóban van a kettős célú hasznosítás, mely a fitokannabinoidokra mutató globális igénytel kiegészülve hármas célú hasznosításra történő agrotechnológiai fejlesztési és nemesítési igényt formál. A 'KC Dóra' kenderfajta mindezen célokra megfelelő alapanyag lehet, mert magas maghozammal, kedvező szárhozammal és a fitokannabinoid-tartalom kiváló, a vonatkozó törvényi előírások betarthatóságát biztosító mennyiségi és minőségi paramétereivel rendelkezik (Internet 5, Kupai D. 2019 – szóbeli közlés). Kísérletünkben a megtermelt magtömeg tekintetében statisztikailag szignifikáns különbség nem volt kimutatható az árnyékolt és a kontroll állomány között (3. táblázat), mely eredményt hangsúlyosabbá tesz egy 13 európai kenderfajtaival Colorado államban (USA) végzett kísérlet, mely 27 kg/ha és 2366 kg/ha közötti termésmennyiségről számol be a különböző genotípusok különböző agroklimatikus viszonyok között végrehajtott természetesi kísérletében. Értelmezésük szerint a megfigyelt szélsőségeket a genetikai háttér, a környezet és a kettős interakciója közösen okozták (Campbell et al. 2019). 51 kender genotípus vizsgálata alapján a zsírosolaj-tartalom 26,25% és 37,5% között változott (Kriese 2004), mely értéknek csupán az alsó határát közelítik meg a jelen kísérletünkben tapasztalt eredmények (21,21 – 24,41%, 3. táblázat). Ebből arra következtetünk, hogy akár az évjárat, akár a genetikai adottságok jobban befolyásolják a zsírosolaj-tartalmat, mint az enyhe árnyékezelés, mely nem okozott szignifikáns különbséget a zsírosolaj akkumulációjában. A maghozamnál gyengébb genetikai meghatározottság- és erősebb környezeti tényezőknek való kitettség jellemzi a zöldtömeg és a növénymagasság alakulását, s mindezek a rostcélú termesztésnél elsődleges szempontok (Campbell et al. 2019). Kísérletünk eredményeképpen az

enyhe árnyék hatására a növények szignifikánsan nagyobb magasságot értek el, valamint a termésképzés fenofázisáig az árnyékolt növényállomány fitomassza produkciója meghaladta a kontrollét, mely a rost-célú természetes szempontjából kiemeli az agrárerdészeti termesztés lehetőségét. A magok beérése sem az irodalmi adatok, sem tapasztalataink alapján nem történik egyidejűleg, ami a gépi betakaríthatóság kihívásait bővíti, s az ilyen irányú szelekció is a későbbi nemesítési irányok részét kell, hogy képezze (Small 2017). A kender mint multifunkciós-, nagy szén-dioxid megkötőképességű, nagy haszonnal termesztendő növény agrárerdészeti rendszerben történő termesztése indokolt.

3. táblázat. A kezelt (T), illetve kontroll (C) *Cannabis sativa* L. növények megfigyelt értékeinek átlaga, szórása és a minták elemszámai (N) a t-próbák eredményeivel (Soroksár, 2019)

<i>Cannabis sativa</i> L.	Kezelés	N	Átlag	Szórás	Sig.
Zöldtömeg (g/6 tő)	T	6	574,67	53,50	ns
	C	6	549,67	207,46	
Szárztömeg (g/6 tő)	T	6	275,67	26,09	ns
	C	6	245,50	95,35	
Generatív hajtás szárztömeg (g/6 tő)	T	6	88,67	5,43	ns
	C	6	95,83	29,67	
Magtömeg (g/6 tő)	T	6	41,50	4,09	ns
	C	6	37,83	15,47	
Zsírosolaj-tartalom (g/100 g mag sz.a.)	T	3	21,21	2,09	ns
	C	3	24,41	0,51	
Növénymagasság (cm)	T	24	210,43	13,37	***
	C	24	167,96	10,28	

Table 3. Means, standard deviations, sample sizes (N) and, results of Student's t-tests of treated (T) and control (C) *Cannabis sativa* L. plants (Soroksár, 2019).

ns: nem szignifikáns

*** szignifikáns különbség: $p < 0,001$ szinten. A szignifikánsan nagyobb érték vastagon szedve.

ns: not significant

significant difference level at $*p < 0,05$; $**p < 0,01$. Significantly higher value is in bold.

Köszönetnyilvánítás

„Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-3-1 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának szakmai támogatásával készült.”

„A tanulmány alapjául szolgáló kutatást az Innovációs és Technológiai Minisztérium támogatta a Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program (NKFIH-1159-6/2019), a Szent István Egyetem növény-nemesítés, növényvédelemmel kapcsolatos kutatások tématerületi programja keretében.”

A dolgozat megjelenését az Emberi Erőforrások Minisztériumának EFOP-3.4.3-16-2016-00012 azonosító számú projektje támogatta.

Irodalomjegyzék

1. Adunga, W. and Labuschagne, M.T. 2003. Association of linseed characters and its variability in different environments. *Journal of Agricultural Science*, 140: 285-296.
2. Brown, T.D. 1998. *Cannabis*. Hardwood Academic Publisher. Amsterdam. 111-134.
3. Campbell, B.J., Berrada, A.F., Hudala, C., Amaducci, S. and McKay, K.J. 2019. Genotype x Environment Interactions of Industrial Hemp Cultivars Highlight Diverse Responses to Environmental Factors. *Agrosystems, Geosciences & Environment*. 2. 1-11.
4. Bócsa I. 2004. A kender és termesztése. *Agroinform Kiadó*, Budapest. 112.
5. Canvin, D.T. 1965. The effect of temperature on the oil content and fatty acid composition of the oils from several oilseed crops. *Canadian Journal of Botany*. 43: 63-69.
6. Cherney, H.J. and Small, E. 2016. Industrial Hemp in North America: Production, Politics and Potential. *Agronomy*, 6(58): 1-24.
7. Cloutier S. 2016. Linseed. Reference Module in Food Sciences. Elsevier Ltd.
8. Dingha, B., Sandler, L., Bhowmik, A., Akotsen-Mensah, C., Jackai, L., Gibson, K. and Turco, R. 2019. Industrial Hemp Knowledge and Interest among North Carolina Organic Farmers in the United States. *Sustainability*, 11(2691): 2-17.
9. Fagerholm, N., Torralba, M., Burgess, J.P. and Plieninger, T. 2016. A systematic map of ecosystem services assessments around European agroforestry. *Ecological Indicators*, 62: 47-65.
10. FAOSTAT. 2010. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#anchor>
11. Finta Z. 2012. A kender olajtartalom növelésének hatása a zsírsavösszetétel és a legfontosabb agronómiai tulajdonságok alakulására. *Doktori értekezés. Szent István Egyetem. Kompolc*.
12. Franz-Warkentin P. 2011. Hemp crop looking good. *Grainews*. <http://www.grainews.ca/news/hemp-crop-looking-good/1000638386/>
13. Gyuricza Cs. és Borovics A. 2018. *Agráreredészet. Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Gödöllő*.
14. Halászné Zelnik K. 2013. *Linum usitatissimum* L. in: Bernáth J. szerk. 2013. *Vadon termő és termesztett gyógynövények, Mezőgazda Kiadó, Budapest. 336-338*.
15. Kaur, V., Yadav, R. and Wankhede, D.P. 2017. Linseed (*Linum usitatissimum* L.) genetic resources for climate change intervention and its future breeding. *Journal of Applied and Natural Science*, 9(2): 1112-1118.
16. Kostic, M., Jokovic, M.J., Stamenkovic, S.O. and Rajkovic, M.K. 2013. The kinetics and thermodynamics of hempseed oil extraction by n-hexane. *Industrial Crops and Products*, 52: 679-686.
17. Kriese, U., Schuman, E., Weber, W.E., Beyer, M., Brühl, L. and Matthaus, B. 2004. Oil content, tocopherol composition and fatty acid patterns of the seeds of 51 *Cannabis sativa* L. genotypes. *Euphytica*. 137: 339-351.
18. Kupai D. 2019. Szóbeli közlés.
19. Oomah D. 2001. Flaxseed as a functional food source. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 81: 889-894.
20. Radics L. 2012. *Fenntartható szemléletű szántóföldi növénytermesztés 2. Agroinform Kiadó, Budapest*.
21. Rao, M.R., Palada, M.C. and Becker, B.N. 2004. Medicinal and aromatic plants in agroforestry systems. *Agroforestry systems*, 61: 107-122.
22. Schluttenhofer, C. and Yuan, L. 2017. Challenges towards Revitalizing Hemp: A Multifaceted Crop. *Trends in Plant Science*, 22(11): 917-929.
23. Small, E. 2017. Classification of *Cannabis sativa* L. in Relation to Agricultural, Biotechnological, Medical and Recreational Utilization. in: Chandra, S., Lata, H., ElSohly, M., eds. 2017. *Cannabis sativa* L. – Botany and Biotechnology. Springer International Publishing, New York. 1-62.
24. Smith, J., Pearce, B. and Wolfe, M.S. 2012. A european perspective for developing modern multifunctional agroforestry systems for sustainable intensification. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 27(4): 323-332.

25. Zubay P., Zámboriné N.É. és Szabó K. 2019. A fény szerepe az agrárerdészeti termesztésben. *Kertgazdaság*, 51(2): 53-62.
26. Internet 1: <https://hempindustrydaily.com/chart-americas-hemp-acres-80000-2018-montana-new-leader-among-states/>
27. Internet 2: <https://www.forbes.com/sites/irisdorbian/2019/05/20/cbd-market-could-reach-20-billion-by-2024-says-new-study/#716f595549d0>
28. Internet 3: 162/2003. (X. 16.) Korm. rendelet
29. Internet 4: <https://www.agrowebshop.hu/product/5062/arnyekolo-halo-1-2-x-50-m-36-gm2-sulyu-30-os-fenySZuro-vedohalo-uv-stabil-hdpe-zold-takarohalo-raschel-1-2x50.html>
30. Internet 5: <http://agromag.hu/termek/kc-dora/>

Survey on agroforestry utilization of flax and industrial hemp

ZUBAY P.¹, ZÁMBORINÉ NÉMETH É.¹, LADÁNYI M.², RAJHÁRT P.¹, FÜLÖP Z.¹,
KUPAI D.E.³, MURÁNSZKY G.⁴, SZABÓ K.¹

¹Szent István University, Faculty of Horticultural Sciences,
Department of Medicinal and Aromatic Plants

²Szent István University, Faculty of Horticultural Sciences,
Department of Biometrics and Agricultural Informatics

³Ózdszolg Nonprofit Ltd.

⁴Szent István University, Faculty of Food Science, Department of Applied Chemistry

E-mail: zubaypeter@gmail.com

Summary

Our research objective was to evaluate the utilization perspectives of two medicinal crops (*Linum usitatissimum* L., and *Cannabis sativa* L.) in agroforestry systems. Agroforestry is a land use system that originates from local traditions. It is defined by the climate adaptive agricultural policies of the 21st century, presenting a potential limitation of soil degradation and drastic damage of natural habitats by incorporating trees to arable lands. Based on this approach, we studied the effect of light and medium shadow on the production of phytomass, the yield of drugs and the accumulation of the fatty oils. Soxhlet extraction was used to recover the fatty oils. In the case of hemp, the light shadow did not cause significant negative difference in measured parameters (green weight: treated - 574,67±53,5 g/6 plant, control - 549,67±207,46 g/6 plant; dry weight: treated - 275,67±26,09 g/6 plant, control - 245,5±95,35 g/6 plant; generative shoot dry mass: treated - 88,67±5,43 g/6 plant, control - 95,83±29,67 g/6 plant, seed yield: treated - 41,5±4,09 g/6 plant, control - 37,83±15,47 g/6 plant; oil content: treated - 21,21±2,09 g/100 g of dry seed, control - 24,41±0,51 g/100 g of dry seed), consequently hemp may be a promising species for cultivation in agroforestry systems. The genetic potential of Hungarian hemp varieties is currently untapped, while the economic and ecological benefits of hemp could be exploited exceptionally

by further breeding of varieties. In the case of flax, the medium shadow significantly reduced the seed yield (treated – $12,31 \pm 1,3$ g/lm., control – $30,86 \pm 8,27$ g/lm.), whilst it did not influence the accumulation of fatty oils (oil content: treated – $36,05 \pm 1,49$ g/100 g of dry seed, control – $38,52 \pm 2,28$ g/100 g of dry seed).

Keywords: fatty oils, agroecology, shadow, climate smart plant production

Szerzők:

Zubay Péter (kapcsolattartó szerző) – PhD hallgató, Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Gyógy- és Aromanövények Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Zámboriné Németh Éva – DSc, tanszékvezető, Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Gyógy- és Aromanövények Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Ladányi Márta – PhD, tanszékvezető, egyetemi docens, Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Biometria és Agrárinformatika Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Rajhárt Péter – tanszéki mérnök, Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Gyógy- és Aromanövények Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Fülöp Zita – MSc hallgató, Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Gyógy- és Aromanövények Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Kupai Dávid Elek – biológus MSc, ügyvezető, Ózdszolg Nonprodit Kft., 3600 Ózd, Zrínyi Miklós út 5.

Muránszky Géza – tanszéki mérnök, Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Élelmiszer-kémiai és Táplálkozástudományi Tanszék, 1118 Budapest, Somlói út 14-16.

Szabó Krisztina – PhD, egyetemi docens, Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Gyógy- és Aromanövények Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.