

BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM
KERTÉSZETTUDOMÁNYI KAR
Gyógy- és Aromanövények Tanszék



Tudományos diákköri dolgozat

**A termőhely és az életkor hatása a lestyán (*Levisticum officinale* Koch.)
droghozamára és -minőségére**

Tóth Liliána
Kertészmérnök BSc IV. évfolyam

Konzulens: Dr. Gosztola Beáta, egyetemi adjunktus

Budapest, 2013

TARTALOMJEGYZÉK

I. BEVEZETÉS.....	2.
II. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	3.
2.1. <i>A lestyán rendszertani és botanikai jellemzése</i>	<i>3.</i>
2.2. <i>A lestyán drogjai</i>	<i>4.</i>
2.3. <i>A lestyán hatóanyagai.....</i>	<i>5.</i>
2.3.1. Illóolaj-tartalom.....	5.
2.3.2. Illóolaj-összetétel.....	6.
2.3.2.1. Gyökér illóolaj-összetétele.....	6.
2.3.2.2. Levél és szár illóolaj-összetétele	7.
2.3.2.3. Termés illóolaj-összetétele	8.
2.3.3. Nem illó hatóanyagok	9.
2.4. <i>A lestyán farmakológiai hatásai és felhasználása</i>	<i>9.</i>
2.5. <i>A lestyán előfordulása és környezeti igényei.....</i>	<i>10.</i>
2.6. <i>Termesztéstechnológiája.....</i>	<i>10.</i>
2.7. <i>Elsődleges feldolgozása</i>	<i>13.</i>
III. ANYAG ÉS MÓDSZER	16.
3.1. <i>Vizsgálatok helye és ideje.....</i>	<i>16.</i>
3.2. <i>Vizsgálatok növényanyaga.....</i>	<i>18.</i>
3.3. <i>Vizsgálatok módszerei.....</i>	<i>18.</i>
3.4. <i>Értékelés módszerei.....</i>	<i>20.</i>
IV. EREDMÉNYEK	21.
4.1. <i>Levéldroghozam</i>	<i>21.</i>
4.1.1. Az életkor hatása a levéldrogtömegre	21.
4.1.2. A termőhely hatása a levéldrogtömegre	22.
4.1.3. A virágszár eltávolításának hatása a levéldrogtömegre	22.
4.2. <i>Gyökédroghozam</i>	<i>23.</i>
4.2.1. Az életkor hatása a gyökédrogtömegre	23.
4.2.2. A termőhely hatása a gyökédrogtömegre.....	24.
4.2.3. A virágszár eltávolításának hatása a gyökédrogtömegre	24.
4.3. <i>Lestyánlevél illóolaj-tartalma</i>	<i>25.</i>
4.3.1. Az életkor hatása a lestyánlevél illóolaj-tartalmára	25.
4.3.2. A termőhely hatása a lestyánlevél illóolaj-tartalmára	26.
4.3.3. A virágszár eltávolításának hatása a lestyánlevél illóolaj-tartalmára.....	26.
4.4. <i>Lestyángyökér illóolaj-tartalma.....</i>	<i>27.</i>
4.4.1. Az életkor hatása a lestyángyökér illóolaj-tartalmára	27.
4.4.2. A termőhely hatása a lestyángyökér illóolaj-tartalmára.....	29.
4.4.3. A virágszár eltávolításának hatása a lestyángyökér illóolaj-tartalmára	30.
4.5. <i>Lestyánlevél illóolaj-összetétele</i>	<i>31.</i>
4.5.1. Az életkor hatása a lestyánlevél illóolaj-összetételére	31.
4.5.2. A termőhely hatása a lestyánlevél illóolaj-összetételére	32.
4.6. <i>Lestyángyökér illóolaj-összetétele</i>	<i>32.</i>
4.6.1. Az életkor hatása a lestyángyökér illóolaj-összetételére	32.
4.6.2. A termőhely hatása a lestyángyökér illóolaj-összetételére.....	34.
V. ÖSSZEFOGLALÁS	35.
VI. IRODALOMJEGYZÉK	37.

I. BEVEZETÉS

A lestyán (*Levisticum officinale*) Perzsiából származó, a zellerfélék (*Apiaceae*) családjába tartozó évelő növény. Ősidők óta termesztik, kivadult állományai napjainkban nem csak Délnyugat-Ázsiában, de a Földközi-tenger régiójában és Észak-Amerikában is megtalálhatók. Magyarországra római közvetítéssel jutott. A középkori Magyarország népszerű fűszere volt, s a népgyógyászat is mindig nagy becsben tartotta. Napjainkban vizelethajtó és emésztésserkentő teakeverékek alkotórészeként alkalmazzák, de a növény leveléből fejfájás elleni borogatószer is készítenek. Gyökere, levele és illóolaja a likőr- és konzerviparban egyaránt felhasználásra kerül.

Magyarországon régóta termesztett gyógy- és fűszernövényfaj, de kertészeti jelentősége az utóbbi évtizedekben egyre inkább visszaszorult. Ennek ellenére Európa több országában (pl. Hollandia, Lengyelország, Litvánia, Németország) ma is nagy területeken foglalkoznak termesztésével. Azon fajok közé tartozik, melyeknél a drog minőségét befolyásoló tényezők még kevésbé ismertek, vagy a szakirodalmi adatok ellentmondásosak. Gyógyászati szempontból is kevésbé vizsgált növény, specifikus hatóanyagai, farmakodinamikája ill. farmakokinetikája gyakorlatilag ismeretlen.

A lestyándrogok (*Levistici radix*, *Levistici folium*, *Levistici fructus*, *Levistici aetheroleum*) bár gyógyászati és élelmiszeripari szempontból is fontosak, mégis hivatalos minőségi követelményeikkel előírat szintjén szinte alig találkozunk. A lestyángyökér a 2006-ban érvénybe lépett VIII. Magyar Gyógyszerkönyvben szerencsére már szerepel, de levelével kapcsolatban továbbra sem állnak rendelkezésre szabványok vagy hivatalos minőségi előíratok. További problémát vet fel, hogy az illóolajok közül egyedül gyökérolajára vonatkozik nemzetközi ISO szabvány, a szintén kereskedelmi forgalomban lévő levél- vagy növényolajra viszont egyáltalán nincs.

Munkánk során a lestyán levél- és gyökérdrogjának minőségét befolyásoló tényezők ismeretanyagát kívántuk bővíteni, hozzájárulva ezzel a hazai termesztéstechnológia korszerűsítéséhez. Kísérleteinkben azt vizsgáltuk, hogy az eltérő termőhely, illetve eltérő életkor milyen hatással van a levél- és gyökérdrog tömegére, a levél- és gyökér illóolajhozamára illetve az illóolaj minőségére. Az eltérő termőhely magában foglalja a különböző talaj- és éghajlati viszonyokat, amelyek befolyással lehetnek a növény fejlődésére, ezáltal hozamára. Kísérletünkben különböző életkorú és különböző környezeti körülmények között nevelt lestyán populációk drogmennyiségének és minőségének alakulását vizsgáltuk a 2013-as vegetációs időszakban.

II. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A lestyán rendszertani és botanikai jellemzése

A lestyán (*Levisticum officinale* Koch.) az *Apiales* rendbe, *Apiaceae* családba és *Apoideae* alcsaládba tartozó faj (Borhidi, 2002; Dános, 2002).

A növény évelő hemikriptofiton (H). Gyökérzetét függőleges, karószerű gyöktörzs és 15-20 cm hosszú gyökerek alkotják (Lenchés és Sárosi, 2013). A korábban érvényes (mára már visszavont) Magyar Szabvány szerint (MSZ 17017:1975) a drogként felhasznált gyökereknek 10-

30 cm hosszúaknak kell lenniük. A húsos, 2-4 cm vastag gyökerek kívül szürke vagy sárgásbarna színűek, belül azonban fehérek. Az 1,5-2 m magas szár - amely csak a második évtől képződik –sötétzöld színű, csupasz és csöves, felső részén elágazó. Az első évben fejlődő tőlevelek tőlevélrózsát alkotnak, a szórt állású szárlevelek csak a második évben jelennek meg. Ezek kopaszok, fénylők és hosszúnyelűek. Az alsó levelek kétszeresen szárnyaltak, körülbelül 60 cm hosszúak, 4-6 levélkeparból állnak és szélük ép a közepüktől az alap felé haladva. A felső levelek csupán egyszer szárnyaltak, kisebb méretűek, mint az alsók, és nagy bőrnemű hüvelyük van. A levélké 3-8 cm hosszúak, csúcsuk felé mélyen bemetszettek és fordított rombos visszás-tojásdadok (1. ábra).



1. ábra. *Levisticum officinale* Koch.
(<http://ro.wikipedia.org>)

A lestyánnak 8-15 sugarú összetett ernyővirágzata van, amely ernyőcskékből áll. Az ernyőcskéket sárga szirmú, kétivarú virágok alkotják (Lenchés és Sárosi, 2013). Tutin et al. (1968) szerint az ernyővirágzatok 12-20 sugarúak is lehetnek. Az ernyők lehajló, fehérszegélyű, lándzsás gallérlevelekkel, illetve gallérkalevelekkel rendelkeznek. A gallérkalevelek lehetnek lándzsásak vagy tojásdadok (Simon, 2000). A virágokban fejlett bibevánkost találunk (Szerdahelyi et al., 2007). A portokok gömbölyűek, az alsó állású magház pedig körülbelül 1mm hosszú. A virágzás június végétől augusztusig tart (Rápóti és Romváry, 1977). Szárnyas ikerkaszattermése van, amely sárgásbarna színű, lapított, hátoldalán 3 kiálló borda található. A termés 2 évig tartja meg csírázókéességét, pergésre hajlamos. Ezermagtömege 3-4 g (Lenchés és Sárosi, 2013), Dachler és Pelzmann (1999) szerint 2,0- 5,3 g.

2.2. A lestyán drogjai

A lestyán drogjai között tarjuk számon szárított gyöktörzsét és gyökereit (*Levistici rhizoma et radix*), szárított levelét (*Levistici folium*), termését (*Levistici fructus*) és illóolaját (*Levistici aetheroleum*) (Lenchés és Sárosi, 2013). A jelenleg hatályban lévő VIII. Magyar Gyógyszerkönyv a lestyán gyökerét (*Levistici radix*) fogadja el hivatalos drokként, mely a VII. Magyar Gyógyszerkönyv még nem szerepelt (Lenchés, 2000).

A VIII. Magyar Gyógyszerkönyv szerint a gyökérdrog a lestyán megszáritott egész vagy porított gyökeréből, gyöktörzséből készülhet. A drog illóolaj-tartalmának egész gyökerek esetén el kell érnie a 4,0 ml/kg-ot, aprított drog esetén ennél alacsonyabb érték, 3,0 ml/kg is megengedett. A gyökerek és a gyöktörzs sokszor hosszanti irányban hasítottak. A gyöktörzs egyik ismérve, hogy igen rövid és átmérője legfeljebb 5 cm. Lehet sima vagy dudorral rendelkező, színe szürkésbarna vagy sárgásbarna, az ebből elágazó kisebb gyökerek a gyökértörzshöz hasonló színűek. A gyökerek legfeljebb 25 cm hosszúak és 1,5 cm vastagok. A porított drog barnássárga színű. R-klorát-hidrát oldatban vizsgálva mikroszkóp alatt szögletes vagy kerekded parasejtek láthatók benne.

A gyökér keresztmetszete határozatlanul diarch szerkezetű. A fatest teszi ki a gyökér körülbelül kétharmadát, ez a nyalábokat követve helyezkedik el. A fatestben egy-két soros elsődleges és másodlagos bélsugarakat találunk. Faelemek közül jellemzőek a tracheák és a rostok. A tracheák radiális elhelyezkedésűek és tág üregűek. A rostok nem fásodnak és ezek veszik körül a tracheákat. Egyes pontokban rexigén levegőjáratokat figyelhetünk meg. A parenchyma több csoportban, tangenciálisan radiálisan található meg. A lestyángyökér kambiumát többrétegű, vékonyfalú sejtek alkotják. A hánctest főleg tangenciálisan megnyúlt és radiálisan rendezett parenchyma sejtekből áll. Ezek a sejtek vékonyfalúak, 2-20 µm méretűek, keményítőszemeket tartalmaznak. A sejtek között rengeteg levegőjárat van, elsősorban a külső részben. A hánccs rostacsöveit vékony fal és radiális elrendezés jellemzi, váltakoznak a skizogén váladéktartókkal. A skizogén váladéktartók változó méretűek, átmérőjük elérheti a 180 µm-t, egysoros, lapos epitél-sejtekkel béleltek. A gyökér váladéka sárgás. A tölcséres bélsugarakat csak nehezen lehet kivenni, az elsődleges bélsugarakban gyakran vannak légjáratok, mert elszakadnak az idő előrehaladtával. Az endodermisz, vagyis a kéreghatár másodlagos kialakulású és csak nehezen kivehető. Az elsődleges kéreg parenchymatikus, amelyben szintén levegőjáratok vannak. A rhizodermisz alatt (amely leszakadóban van) monopleurikus periderma alakul ki. A monopleurikus peridermát többsoros phellom és egysoros phelloderma alkotja. A rhizóma keresztmetszete nagyon

hasonló a gyökéréhez. Abban különbözik, hogy nincs diarch központ benne, ehelyett összetett nyalábok alakulnak ki váladéktartókkal (Verzárné, 1979).

A drog azonosításához az orvosi angyalgyökérnél előírt vékonyréteg–kromatográfiás vizsgálatot kell elvégezni a gyógyszerkönyv szerint.

50 g drogan legfeljebb 3% idegen anyag lehet, 1000 g porított drognak legfeljebb 12,00% lehet a szárításból adódó vesztesége, ha szárítószekrényben 2 órán át 100-105°C-on szárítjuk. A drog összes hamutartalma maximum 8,0%, sósavban nem oldódó hamutartalma pedig maximum 2,0% lehet. Drogjának beltartalmi vizsgálata során illóolaj-tartalmát kell meghatározni, mely 40 g porított drogból történik. A vízdesztillációt 4 órán keresztül kell végezni 2-3 ml/perc sebességgel (VIII. Magyar Gyógyszerkönyv).

Wichtl (1997) és Berger (1954) szerint a lestyándrog íze kezdetben édeskés-fűszeres, később viszont kesernyészé válik. Az idősebb állományokból származó drogok érzékszervi tulajdonságai (szín, illat, íz) intenzívebbek (Novák, 2006).

2.3. A lestyán hatóanyagai

2.3.1. Illóolaj-tartalom

A növény minden részében találunk illóolajat. Ennek aránya a gyökérben Lenchés és Sárosi (2013) szerint 0,5-1,0% között változik, míg Hunyadi (2009) szerint akár 1,5% is lehet. Najda és munkatársai (2002) másodéves gyökerekben 0,80-1,50%-os felhalmozási szintet mértek, Dyduch és társai (2002) 0,90-1,06%-ot, Gildmeister és Hoffmann (1961) pedig 0,6-1,0%-ot. Szebeni-Galambsi és munkatársai (1992) elsőéves állományokban 0,12-0,22%-os felhalmozási szinteket talált, míg másodéves állományokban 0,83-0,85%-ost. Chung (2000) vizsgálatai szerint a harmadéves gyökerek 0,8-1,5%-os illóolaj-tartalommal rendelkeznek. Bylaite és munkatársai (1998) mindössze 0,05%-os illóolaj-tartalmat mért elsőéves gyökerekben, Moradalizadeh et al. (2011) viszont egészen kimagasló, 3,4%-os illóolaj-tartalmat talált. Az ismertetett kísérletekben a vizsgált lestyán taxonok és azok termőhelyei természetesen eltérőek voltak. Novák (2006) szerint az életkor előrehaladtával nő a lestyángyökerek illóolaj-tartalma, így betakarításra inkább az idősebb tövek javasolhatók.

A levélben Lenchés és Sárosi (2013) szerint 0,10-0,25% az illóolaj mennyisége, míg Svoboda et al. (2001) szerint 0,10%. Moradalizadeh et al. (2011) ez esetben is jóval magasabb, 3% feletti értékeket mért. Szebeni-Galambsi et al. (1992) kísérleteiben a másodéves tövek levelének illóolaj-tartalma 0,16-0,31% volt, míg Seidler-Lozykowska és Kazmierczak (1998) szerint a másodéves állományban a levél hatóanyag-tartalma 1,00-

1,60%. Chung (2000) a harmadéves állományokban 0,83-1,10%-os felhalmozási szinteket talált. A szakirodalomban található jelentős tartalmi eltérések a termesztés eltérő ökológiai körülményeire ill. a növényanyag genetikai potenciáljára vezethetők vissza. Novák (2006) kísérleti eredményei szerint az idősebb egyedek levelének illóolaj-tartalma magasabb, mint az egyéveseké, továbbá a tenyészidőszak folyamán a levelek illóolaj-tartalma csökken.

A szárban Svoboda et al. (2001) mindössze 0,04% illóolaj-tartalmat talált, míg Bylaite (1998) 1,16%-ot, Moradalizadeh et al. (2011) pedig 2,9%-ot.

Az érett termésekben 0,5-1,5% között alakul az illóolaj-tartalom értéke. Bylaite és munkatársai (1998) 1,35%-ot mértek, míg Chung (2000) 0,67-1,10%-os, Jacksonis (1989) pedig 0,68%-os felhalmozási szinteket. A zöldmagvas leveles szárban 0,15-0,45% az illóolaj mennyisége (Lenchés és Sárosi, 2013).

A virágzat illóolaj-tartalmát is megvizsgálták, ahol a legmagasabb felhalmozási szintet Bylaite és munkatársai mérték (1,53%), a legalacsonyabb értékeket pedig Chung (2000) publikálta (0,35%).

2.3.2. Illóolaj-összetétel

2.3.2.1. Gyökér illóolaj-összetétele

Az illóolaj összetétele (a tartalomhoz hasonlóan) szintén eltérő a lestyán egyes szerveiben. A gyökér illóolajának fő komponensei az alkil-ftalidok, melyek az illóolaj mintegy 70%-át adják. Közülük is legjelentősebbek a butilftalidok, butilénftalidok és ligusztilidek (Segebracht és Schilcher, 1989). Novák (2006) szerint a Z-ligusztilid a lestyángyökér illóolajának fő komponense. Szebeni-Galambosi és munkatársai (1992) szerint a Z-ligusztilid mennyisége függ a betakarítás időpontjától: őszi betakarítás esetén magasabb, nyári betakarítás esetén alacsonyabb felhalmozódásának szintje.

Gijbels és munkatársai (1982) kísérletében a Z-ligusztilid gyökér-illóolajbeli aránya 90%-os volt, míg Lawrence (1980) 21,7%-os felhalmozódást mért. Nála a (Z)-butilidén-ftalid volt a fő komponens (30,7%). Raal és munkatársai (2008) több országból származó lestyán gyökérminták illóolaj-összetételét vizsgálták meg, melyekben a Z-ligusztilid részaránya 0,2 és 70,9% között változott. Ezen eredmények arra engednek következtetni, hogy a lestyánnak több kemotípusa is lehet a gyökér illóolaj-összetétele alapján.

A nem ftalid típusú komponensek vizsgálatakor a β -fellandrénléin Stahl-Biskup és Wichtmann (1991) kísérleteiben relatív magas arányban volt jelen (11,90%), míg más szerzők

ettől igen eltérő eredményeket kaptak. Perineau et al. (1992) és Raal et al. (2008) 0,1 és 48,9% közötti illóolajon belüli β -fellandrént részarányokat mért.

Az α -pinén mennyiségét vizsgálva Chung (2000) 0,40-1,10%-os, míg Szebeni-Galambosi és munkatársai (1992) 2,08-7,87% közötti felhalmozásokat talált. Az említett kutatók jelentősebb terpinolén-tartalmat is kimutattak a gyökérmintákban (0,81-25,85%), Perineau et al. (1992) és Toulemonde et al. (1988) azonban jóval alacsonyabb értékeket mért (0,37-0,48%-ot) ezen komponensből.

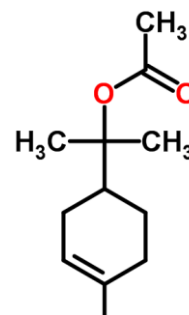
Stahl et al. (1991) és Szebeni-Galambosi et al. (1992) 11 és 29% közötti 1-pentil-ciklohexa-1,3-dién arányt mért, míg Venskutonis (1995) mindössze 2-3%-os felhalmozást talált a lestyán gyökerének illóolajában. Hasonlóan alakult a β -pinén komponens felhalmozódása is. Míg Szebeni-Galambosi et al. (1992) szerint akár 8,7% is lehet az említett komponens részaránya, addig Venskutonis (1995) vizsgálatai szerint ennek mennyisége csupán 0,78% az illóolajban. A kísérletekben vizsgált lestyángyökér minták relatív kis mennyiségben tartalmazták a kámfén, szabinén, mircén, limonén és α -terpinil-acetát illóolaj-komponenseket.

Novák (2006) kísérleti eredményei szerint a lestyán egyedek életkora nem befolyásolja szignifikánsan a gyökér illóolaj-összetételét.

Raal és munkatársai (2008) különböző termőhelyeken termesztett, azonos genotípusú lestyán populációk gyökér-illóolajának összetételét hasonlították össze. Azt tapasztalták, hogy a Skóciában termesztett tövek gyökérolajában a β -fellandrént és fenil-acetaldehid dominált, míg a holland populációk illóolaja transz-szabinilben és α -terpinil-acetátban volt gazdag. Az Észtszországban termesztett állományok pedig jelentős mennyiség E-ligusztilidet és pentilciklohexadiént tartalmaztak. Megállapították tehát, hogy a termőhely jelentős mértékben befolyásolta a lestyán gyökerének illóolaj-összetételét.

2.3.2.2. Levél és szár illóolaj-összetétele

A lestyán levelében felhalmozódó illóolaj fő komponense az α -terpinil-acetát (2. ábra), melynek mennyiségében azonban jelentős eltérések tapasztalhatók a szakirodalomban. Míg Chung (2000) közel 80%-os α -terpinil-acetát illóolajon belüli részarányt mért, Novák (2006) pedig 39-52%-os felhalmozási szinteket, addig Toulemonde et al. (1987) mindössze 29%-os értékeket talált.



2. ábra. Alfa-terpinil-acetát
(<http://www.chemspider.com>)

Egyes kísérleti eredményekben eltérő fő komponenst is meghatároztak, így Moradalizadeh et al. (2011) iráni kísérleteiben a levélben a γ -terpinént azonosította, mint legnagyobb mennyiségben jelenlévő komponenst (24,52%), de a β -fellandrén (13,85%), α -terpinil-acetát (8,68%) és (Z)- β -ocimén (Z-ligusztilid) (12,91%) is viszonylag nagy mennyiségben volt jelen. A szárból kinyert illóolajban a γ -terpinén (12,86%), (Z)- β -ocimén (10,42%), α -terpineol (10,81%) és α -terpinil-acetát (8,52%) közel azonos arányban volt kimutatható, de β -fellandrén nem volt a mintákban. Chung (2000) vizsgálatai szerint is a levélben és szárban hasonló az α -terpinil-acetát aránya, bár Ő jóval magasabb értékeket talált (44,80-79,90% és 67,10-76,60%). Hasonló eredményekre jutott Bylaite et al. (1998) (levélben: 49,7-70,0%, szárban: 48,2-68,9%) és Venskutonis et al. (1995) is (levél: 43,3%, szár: 45,0%).

Az α -fellandrén levél-illóolajbeli felhalmozódását tekintve eltérőek a szakirodalmi adatok. Míg Szebeni-Galambosi és munkatársai (1992) szerint csupán nyomokban halmozódik fel a lestyán levelében, addig Toulemonde et al. (1987) 17%-os felhalmozási szinteket talált.

Chung (2000) megvizsgálta a 3-butilidén-ftalid illóolajbeli részarányát is, melynek során a levélben 1,0-16,1%-os, a szárban pedig 8,6-21,4%-os felhalmozási szinteket mért. Bylaite et al. (1998) ettől eltérően hasonló értékeket talált mind a szárban, mind a levélben, de a felhalmozás szintje nála jóval alacsonyabb volt (levél: 0,21-0,55%, szár: 0,22%).

Novák (2006) megvizsgálta a növény életkorának hatását a levél illóolaj-összetételére, és azt tapasztalta, hogy az állomány kora befolyásolja a levél illóolaj-összetételét, de számottevően csak két komponens vonatkozásában. Ezek szerint az α -terpinil-acetát aránya az idősebb tövekben magasabb, mint az elsőévesekben, a β -fellandrén felhalmozásának tendenciája viszont ennek pont az ellenkezője. Az idősebb egyedekben alacsonyabb, mint az egyévesekben.

2.3.2.3. Termés illóolaj-összetétele

Heidarpour és munkatársai (2013) három fő komponenst határoztak meg a lestyán termésének illóolajában: a Z-ligusztilid-et, a β -fellandrén-t és α -terpinil-acetát-ot. A virágban is ugyanezen vegyületeket találták a legnagyobb arányban. Megállapították, hogy a termésfejlődés folyamán a fő komponensek nem változnak, csak arányuk módosul kis mértékben. A β -fellandrén-tartalom alacsonyabb volt az érett termésben (34,4%), mint az éretlen termésben (47,8%), és a Z-ligusztilid-tartalom is hasonlóan alakult (érett termésben:

35,1%, éretlenben: 38,5%). Az α -terpinil-acetát részaránya azonban bár kis mértékben, de nőtt a termésfejlődés folyamán, 3,6%-ról 4,2%-ra.

2.3.3. Nem illó hatóanyagok

A drog fontos vegyületeit képezik még a kumarinok, melyek 0,5-4%-ban vannak jelen a gyökérben. Legjelentősebbek a furanokumarinok (Hunyadi, 2009). Megtalálhatók benne az umbelliferon, bergaptén, xantotoxin és pszoralén. A kimutatott kumarinok a levél felszínén is előfordulnak. Mennyiségük 0,002 $\mu\text{g/g}$ (1,1%) (Zobel et al., 1990).

A kumarinokon túl a drog még különböző szerves savakat is tartalmaz jelentősebb mennyiségben (Lenchés és Sárosi, 2013). A szerves savak közül legjelentősebb az angelikasav (Verzárné, 1979).

Disks és Herrmann (1984) 4- β -D-glükopiranoziloxi-benzoésavat mutattak ki az *Apiaceae* család egyes fajaiban, így a lestyánban is. A vegyület szerkezetét nem azonosították még teljes egészében. Más *Apiaceae* fajok azonban a lestyánnál lényegesen nagyobb mennyiségben tartalmazzák ezen hatóanyagot.

2.4. A lestyán farmakológiai hatásai és felhasználása

A lestyán nagyon régóta ismert és használt fűszer- és gyógynövény, már a középkorban is fontos szerepet játszott. Olyannyira, hogy Nagy Károly frank király és német-római császár el is rendelte termesztését. A 12. században már ismerték illóolajának lepárlási módját. A gyökérdrog elsősorban vizelet- és szélhajtó, emésztést javító teakeverékek alkotóelemeként kerül felhasználásra. Fűszerkeverékekben meghatározó, jellegzetes íze és illata a zellerére emlékeztet (Lenchés és Sárosi, 2013).

Humán klinikai vizsgálatokat nem végeztek gyógyhatását illetően, görcsoldó és vizelethajtó hatását azonban állatkísérletekben igazolták. Görcsoldó hatása gyengébb, mint a petrezselyemé, viszont vizelethajtó hatása erősebb annál, olyan erős, mint az aranyvesszőé (*Solidago sp.*). Viszont a lestyánnak az aranyvesszővel ellentétben nincs gyulladáscsökkentő hatása. Tyler (1993) a ligusztilideknek tulajdonítja a drog görcsoldó hatását. Gyökerét alkalmazhatjuk vesekő kialakulásának megelőzésére is. Napi javasolt adagja 4-8 g drog, vagy ennek megfelelő készítmény. Hatását növelhetjük fokozott folyadékbevitellel.

A lestyán drogjainak emésztést serkentő hatást is tulajdonítanak, melyet fűszeres jellegének köszönhet. A népi gyógyászat néhol levelét használja fejfájás ellen borogatószerként. Mirjalili és munkatársai (2010) in vitro kísérletekben bizonyították a

termésolaj antibakteriális hatását *Bacillus subtilis* esetén. Az állatgyógyászatban is felhasználásra kerül, a növény hajtásából és gyökeréből főzetet készítenek, mely elősegíti a kérődzést és csillapítja a köhögést (Hunyadi, 2009). Gyökere, levele és illóolaja a likőr- és konzerviparban egyaránt felhasználásra kerül (Lenchés és Sárosi, 2013).

Furanokumarinjai fokozzák a fényérzékenységet, emiatt tartós alkalmazás esetén kerülni kell az erős napfényt. Veseelégtelenség, szívelégtelenség illetve vesegyulladás miatt kialakult ödéma esetén nem szabad alkalmazni.

2.5. A lestyán előfordulása és környezeti igényei

A lestyán Dél- és Nyugat-Ázsiából származik (Lenchés és Sárosi, 2013). Kivadult növényként előfordul a Földközi-tenger régiójában és Észak-Amerikában is (Hunyadi, 2009).

A meleg fekvésű termőhelyeket részesíti előnyben. Mélyrétegű, középköttő, tápanyagban, humuszban gazdag, megfelelő vízellátottságú talajt igényel (Bernáth és Németh, 2009). Vízigényes eredeti előfordulási helyén és hazánkban is (Bernáth és Németh, 2001).

2.6. Termesztéstechnológiája

A lestyánnak jelenleg államilag elismert fajtája nincs. Az 1959-ben elismerést kapott 'Budakalászi' fajta 2009-ben törlésre került a nemzeti fajtajegyzékből. Jelenleg külföldi fajtákat ill. köztermesztésben lévő szaporítóanyagot használnak a termesztők.

A lestyán jó előveteményei a korán lekerülő kapásnövények. Mivel évelő növény, a vetésforgón kívülre kerül. Az ültetvényt drogtermesztés esetén 1-2 évig tartják fenn, illóolaj-célú termesztésnél 3-4 évig. Az ültetvény felszámolása után ugyanazon a területen ne termesszük legalább négy évig (Lenchés és Sárosi, 2013).

A lestyán tápanyagigénye nagy. Alaptrágyaként ajánlatos 100-120 kg/ha foszfort, 140-150 kg/ha káliumot és 60-70 kg/ha nitrogént kijuttatni. A további években a tavaszi hajtásnövekedés megindulása és a zöld részek betakarítása után esetenként 50-60 kg/ha nitrogén-fejtrágya, az őszi talajlazításkor 70-80kg/ha foszfor és 60-80 kg/ha kálium hatóanyag kijuttatása javasolt (Lenchés és Sárosi, 2013).

Galambosi és Szebeni-Galambosi (1992) finnországi kísérleteik során azt állapították meg, hogy a növekvő nitrogén dózis serkentő hatással van a növény magasságára illetve a lombzat és gyökér tömegére, de nincs hatással a gyökér hosszára. Viszont a túl sok nitrogén miatt a nitrát-szint túlságosan megnövekedhet elsősorban a gyökérben, emiatt a nitrogén kijuttatását legfeljebb 45-75 kg-ban javasolják hektáronként.

Costa és munkatársai (2008) azt vizsgálták, hogyan hat a növény növekedésére az NH_4^+ és NO_3^- ellátottság. A kísérletben nyolc különböző $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ arányú tápanyag-ellátottsági szint hatását elemezték sötét illetve világos periódusban (ez 16 óra megvilágítást és 8 óra világítás nélküli időtartamot jelent). A növények 10:90, 25:75 illetve 50:50 $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ arányú tápanyag-ellátottság mellett fejlődtek a legeredményesebben a sötét periódusban.

A lestyánt régebben főleg szabadágyi palántaneveléssel szaporították, ma már a szaporítás elsősorban állandó helyre vetéssel történik. A magot október végén, november elején, esetleg kényszermegoldásból kora tavasszal, márciusban vetik. Vetésmélysége 1,0-1,5 cm, sortávolsága 50-60 cm. Hektáronként 10-12 kg a vetőmagszükséglete.

Novák (2006) arra a következtetésre jutott 2002-ben és 2003-ban végzett kísérletei kapcsán, hogy a szaporítás módja (illetve annak öntözési móddal való kombinációja) befolyással van a növény magasságára, a friss és száraz drogtömegekre illetve az illóolaj-hozamokra. A helybevetés minden esetben eredményesebbnek bizonyult a palántázásnál.

A lestyán ápolási munkái közül legfontosabb a mechanikai gyomirtás. Vegyszeres gyomirtás is alkalmazható, ha kizárólag illóolaj-előállítás a cél. Ekkor tavaszi vetés előtt 4-5 kg/ha Merkazin (prometrin) kiadagolása javasolt (Lenchés és Sárosi, 2013).

A lestyán vízigényes növény, amely öntözés nélkül nem termeszthető biztonsággal Magyarországon. Az öntözés csepegtető vagy esőztető öntözéssel történik. Novák (2006) 2002-ben és 2003-ban beállított öntözései kísérletében a csepegtető és esőztető öntözés hatását vizsgálta a lestyán növények magasságára. 2002-ben az öntözött parcellák növényeinek átlagmagassága 40 cm körül alakult (köztük jelentősebb különbség nem mutatkozott), az öntözetlen állomány azonban szignifikánsan alacsonyabbra nőtt (átl. 34 cm). 2003-ban, amikor különösen kevés csapadék hullott, az öntözetlen parcella növényei elpusztultak, míg a csepegtetővel öntözött egyedek átlagos magassága 27 cm körül, az esőztető rendszerrel öntözötteké pedig 19 cm körül alakult. Megállapítható tehát, hogy az öntözés, és annak módja befolyásolja a lestyán egyedek növekedését. A csepegtető öntözés hatékonyabb.

Novák (2006) azt is megvizsgálta, hogy az öntözés és öntözési mód befolyással van-e a lestyán levél- és gyökérdrog tömegére illetve illóolajhozamára és -összetételére. Megállapította, hogy az öntözés produkciönövelő hatású, de ez jobban érvényesül a gyökértömegnél (210-227% az öntözetlen kontroll százalékában), mint a levéltömegnél (116-117% az öntözetlen kontroll százalékában). Ugyanakkor a pótlólagos vízellátás sem a levél, sem a gyökér illóolaj-tartalmát nem befolyásolta szignifikánsan. A pótlólagos vízellátás azonban hatással volt az illóolaj-összetételre, méghozzá elsősorban a levéldrog esetén. Az α -

terpinil-acetát (a levélolaj fő komponense) aránya a 140-480 mm/tenyészidő pótlólagos vízellátás hatására 5,2%-kal nőtt, míg a Z-ligusztolid (a gyökérolaj fő komponense) aránya 3-4%-kal csökkent. Az is megállapításra került, hogy a vízellátás hatása mind a produkcóra, mind a minőségi paraméterekre erősebben függ a kijuttatott vízmennyiségtől, mint az öntözés módjától.

A lestyán fontos ápolási munkái közé tartozik a növényvédelem. Legveszélyesebb betegsége a fuzikládiumos varasodás (*Passalora depressa*). Ez a betegség általában a szárbaindulás és magérés között jelenik meg. A kórokozó az *Apiaceae* család több fajtát is fertőzi (pl. édeskömény, kapor, angelika) (Nagy, 2006).

Idősebb állományokban fordul elő a *Rhizoctonia solani* gomba, mely tőrothadást okoz. Ha megjelenik, már nem tudunk ellene védekezni. A betegség kialakulását segíti a hűvös, nedves időjárás, valamint a kötött és magas humusztartalmú talaj. A fertőzési veszélyt növelik a növényi sérülések, ezért ezek kialakulását lehetőleg el kell kerülni. A gomba a talajban is képes fennmaradni, ilyenkor a vetésváltás jelenthet segítséget (Ábrahám et al., 2011).

Másik jelentős betegsége a ramuláriás levélfoltosság, melyet a *Ramularia schroeteri* (syn. *Ramularia levistici*) kórokozó okoz. Ekkor a levélen foltok keletkeznek, amelyek idővel összefolynak és kifehérednek. Ennek eredményeként a növény asszimilációs felülete csökken, így a termés hozam is alacsonyabb lesz. A kár mértékét jelentősen csökkenthetjük a beteg lombzat eltávolításával (Glits és Folk, 2000).

Glits és Folk (2000) kevésbé jelentős betegségként említik a lestyánperonoszpórát, mely rendszeresen jelentkezik ugyan a növény levelén, de jelentősebb kárt nem okoz. Kizárólag csapadékos időben jelenik meg. Lengyelországban és Ausztriában rozsdabetegséget is leírtak a lestyánnál, a kórokozó a *Puccinia bornmuelleri* (Wolczanska és Wojciak, 2010; Plenk és Bedlan, 2010).

Kártevői közül a levéltetvek (*Aphididae*) jelentősek. Szívogatják a növényt, melynek következtében a növény gyengül, visszamarad a fejlődésben. A tetvek mézharmatot ürítenek, amelyen szennyeződések és korompenész tapadnak meg, így csökken az asszimilációs felület (Haltrich és Ördögh, 2006). Ellenük többek között BI 58 EC és ROGOL-40 EC rovarölő szerekkel védekezhetünk (Garamvölgyi et al., 2002).

A levelek betakarítása teljesen kifejlett állapotban történik, általában kaszálvarakodó géppel. Kisebb területen ez kaszakéssel vagy sarlóval is megvalósítható. A gyökeret úgy takarítják be, hogy levágják a lombzatot, majd ősszel (szeptember végén, október elején) kiemelik a gyökereket kormánylemez nélküli ekével vagy gyökérkiemelővel. Növényolaj-előállítás céljából az első évben a tőleveleket takarítják be szeptember második felében, a

második évben júliusban vágják a zöldmagvas növényeket járvaszecskázóval (Lenchés és Sárosi, 2013).

Szebeni-Galambosi és munkatársai (1992) finnországi kísérleteikben azt vizsgálták, hogy a betakarítási idő befolyással van-e a droghozamra. Megállapították, hogy a vegetációs időszak során a levélhozam mennyisége egyre inkább csökken. Azt tapasztalták, hogy a levéltömeg júniusban a legnagyobb, szeptember végére pedig jelentősen, egyötödére esik vissza. Ennek egyik oka az lehet, hogy a lestyánnak raktározó gyökérzete van, emiatt a tenyészidőszak végére a tápanyagszállítás fokozatosan a gyökérzet felé irányul, így a leveleknek egyre kevesebb tápanyag jut.

Novák (2006) is vizsgálta a betakarítási idő hatását a droghozamra és –minőségre. Azt tapasztalta, hogy a levélprodukció a tenyészidőszak folyamán csökkenő, a gyökértömeg viszont növekvő tendenciát mutat. A levél illóolaj-tartalma kvázi optimumgörbe szerint alakul a tenyészidőszak folyamán, bár a nyár közepi maximum évjárattól függően eltolódhat. A gyökér esetén a felhalmozódási szint október végéig nő. Az illóolaj-összetétel alapján a levél esetében a nyári (július-augusztus közepe), illetve az őszi (augusztus vége-október eleje) időszakból származó minták különböznek. A gyökér esetén az októberi minták illóolaj-összetétele tér el statisztikailag igazolhatóan az augusztus végi-szeptember eleji minták összetételétől. Ezen megállapításokat műszeres szenzoros vizsgálattal, elektromos orral történt mérésekkel is alátámasztották.

2.7. Elsődleges feldolgozása

A betakarított levelek és gyökerek elsődleges feldolgozását minél hamarabb meg kell kezdeni. A leveleket azonnal szárítani kell max. 35-40°C-on. A gyökereket betakarítás után megmossák, feldarabolják, ezután természetes vagy mesterséges módon szárítják. A természetes szárítás léghuzatos, árnyékos helyen történik, ekkor a gyökérdarabokat kiterítik. A mesterséges szárítás műszárítóban történik, 40-50°C-on (Lenchés és Sárosi, 2013).

Novák (2006) kísérletei során arra a megállapításra jutott, hogy szárítás során illóolaj-veszteség lép fel, mely a levélben nagyobb mértékű (0,2-0,5%), mint a gyökérben (0,1%). Az illóolaj-összetétel is változik a szárítás hatására. A Z-ligusztolid ftalid komponens részaránya csökken (a levélben 9,3%-kal, a gyökérben 5,1%-kal), a β -fellandrénnal monoterpén aránya pedig nő (a levélben 4,6%-kal, a gyökérben 2,3%-kal).

Śledź és munkatársai (2013) mikrohullámú szárítást végeztek több gyógynövényfaj, köztük a lestyán drogjának előállításakor. 300 W teljesítményű mikrohullámokat alkalmaztak

a szárítás során. A kísérletben vizsgálták a drog polifenol-tartalmát, színét és adszorpciós tulajdonságait. Jelentős szignifikáns különbségeket figyeltek meg az egyes növények között. A vizsgált fajok közül (*Levisticum officinale*, *Mentha sp.*, *Origanum vulgare*, *Petroselinum crispum*, *Eruca vesicaria*) az *Apiaceae* család fajai, a petrezselyem és lestyán tartották meg leginkább a színüket, és őrizték meg leginkább fenolos komponenseiket. Szintén ezen fajok drogjai rendelkeztek a legnagyobb vízgőz adszorpcióval.

Roslon és munkatársai (2013) megvizsgálták a fagyasztással, fagyasztva szárítással és sütve szárítással tartósított levelek illóolaj-összetételét. Azt tapasztalták, hogy az illóolajokban olyan komponensek is megjelentek (pl. transz-p-ment-2-én-1-ol, cisz- β -elemén és butiloftalid), amelyek a friss növényi anyagban nem mutathatók ki. Az említett tartósítási módok hatására nőtt az illóolajban az α -terpinil-acetát, Z-ligusztilid, Z-butilidénofthalid, E-butilidénofthalid és E-ligusztilid aránya is.

Dauksas és munkatársai (2002) szuperkritikus fluid CO₂ segítségével vonták ki az illóolajat a lestyán terméséből. Megállapították, hogy ezen módszer alkalmazásával nő az illóolajban a ftalidok mennyisége, az α -terpinil-acetát és β -fellandrén részaránya viszont csökken. Egy másik kísérletükben Dauksas és munkatársai (1999) azt is megállapították, hogy az extrakciós nyomás és hőmérséklet változtatásával befolyásolható az α -terpinil-acetát és 3-n-propilidén-ftalid oldhatósága, amitől függ az extraktum minősége.

Venskutonis et al. (2003) vizsgálataiban a lestyángyökér szuperkritikus kivonatának és lepárolt illóolajának összetétele nagyon hasonlóan alakult. Mindkettőben a Z-ligusztilid volt a fő komponens, és mindkettőben nagy arányban volt jelen a hidrofahéjsav-metil-észter.

Cu és munkatársai (1990) különböző szerves oldószerekkel vonták ki a lestyángyökér illóolaját. Megállapították, hogy minél polárosabb az oldószer, annál nagyobb a kivonatokban a ftalidok aránya. Kísérletükben etanolos, CFC 113-as (1,1,2-trikloro-1,2,2 trifluoro-etánnal), benzolos, diklórmétános, ciklohexános és hexános kivonási módokat alkalmaztak. Bár a benzolos, etanolos és diklórmétános kivonással nyert illóolajban magasabb arányban voltak jelen a ftalid komponensek, mégis a CFC 113-as kivonás bizonyult a leghatékonyabbnak mind olajmennyiség, mind olajminőség és aroma szempontjából. Headspace-technikával is megvizsgálták az illóolaj-összetételt, melynek során az olaj fő komponensei a β -fellandrén (16,47%), citronellál (12,84%) és Z-ligusztilid (20,91%) voltak. Pooter et al. (1985) is headspace-technikával vizsgálta a lestyángyökér illóolajának összetételét, de nála az α -terpinil-acetát és 1,8-cineol voltak a domináns komponensek.

Bylaite és munkatársai (1996) szintén headspace-eljárással vizsgálták a lestyán levelének, szárának, virágzatának és termésének illóolaj-összetételét. Mindegyik szerv

illóolajában a β -fellandrént találták, mint fő komponenst. Szerintük a kisebb arányban jelenlévő komponensek kimutathatóságát jelentős mértékben befolyásolja a gázkromatográfiában alkalmazott oszlop minősége. Az oktanalt és cisz-dihidro- α -terpinil-acetátot csak a dimetil-polixiloxán oszlop használatakor tudták detektálni.

Gijbels és munkatársai (1982) a vízgőzdesztilláció időtartamának hatását vizsgálták a lestyán illóolaj-összetételére. Azt tapasztalták, hogy a kivonás időtartama befolyásolja a mintákban megjelenő illóolaj-komponensek arányát.

III. VIZSGÁLATOK ANYAGA ÉS MÓDSZEREI

3.1. Vizsgálatok helye és ideje

Vizsgálatainkat 2013-ban végeztük két eltérő termőhelyen. Egyik termőhelyünk a Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaság Gyógynövény Telepe volt (3. ábra), a másik pedig Nagydorog, Tolna megyében (4. ábra).

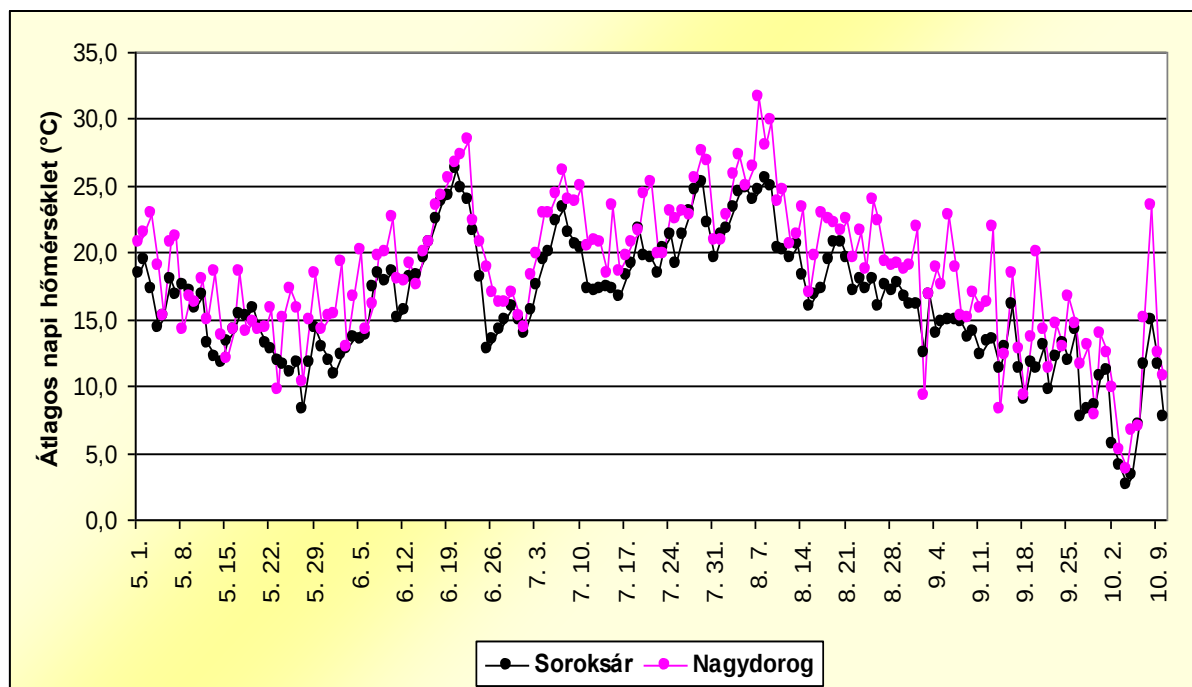


3. ábra. Egy- és kétéves lestyán parcellák Soroksáron (2013, július) (Fotó: Gosztola, 2013)



4. ábra. Két- és egyéves lestyán parcellák Nagydorogon (2013, október) (Fotó: Gosztola, 2013)

Nagydorogon a napi középhőmérséklet átlagosan 2-3°C-kal magasabb volt, mint Soroksáron (5. ábra), a természetes csapadék mennyisége pedig közel azonosan alakult. Azonban míg Soroksáron a nagy nyári szárazságban rendszeres öntözéssel pótoltuk a szükséges, hiányzó vízmennyiséget, addig Nagydorogon nem volt öntözés. A nagydorogi meteorológiai adatok az Országos Meteorológiai Szolgálat iregszemcsei meteorológiai állomásáról származnak.



5. ábra. Az átlagos napi hőmérséklet alakulása Soroksáron és Nagydorogon a lestyán tenyészedőszakában (OMSZ Iregszemcse, 2013)

A két termőhely alapvető talajadottságait az 1. táblázat szemlélteti. A soroksári talaj mésztartalma jóval magasabb, humusz-tartalma viszont alacsonyabb, mint a nagydorogi termőhelyé. A többi paramétert illetően azonban nincsenek közöttük számottevő különbségek.

1. táblázat. A soroksári és nagydorogi termőhelyek néhány talajjellemzője (2013)

Termőhely	pH	EC (mS/cm)	Humusz-tartalom(%)	K _A	CaCO ₃
Soroksár	7,44	0,032	0,907	<30	3,61
Nagydorog	7,40	0,040	1,590	<30	0,92

3.2. Vizsgálatok növényanyaga

Munkánk során azonos genotípusú növényanyagot használtunk. Az azonos szaporítóanyagból nevelt lestyán palántákat 3-4 lombszeleves állapotban vásároltuk azonos termelőtől, a korábbi évekhez hasonlóan. A vizsgálatba vont populációkat a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat. A vizsgált lestyán populációk termőhelye, létesítésének éve és életkora 2013-ban

Populáció helye	Létesítés éve	Populáció életkora 2013-ban
Soroksár	2013	1 éves
Soroksár	2012	2 éves
Soroksár	2011	3 éves
Nagydorog	2013	1 éves
Nagydorog	2012	2 éves

3.3. Vizsgálatok módszerei

2013-ban az egyéves állományok létesítésére került sor. A 3-4 lombszeleves palántákat május elején ültettük ki szabadföldre, mind Soroksáron, mind Nagydorogon, 50*50 cm-es sor- és tőtávolságra, az előző évekhez hasonlóan. A tenyészidőszak folyamán rendszeresen mechanikai gyomirtást végeztünk, ill. Soroksáron esőztető öntözéssel heti rendszerességgel pótoltuk a hiányzó nedvességet.

A két- és hároméves parcellákban a lestyánegyedek felénél eltávolítottuk a virágzati szárazakat (Soroksáron és Nagydorogon egyaránt), másik felükön azonban meghagytuk őket.

A levelek betakarítására szeptember elején került sor mindkét termőhelyen, amikor is minden parcella esetén véletlenszerűen kiválasztottunk 6-6 db egyedet (a két- és hároméves állományokban 3 virágzati szár nélkülit ill. 3 virágzati szárat nevelőt), és metszőollóval levágtuk a teljes föld feletti lombjukat. Ezek után a leveleket szárítókeretekre helyeztük és természetes úton megszáritottuk őket.

A gyökereket október közepén takarítottuk be (mindkét termőhelyen), parcellánként 6-6 ismétlésben (a két- és hároméves állományokban 3 virágzati szár nélkülit ill. 3 virágzati szárat nevelőt jelöltünk ki). A véletlenszerűen kiválasztott egyedek teljes gyökérzetét ásóval kiástuk, rövid ideig tartó erős vízszugárral tisztára mostuk őket (6. ábra), majd föld feletti részeit metszőollóval eltávolítottuk. Végül a friss gyökereket 0,5-1 cm-es darabokra aprítottuk a gyorsabb száradás és a későbbi könnyebb feldolgozás érdekében (7. ábra). A felaprított gyökereket szárítókeretekre vékony rétegben kiterítve természetes körülmények között megszáritottuk.



6. ábra. Gyökerek tisztítása erős vízsugárral (Fotó: Tóth, 2013)



7. ábra. Felaprított friss lestyángyökér (Fotó: Tóth, 2013)

Droghozam mérés során a megszáradt tövenkénti levelek és gyökerek tömegét mértük meg digitális mérleggel.

A beltartalmi vizsgálatokat a Gyógy- és Aromanövények Tanszék laborjában végeztük.

Az **illóolaj-tartalom** mérése Clevenger típusú készülékben, vízdesztillációval történt, melynek során 40g drogot (levél esetén egészet, gyökér esetén közvetlenül lepárlás előtt porítottat) 500 ml vízzel 4 órán keresztül pároltunk.

Az **illóolaj-összetételt** GC 6890N, detektor inert mass selective, Agilent Technologies készülékkel határoztuk meg, ahol a kolonna HP-5MS, 30 m hosszú, átmérője 250 μm , a filmvastagság pedig 0,25 μm . A vivőgáz hélium volt, melynek konstans áramlási sebessége 1 ml/perc. Az injektor és detektor hőmérséklete 230°C volt, az ionizáló energia pedig 70 eV. Split arány: 30:1, transzfer line: 240°C. Az injektálás automata injektorral történt (injektor

7683B, Agilent Technologies), az injektált mennyiség pedig 0,2ml (10 %-os hexános oldat). Az alkalmazott hőmérsékleti program a következőképpen nézett ki: 60°C-tól 240°C-ig, 3°C/perc. A komponensek azonosítása tömegspektrum alapján történt NIST könyvtár és tanszéki saját illóolajos könyvtár segítségével, valamint a retenciók felhasználásával. Az illóolaj-összetétel meghatározást populáció-átlagmintából, ismétlés nélkül végeztük.

A mikroszkópos vizsgálatokat a Növényteni Tanszék laborjában végeztük. A metszeteket fixálás nélkül, fagyasztó mikrotómmal készítettük el. A preparátumok 20-30 µm vastagságúak voltak, megfestésükre nem volt szükség. A mintákat Zeiss Axio Imager 2 világos látóter mikroszkóppal vizsgáltuk. Az Axio Vision 4.8.2.0 szoftver segítségével készítettünk róluk fotókat 10x-es és 5x-ös nagyításban.

3.4. Értékelés módszerei

Az adatok értékelése átlagok, szórások, homogenitás-vizsgálat (relatív szórás) korreláció-analízis, valamint egy- és kéttényezős variancia-analízis segítségével történt a STATISTICA 9.0. és a Microsoft Excel 2003 szoftverek alkalmazásával. Az eredményeket 95%-os megbízhatósági szint ($p < 0,05$) mellett elemeztük. A korreláció-analízis vizsgálatokor gyengének ítéltük két tulajdonság kapcsolatát, ha $r(x,y) \leq 0,4$, közepesnek, ha $0,4 < r(x,y) \leq 0,6$, és erősnek, ha $r(x,y) > 0,6$. A nagy mennyiségű adathalmazt ábrák segítségével tettük szemléletesebbé és áttekinthetőbbé.

IV. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

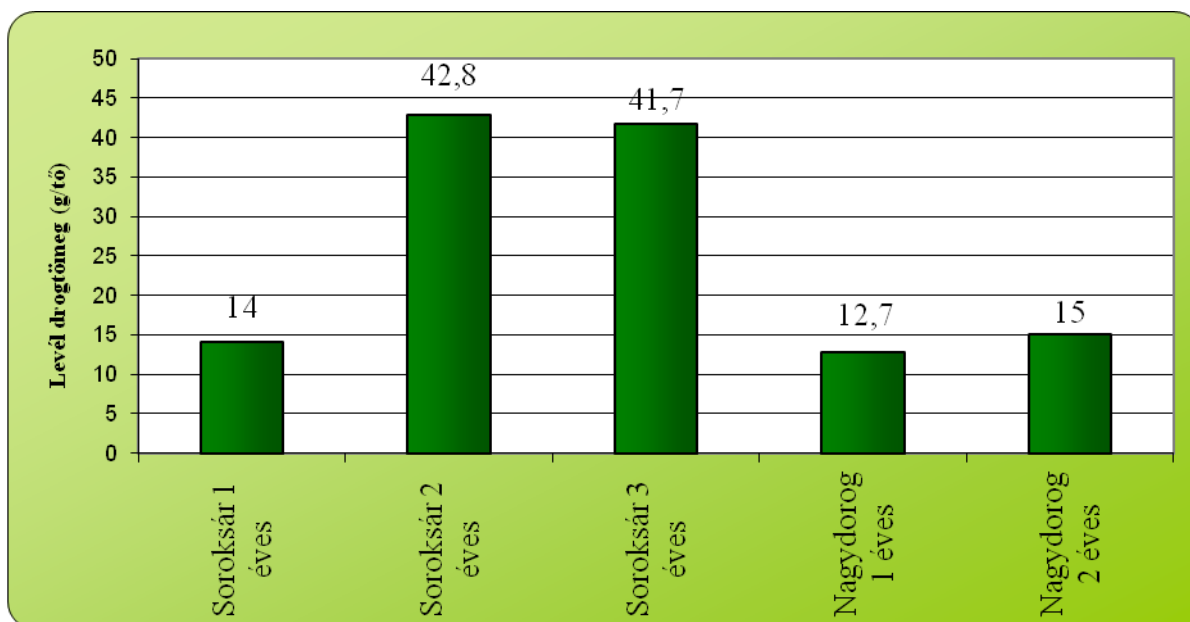
4.1. Levéldroghozam

4.1.1. Az életkor hatása a levéldrogtömegre

A Soroksáron, azonos környezeti körülmények között létesített, de eltérő korú lestyánpopulációk esetén az átlagos levéldrogtömeg az egyéves állományban volt a legalacsonyabb (14 g/tő), mely szignifikánsan is különbözött az idősebb egyedek levéldrogtömegétől ($p=0,001$; $SzD_{5\%}=17,8$ g/tő). A két- és hároméves populációk levélhozama azonban nagyon hasonlóan alakult (8. ábra).

A nagydorogi állományokban is a fiatalabb tövek esetén mértünk alacsonyabb levélprodukción (12,7 g/tő), de ezen a termőhelyen az idősebb tövek sem produkáltak sokkal nagyobb hozamot. Az egy- és kétéves populációk levéldrogtömege között nem is tudtunk statisztikailag igazolható különbségeket kimutatni. Nagydorogon, öntözés hiányában a lestyántövek nagyon szenvedtek a szárazságtól, fejlődésük jelentősen visszamaradt, ami elsősorban a másodéves állomány esetén szembetűnő (8. ábra).

Eredményeink alapján úgy tűnik tehát, hogy az életkor hatással van a levéldrogtömegre, vagyis az idősebb tövek nagyobb hozamokra képesek, de ez csak megfelelő környezeti körülmények között érvényesülhet. Kísérletünkben feltételezhetően a vízhiány okozta a nagydorogi másodéves lestyánegyedek alacsony levéldrog produkcióját.



8. ábra. A vizsgált lestyán populációk átlagos levéldrogtömegének alakulása 2013-ban

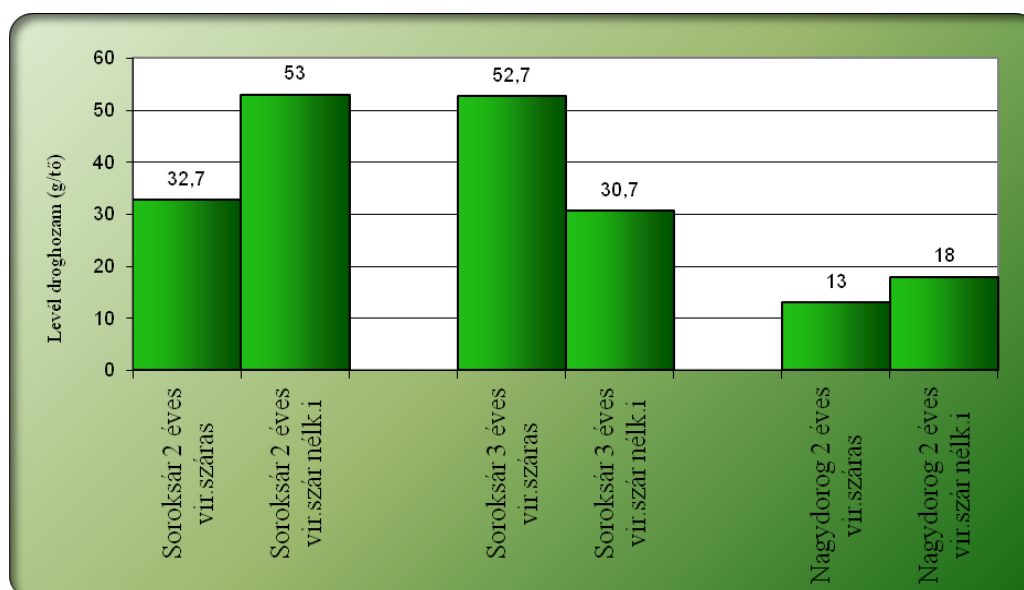
4.1.2. A termőhely hatása a levéldrogtömegre

Az azonos életkorú, de eltérő termőhelyen élő lestyánpopulációk levéldrogtömegét összehasonlítva megállapítható, hogy az egyéves állományok nagyon hasonló levélhozammal rendelkeztek (12,7-14 g/tő), köztük szignifikáns különbségeket nem lehet kimutatni. A kétéves tövek esetében azonban statisztikailag igazolt, látványos produkcióbeli eltérések mutatkoznak (8. ábra). Az időszakosan öntözött, így kedvezőbb vízellátottsággal rendelkező soroksári állomány egyedei majdnem háromszor nagyobb levéldrogtömeget neveltek, mint a száraz körülmények között termő nagydorogi tövek.

Ezen adatokból arra következtethetünk, hogy a termőhely és a környezeti körülmények jelentős mértékben befolyásolják a lestyán levélhozamát, de ez elsősorban az idősebb tövek esetén látványos. Az idősebb egyedek korukból adódóan már jóval nagyobb zöldtömeg fejlesztésére képesek, mint az egyévesek, így a kedvezőtlen környezeti hatások látványosabb hozambeli visszaesést okoznak esetükben, mint az egyéveseknél.

4.1.3. A virág szár eltávolításának hatása a levéldrogtömegre

A soroksári és nagydorogi kétéves állományok esetén a virág szár eltávolítása a virágzás kezdetén növelte a tövek levéldroghozamát (Soroksáron 62%-kal, Nagydorogon 38%-kal) a várakozásoknak megfelelően (9. ábra). Hiszen ez esetben a növény a virágzás és termésérlelés helyett energiáit vegetatív szerveinek fejlesztésére fordíthatja. A 3 éves populáció esetén



9. ábra. A virág szárát nevelő és virág szár nélküli két- és hároméves lestyánegyedek átlagos levéldroghozamának alakulása Soroksáron és Nagydorogon 2013-ban

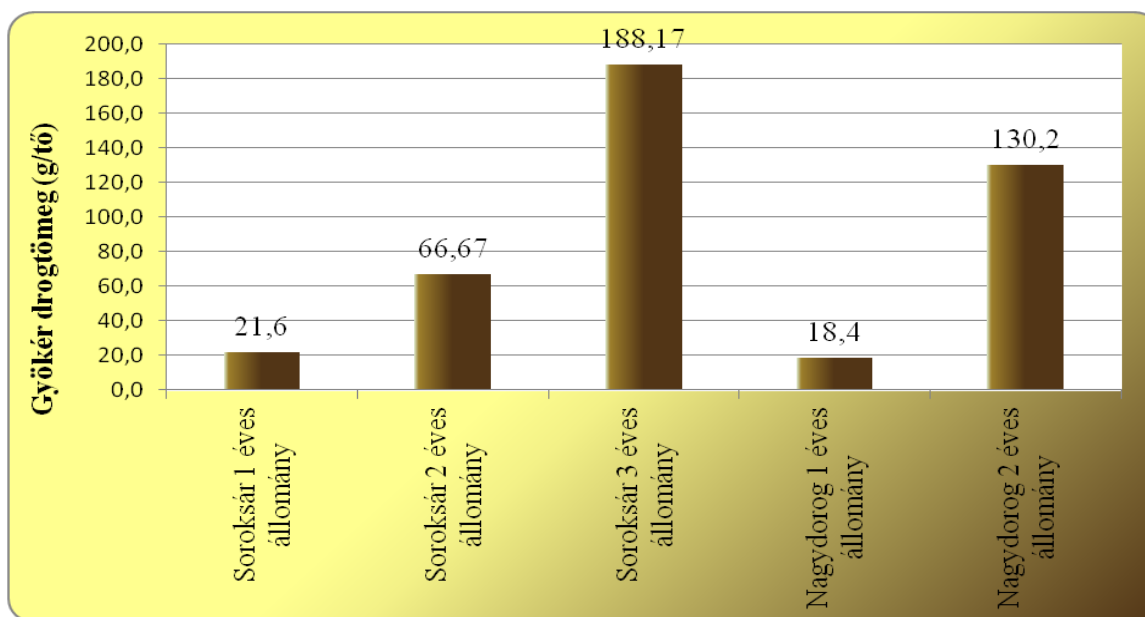
viszont éppen ellentétes eredményeket kaptunk. Az ellentmondás adódhat a mintavétel hibájából ill. a kis ismétlésszámból, de életkorbeli sajátosság is lehet. E kérdés tisztázásához azonban további vizsgálatok szükségesek.

4.2. Gyökérdroghozam

4.2.1. Az életkor hatása a gyökérdrogtömegre

A soroksári lestyán populációk átlagos gyökérdrogtömegét összehasonlítva megállapítottuk, hogy legkisebb droghozammal az egyéves egyedek rendelkeztek (21,6 g/tő). A kétéves állományban háromszor nagyobb értékeket mértünk, a harmadévesek pedig a másodéveseknél is háromszor nagyobb gyökértömeget neveltek (10. ábra). A különbségek mindegyik populáció esetén szignifikánsnak is bizonyultak ($p=0,000$; $SzD_{5\%}=30,8$ g/tő).

A nagydorogi állományok esetén is hasonló tendenciát találtunk. Az egyéves populáció jóval alacsonyabb átlagos gyökérdrogtömeggel rendelkezett (18,4 g/tő) mint a kétéves, és az eltérés statisztikailag is igazolt.



10. ábra. A vizsgált lestyán populációk átlagos gyökérdrogtömegének alakulása 2013-ban

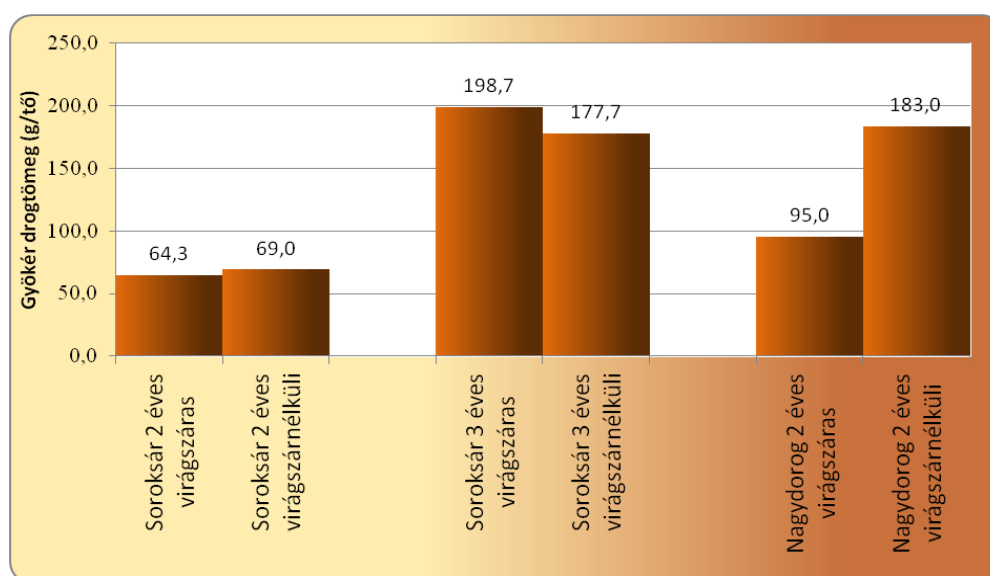
Eredményeink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy az életkor és a gyökérdrogtömeg között szoros pozitív korreláció van, vagyis az idősebb tövek jóval nagyobb gyökérral rendelkeznek, mint az egyévesek. S mivel a nagydorogi kétéves populáció 7-szer nagyobb hozamot produkált, mint az egyéves állomány (Soroksáron ez a különbség csupán 3-

szoros), úgy tűnik, a száraz, aszályos nagydorogi körülmények nagyobb és mélyebbre hatoló gyökérzet fejlesztésére készítették az idősebb, kétéves egyedeket. A kedvezőtlen környezeti körülmények tehát gyökérhozam-növelő hatásúnak bizonyultak.

4.2.2. A termőhely hatása a gyökérdrogtömegre

A soroksári és nagydorogi egyéves populációk gyökérdrogtömege nagyon hasonlóan alakult (18,4-21,6 g/tő), köztük statisztikai eltérést nem találtunk. A kétéves állományok között azonban szignifikáns különbségek mutatkoztak. Míg az öntözött körülmények között termő soroksári egyedek átlagos gyökérdroghozama 66,7 g/tő volt, addig a nagydorogi, öntözetlen környezetben fejlődő töveké ennek mintegy kétszerese, 130,2 g/tő (10. ábra). Úgy tűnik tehát, hogy az életkor mellett a termőhelynek ill. környezeti körülményeknek is van befolyása a gyökér-produkcióra. Kísérletünkben feltételezhetően a nagy szárazság volt az elsődleges meghatározó tényező, mely a lestyán levéldroghozamával ellentétben pozitív hatást gyakorolt a lestyántövek gyökerének fejlődésére. Novák (2006) azon megállapítása tehát, miszerint az öntözés produkciónövelő hatású, és ez jobban érvényesül a gyökértömegnél, mint a levéltömegnél, esetünkben nem igazolódott. A gyökérhozamra gyakorolt pozitív hatás azonban most is csak az idősebb egyedek esetén mutatkozott meg.

4.2.3. A virágsszár eltávolításának hatása a gyökérdrogtömegre



11. ábra. A virágsszárat nevelő és virágsszár nélküli két- és hároméves lestyánegyedek átlagos gyökérdroghozamának alakulása Soroksáron és Nagydorogon 2013-ban

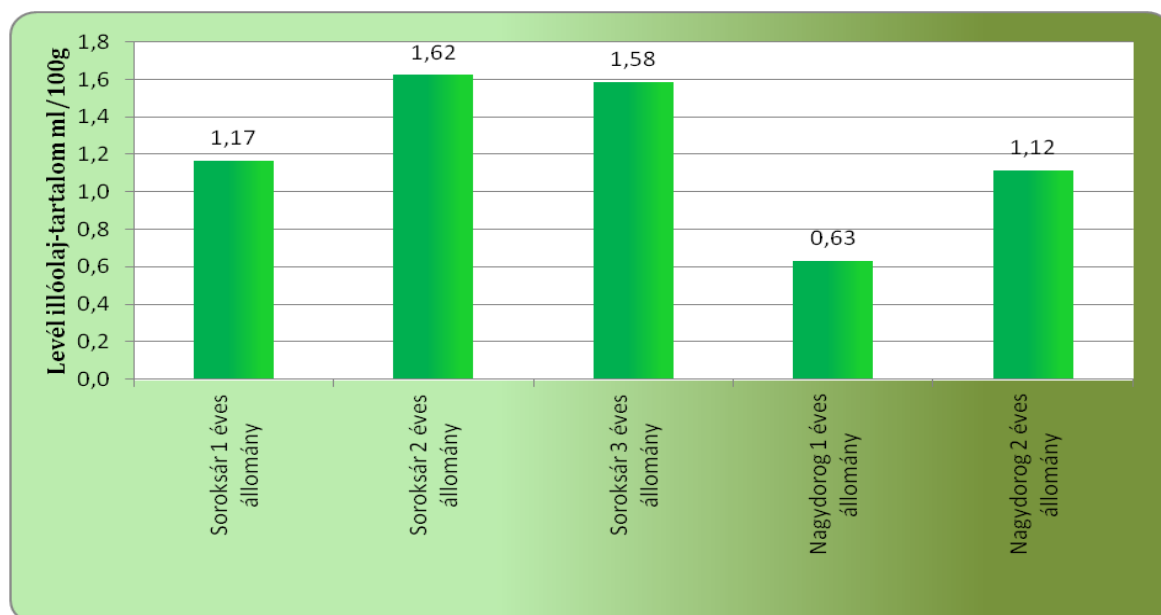
A virágzati szár virágzás kezdetén történő kivágása a nagydorogi kétéves állomány esetén egyértelmű, szignifikáns gyökérdroghozambeli növekedést eredményezett (11. ábra). A virágzati szár nélkül fejlődő egyedek majdnem dupla akkora gyökérzetet neveltek, mint azok a tövek, melyeken meghagytuk a virágzati szárát. A soroksári populációkban viszont nem mutatkoztak jelentős eltérések a virágzati szár eltávolításának hatására. Úgy tűnik, aszályos, kedvezőtlen környezeti körülmények között a virágzati szár eltávolításának gyökérhozzamnövelő hatása felerősödik, hiszen így a növénynek jóval több energiája marad gyökérzetének fejlesztésére, amit egyébként a virágzásra és termésérlelésre kellene fordítania.

4.3. Lestyánlevél illóolaj-tartalma

4.3.1. Az életkor hatása a lestyánlevél illóolaj-tartalmára

A soroksári, eltérő életkorú lestyánpopulációk levéldroghjának átlagos illóolaj-tartalmát vizsgálva megállapítottuk, hogy az egyéves egyedek rendelkeztek a legalacsonyabb felhalmozási szinttel (1,17 ml/100g), mely szignifikánsan is különbözött az idősebb állományokban mért értékektől ($p=0,000$; $SzD_{5\%}=0,25$ ml/100g). A két- és hároméves populációk közel hasonló mennyiségű illóolajat halmoztak fel leveleikben (1,58-1,62 ml/100g), köztük statisztikailag igazolható különbségeket nem találtunk (12. ábra).

A nagydorogi termőhely populációi esetén szintén a fiatalabb állomány rendelkezett alacsonyabb átlagos illóolaj-tartalommal (0,63 ml/100g), a kétéves egyedek majdnem kétszer



12. ábra. A vizsgált lestyán populációk levéldroghjának átlagos illóolaj-tartalma 2013-ban

annyi illóolajat tartalmaztak leveleikben, mint az egyévesek. A különbség szignifikánsnak is bizonyult. Eredményeink alapján úgy tűnik tehát, hogy az életkor pozitívan befolyásolja a levél illóolaj-tartalmát, azaz az idősebb egyedek magasabb illóolaj-produkcióra képesek. Ezen megállapításunk összhangban van Novák és Németh (2002) eredményeivel is, akik szintén az idősebb egyedek leveleiben mértek magasabb illóolaj-felhalmozódást.

A lestyántövek levéldrog tömege és illóolaj-tartalma között közepes erősségű pozitív kapcsolatot találtunk ($r = 0,55$), ami arra utal, hogy a nagyobb hozam 30%-os valószínűséggel (r^2) magasabb illóolaj-tartalommal is párosul.

4.3.2. A termőhely hatása a lestyánlevél illóolaj-tartalmára

Az egyéves lestyánpopulációk levéldrogjának átlagos illóolaj-tartalma szignifikánsan is eltérő volt a két termőhelyen. Míg Nagydorogon 0,63 ml/100g átlagos felhalmozási szintet mértünk, addig a soroksári egyéves egyedek majdnem kétszer annyi illóolajat tartalmaztak (12. ábra). Hasonló tendencia mutatkozott a kétéves állományok esetében is. A soroksári parcella töveinek átlagos levél illóolaj-tartalma (1,62 ml/100g) jóval meghaladta a nagydorogi populációban mért értékeket (1,12 ml/100g). A különbséget statisztikailag is igazoltuk.

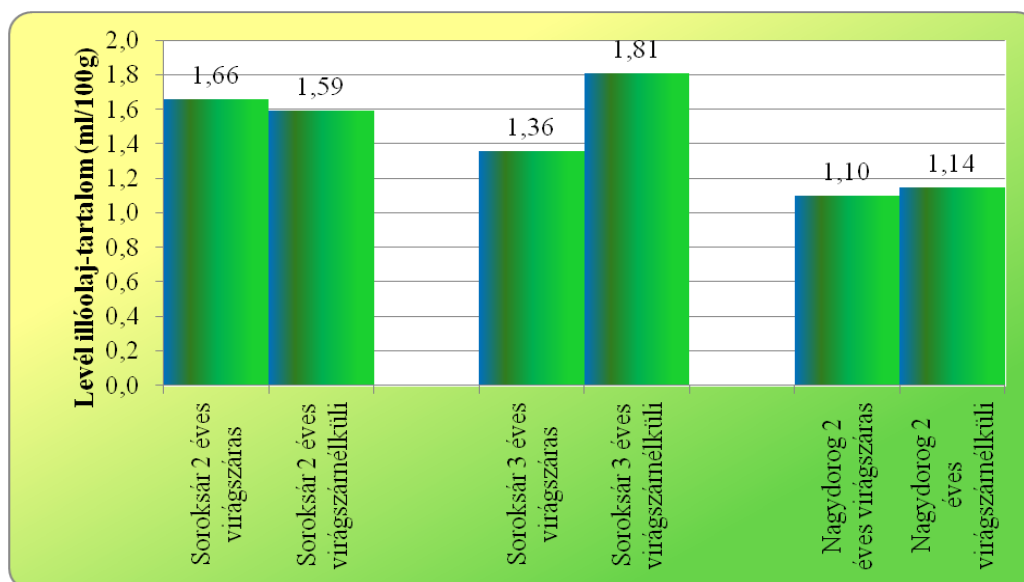
Megállapítható tehát, hogy Nagydorogon mind az egyéves, mind a kétéves lestyántövek szignifikánsan alacsonyabb levél illóolaj-tartalommal rendelkeztek, mint az azonos korú soroksári egyedek. A termőhelynek tehát volt hatása a vizsgált tulajdonság alakulására. Azonban az is elképzelhető, hogy a termőhely elsődlegesen a droghozamot befolyásolta, a kisebb hozam (pl. kisebb levelek kevesebb illóolajjával) pedig alacsonyabb illóolaj-tartalmat eredményezett. Ily módon a termőhely csak indirekt módon volt hatással a levél illóolaj-tartalmára. Ezen kérdés tisztázásához azonban még további vizsgálatok szükségesek.

4.3.3. A virágszár eltávolításának hatása a lestyánlevél illóolaj-tartalmára

Munkánk során megvizsgáltuk a virágzati szár virágzás kezdetén történő eltávolításának hatását is a lestyánpopulációk átlagos levél illóolaj-hozamára. Azt tapasztaltuk, hogy a kétéves állományok esetén (mind Soroksáron, mind Nagydorogon) nem volt számottevő, szignifikáns különbség a virágszárral rendelkező és virágzati szárát nem nevelő egyedek leveleinek illóolaj felhalmozásában. A soroksári állományok levél illóolaj-tartalma 1,59-1,66 ml/100 között változott, míg a nagydorogi populációké 1,10-1,14 ml/100g között (13. ábra).

A soroksári hároméves állomány egyedei esetén azonban statisztikailag is igazolható illóolaj-tartalombeli növekedést eredményezett a virágzati szárak eltávolítása ($p=0,006$;

SzD_{5%}=0,37 ml/100g). Ezen eltérő eredménynek több oka is lehet. Egyrészt adódhat életkorbeli sajátosságokból, de a kis ismétlésszám és mintavétel hibájából is. A virágzati szárat nevelő hároméves egyedek levél illóolaj-tartalma ugyanis igen nagy szórást mutat (CV_%=30,9%), ami jelentősen meghaladja a többi populációban tapasztalt értékeket (CV_%=4,3-8,3%).



13. ábra. A virágzatarat nevelő és virágzár nélküli két- és hároméves lestyánegyedek levelének átlagos illóolaj-tartalma Soroksáron és Nagydorogon 2013-ban

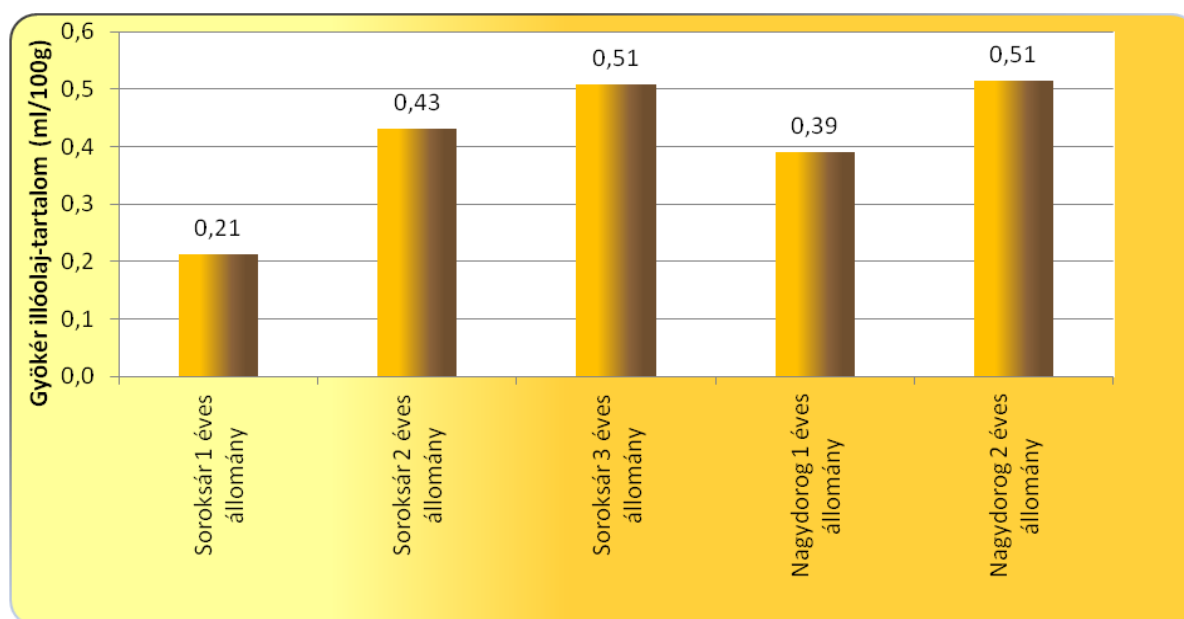
4.4. Lestyángyökér illóolaj-tartalma

4.4.1. Az életkor hatása a lestyángyökér illóolaj-tartalmára

A soroksári egy-, két- és hároméves populációk gyökérdrogjának átlagos illóolaj-tartalmát összehasonlítva megállapítottuk, hogy az egyéves egyedek rendelkeztek szignifikánsan is a legalacsonyabb felhalmozási szinttel (0,21 ml/100g) ($p=0,000$; SzD_{5%}=0,09 ml/100g). Az idősebb tövek gyökerében nőtt az illóolaj mennyisége (14. ábra), bár a két- és hároméves állományok illóolaj-tartalma között nem találtunk statisztikailag igazolható eltérést. A nagydorogi termőhelyen is a fiatalabb állomány gyökereiben mértük az alacsonyabb illóolaj-tartalmat (0,39 ml/100g), ami szignifikánsan is eltér a kétéves populáció felhalmozásától (0,51 ml/100g). A 8. Magyar Gyógyszerkönyv előírásainak (min. 0,3 ml/100g gyökér illóolaj-tartalom) egyedül a soroksári egyéves állomány nem felelt meg.

Adataink alapján a lestyán életkora egyértelműen befolyásolja a gyökér illóolaj-tartalmát, köztük szoros pozitív korreláció figyelhető meg. Ezen megállapításunk

összhangban van Szebeni-Galambosi és munkatársai (1992) valamint Novák (2006) eredményeivel, miszerint az életkor előrehaladtával nő a lestyángyökerek illóolaj-tartalma.

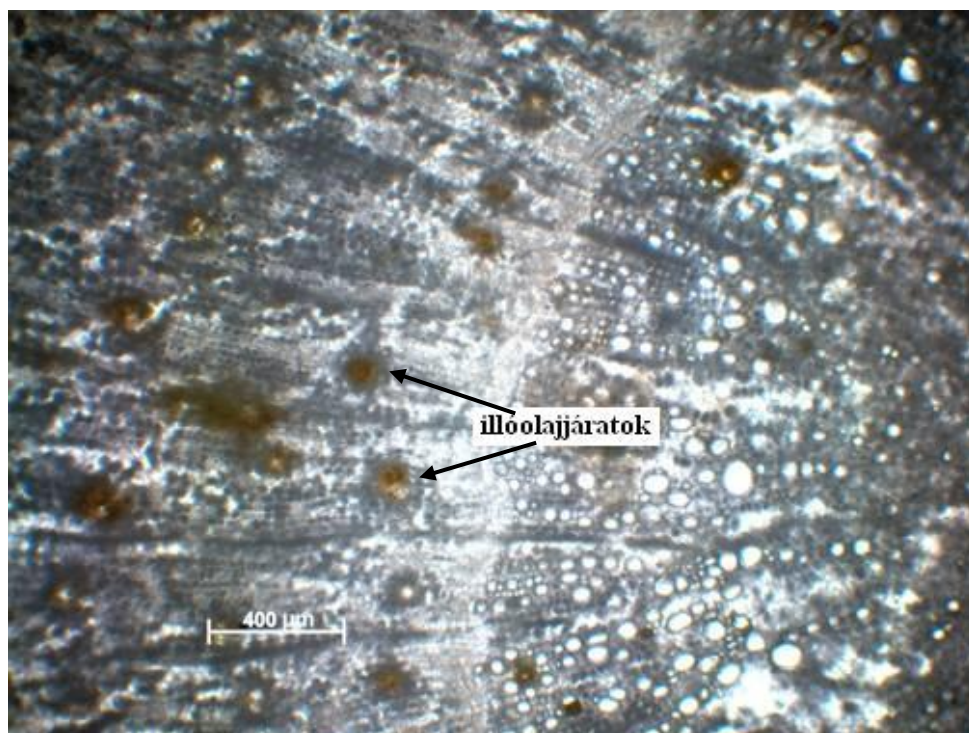


14. ábra. A vizsgált lestyán populációk gyökérdrogjának átlagos illóolaj-tartalma 2013-ban



15. ábra. A soroksári egyéves parcella egyik egyedének gyökérkeresztmetszet-részlete tízszeres nagyításban (Fotó: Tóth, 2013)

Az egyéves és kétéves gyökerek szövettani felépítését mikroszkóp alatt vizsgáltuk. A skizogén váladéktartók a hancstest parenchima részében képződnek, méretük változó. Az egyéves gyökérben még viszonylag kevés az illóolajjáratok száma (15. ábra), a kétéves gyökérben viszont már sokkal több, és jóval sűrűbben is helyezkednek el (16. ábra). Az idősebb gyökerek magasabb illóolaj-tartalma tehát az illóolajjáratok számának növekedésével magyarázható elsősorban.



16. ábra. A soroksári kétéves parcella egyik egyedének gyökérkeresztmetszet-részlete
ötszörös nagyításban (Fotó: Tóth, 2013)

A lestyán általunk vizsgált szerveinek illóolaj-tartalmát összehasonlítva megállapítottuk, hogy adataink szerint a levél jóval magasabb illóolaj-felhalmozással rendelkezik (0,63-1,62 ml/100g), mint a gyökér (0,21-0,51 ml/100g).

4.4.2. A termőhely hatása a lestyángyökér illóolaj-tartalmára

Az azonos életkorú, de eltérő termőhelyen termő lestyánpopulációk gyökérdrogiájának illóolaj-tartalma között szignifikáns különbségeket találtunk. Az egyéves állományok esetén a nagydorogi termőhelyen magasabb gyökérbeni illóolaj-felhalmozást találtunk (0,39 ml/100g), mint Soroksáron, és ugyanez volt a helyzet a kétéves populációk esetén is. A nagydorogi

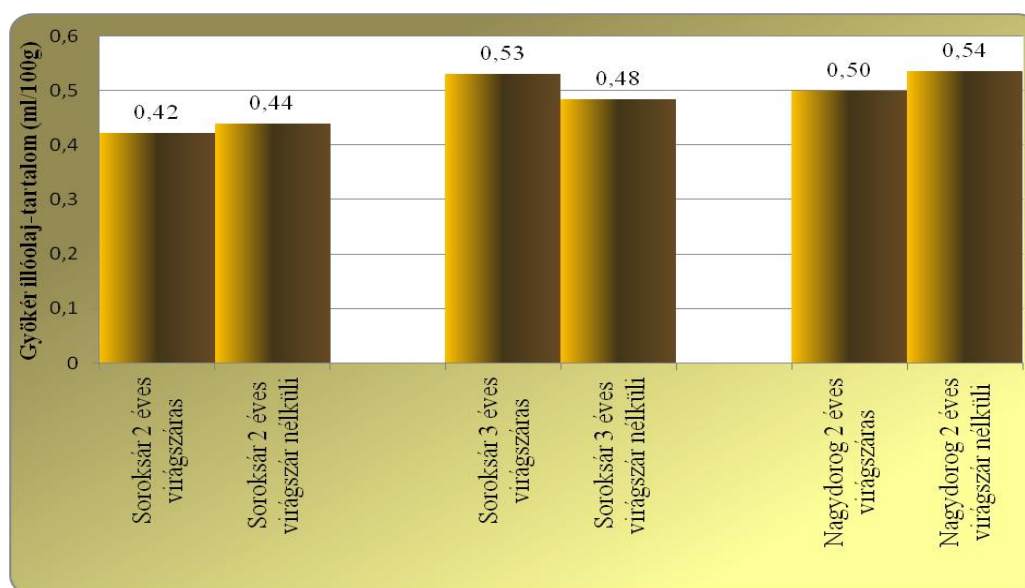
kétéves lestyántövek átlagosan 0,51 ml/100g illóolaj-tartalommal rendelkeztek, míg a soroksáriakban kicsit alacsonyabb átlagos felhalmozási szinteket mértünk (14. ábra).

Adataink alapján úgy tűnik tehát, hogy a termőhely befolyással van a lestyángyökér illóolaj-tartalmára. Mindegyik esetben a nagydorogi populációk rendelkeztek magasabb illóolaj-produkcióval.

A lestyántövek gyökérdrog tömege és illóolaj-tartalma között szoros pozitív korrelációt találtunk ($r = 0,65$), ami azt jelenti, hogy a nagyobb méretű gyökér 42%-os valószínűséggel magasabb illóolaj-tartalommal is rendelkezik. Ily módon elképzelhető, hogy a termőhely elsősorban a gyökértömeg alakulására hat, annak növekedése viszont maga után vonja az illóolaj-tartalom növekedését is. Így a termőhely illóolaj-tartalomra gyakorolt hatása csupán közvetett. Ezen kérdés tisztázásához azonban további vizsgálatok szükségesek.

4.4.3. A virág szár eltávolításának hatása a lestyángyökér illóolaj-tartalmára

A virágzati szár eltávolítása egyik populáció esetén sem eredményezett jelentős, statisztikailag igazolható változást a gyökérdrog illóolaj-tartalmában ($p=0,489$). A soroksári kétéves populáció virág szárát nevelő és virág szár nélküli egyedeinek átlagos gyökér illóolaj-tartalma 0,42 és 0,44 ml/100g között alakult, a nagydorogi kétéveseké 0,50-0,54 ml/100g között, a soroksári hároméveseké pedig 0,48 és 0,53 ml/100g között (17. ábra). Ezek alapján úgy tűnik, a virág szár eltávolításának nincs közvetlen hatása a gyökérillóolaj-termelésre.



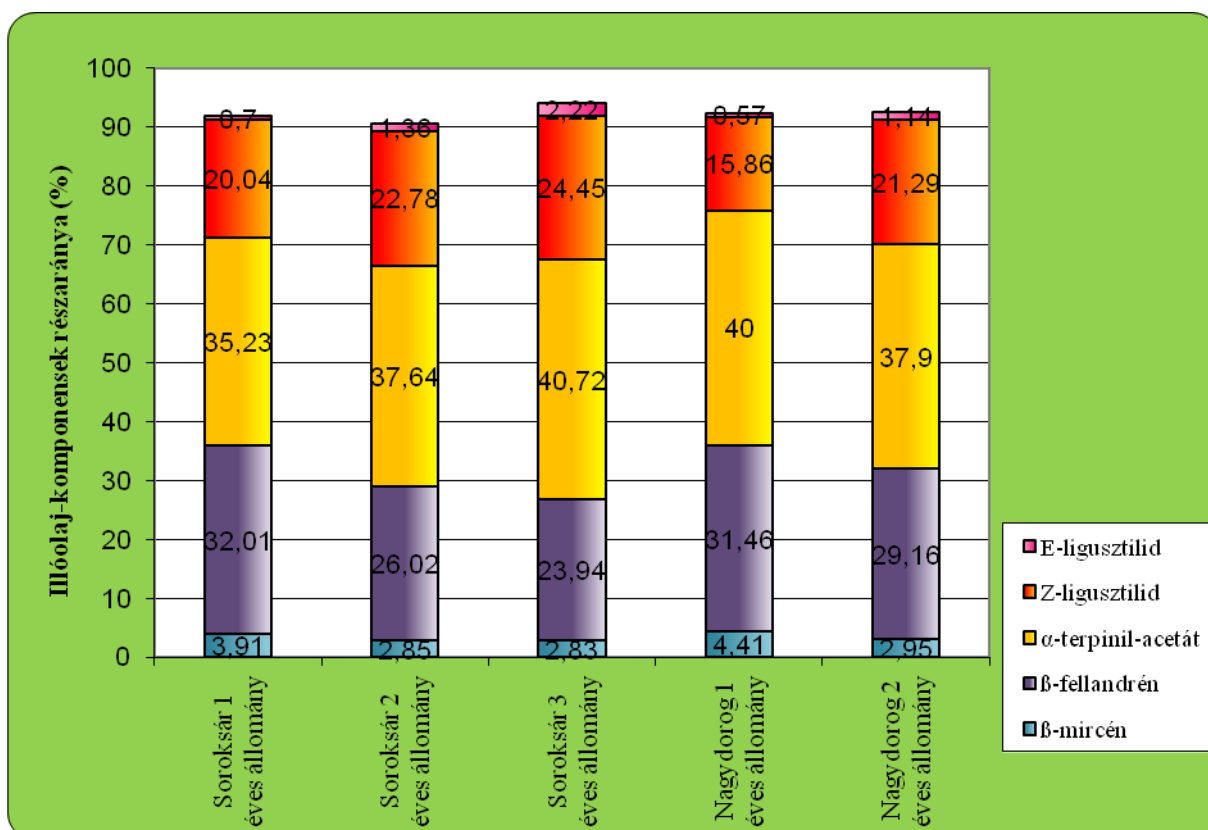
17. ábra. A virág szárát nevelő és virág szár nélküli két- és hároméves lestyánegyedek gyökerének átlagos illóolaj-tartalma Soroksáron és Nagydorogon 2013-ban

4.5. Lestyánlevél illóolaj-összetétele

4.5.1. Az életkor hatása a lestyánlevél illóolaj-összetételére

Munkánk során megvizsgáltuk az azonos termőhelyen élő, de eltérő életkorú lestyánpopulációk levéldrogjának illóolaj-összetételét is. Az α -terpinil-acetátot azonosítottuk az illóolajmintákban, mint fő komponenst, hasonlóan Chunghoz (2000) és Novákhhoz (2006). Azonban míg Chung közel 80%-os felhalmozási szinteket talált, Novák pedig 39-52%-osat, addig az általunk vizsgált genotípusban 35 és 40% közötti volt az α -terpinil-acetát illóolajon belüli részaránya. További fontos komponensek voltak még: β -fellandré, Z-ligusztid, β -mircén és E-ligusztid (18. ábra).

Az életkorbeli különbségek hatására a soroksári és nagydorogi populációk levelének illóolajában kis mértékben módosult ugyan a főbb vizsgált komponensek illóolajon belüli, egymáshoz viszonyított részaránya, de az illóolaj jellemző összetétele az életkor hatására nem változott. A soroksári állományok esetén az α -terpinil-acetát felhalmozásának szintje kis mértékű növekedést mutatott az életkor előrehaladtával (35,2%-ról 40,7%-ra), ami összhangban van Novák (2006) eredményeivel, miszerint az α -terpinil-acetát aránya az idősebb tövekben



18. ábra. A vizsgált lestyán populációk levél-illóolajának fő komponensei 2013-ban

magasabb. Hasonló, kismértékű növekvő tendencia figyelhető meg a Z-ligusztilid (20,0%-ról 24,5%-ra) és E-ligusztilid esetében is (0,7%-ról 2,2%-ra). A β -fellandré és β -mircén komponensek mennyisége viszont alacsonyabb volt az idősebb tövek levelének illóolajában. A β -fellandré csökkenő tendenciáját az életkor előrehaladtával Novák (2006) is leírta. Esetünkben a β -fellandré aránya 32%-ról csökkent le 24%-ra, míg a β -mircén aránya 3,9%-ról 2,8%-ra.

A nagydorogi egy- és kétéves populációk esetén is hasonló tendenciákat tapasztaltunk (Z-ligusztilid: 15,9%-ról 21,3%-ra; E-ligusztilid: 0,6%-ról 1,1%-ra; β -fellandré: 31,5%-ról 29,2%-ra; β -mircén: 4,4%-ról 3,0%-ra), kivéve az α -terpinil-acetátot. Ezen illóolaj-komponens részaránya ugyanis a soroksári állományokban megfigyeltekkel ellentétben nem nőtt, hanem nagyon kis mértékben, de csökkent (40%-ról 37,9%-ra) a vizsgált mintákban az életkor előrehaladtával (18. ábra).

4.5.2. A termőhely hatása a lestyánlevél illóolaj-összetételére

Az azonos életkorú lestyán populációk levéldrogjának illóolaj-összetétele is nagyon hasonlóan alakult, a vizsgált komponensek illóolajon belüli részaránya csupán néhány százalékos eltérést mutatott. A legnagyobb különbséget az egyéves állományok α -terpinil-acetát felhalmozásában találtuk, de ez esetben is mindössze 5%-os felhalmozásbeli eltérés mutatkozott (18. ábra). Megállapítható tehát, hogy az életkor mellett a termőhely sem befolyásolta számottevően a lestyán levelének illóolaj-összetételét.

4.6. Lestyángyökér illóolaj-összetétele

4.6.1. Az életkor hatása a lestyángyökér illóolaj-összetételére

A vizsgálatba vont, azonos genotípusú lestyán populációk gyökérdrogjának illóolajában a Z-ligusztilid volt a fő komponens, hasonlóan Novák (2006) eredményeihez. További fontos komponensek voltak még: 1-pentil-ciklohexa-1,3-dién, β -fellandré, β -pinén, 2-3-butilidén-ftalid, E-ligusztilid és α -terpinil-acetát.

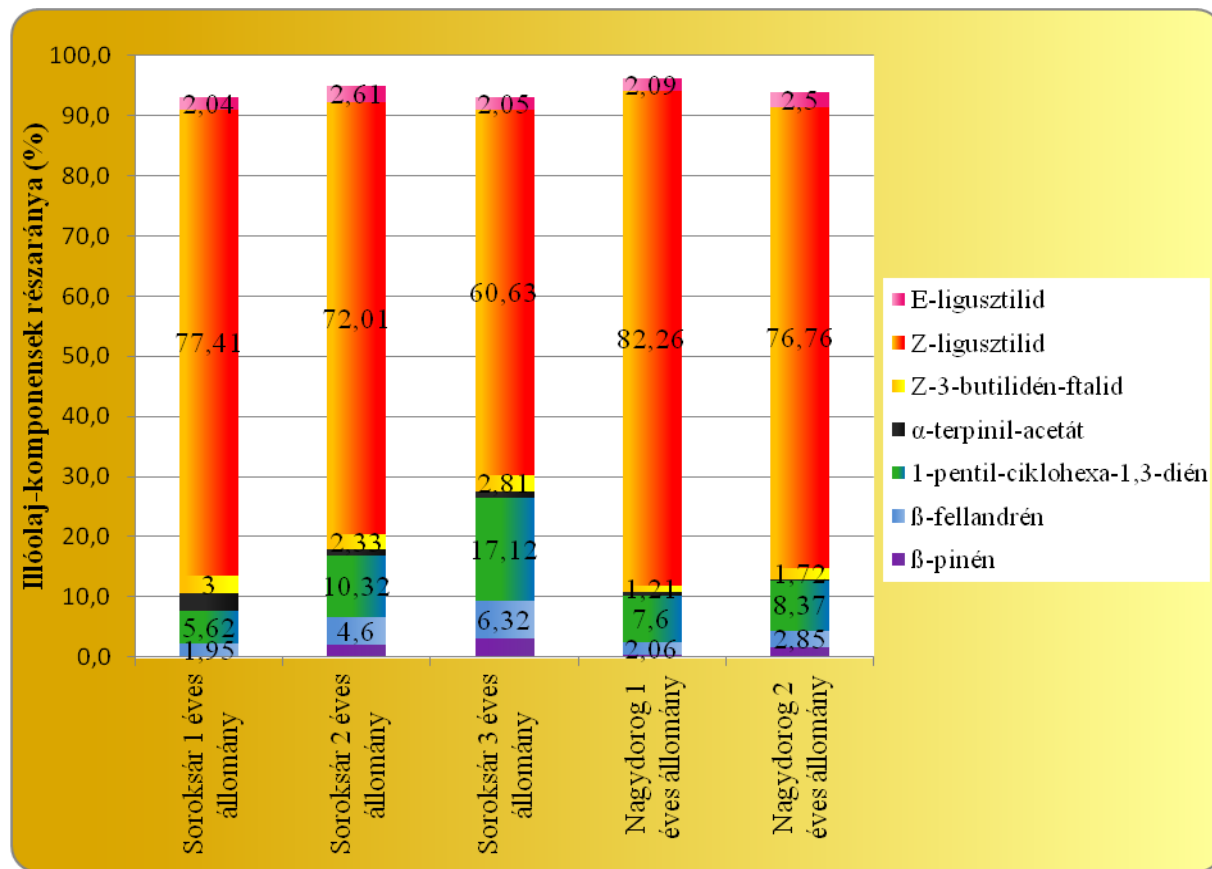
A soroksári állományok gyökér illóolajában a Z-ligusztilid részaránya az életkor előrehaladtával csökkenő tendenciát mutatott. Míg az egyéves populációban 77,4% volt illóolajon belüli mennyisége, addig a hároméves egyedek illóolajában már csak átlagosan 61%-os arányban fordult elő. Ez a csökkenő tendencia a nagydorogi állományok esetén is megfigyelhető (19. ábra).

Az 1-pentil-ciklohexa-1,3-dién komponens mennyisége viszont éppen ellenkezőleg, növekvően alakult a lestyángyökér illóolájában az életkor előrehaladtával. Illóolajon belüli részaránya megháromszorozódott a hároméves állományban az egyéveshez képest (5,6%-ról 17,1%-ra nőtt). Szintén aránybeli növekedést tapasztaltunk a β -fellandrén és β -pinén komponensek esetén. A β -fellandrén aránya 2%-ról 6,3%-ra nőtt, a β -pinén pedig, mely az egyéves populációkban nem is volt kimutatható, az idősebb tövek illóolájában megjelent.

A kisebb, minor komponensek, mint a 2-3-butilidén-ftalid és E-ligusztilid, nem változtak jelentősebb mértékben a különböző életkorú állományok illóolájában, de az α -terpinil-acetát részaránya csökkenő tendenciát mutatott (19. ábra).

A nagydorogi egy- és kétéves populációk gyökér illóolájában is azonos tendenciájú aránybeli változásokat tapasztaltunk, mint a soroksári állományok esetén.

Megállapítható tehát, hogy kísérletünkben az életkor hatással volt a lestyángyökér illóolájának összetételére. Az idősebb tövek illóolájában csökkent a Z-ligusztilid, viszont nőtt az 1-pentil-ciklohexa-1,3-dién és β -fellandrén illóolajon belüli részaránya. Így Novák (2006) azon megállapítását, miszerint a lestyán egyedek életkora nem befolyásolja szignifikánsan a gyökér illóolaj-összetételét, nem tudtuk megerősíteni.



19. ábra. A vizsgált lestyán populációk gyökér-illóolájának fő komponensei 2013-ban

4.6.2. A termőhely hatása a lestyángyökér illóolaj-összetételére

Az azonos korú lestyán populációk gyökér-illóolajának összetétele nagyon hasonlóan alakult az eltérő termőhelyeken, közöttük érdemi különbségeket nem találtunk (19. ábra). Kísérletünkben tehát a termőhely nem volt hatással a lestyángyökér illóolajának minőségére.

V. ÖSSZEFOGLALÁS

Munkánk során azonos genotípusú, de eltérő életkorú lestyánpopulációk levél- és gyökérdrogtömegét, levél- és gyökérillóolaj-tartalmát valamint összetételét vizsgáltuk két eltérő termőhelyen, Soroksáron (Pest megye) és Nagydorogon (Tolna megye) 2013-ban. Nagydorogon öntözés nélküli termesztés folyt, így a nagy nyári szárazság idején aszályos körülmények uralkodtak. Soroksáron a hiányzó vízmennyiség egy részét heti rendszerességgel pótoltuk. A soroksári termőhelyen 3 állomány (egy-, két- és hároméves), míg Nagydorogon 2 populáció (egy- és kétéves) állt rendelkezésünkre. Kísérletünkben a lestyántövek életkorának, a termőhelynek, valamint a virágzati szár visszavágásának droghozamot és –minőséget befolyásoló hatásait vizsgáltuk.

A levéldrogtömeg mindkét termőhelyen az egyéves állományokban volt a legalacsonyabb (12,7 és 14 g/tő), a legmagasabb pedig a soroksári két- és hároméves populációkban (42,8 és 41,7 g/tő). A nagydorogi, aszályos körülmények között fejlődő kétéves egyedek az egyévesekhez hasonló alacsony levéltömeggel voltak jellemezhetők (15 g/tő). Megállapítottuk, hogy az életkor és a termőhely is hatással volt a levéldrogtömeg alakulására, hiszen az idősebb tövek nagyobb levélhozamot produkáltak, de csak megfelelő környezeti körülmények között. A virágzati szár virágzás kezdetén történő eltávolítása szintén növelte a tövek levélhozamát.

Gyökérdrogtömeg esetén is az egyéves populációkban mértük a legalacsonyabb értékeket (18,4 és 21,6 g/tő), a legnagyobb hozammal pedig a hároméves állomány volt jellemezhető (188,2 g/tő). A kétéves populációk között szignifikáns különbségek adódtak: míg a soroksári egyedek átlagos gyökérdroghozama 66,7 g/tő volt, addig a nagydorogit a duplája (130,2 g/tő). Eredményeink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy mind az életkor, mind a termőhely hatással van a lestyántövek gyökérhozamára, mivel az idősebb tövek nagyobb gyökérszettel rendelkeznek, mint az egyévesek, az azonos korú, kétéves állományok pedig eltérő droghozamot produkálnak a különböző termőhelyeken. Az aszályos, száraz nagydorogi körülmények pozitív hatást gyakoroltak a lestyántövek gyökerének fejlődésére. A virágzati szár visszavágása is kedvezett a gyökérfejlődésnek, különösen kedvezőtlenebb környezeti körülmények között.

A lestyán levelének illóolaj-tartalma az életkor előrehaladtával mindegyik termőhelyen statisztikailag igazolhatóan nőtt. A soroksári egyéves állományban 1,17 ml/100g, a két- és háromévesben 1,58 és 1,62 ml/100g felhalmozást mértünk, míg a nagydorogi egyéves populáció átlagos illóolaj-tartalma 0,63 ml/100g volt, a kétévesé pedig 1,12 ml/100g. Az

életkor mellett a termőhelynek is volt hatása a levél illóolaj-tartalmának alakulására, ugyanis a nagydorogi lestyántövek szignifikánsan alacsonyabb illóolaj felhalmozással rendelkeztek, mint az azonos korú soroksári egyedek. A levéldrogtömeg és illóolaj-tartalom között közepes erősségű pozitív kapcsolatot találtunk ($r = 0,55$), ami arra utal, hogy a nagyobb levéltömeg 30%-os valószínűséggel magasabb illóolaj-tartalommal is párosul.

A gyökérdrog illóolaj-tartalma is lineárisan nőtt a lestyántövek életkorával, vagyis az idősebb tövek nagyobb illóolaj-hozammal rendelkeztek. Szövetteni vizsgálataink szerint ennek legfőbb oka, hogy az idősebb gyökerekben jelentősen nő az illóolajjáratok száma. A soroksári egyéves populációban 0,21 ml/100g, a két- és háromévesben 0,43 és 0,51 ml/100g átlagos felhalmozást mértünk, a nagydorogi egyéves állományban 0,39 ml/100g-ot, a kétévesben pedig 0,51 ml/100g-ot. Az életkor mellett a termőhely is befolyással volt a gyökér illóolaj produkciójára, mivel a nagydorogi lestyántövek szignifikánsan magasabb illóolaj felhalmozással rendelkeztek, mint az azonos korú soroksári egyedek. Megvizsgálva a gyökérdrogtömeg és illóolaj-tartalom közötti kapcsolatot, szoros pozitív korrelációt találtunk közöttük ($r = 0,65$), ami szerint a nagyobb méretű gyökér 42%-os valószínűséggel magasabb illóolaj-tartalommal is rendelkezik. A virágzati szár eltávolítása sem a levél, sem a gyökér illóolaj-tartalmát nem befolyásolta szignifikánsan.

A levélillóolaj összetételének meghatározásakor az α -terpinil-acetátot azonosítottuk, mint fő komponens, melynek illóolajon belüli részaránya 35 és 40% között alakult. További fontos komponensek a β -fellandré (24-32%), Z-ligusztilid (16-24%), β -mircén (2,8-4,4%) és E-ligusztilid (0,6-2,2%) voltak. Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy sem az életkor, sem a termőhely nem befolyásolta számottevően a lestyán levelének illóolaj-összetételét.

A gyökér illóolajában a Z-ligusztilid volt a fő komponens, melynek illóolajon belüli részaránya az életkor előrehaladtával fokozatosan csökkent (Soroksáron 77,4%-ról 61%-ra, Nagydorogon 82,3%-ról 76,8%-ra). A gyökér illóolajában jelen lévő további fontos komponensek, az 1-pentil-ciklohexa-1,3-dién, β -fellandré és β -pinén részaránya viszont fokozatosan nőtt a lestyántövek életkorának előrehaladtával. További illóolaj-összetevők voltak még: 2-3-butilidén-ftalid, E-ligusztilid és α -terpinil-acetát. Az életkor tehát hatással volt a lestyángyökér illóolajának összetételére, a termőhely viszont nem.

VI. IRODALOMJEGYZÉK

1. ÁBRAHÁM R., ÉRSEK T., KUROLI G., NÉMETH L., REISINGER P. (2011): Növényvédelem. Egyetemi jegyzet. Nyugat-Magyarországi Egyetem. 115.
2. BERGER F. (1954): Handbuch der Drogenkunde. 3. Fructus-Ligna., 4. Herbae., 5. Radices. Verlag Wilhelm Maudrich, Wien. 304-305, 295-296, 287-291.
3. BORHIDI A. (2002): A zárwatermők fejlődéstörténeti rendszertana. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
4. BYLAITE, E., VENSKUTONIS, R.P., ROOZEN, J.P. (1998): Influence of Harvesting Time on the Composition of Volatile Components in Different Anatomical Parts of Lovage (*Levisticum officinale* KOCH.). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46: 3735-3740.
5. CHUNG H. G. (2000): Intraspecific morphological and chemical variability of fennel (*Foeniculum vulgare*) and lovage (*Levisticum officinale* Koch.). Doctorial Thesis. Szent István University. Department of Medicinal and Aromatic Plants, Budapest.
6. COSTA, M.M., FIGUEIREDO, A.C., BARROSO, J.G., PEDRO, L.G., DEANS, S.G., SCHEFFER, J.J.C. (2008): Nitrogen stress induction on *Levisticum officinale* hairy roots grown in darkness and under photoperiod conditions: effect on growth and volatile components. Biotechnology letters, 30 (7): 1265-1270.
7. CU, J.Q., PU, F., SHI, Y., PERINEA, U.F., DELMAS, M., GASET, A. (1990): The Chemical Composition of Lovage Headspace and Essential Oils Produced by Solvent Extraction with Various Solvents. Journal of Essential Oil Research, 2: 53-59.
8. DACHLER, M., PELZMANN, H. (1999): Arznei- und Gewürzpflanzen. Anbau. Ernte. Aufbereitung. Österreichischer Agrarverlag, Klosterneuburg. 229-231.
9. DAUKSAS, E., VENSKUTONIS, P.R., SIVIK, B. (1999): Supercritical CO₂ extraction of the main constituents of lovage (*Levisticum officinale* Koch.) essential oil in model systems and overground botanical parts of the plant. Journal of Supercritical Fluids, 22: 201-210.
10. DAUKSAS, E., VENSKUTONIS, P.R., SIVIK, B., NILLSON T. (2002): Effect of fast CO₂ pressure changes on the yield of lovage (*Levisticum officinale* Koch.) and celery (*Apium graveolens* L.) extracts. Journal of Supercritical Fluids, 22: 201-210.

11. DÁNOS B.(2002): Farmakobotanika. A gyógynövénytan alapjai. Kemotaxonómia. Argumentum Kiadó, Budapest.
12. DIRKS, U., HERRMANN, K. (1984): 4(β -D-glucopyranosyloxy) benzoicacid, a characteristic phenolic constituent of the *Apiaceae*. *Phytochemistry*, 23 (8): 1811-1812.
13. GALAMBOSI B., SZEBENI-GALAMBOSI ZS. (1992): The Effect of Nitrogen Fertilization and Leaf-Harvest on the Root and Leaf Yield of Lovage. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 1 (1/2): 3-13.
14. GARAMVÖLGYI I., RIPKA G., SZENTEY L. (2002): Termesztett növényeink védelme. IN: SEPRŐS I. (SZERK.): Növényorvosi (permetezési) tanácsok. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. 189.
15. GIJBELS, M.J.M., SCHEFFER, J.J.C., BAERHEIM, S.A. (1982): Phtalides in the Essential Oil from Roots of *Levisticum officinale*. *Planta Medica*, 44: 207-211.
16. GILDMEISTER, E., HOFFMANN, F. (1961): Die Äterischen Öle. IV. Akademie-Verlag, Berlin. 473-478.
17. GLITS M., FOLK GY. (2000): Kertészeti növénykórtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 542, 428.
18. HALTRICH A., ÖRDÖGH G. (2006): Homoptera – Egyenlőszárnyú rovarok. IN: HALTRICH A. (SZERK.): Növényvédelmi állattan – Gyakorlati jegyzet. Budapesti Corvinus Egyetem. Kertészettudományi Kar. 31-45.
19. HEIDARPOUR, O., SOURI, M.K., OMIDBAIGI, R. (2013): Changes in Content and Constituents of Essential Oil in Different Plant Parts of Lovage (*Levisticum officinale* Koch. Cv. Budakalászi) Cultivated in Iran. *Journal of Essential oil*, 16 (3): 318-322.
20. HUNYADI A. (2009): Lestyán. IN: SZENDREI K. CSUPOR D. (SZERK.): Gyógynövénytár. Útmutató a korszerű gyógynövény-alkalmazáshoz. Medicina Könyvkiadó, Budapest. 265-266.
21. JACKSONIS (1989) cit in: DAUKŠAS, E., VENSKUTONIS, P.R., SIVIK, B. (1998): Extraction of Lovage (*Levisticum officinale* KOCH.) Roots by Carbon Dioxide. 1. Effect of CO₂ Parameters on the Yield of the Extract. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 4347-4351.

22. LAWRENCE, B.M. (1980): Essential Oils. Allured Corporation, Wheaton, Illinois. 40-41.
23. LENCHÉS O. (2000): *Levisticum officinale* – Lestyán. IN: BERNÁTH J. (SZERK.)(2000): Gyógy- és aromanövények. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 397-400.
24. LENCHÉS O., SÁROSI SZ (2013): *Levisticum officinale* – Lestyán. IN: BERNÁTH J. (SZERK.) (2013): Vadon termő és termesztett gyógynövények. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 332-335, 562-566.
25. *LEVISTICI RADIX* (2004) In Pharmacopoeia Hungarica Ed. VIII. Vol. 2, Medicina, Budapest, Hungary, 2173-2174.
26. MIRJALILI, M.H., SALEHI, P., SONBOLI, A., HADIAN, J., EBRAHIMI, S.N., YOUSEFZADI, M.(2010): The composition and antibacterial activity of the essential oil of *Levisticum officinale* Koch. flowers and fruits at different developmental stages. Journal of Serbian Chemical Society, 75 (12): 1661-1669.
27. MORADALIZABEH, M., AKHBAR, M.R., RAJAEI, P., FAGHIHI-ZARANDI, A. (2012): Chemical composition of the essential oils of *Levisticum officinale* growing wild in Iran. Chemistry of Natural Compounds, 47 (6).
28. MSZ 17117:1975 Gyógynövények. Lestyángyökér (*Levistici radix*).
29. NAGY G. (2006): Gyógy- és fűszernövényeken előforduló konídiumos gombák. Doktori értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Doktori Iskola.36-37.
30. NAJDA, A., WOLSKI, T., LUDWICZUK, A. (2002): Chromatographic Analysis of Essential Oil Occuring in Roots and Fruits of Lovage (*Levisticum officinale* Koch.). 8th International Symposium on Separation Sciences. 8-12 September, 2002. Toruń, Poland. 298.
31. NOVÁK I. (2006): A lestyán (*Levisticum officinale*) produkciójának és a drogminőség javításának lehetőségei. Doktori értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Doktori Iskola.
32. NOVÁK I., NÉMETH É. (2002): Effect of Harvesting Time and Plant Age on some Quality Parameters of Lovage (*Levisticum officinale* Koch.). Proceedings of the International Conference on Medicinal and Aromatic Plants. 8-11 July, 2001. Budapest, Acta Horticulturae 576: 311-314.

33. PERINEAU, F., GANOU, L., VILAREM, G. (1992): Studying Production of Lovage Essential Oils in a Hydrodistillation Pilot Unit Equipped with a Cohobation System. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. 53: 165-171.
34. PLENK, A., BEDLAN, G.(2010): First report of *Puccinia bornmuelleri* on *Levisticum officinale* (lovage) in Austria. *Plant Pathology*, 59 (6): 1175-1175.
35. RAAL, A., ARAK, E., ORAV, A., KAILAS, T., MUURISEP, M. (2008): Composition of the essential oil of *Levisticum officinale* WDJ Koch from some European countries. *Journal of Essential Oil Research*, 20 (4): 318-322.
36. RÁPÓTI J., ROMVÁRY V. (1977): Gyógyító növények. Medicina Könyvkiadó, Budapest. 205.
37. ROSLON, W., OSINSKA, E., WAJSBONIKOWSKA, A. (2013): Effect of plantation establishment and raw material stabilization on the useful traits of lovage leaves (*Levisticum officinale* Koch.). *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus*, 12 (1): 141-155.
38. SEGEBRACHT, S., SCHILCHER, H. (1989): Ligustilide: Guiding Component for Preparations of *Levisticum officinale* Roots. *Planta Medica*, 55: 572-573.
39. SEIDLER-LOZYKOWSKA, K., KAZMIERCZAK, K. (1998): Zawartość olejku eterycznego w organach roślinnych oraz struktura plonu w wybranych fazach rozwojowych lubliczka ogrodowego (*Levisticum officinale* Koch.). *Herba Polonica*, 44 (1): 11-15.
40. SIMON T. (2000): A magyarországi edényes flóra határozója. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 285.
41. ŚLEDŹ, M., NOWACZKA, M., WIKTOR, A., WITROWA-RAJCHERT, D. (2013) Selected chemical and physico-chemical properties of microwave-convective dried herbs. *Food and Bioproducts*, In Press, Corrected Proof.
42. STAHL-BISKUP, E., WICHTMANN, E.M. (1991): Composition of the Essential Oils from Roots of some *Apiaceae* in Relation to the Development of their Oil Duct System. *Flavour and Fragrance Journal*, 6: 249-255.
43. SVOBODA, K.P., HOGG, C.L., HAMPSON, J.B., BROCKLEHURST, S. (2001): Essential Oil Composition and Toxicity Test of *Levisticum officinale* Grown in

Scotland. 32nd International Symposium on Essential Oils, Abstracts, 9-12 September, Wroclaw, 133.

44. SZEKENI-GALAMBOSI ZS., GALAMBOSI B., HOLM, Y. (1992): Growth, Yield and Essential Oil of Lovage Grown in Finland. *Journal of Essential Oil Research*, 4: 375-380.
45. SZERDAHELYI T., CZÓBEL Sz., NAGY J., SZIRMAI O. (2007): Botanika II. Bevezetés a növénytanba, algológiába, gombatanba és a funkcionális növényökológiába. Rendszertan. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 510.
46. TOULEMONDE et al. (1987) cit in: LAWRENCE (1990): *Progress in Essential Oils*. *Parfumer & Flavorist*, 15: 63-64.
47. TUTIN, T.G. (ed.) (1968): *Flora Europea* 2. University Press, Cambridge. 358.
48. TYLER, V.E. (1993): *The Honest Herbal. A Sensible Guide to the Use of Herbs and Related Remedies*. 3. edition. Haworth Press, New York. 207-208.
49. VENSZKUTONIS, P.R. (1995): Essential Oil Composition of Some Herbs Cultivated in Lithuania. *Proceedings of the 13rd International Congress of Flavours, Fragrances, and Essential Oils*. Vol. 2. 15-19. October, Istanbul, Turkey. 108-123.
50. VENSZKUTONIS, P.R., DAUKSAS, E., SIVIK, B. (2003): Extraction of Lovage (*Levisticum officinale* Koch.) by Carbon Dioxide. *The 3rd World Congress on Medicinal and Aromatic Plants for Human Welfare (WOCMAP III)*. 3-7 February 2003. Chiang Mai, Thailand. Abstracts. 99.
51. VERZÁRNÉ P.G. (1979): *Drogatlas*. Medicina Könyvkiadó, Budapest. 230-232.
52. WICHTL, M. (1997): *Teedrogen und Phytopharmaka*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mBH, Stuttgart. 340-342.
53. WOLCZANSKA, A., WOJCIK, H. (2010): First report of *Puccinia bornmuelleri* causing rust disease of lovage in Poland. *Plant Pathology*, 59 (6): 1176-1176.
54. ZOBEL, A.M., BROWN, S.A., GLOWNIAK, K. (1990): Localization of Furanocoumarins in Leaves, Fruits and Seeds of Plants causing Contact Photodermatitis. *Planta Medica*, 56: 571-572.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném megköszönni témavezetőmnek, Dr. Gosztola Beátának a rengeteg segítséget és támogatását. Szeretnék köszönetet mondani tanácsaiért, amelyek rávilágítottak, hogyan is készülhet el egy tudományos dolgozat.

Hálás vagyok Ruttner Klárának az illóolaj-tartalom vizsgálatokért, Dr. Sárosi Szilviának az illóolaj-összetétel meghatározásokért és Dr. Erős-Honti Zsoltnak, a Növényteni Tanszék munkatársának a szövettani mikroszkópos vizsgálatokban nyújtott segítségével.

Továbbá szeretnék köszönetet mondani a Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaság Gyógynövény Telep munkatársainak a lestyán állományok fenntartásában és a betakarítási munkákban nyújtott segítségükért.