

BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM
KERTÉSZETTUDOMÁNYI KAR
GYÓGY- ÉS AROMANÖVÉNYEK TANSZÉK

A MEZEI ZSURLÓ (*EQUISETUM ARVENSE* L.)
TERMESZTÉSBE VONÁSÁNAK MEGALAPOZÁSA



Doktori értekezés

KOZAK ANITA

Témavezető: **Prof. Dr. Bernáth Jenő**
a biológiai tudomány doktora

Budapest
2007

A doktori iskola megnevezése: Kertészettudományi Doktori Iskola

Tudományága: 1. Természettudományok
1.5. Biológiai tudományok
4. Agrártudományok
4.1. Növénytermesztési és Kertészeti tudományok

Vezetője: Dr. Papp János
egyetemi tanár, DSc
Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Gyümölcstermő Növények Tanszék

Témavezető: Dr. Bernáth Jenő
Tanszékvezető, DSc
Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Gyógy-és Aromanövények Tanszék

A jelölt a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, azért az értekezés védési eljárásra bocsátható.

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

**A Budapesti Corvinus Egyetem Élettudományi Területi Doktori Tanács
2007 október 2.-i határozatában a nyilvános vita lefolytatására az alábbi bíráló
bizottságot jelölte ki:**

BÍRÁLÓ BIZOTTSÁG:

Elnöke

Rimóczi Imre, DSc, Budapesti Corvinus Egyetem

Tagjai

Takácsné dr. Hájos Mária, CSc, Tessedik Sámuel Főiskola
Lemberkovics Éva, PhD, Semmelweis Egyetem
Jámborné Benczúr Erzsébet, CSc, Budapesti Corvinus Egyetem
Slezák Katalin, PhD, Budapesti Corvinus Egyetem

Opponensek

Mihalik Erzsébet, CSc, Szegedi Tudományegyetem
Neumayer Éva, PhD, Magosfa Alapítvány

Titkár

Slezák Katalin, PhD, Budapesti Corvinus Egyetem

TARTALOMJEGYZÉK

1. <u>BEVEZETÉS</u>	1
2. <u>IRODALMI ÁTTEKINTÉS</u>	3
2.1. A MEZEI ZSURLÓ ELNEVEZÉSEI, NÉPIES NEVEI.....	3
2.2. A MEZEI ZSURLÓ FELHASZNÁLÁSÁNAK TÖRTÉNETE.....	3
2.3. A MEZEI ZSURLÓ RENDSZERTANI BESOROLÁSA ÉS BOTANIKAI JELLEMZŐI.....	6
2.4. A MEZEI ZSURLÓ FEJLŐDÉSMENETE.....	11
2.5. A MEZEI ZSURLÓ ELŐFORDULÁSA, ÖKOLÓGIAI IGÉNYE ÉS SAJÁTOSSÁGAI.....	14
2.6. A MEZEI ZSURLÓ DROGJA ÉS HATÓANYAGAI.....	16
2.7. A ZSURLÓDROG MAKROSZKÓPIKUS ÉS MIKROSZKÓPIKUS AZONOSÍTÁSA.....	19
2.8. A MEZEI ZSURLÓ GYŰJTÉSE.....	23
2.9. A MEZEI ÉS A MOCSÁRI ZSURLÓ MEGKÜLÖNBÖZTETÉSE MORFOLÓGIAI BÉLYEGEK ÉS MIKROSZKÓPIKUS JELLEMZŐK ALAPJÁN.....	25
2.10. A MEZEI ZSURLÓ TERÁPIÁS HATÁSAI ÉS FELHASZNÁLÁSA.....	29
2.10.1. Farmakológiai hatás és felhasználás.....	29
2.10.2. Egyéb hatás- és felhasználási területek.....	30
2.11. GYÓGYNÖVÉNYEK TERMESZTÉSBE VONÁSA.....	31
2.11.1. A termesztésbe vonást motiváló tényezők.....	32
2.11.2. A termesztés és a gyűjtés mellett szóló érvek és ellenérvek.....	35
2.11.3. A termesztésbe vonás során felmerülő problémák és hátráltató tényezők.....	36
2.11.4. A termesztésbe vonás folyamata.....	37
3. <u>A KÍSÉRLETEK HELYE, ANYAGAI ÉS MÓDSZEREI</u>	40
3.1. A NÖVÉNYANYAG EREDETI TERMŐHELYEI ÉS FELSZAPORÍTÁSÁNAK HELYSZÍNE.....	40
3.1.1. A vadon termő állományok termőhelyei.....	40
3.1.1.1. A Dunántúl termőhelyei.....	40
3.1.1.2. Az Északi - középhegység termőhelyei.....	41
3.1.1.3. Az Alföld északkeleti részének termőhelyei.....	42
3.1.1.4. A budapesti gyűjtési helyszínek.....	43
3.1.1.5. A talajminták vizsgálati eredményei.....	43
3.1.1.6. A természetes állományokból származó növények.....	44
3.1.2. A felszaporított állományok kísérleti helyszíne.....	44
3.1.3. Meteorológiai adatok.....	45
3.2. A KÍSÉRLETEK ANYAGAI.....	47
3.2.1. A szaporítási kísérletek növényanyaga.....	47
3.2.1.1. Szaporítás spórávetéssel, mikroszaporítással és rhizómadarabokkal.....	47
3.2.1.2. Különböző fenológiai állapotban telepített zsurlónövények.....	47
3.2.1.3. Zsurlónövények telepítése különböző évszakokban.....	47
3.2.2. A termesztési kísérletek növényanyaga.....	48
3.3. A KÍSÉRLETEK SORÁN ALKALMAZOTT MÓDSZEREK.....	49
3.3.1. Szaporítási kísérletek.....	49
3.3.2. Szabadföldi kísérletek.....	52
3.3.2.1. A különböző származási helyű klónok összehasonlítása.....	52
3.3.2.2. A különböző fenológiai állapotban történő telepítés hatásának vizsgálata.....	55
3.3.2.3. A telepítési időpont hatásának vizsgálata.....	56
3.3.2.4. Az öntözési mód és az ültetési mélység hatásának vizsgálata.....	57
3.3.2.5. A kijuttatott vízmennyiség hatásának vizsgálata.....	59
3.3.2.6. A betakarítási időpont optimalizálása.....	61
3.3.3. A laboratóriumi vizsgálatok módszerei.....	62
3.3.3.1. Vékonyrétegkromatográfiás tisztaságvizsgálat.....	62
3.3.3.2. Hamu- és homoktartalom.....	63
3.3.3.3. Összflavonoid-tartalom.....	64
3.3.4. A statisztikai értékelés módszerei.....	65

4. <u>A KÍSÉRLETEK EREDMÉNYEI ÉS ÉRTÉKELÉSÜK</u>	66
4.1 TERMÉSZETES POPULÁCIÓKBÓL SZÁRMAZÓ KLÓNOK.....	66
4.1.1 A klónok növekedésének jellemzése a hajtásszám és hajtáshossz értékeivel.....	66
4.1.2 A droghozam alakulása.....	70
4.1.3. Az összflavonoid-tartalom alakulása.....	73
4.1.4. A felszaporított klónok vékonyréteggromatográfiás tisztaságvizsgálata.....	76
4.2. A MEZEI ZSURLÓ SZAPORÍTÁSÁRA VONATKOZÓ EREDMÉNYEK.....	78
4.2.1. Szaporítás spóravetéssel, mikroszaporítással és rhizómadarabokkal.....	78
4.2.2. Nyugalmi és generatív állapotban lévő növények telepítése.....	81
4.2.2.1. A morfológiai jellemzők alakulása.....	81
4.2.2.2. A droghozam alakulása.....	84
4.2.2.3. Az összflavonoid-tartalom alakulása.....	85
4.2.3. Ősszel és tavasszal történő telepítés.....	86
4.2.3.1. A morfológiai jellemzők alakulása.....	86
4.2.3.2. A droghozam alakulása.....	88
4.2.3.3. Az összflavonoid-tartalom alakulása.....	90
4.3. AZ AGROTECHNIKAI PARAMÉTEREK OPTIMALIZÁLÁSA.....	91
4.3.1. Az ültetési mélység hatása a mezei zsurló fejlődésére és produkciójára.....	91
4.3.1.1. A morfológiai jellemzők alakulása.....	91
4.3.1.2. A droghozam alakulása.....	96
4.3.1.3. A drogminőség alakulása.....	97
4.3.2. Az öntözési mód hatása a mezei zsurló fejlődésére és produkciójára.....	100
4.3.2.1. A morfológiai jellemzők alakulása.....	100
4.3.2.2. A droghozam alakulása.....	104
4.3.2.3. A drogminőség alakulása.....	106
4.3.3. A kijuttatott vízmennyiség hatása a mezei zsurló fejlődésére és produkciójára.....	109
4.3.3.1. A morfológiai jellemzők alakulása.....	109
4.3.3.2. A droghozam alakulása.....	112
4.3.3.3. A drogminőség alakulása.....	113
4.3.4. A betakarítási időpont optimalizálása kísérleti termesztésben.....	115
4.3.4.1. A morfológiai jellemzők alakulása.....	115
4.3.4.2. A droghozam optimalizálása.....	117
4.3.4.3. A drogminőség optimalizálása.....	118
5. <u>KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK</u>	123
5.1. A PERSPEKTÍVIKUS KLÓNOK.....	123
5.2. A MEZEI ZSURLÓ SZAPORÍTÁSA.....	125
5.3. PROVIZORIKUS TERMESZTÉSI MODELL.....	126
5.3.1. Állománylétesítés.....	126
5.3.2. Állományfenntartás.....	127
5.3.3. Betakarítás.....	128
5.4 AZ ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA.....	129
6. <u>ÖSSZEFOGLALÁS</u>	131
7. <u>SUMMARY</u>	135
8. <u>FELHASZNÁLT IRODALMAK JEGYZÉKE</u>	139
9. <u>ÁBRÁK JEGYZÉKE</u>	143
10. <u>TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE</u>	150

1. BEVEZETÉS

Míg Európán belül a nyugati országokra elsősorban az ellenőrzött agrárrendszerekben termelt növényi alapanyag előállítása a jellemző, addig Délkelet-Európában - így Magyarországon is, tradicionálisan elsősorban gyűjtésből származó gyógynövények kerülnek a kereskedelmi forgalomba. A mai napig számos, nagy mennyiségben forgalmazott gyógynövény, mint pl. az orbáncfű (*Hypericum perforatum*) és a csalán (*Urtica spp.*) tartozik a nemrégiben termesztésbe vont gyógynövények közé, melyeknek a kereskedelmi drogja nagyrészt gyűjtésből származik (Franz, 2000). Mára a mezei zsurló (*Equisetum arvense* L.) is ezen növények közé sorolható, hiszen drogja mind a magyar, mind pedig a nemzetközi gyógynövény kereskedelemben a tíz legnagyobb mennyiségben forgalmazott növényi drog között szerepel, évi 300t forgalmazott mennyiséggel, melyből évente 100t kerül exportra (Németh és Bernáth, 2001).

A modern fitoterapeutikumok alapanyagául szolgáló gyógynövényekkel szemben azonban egyre magasabbak a minőségi elvárások, melyeknek a gyűjtésből származó drog egyre kevésbé felel meg. Ezért a hazai gyógynövény ágazat versenyképességének megőrzése érdekében elkerülhetetlen a nemzetközi kereskedelemben versenyképes, azonban még nem termesztett gyógynövények agrárrendszerbe történő bevonása (Gimpl és Bernáth, 2003).

A mezei zsurló termesztésbe vonását szintén az egyre növekvő igény, a gyűjtött drog igen magas export aránya és a rendszeresen előforduló minőségi hiányosságok indokolják. Bár a mezei zsurló Magyarországon általánosan elterjedt, sok mezőgazdasági kultúrában gyomnövényként jelenlévő faj, termesztése ez idáig nem megoldott. Az a tény azonban, hogy a mezei zsurló esetében egy ökológiailag igen alkalmazkodóképes, ellenálló fajról van szó, mindenképpen kedvező kiindulópontot jelentett a termesztésbe vonási kísérletek megalapozásához.

A rendelkezésre álló szakirodalom áttanulmányozása során számos helytelen leírással és ábrázolással szembesültünk, ezért a konkrét kísérletek megtervezése előtt a mezei zsurló termesztésbe vonására irányuló első lépést az említett szakirodalom alapos és kritikus szemlélettel történő tanulmányozása jelentette.

A továbbiakban a mezei zsurló termesztésbe vonására irányuló kísérletek során az alábbi kutatási célokat foglalmaztuk meg:

- A különböző magyarországi termőhelyekről gyűjtött növényanyag produkciós paramétereinek tanulmányozásával, illetve a növények analitikai vizsgálatával kívántuk a különböző előfordulási helyről származó klónokat jellemezni a kiemelt produkciójú populációk elkülönítése érdekében.
- A termesztésbe vonás első lépéseként különböző szaporítási módokat hatékonyságát vizsgáltuk szabadföldi és laboratóriumi körülmények között, illetve az állománylétesítés optimalizálása érdekében tanulmányoztuk a különböző módszerekkel telepített állományok fejlődését és produkcióját.
- Az optimális termesztéstechnológia meghatározására irányuló kísérleteink a mezei zsurló ökológiai adottságából adódóan elsősorban az állomány optimális vízellátására irányultak.
- A kísérleti állományban három éven keresztül folyamatos hozam- és drogminőség vizsgálatokkal próbáltuk meghatározni a droghozam és hatóanyag-tartalom szempontjából legmegfelelőbb betakarítási időpontot.
- Kísérleti eredményeink összesítésül provizórikus termesztési modell felállítását tűztük ki célul, mely tartalmazza a mezei zsurló sikeres termesztéséhez szükséges legfontosabb paramétereket.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A MEZEI ZSURLÓ ELNEVEZÉSEI, NÉPIES NEVEI

Az *Equisetum* családnév a latin *equus*=ló és *seta*=serte, szőr szavakból ered. Ez az elnevezés a zsurlók lószőrre emlékeztető, finom ágaira utal (Augustin et al., 1948).

A mezei zsurló népies elnevezései egyrészt a növény megjelenésére utalnak, így *bábazugaly*, *békarokka*, *békaláb*, *cindrót*, *cingrát*, *csikófark*, *macskafark*, másrészt pedig arra, hogy a hajtásokat korábban edények súrolására használták: *sikár*, *sikárlófű*, *kannamosó*, *tálmosó fű*, *ólomsimítófű* (Augustin et al., 1948; Király, 1965).

Ez a kettős népies elnevezés fellelhető a növény német neveiben is. Így a német *Schachtelhalm* és *Schafthalm* elnevezések a zsurló tokszerűen kihúzható szárrészeire utalnak, míg a *Zinnkraut*, a *Kannen-* és *Scheuerkraut*, a *Bandwisch*, illetve a *Scheuergras* nevek a növénynek a súrolókénti alkalmazására emlékeztetnek (Hegi, 1906-1931, Hänsel et al., 1993; Dörfler és Roselt, 1997).

Az angol *Horsetail herb* szintén egyrészt a növény megjelenésére utal, a *Scouring rush* elnevezés pedig itt is a növény háztartásbeli alkalmazásáról árulkodik (Tyler, 1993; Wichtl, 1997).

2.2. A MEZEI ZSURLÓ FELHASZNÁLÁSÁNAK TÖRTÉNETE

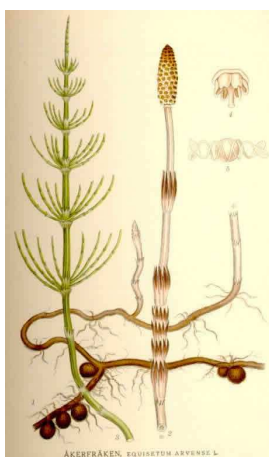
A zsurló a legrégebb és legáltalánosabban használt gyógynövényeink egyike (Augustin et al., 1948). A mezei zsurló gyógyászati hasznosítása az ókorig nyúlik vissza. Az irodalmi források szerint a növényt *Claudius Galenus* (Kr.u. 130-200) római orvos fedezte fel a gyógyászat számára (Blumenthal et al., 2000).

A XVII. században *Nicolas Culpepper* (1616-1654) angol herbalista igen nagyra becsülte a mezei zsurló gyógyító erejét. Főzetét vérzéscsillapításra, fekélyek és sebek, bőrgyulladások és törések, továbbá vesekő kezelésére alkalmazta, illetve köhögéscsillapításra is ajánlotta (Blumenthal et al., 2000). Ezen indikációs területek mellett már ő is felismerte a zsurlódrog vizelethajtó hatását (Culpepper, 1640).

A Mezei zsurlót a szervesen oldott kovasav tartalmánál fogva már a középkortól alkalmazták a tüdővész gyógyítására (Augustin et al., 1948). Ennek, a népgyógyászatban széles körben elterjedt felhasználásnak feltételezhetően az lehet a máig vitatott tudományos alapja, hogy a kovasav valószínűleg közvetlenül, illetve a fehérvérsejtek számának növelésével gyorsítja meg a tuberkolózisgócok betokosodását, és ennek következtében okoz javulást a beteg állapotában (Schilcher, 1994).

A népi gyógyítók úgy tartották, hogy a zsurló előnyösen befolyásolja az anyagcserét. A növény főzetét külsőleg és belsőleg sokféle vérzés csillapítására (orr-, tüdő- és gyomorvérzés), vizelethajtóként, fekélyek, reumás és köszvényes panaszok, illetve rosszul gyógyuló sebek kezelésére alkalmazták (Augustin et al., 1948; Hänsel et al., 1993).

Sebastian Kneipp (1821-1897) a zsurlót egyedülálló hatásúnak, pótolhatatlannak és felbecsülhetetlennek tartotta (Augustin et al., 1948). Ennek megfelelően a napjainkban is forgalomban lévő, Sebastian Kneipp nevével fémjelzett Kneipp[®] Hólyag- és vesetea 30%-ban mezei zsurlót, 25%-ban aranyvesszőt (*Solidago gigantea*), 20%-ban nyírlevelet (*Betula alba*), 10%-ban tövises iglicét (*Ononis spinosa*), 5%-ban gyepűrózsát (*Rosa canina*), 5%-ban borsmenta levelet (*Mentha x piperita*) és további 5%-ban körömvirágot (*Calendula officinalis*) és vadrózsát tartalmaz (Blumenthal et al., 2000).



1. ábra: *Equisetum arvense* L. (forrás: www.jardimdeflores.com)

A mezei zsurlót (**1. ábra**) a népi gyógyászatban általában más zsurlófajokkal együttesen alkalmazták vizelethajtóként, illetve gyógyfürdők készítésére: Az *Equisetum arvense*, *E. palustre* és *E. variegatum* drogja *Herba equiseti minoris*-ként volt ismert. Talán ebből adódik, hogy a köznyelvben a zsurlófajokat nemigen különböztették meg (Hegi, 1906-1931).

A mezei zsurló Földünk legtöbb területén általánosan elterjedt, többnyire kiterjedt állományokat alkotva van jelen. Ennek megfelelően a mai napig szinte az egész világon, a legkülönbözőbb módokon hasznosítják. A mezei zsurló nem csupán Európában kedvelt és gyakran alkalmazott, hanem Amerikai, Ázsiai, Indiai és Kínai előfordulási helyein is nagyra becsült tradicionális gyógynövény (Veit, 1994).

Észak-Amerika őslakos törzsei, így a mai Oklahoma területén élő *Cherokee*, *Chippewa* *Ojibwe*, *Okanagian-Colville* és a *Potawatomi* indián törzsek gyógyítói határozottan ismerték a zsurlódrog diuretikus (vizelethajtó) hatását. Ennél fogva betegeiknek vesebántalmak és húgyúti megbetegedések kezelésére ajánlották a zsurló főzetét (Moerman, 1998).

A Közép-Amerikai Guatemala területén élő őslakos törzsek gyógyítói a zsurlót a csontrák gyógyítása során alkalmazzák (Duke, 2000).

Az indiai *ajurvedikus gyógyászatban* az *Equisetum*-drogot ödémák, csontritkulás, krónikus reuma kezelésére használták és nagyra becsülték általános remineralizáló hatását is (Kenner és Requena, 1996). Továbbá gyulladások kezelése során, illetve a prosztatata jóindulatú megnagyobbodása esetén szintén hatásosnak tartották (Blumenthal et al., 2000).

A kínai *tradicionális orvoslásban* a mezei zsurlót *Chrysanthemum*-al kombinálva elsősorban különböző szembetegségek (szemrándulások, izomgörcsök, gyulladások) és fáradt, duzzadt szem kezelésére használják. Úgy tartják, hogy a zsurló jótékony hatással bír a tüdő, a máj és az epehólyag működésére is (Kenner és Requena, 1996).

Japánban a zöld hajtásokat '*sugina*' néven ismerik, a belőlük készült teát hatásos vizelethajtóként tartják számon (Nagai et al., 2005).

Gyógyászati alkalmazásain túl, a zsurló egyéb területeken is, így a háztartásban és az iparban is hasznosnak bizonyult. Mint ahogy azt magyar, német és angol elnevezései mutatják, a mezei zsurló föld feletti hajtásait a középkortól egészen a XVIII. századig ónedények súrolására használták (Hortobágyi, 1979; Újvárosi, 1973; Bown, 1998). Finom asztalosmunkák és fémtárgyak csiszolására is alkalmasnak tartották (Augustin et al., 1948).

Az *Amerikai őslakos* Meskwaki indiánok a gyors hízlalás érdekében libáikat etették a zsurlóhajtásokkal, ezen kívül pónilovaik sörényét is zsurlófőzettel tették fényesebbé (Duke, 2000).

Japánban a termőszárazakat '*tsusuki*' néven, csemegeként fogyasztják ecetben elrakva, vagy köretként megfőzve (Duke, 2000; Nagai et al., 2005).

Európában a századfordulóra feledésbe merültek Sebastian Kneipp szavai, a köztudatban a mezei zsurlót sokkal inkább nehezen írtható, makacs, sőt mérgező szántóföldi gyomként tartották számon (Hortobágyi, 1979). A növény „újrafelfedezése” a XX. századig váratott magára és a 80-as évektől kezdődően folyamatosan nőtt a népszerűsége. 1984-es adatok szerint Németországban a mezei zsurló az egyik legnagyobb mennyiségben forgalmazott drognak számított (Wichtl, 1984). 1987-ben Németországban már 1200 olyan készítmény volt a piacon, amely mezei zsurló kivonatot tartalmazott (Schilcher, 1987). Napjainkban az Amerikai Egyesült Államokban a mezei zsurló a modern táplálék-kiegészítők gyakori alkotóeleme (Blumenthal et al., 2000).

A mezei zsurlónak a fitoterápiában történő alkalmazását évszázados népgyógyászati tapasztalatok támasztják alá, hiszen a világ különböző kontinensein a különböző kultúrájú népcsoportok szinte megegyező módon használták ki a mezei zsurló gyógyító erejét.

A népgyógyászati indikációk közül a drog enyhe vizelethajtó hatása mára klinikai tesztekkel igazolt. Ily módon a mezei zsurló azon növények közé tartozik, amelyek esetében beigazolódott a népi gyógyászat megalapozottsága.

A mezei zsurló a legtöbb Európai Gyógyszerkönyvben, így a Német, (DAB 10), A Svájci (Ph. Helv VII.), az Osztrák (ÖAB 90), a Lengyel (Ph. Pol. III.), a Magyar (Ph. Hung VIII.) és az Európai (Ph. Eur. 5.) Gyógyszerkönyvekben hivatalos drogként szerepel.

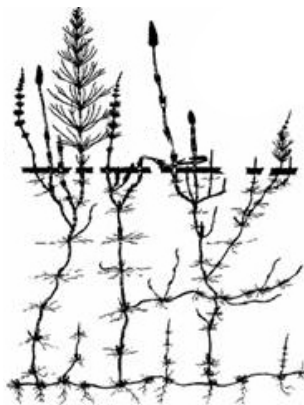
2.3. A MEZEI ZSURLÓ RENDSZERTANI BESOROLÁSA ÉS BOTANIKAI JELLEMZŐI

A mezei zsurló rendszertani besorolása Hortobányi (1979) szerint:

Törzs:	Harasztok (<i>Pteridophyta</i>)
Osztály:	Zsurlók (<i>Sphenopsida</i>)
Rend:	Zsurlók (<i>Equisetales</i>)
Család:	Zurlófélék (<i>Equisetaceae</i>)
Nemzetség:	Zsurló (<i>Equisetum</i>)
Faj:	Mezei zsurló (<i>Equisetum arvense</i> L.)

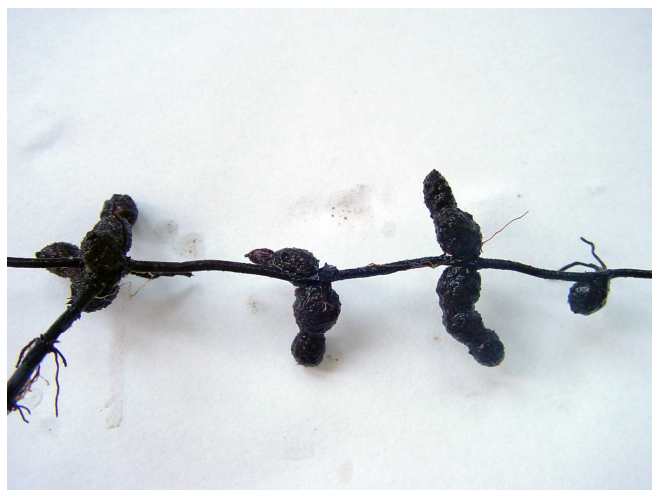
A mezei zsurló botanikai jellemzői:

A mezei zsurló évelő, lágyszárú növény (Mihalik et al. 1999). A növény tulajdonképpen évelő része a **rhizóma**, mely csomókra és csomóközökre tagolódik. A csomókon nagy számban találhatóak hajtáseredetű (járulékos) gyökök (Danert et al., 1980).



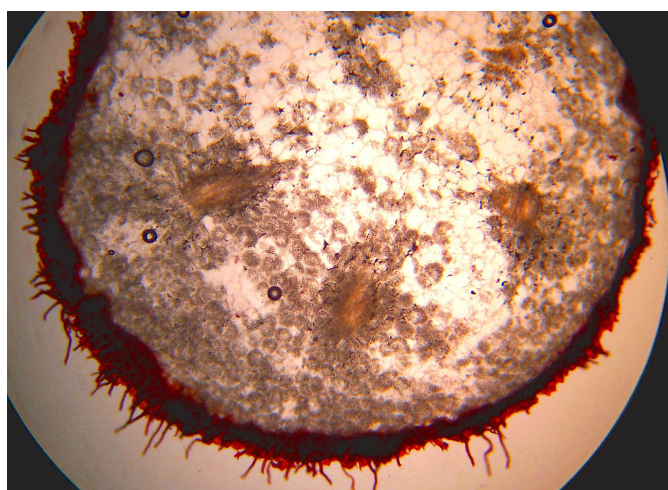
2. ábra: A mezei zsurló többemeletes gyökérrendszere (forrás: www.ivis.org)

A föld alatt kúszó, többé-kevésbé elágazó rhizóma a talajban olykor fél méter mélyre is elér. (Danert et al., 1980). Több emeletet alkotó tarackjai (**2. ábra**) 0,5-1cm vastagok (Hunyadi et al., 2000). Ezek csomóiból indulnak ki a föld feletti szárok (Újvárosi, 1973). A rhizómákon raktározógumók (**3. ábra**) fejlődnek (Frohne és Jensen, 1979; Dános, 1997; Hanf, 1998).

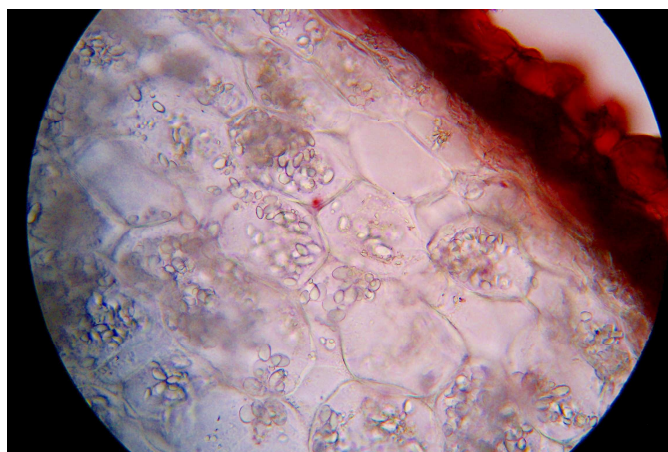


3. ábra: Tápanyag raktározó gumók a mezei zsurló rhizómáján (fotó: Kozak, 2006)

A raktározó gumókban elsősorban keményítőszemcsék formájában halmozódik fel a tartalék tápanyag (4. és 5. ábra).



4. ábra: a mezei zsurló raktározógumójának keresztmetszete a sötét foltokként jól látható keményítőfelhalmozódásokkal (fotó: Kozak, 2005)



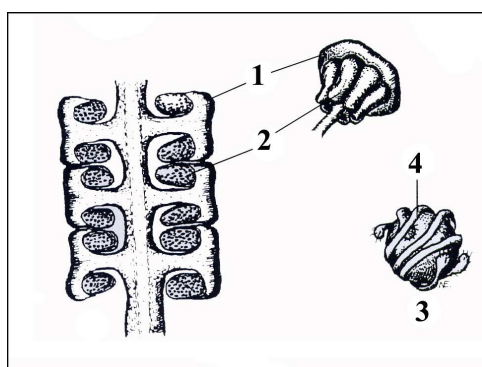
5. ábra: a mezei zsurló raktározógumójának keresztmetszete jól látható keményítőszemcsékkel (fotó: Kozak, 2005)

A mezei zsurló a *heterofiadikus* zsurlók, azaz az alakváltozással fejlődők csoportjába tartozik. A klorofill nélküli, halvány **fertilis (spóráképző) hajtások** (6. ábra) már kora tavasszal megjelennek, ezek csúcsain alakulnak ki a pajzs alakú sporofillumokból álló sporofillumfüzére (Danert et al., 1980; Mihalik et al. 1999; Hortobágyi, 1979). A hajtások csúcsán egyetlen sporofillumfüzér található (Dános, 1997).



6. ábra: A mezei zsurló termőhajtásai (balra) és sporofillumfüzére (jobbra)
(fotók: Bernáth, 2002; Kozak, 2006)

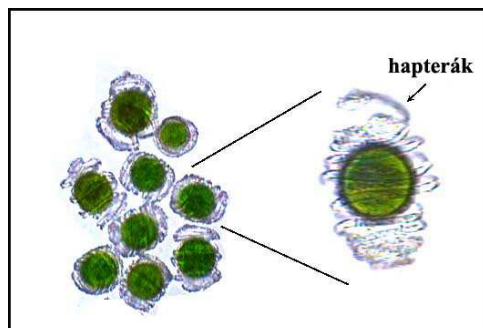
A pajzs alakú sporofillumok a fertilis hajtás csúcsán jellegzetes füzért képeznek (6. ábra). A sporofillumok 8-10 tagú örvöket képezve, a levél közepéből induló rövid nyéllel kapcsolódnak a vastag tengelyhez. A sporofillum tengely felé néző oldaláról erednek a hengeres, tömlőszerű sporangiumok (7. ábra), melyek a sporofillum nyelvével párhuzamosan állnak (Mihalik et al., 1999).



7. ábra: Pajzs alakú sporofillumok (1) a sporofillumfüzéken belsejükben zsákszerű sporangiumokkal (2). Spóra (3) *hapterákkal* (4) (forrás: Mihalik et al., 1999)

A **spórák** március - áprilisban érnek be és szóródnak ki (Újvárosi, 1973). A fertilis hajtások ezután elpusztulnak (Mihalik et al. 1999). Az *Equisetum* nemzetség spórái nemcsak a többi *Sphenopsida* osztálybeli rokonától tér el, hanem az összes többi haraszttól is. A gömbölyű **spórák** klorofillt tartalmaznak, tehát zöldek (8. ábra). Ez a jelenség egyes mohák és páfrányok

jellegzetessége, de ezen kívül a növényvilágban máshol nem fordul elő (Danert et al., 1980). A gömbölyű spórák fala három rétegből (*endo*-, *mezo*- és *perispórium*) áll. A legkülső fal, a perispórium négy szalagszerű sávra, *hapterákra* hasad fel (Danert et al., 1980; Mihalik et al. 1999). A *hapterák* felületén apró, serteszerű képződmények láthatóak (Mihalik et al., 1999).



8. ábra: Zöld *Equisetum* spórák *hapterákkal*. (forrás: <http://botit.botany.wisc.edu>)

A *hapterák* a zsurló szaporodása során kettős szerepet töltenek be. Nedves állapotban rácsavarodnak a spórákra, míg száraz állapotban kiterülnek és röpítőkészülékként működnek (**9. ábra**). Ezen túl az ivaros szaporodás biztosításában is fontosak. A *hapterák* által több spóra összeakaszkszik és így egyszerre mindig több spóra terjed el. Ez a jelenség is kizárólag a zsurlókra jellemző. (Danert et al., 1980).



9. ábra: *Equisetum* spórák nyitott *hapterákkal* (forrás: www.barnes-botany.co.uk)

A zsurlókat sokáig izospórasnak (a spórák alakilag és ivari determinációjukat tekintve azonosak) tartották, mivel spóráik külsőleg egyformák. A mezei zsurlón végzett vizsgálatokból kiderült, hogy a spóranagyság nem egészen egységes. Egy sporangiumban csaknem fele részben nagyobb spórák fejlődnek. Ezekből a későbbiekben női ivarszerveket hordozó előtelepek fejlődnek, míg a kisebb spórákból létrejött előtelepeken csak hím ivarszervek vannak. Ez arra utal, hogy a zsurlók esetében még tökéletlen, kialakulóban lévő heterospórákról (alakban, méretben és szexuális determinációjuk tekintetében különböznek) kell beszélnünk (Danert et al., 1980). Mivel a spórák

ivarilag determináltak, alakilag azonban majdhogynem megegyezők, elnevezésük *homioispora* (Mihalik et al. 1999).

A termőszár elszáradása után hajtanak ki a zöld színű, fotoszintetizáló **meddőhajtások** (Mihalik et al., 1999). A föld feletti hajtások (**10. ábra**) szára 20-50cm magas, egyenes vagy felemelkedő. A 3-5mm vastag, ívelt hajtások színe szürkészöld, felületük bordázott (Rápóti és Romvári, 1977). Ezek a föld feletti hajtások, melyek felépítése alig különbözik a rhizómáéktól, másodlagos megvastagodásra nem képesek (Danert et al., 1980). A barázdás, hosszú internódiumokból álló szárak belül üregesek, s az üregeket csak a csomókban választják el harántfalak (*diaphragma*). A bordák alatt kollaterális, zárt szállítóyalábok húzódnak (Danert et al., 1980).



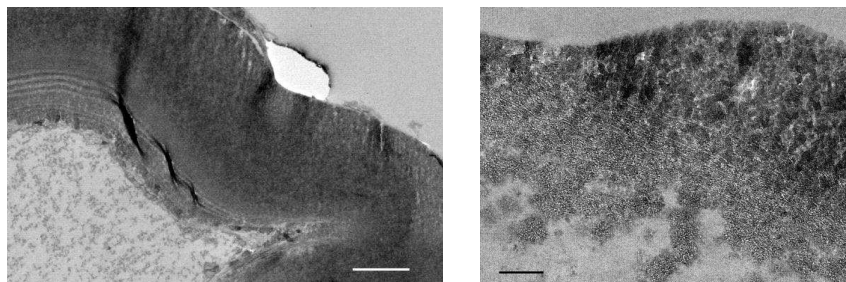
10. ábra: A mezei zsurló meddőhajtásai (fotó: Bernáth, 2000)

A zöld hajtások örvös állású, redukált **leveleket** viselnek (Mihalik et al., 1999). A levelek a nóduszokon erednek, a levélhüvely körülfogja az internódiumok (csomók közti szártagok) alsó részét, amelyek utólag megnyúlásra képesek. Ez a megnyúlásos növekedésmód a hajtások gyors tavaszi kifejlődésében fontos. A hajtások kezdeményei ugyanis még az előző vegetációs periódusban kialakulnak, és a következő év tavaszán csak megnyúlásra (*interkalláris növekedés*) van szükségük ahhoz, hogy a föld fölé jussanak (Danert et al., 1980). A zsurló apró levelei alig, főként a szárak asszimilálnak (Dános, 1997).

Az *Equisetaceae* családra, így a mezei zsurlóra is jellemző a magas kovasavtartalom. Egyetlen növény sem tartalmaz olyan magas arányban szilíciumot, mint a zsurlók (Holzhüter et al., 2003).

A növények föld feletti hajtásaiban felhalmozott szilícium, mely elsősorban a megvastagodott epidermiszben van jelen, a sejtfalak elkovásodásához vezet (Frohne és Jensen, 1979; Danert et al., 1980).

A mezei zsurlón végzett, legújabb elektronmikroszkópos vizsgálatok során megállapították, hogy az epidermiszben felhalmozott szilícium lerakódások vastagsága a különböző növényi szervekben változó (**11. ábra**). Az epidermisz szorosan szilíciummal telített rétege alatt egy lazább, kezdődő felhalmozódást mutató réteg figyelhető meg (Holzhüter et al., 2003).



11. ábra: A mezei zsurló szárában (balra) és levelében (jobbra) felhalmozódó szilícium struktúrája (forrás: Holzhüter et al., 2003)

Annak ellenére, hogy a növény számára a felhalmozódó kovasav nem létfontosságú, valószínűsíthető, hogy a zsurló mineralizálódott falai mechanikusan védik a növényt, gátolva a kártevőket és a kórokozókat. Az elkovásodás ezen kívül szabályozza a párologtatást, mely által csökken a növény vízvesztése (Holzhüter et al., 2003). A sejtben lerakódott szilícium további mechanikai funkciója, hogy a növény sejtjeiben gyakorlatilag a lignin stabilizáló szerepét tölti be (Frohne és Jensen, 1979; Danert et al., 1980).

2.4. A MEZEI ZSURLÓ FEJLŐDÉSMENETE

A mezei zsurló kétféle módon szaporodik:

A.) Föld alatti szárral – vegetatív úton:

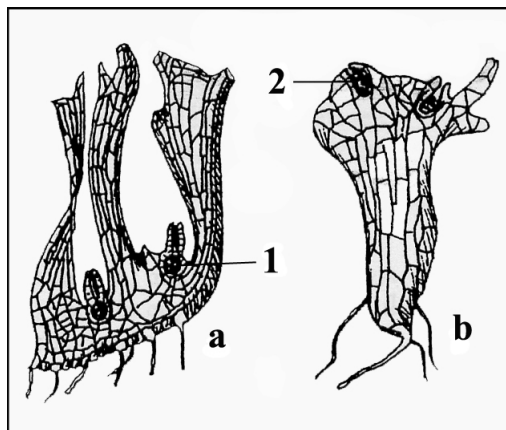
A zsurló elsősorban föld alatti szárával terjed, amely vízszintesen előrehaladva mindig új hajtásokat fejleszt. A rhizómák csomóiból indulnak ki a föld feletti száruk, s mivel a régiek elpusztulnak, a növény fokozatosan „vándorol”. Ezért a mezei zsurló valóban kártékony gyomnövény is lehet, hiszen dúsan elágazó tarackjaival sűrűn behálózza és kizsigereli a talajt (Újvárosi, 1973).

B.) Spórával – generatív úton

A harasztok, így a zsurlok generatív életciklusa is két, egymást szabályosan váltó ivaros és ivartalan szakaszból áll.

A kora tavasszal kihajtó spóratartó termőszáron elhelyezkedő *sporofillum* egyaránt tartalmaz nőnemű és hímnemű spórákat

A földre kerülve a spórákból elsőként ún. előtelep (*protallium*) fejlődik ki (**12. ábra**). Ez egy általában apró, rövid életű képződmény, amelyen az ivarszervek fejlődnek (Danert et al., 1980).



12. ábra: A zsurlokra jellemző sallangos női előtelep (a) palack alakú *archegóniumokkal* (1) és lemezszerű hím előtelep (b) gömbölyded *anterídiumokkal* (2) (forrás: Mihalik et al., 1999)

A zsurlok esetében a spórák ivari meghatározottságának megfelelően fotoszintetizáló, női és hím előtelepek fejlődnek a talaj felszínén. *Exospórák előtelepekről* beszélünk, mivel a soksejtű előtelepek a spórák falán kívül fejlődnek. Az ivarsejtek képződése (*gametogenezis*) az előtelep speciális képleteiben, az ivarszervekben megy végbe. A női ivarszervek (*archegóniumok*) palack alakúak, míg a hímivarszervek (*anterídiumok*) alakja változó, a zsurlok esetében gömbölydedek (Mihalik et al., 1999).

Az *anterídiumokban* fejlődő ivarsejtek ostoros *spermatozoidok*, míg az *archegóniumban* fejlődő petesejt tulajdonképpen a női *gamétának* (ivari sejt) felel meg (Danert et al., 1980).

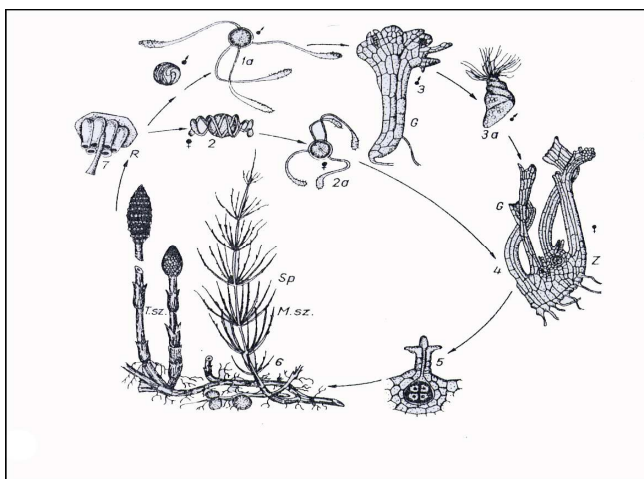
A *hapterák* által összetartott spóracsomó lehetővé teszi, hogy a spórákból fejlődő, különböző ivarjellegű előtelepek (**13. ábra**) egymás közelében jöjjenek létre (Mihalik et al., 1999).



13. ábra: A mezei zsurló előtelepei (forrás: <http://botit.botany.wisc.edu>)

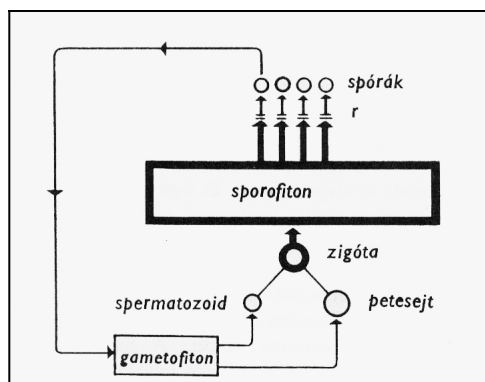
A hímivarsejtek az *archegónium* által kiválasztott, különböző szerves savak hatására jutnak el - csak vízben - az archegóniumokban lévő petesejthez (Danert et al., 1980). Ezért a mezei zsurló spóráival csak igen ritkán, nedves vagy túl nedves talajokon szaporodik (Újvárosi, 1973).

Mivel a hím és a női ivarsejtek (gaméták) az előtelepen fejlődnek (**14. ábra**), ezért az ivaros szaporodásnak ezt a részét **ivaros nemzedéknek**, azaz **gametofitonnak** nevezzük (Danert et al., 1980).



14. ábra: A mezei zsurló fejlődésmenete (forrás: Hortobágyi, 1979)

Az egyesülő ivarsejtekből fejlődik a *zigóta*, amely mindkét ivarsejt örökítő anyagát tartalmazza (tehát *diploid*). A *zigótából* fejlődik ki az önálló, élő zsurlónövény, mely mozgásra képtelen, ivartalanul szaporodó sejteket, azaz spórákat hoz létre. Ezért az életciklusnak ezt a részét **ivartalan nemzedéknek**, azaz **sporofitonnak** nevezzük (**15. ábra**) (Danert et al., 1980).



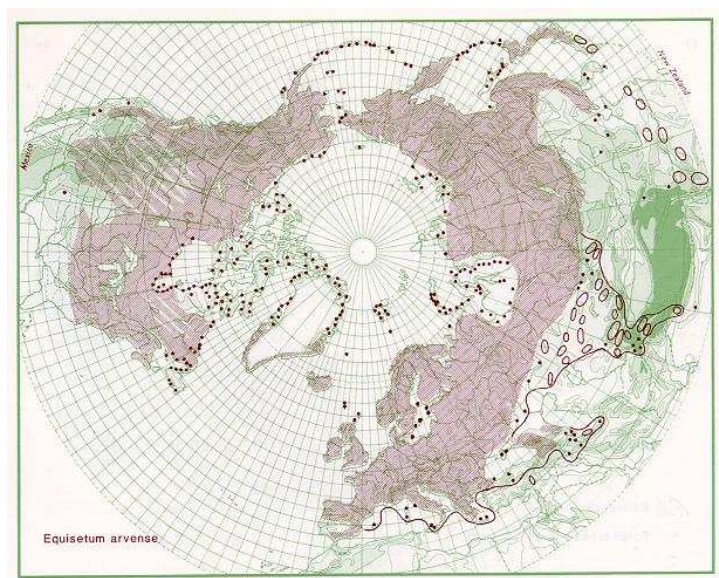
15. ábra: Az izospórák harasztok vázlatos fejlődésmenete

r= redukciós sejtosztódás, vastag vonal: diploid szakasz, vékony vonal: haploid szakasz (forrás: Danert et al., 1980)

A spórák keletkezésekor redukciós osztódás (*meiózis*) megy végbe, melynek következtében a sejtmag anyaga megfeleződik, így a keletkező spóra *haploid* lesz. A spórák elterjednek, majd előtelepekké, tehát újabb haploid (*gametofiton*) nemzedékké fejlődnek tovább (Danert et al., 1980).

2.5. A MEZEI ZSURLÓ ELŐFORDULÁSA, ÖKOLÓGIAI IGÉNYE ÉS SAJÁTOSSÁGAI

A mezei zsurló igen nagy ökológiai alkalmazkodóképességgel rendelkezik. Gyakorlatilag az egész *Holarktiszbán* (Észak-Amerika, Európa és Ázsia hideg és mérsékelt övi részei) előfordul (**16. ábra**) (Danert et al., 1980). Kiterjedő állományokat alkot Európában, Ázsiában, Észak-Amerikában, a legészakibb részekről egészen a Földközi –tengerig, KisÁzsiáig, valamint a Himalájában, Kelet- és Délkelet-Ázsiában. Észak-Amerikában Kaliforniáiban és Észak-Karolinában is előfordul, a síkságokon egészen az alhavasi tájig (Újvárosi, 1973). Mexikóban, Új-Zélandon és Ausztráliában behurcolva jelent meg. Egész előfordulási területén gyakori, nehezen írható szántóföldi gyom, de erdőkben, vasúti töltéseken, törmeléklejtőkön is megél (Danert et al., 1980). Az Európában előforduló zsurlófajok között Közép - Európában a mezei zsurló a legelterjedtebb faj (Hänsel et al., 1993).



16. ábra: A mezei zsurló elterjedése (forrás: <http://linnaeus.nrm.se>)

Magyarország egész területén megtalálható, főleg a nedves, savanyú, homokos agyag- vagy homoktalajokon. A szántóföldeken kívül a nedves, mocsaras réteken, lápréteken és legelőkön is gyakran előfordul. Főleg csapadékosabb hegyvidékek túl nedves szántóföldjein gyakori (Újvárosi, 1973). Folyóvizek mentén, árterületeken, vasúti töltéseken (**17. ábra**) és műveletlen mezőgazdasági területeken is megtalálható (Rácz et al., 1992; Hanf, 1998).



17. ábra: Kiterjedt zsurlóállomány a vasúti töltésen, Észak-Magyarországon. (fotó: Bernáth, 2003)

Az állandóan nedves vagy nedves altalajú szántóföldeken és réteken igen nagy kiterjedésű állományokat alkot. Szárazabb talajon a többszintű gyökérzet mellett hosszú, függőlegesen lefelé hatoló gyökerek is fejlődnek, amelyek mindig az állandóan nedves talajba hatolnak. Nedves, mocsaras talajokon vízszintes tarackjai a felszínhez közel helyezkednek el, míg száraz talajban 1-2 m mélységben, ahol a talaj már nedvesebb és gyökerei az állandóan nedves altalajba hatolnak (Újvárosi, 1973).

2.6. A MEZEI ZSURLÓ DROGJA ÉS HATÓANYAGAI

A mezei zsurló drogja:

A mezei zsurló drogját (*Equiseti herba*) a zöld, szárított meddőhajtások alkotják (Wichtl, 1997). A drog (18. ábra) szárított állapotban szagtalan, enyhén sós ízű, rágva a fogak között recseg (Augustin et al., 1948; Dörfler és Roselt, 1997; Kéry et al., 2003).

A drog beszáradási aránya 3-5:1 (Rácz et al., 1992).



18. ábra: A mezei zsurló drogja: *Equiseti herba* (fotó: Kozak, 2006)

A mezei zsurló hatóanyagai:

Az *Equiseti herba* hatóanyagtartalma Schneider (szerk.) (1993) és Veit (1994) szerint:

- **Szervetlen anyagok:**

Kovasav (5-7,7%): ennek 1/10-e vízben oldódó formában van jelen

Alumínium- és káliumklorid (1,5%)

Mangán

- **Kávésavszármazékok**

Klorogénsav

Dikafeoil-meso-borsav

5-O-kaffeilsikimissav

Monokafeoil-mezo-borsav

- **Flavonok:**

Apigenin-4'-0-glikozid
Apigenin-5-0-glikozid
Apigenin-5-0-(6''-0-malonilglikozid)
Genkwanin-5-0-glikozid
Genkwanin-5-0-(6''-0-malonilglikozid)
Genkwanin-4'-0-glikozid
Luteolin-5-0-glikozid*
Luteolin-5-0-(6''-0-malonilglikozid)*
Protoapigenin-4'-0-glikozid
Protogenkwanin-4'-0-glikozid

- **Flavonolok:**

Gossipetin-7-0-glikozid
Kempferol-3-0-7-0-diglikozid
Kempferol-3-0-(6''-0-malonilglikozid)-7-0-glikozid
Kempferol-3-0-glikozid
Kempferol-3-0-(6''-0-malonilglikozid)
Kempferol-3-0-rutinozid-7-0-glikozid
Kempferol-3-0-soforozid
Kvercetin-3-0-7-0-diglikozid
Kvercetin-3-0-glikozid
Kvercetin-3-0-glikozid (6''-0-malonilglikozid)
Kvercetin-3-0-soforozid

* Csak az Észak-Amerikai-Ázsiai kemotípusban.

- **Alkaloidok**:**

Nikotin
3-metoxipiridin
palusztrin néha nyomokban van jelen

** Csak nagyon alacsony koncentrációban vannak jelen a drogban.

- **Szaponinok:**

Az *equisetonin* nevű szaponin jelenléte a drogban nem igazolt.

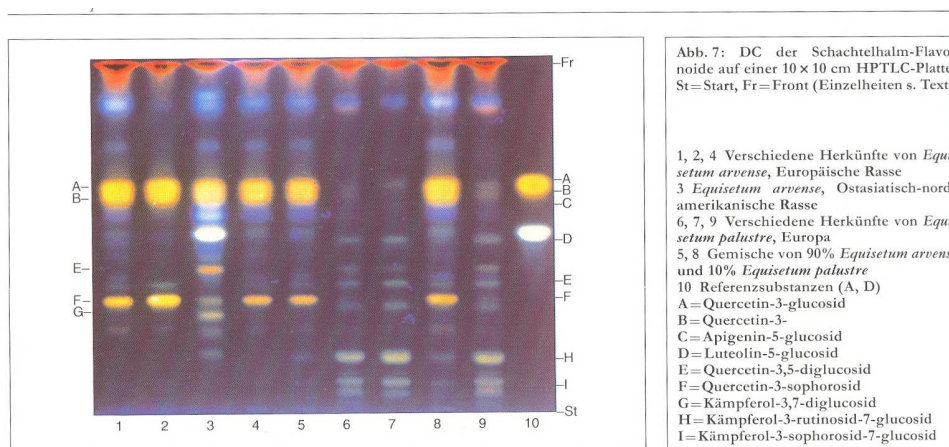
A VIII. Magyar Gyógyszerkönyv (Ph.Hg. VIII.) a zsurlódrogra (*Equiseti herba*) vonatkozóan a következő minőségi előírásokat tartalmazza:

- o Összflavonoid-tartalom: min. 0,3%
- o Homoktartalom (sósavban nem oldódó hamu): 3,0-15,0%
- o Hamutartalom: 12,0-27,0%

A zsurlódrog legfeljebb 5%-ban tartalmazhatja egyéb *Equisetum*-fajok és fajhibridek szárait, továbbá legfeljebb 2%-ban lehetnek jelen más idegen anyagok (Ph. Hg. VIII., 2004).

Számos régi kiadvány említi a mezei zsurló *szaponintartalmát* (Augustin et al., 1948; Király, 1965; Rápóti és Romváry, 1977; Hortobágyi, 1979; Tyler, 1993; Dörfler és Roselt, 1997). Más vizsgálatok szerint a szaponinok jelenléte a drogban gyakorlatilag kizárható. Valószínűsíthető, hogy a zsurlódrog felületaktív hatását szterolok vagy/és zsírsavak okozzák (Veit, 1994; Schilcher, 1994; Wichtl, 1997).

A zsurlódrogban a *flavonoidok* általában glikozidos formában vannak jelen, aglikonos formák csak régi vagy rosszul tárolt drogban mutathatóak ki (Veit, 1994). A flavonoidspektrum alapján két különböző zsurló kemotípus különböztethető meg (**19. ábra**). Az egyik az ázsiai és észak-amerikai, a második az európai kemotípus. Az utóbbi kereskedelmi mintái Albániából, Magyarországról, Lengyelországról, a volt Jugoszlávia-, az Egyesült Királyság- és a volt Szovjetunió területéről származnak (Blumenthal et al., 2000).



19. ábra: Különböző *Equisetum* minták flavonoidspektruma 10x10 cm-es HPTLC lemezen (forrás: Wichtl, 1997)

Az ázsiai –észak amerikai kemotípusra igen magas, 9%-os flavonoidtartalom jellemző, míg az Európából származó drog lényegesen kevesebb, 2-4% flavonoidot tartalmaz (Veit, 1990).

Az olyan „flavonoiddrogoknál”, ahol a farmakológiai hatás nem vezethető vissza egy konkrét hatóanyagra, a flavonoidspektrum alapján történik a minőségi meghatározás. Ez a gyakorlat a mezei zsurló esetében azonban nem problémamentes, mert a többi *Equisetum* fajjal ellentétben a mezei zsurló flavonoidspektruma gyakran ingadozó, atípusos. Az említett kemotípusok közötti különbségeken túl gyakran olyan flavonoid összetételű minták is előfordulnak, amelyek alapvetően nem egyeznek meg a mezei zsurló tipikus vékonyrétegekromatográfiás képével (Veit, 1994). Ennek ellenére a nagyobb mértékű szennyeződések, főleg a mocsári zsurlóval való keveredés gond nélkül kimutatható a vékonyrétegekromatográfiával (Veit, 1989; Nagell, 1987).

A flavonoidok felhalmozódási szintje a vegetációs periódus folyamán ingadozik, a flavonoidspektrum összetétele is változó. Mint minden flavonoiddrog, így a mezei zsurló hatóanyagtartalma is tavasszal a legmagasabb, majd a vegetációs periódus során csökken. Ezért a gyakorlatban megvalósuló nyárvégi, kora őszi gyűjtés a zsurlódrog hatóanyagtartalmának szempontjából meglehetősen kedvezőtlen (Veit, 1994). A flavonoidok akkumulációja gyakran napi szinten is változik (Veit, 1994). A környezeti hatások közül valószínűleg a napfény, azaz a napos órák száma a flavonoidtartalmat leghatározottabban befolyásoló tényező (Schilcher, 2005).

Valószínűsíthető, hogy a növény *kovasavtartalma* a vegetációs periódus során növekszik (Piekos et al., 1975). A kovasavtartalom pontos analitikai meghatározása azonban máig nem megoldott, ezért a különböző módszerekkel történt vizsgálatok eredményei igen eltérőek (Veit, 1994).

2.7. A ZSURLÓDROG MAKROSZKOPIKUS ÉS MIKROSZKOPIKUS AZONOSÍTÁSA

Makroszkopikus azonosítás

A drogot mélyen bordázott, ízelt, durva felületű, zöld hajtás- és levéldarabok (**20. ábra**) alkotják, melyek világoszöld-zöldesszürke színűek (Petri, 1979; Ph. Hg. VIII., 2004). Az oldalágak többsével, a hártyás pikkelyek felett erednek (Petri, 1979).



20. ábra: *Equiseti herba* mikroszkopikus felvétele (forrás: <http://botany.cs.tamu.edu>)

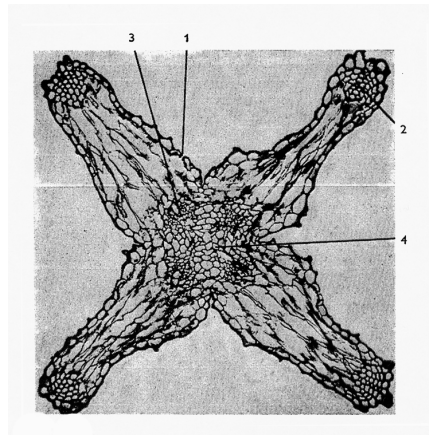
Az üreges főtengelyen szemmel jól látható, változó számú barázdák futnak végig. A kicsiny, keskeny levelek minden szárcsomónál örvöket alkotnak és alapjuknál összenőve fogazott hüvelyeket képeznek. A fogak száma megegyezik a főtengely barázdáinak számával. Mindegyik fog lándzsás-háromszögletes, gyakran barnás színű. A legalsó szártag minden oldalán hosszabb, mint a főtengely hozzá tartozó hüvelye (**21. ábra**) (Ph.Hg. VIII., 2004).



21. ábra: A szártagok hosszúságának aránya a mezei zsurló fő hajtásán (forrás: <http://pharm1.pharmazie.uni-greifswald.de>)

Mikroszkopikus azonosítás

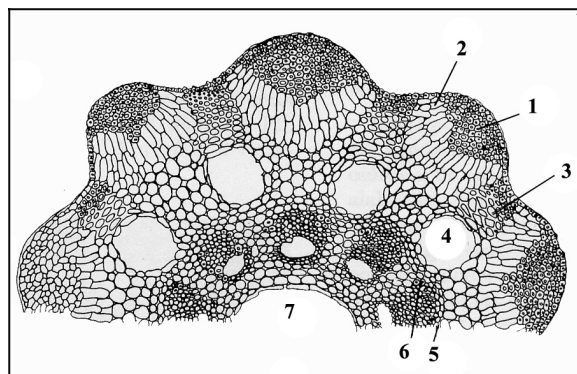
A hajtások oldalág-keresztmetszete csillag alakú, az ágak csúcsában 1-1 rostnyalábbal (**22. ábra**). Az oldalhajtások alapszövege paliszád-parenchimából épül fel. A parenchimatikus bélszövetben nem találhatóak üregek (Petri, 1979).



22. ábra: Oldalág-keresztmetszet

Jelmagyarázat: 1: epidermisz stómával, 2: borda alatti rostköteg, 3: szállítóyaláb, 4: bélszövet
(forrás: Petri, 1979)

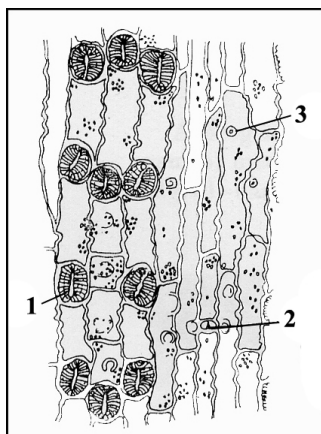
A főhajtások epidermisze tangenciálisan megnyúlt sejtekből áll (**23. ábra**). Stomák csak a barázdák középvonalának két oldalán találhatóak. A barázdákban erősen megvastagodott parenchyma-csoport (1) van. A rostréteg alatt egy-két sejt soros paliszád-parenchima (2) következik. A barázdák irányában nagy, kerek üregek (4) helyezkednek el. Az elsődleges kérget egy-két rétegű Caspary-pontos endodermisz (5) zárja le. A parenchimatikus alapszövetbe ágyazódnak bele egy sorban az apró kollaterális szállítóyalabok (6), melyeket kevés rost szegélyez. Ezután néhány sor parenchima következik és végül a nagy központi üreg (7) (Petri, 1979).



23. ábra: Főtengely keresztmetszet

Jelmagyarázat: 1: szklerenchima-csoport, 2: paliszád-parenchima, 3: lemezes kollenchima, 4: lizigén járat, 5: Caspary-pontos endodermisz, 6: szállítóyaláb, 7: központi üreg (rexisén járat)
(forrás: Petri, 1979)

A zsurlódrog egyik hatóanyagaként számon tartott kovasav elsősorban az epidermisz kovasejtjeiben (**24. ábra**) halmozódik fel (Hegi, 1906-1931).



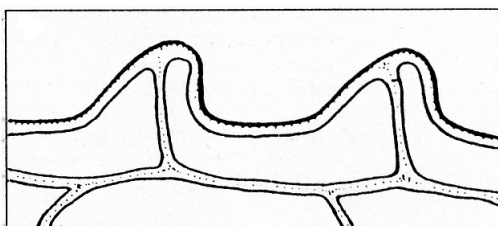
24. ábra: Szár-epidermisz felülnézetben

Jelmagyarázat: 1: gázcserenyílás (*stoma*), 2: kovasejtek, 3: gödörkés sejtfa­lvastagodás
(forrás: Petri, 1979)

A porított drog mikroszkopikus vizsgálata az Európai gyógyszerkönyv szerint (Ph.Hg.VIII., 2004):

A szürkés-zöld színű, porított drogot klorál-hidrát-oldatban vizsgálva mindkét, a mezei zsurlóra jellemző, mikroszkopikus bélyeg megfigyelhető:

- a. Az epidermisz darabokon négyszögletű, hullámos falú sejtek láthatóak (**25. ábra**). Ezek az U-alakú sejtek miatt az epidermisz fogazott.



25. ábra: A mezei zsurló hullámos falú epidermisz sejteinek keresztmetszete (forrás: Wichtl, 1997)

- b. Nagyméretű sejtekből álló parenchimadarabok és hosszú, nem fásodott, szűk üregű rostok csoportjai is megfigyelhetők.

2.8. A MEZEI ZSURLÓ GYŰJTÉSE

A mezei zsurló jelenleg nincs termesztésben, a kereskedelmi drog kizárólag vadon termő állományokból származik. Európában a legnagyobb drogmennyiség Oroszországból, a volt Jugoszlávia területéről, Magyarországról és Lengyelországból származik (Hänsel et al., 1993). Ezen kívül Kínából is jelentős drogmennyiség érkezik az Európai gyógynövénypiacra (Wichtl, 1997).

A növényt a nyári hónapokban (július-augusztus) gyűjtik, a zöld hajtásokat szorosan a föld felett vágják el vagy tépik le. A gyűjtés során a drog értékét csökkentő barna rhizóma darabok nem kerülhetnek a gyűjtött szárak közé (Schilcher, 1994; Boros, 1980; Launert, 1981).

A szárakat a gyűjtés után minél hamarabb árnyékos, jól szellőző helyen szárítani kell, különben a hajtások könnyen elsárgulnak és így csökken a drog értéke. A szárított hajtások könnyen töredeznak, ezért a száraz droggal óvatosan kell bánni (Boros, 1980; Launert, 1981).

A gyűjtők dolgát igen megnehezíti, hogy a mezei zsurló gyakran nedves réteken is erősen elszaporodik, sok esetben a mocsári zsurlóval (*Equisetum palustre* L.) együtt alkot kiterjedt állományokat (Újvárosi, 1973). A mocsári zsurló alkaloid-, elsősorban palusztrin tartalma miatt mérgezőnek számít, ezért nem lehet jelen a zsurlódrogban (Frohne és Pfänder, 1987; Hänsel et al., 1993).

Szinte minden szakirodalom és gyógynövénykönyv felhívja a mocsári zsurlóval történő összetévesztés veszélyére a figyelmet. A két faj könnyű összetéveszthetősége valóban adott, hiszen első pillantásra, illetve a felületes szemlélő számára a mezei és a mocsári zsurló valóban nagyon hasonlít egymásra.

A mocsári zsurló (*Equisetum palustre* L.) a nedves rétek, síklápok gyakori növénye, de szántókon vagy utak mellett is megtalálható. Mélyre hatoló rhizómáinak köszönhetően a száraz talajokon is megél, ha az altalajban vízzáró réteg van (Danert et al., 1980).

Mocsári zsurlóval történt mérgezéses esetek eddig azonban csak állatok esetében ismeretesek (Frohne és Pfänder, 1987). A nedvesebb legelőkön helyenként igen nagy gondot okoz, ha a mocsári zsurló túlzottan elszaporodik. A mocsári zsurlót az őszi kikerics (*Colchicum autumnale*) mellett a legelők egyik legveszedelmesebb gyomnövényének tartják (Danert et al., 1980).

A mocsári zsurló alkaloidtartalma igen nagy ingadozásokat (96-302 mg/100g sz.t.) mutat, és rövid időn belül eltűnhet, vagy éppen felhalmozódhat a növény föld feletti hajtásaiban. Emellett az alkaloidok metabolizmusa semmilyen összefüggést nem mutat az előfordulási hellyel vagy az időjárással. Bizonyos azonban, hogy a mocsári zsurló alkaloidtartalma fagy hatására erősen csökken, ekkor a növény gyakorlatilag alkaloidmentes lesz. A szárított növények alkaloidtartalma ezzel szemben éveken át megmarad (Frohne és Pfänder, 1987).

Ezért a mocsári zsurló, a szénába kerülve már kis mennyiségben is ártalmas, a szarvasmarhának hasmenést okoz, de bénulósos tüneteket is okozhat, ami egyben nagy hús- és tejhozam kiesést jelent (Danert et al., 1980).

Alkaloidtartalma mellett a mocsári zsurló egy tiamináz nevű enzimet is tartalmaz, amely szintén károsan hat a növényt elfogyasztó állatokra. A tiamináz az állatok szervezetében a B₁-vitamint bontja le, ezért különösen lovak takarmányában veszélyes a mocsári zsurló. A lovak szervezete ezt a vitamint nem tudja előállítani, ezért teljes egészében külső B₁-vitamin forrásra vannak utalva. Huzamosabb ideig tartó, mocsári zsurlóval szennyezett takarmány adagolása ezért akár a lovak halálához is vezethet (Frohne és Pfänder, 1987; Rácz et al., 1992).

Sok esetben azonban még a tapasztalt gyűjtőket is megtéveszti, hogy gyakran a bizalommal forgatott szakkönyvekben (Danert et al., 1974, Bundesanzeiger, 1998, Schönfelder és Schönfelder, 2001) is helytelen vagy zavaros a mezei zsurló botanikai jellemzőinek leírása, ábrázolása (Kozak és Bernáth, 2006; Kozak et al., 2006).

A mocsári zsurlóval történő összetévesztés mellett a gyűjtők dolgát tovább nehezíti, hogy a meghatározott fajok mellett számos hibrid létezik. Ezek alig határozhatóak meg, illetve hatóanyag- és palusztrin tartalmuk sem ismert. A kereskedelmi forgalomba kerülő drogban természetesen ezek a fajhibridek sem lehetnek jelen (Wichtl, 1997).

A mezei zsurló morfológiai variabilitása és más fajokkal történő hibridizációs hajlama miatt valóban probléma a más zsurlófajokkal történő összetévesztés veszélye. A megfelelő meghatározást tovább nehezíti a fajok meglehetősen körülményes meghatározása, egymástól történő elkülönítése (Hänsel et al., 1993).

Az egyre növekvő minőségi elvárások mellett a könnyű összetéveszthetőség a kereskedők számára egyre nagyobb gondot jelent. A mezei zsurlót gyakran összetévesztik a hasonló termetű zsurlófajokkal, így mocsári zsurló (*E. palustre* L.) mellett az erdei (*E. sylvaticum* L.), az iszap (*E. fluviatile* L. em. Ehrh.), a hosszú (*E. ramosissimum* Desf.), az óriás (*E. telmateia* Ehrh.), a téli (*E. hyemale* L.) és a tarka (*E. variegatum* Schleich.) zsurlóval (Rácz, 1993).

A drogszállítmányokban gyakran találhatóak az *E. palustre*, az *E. hyemale*, az *E. fluviatile* és az *E. sylvaticum* szárított hajtásai, melynek következtében a drog nem kerülhet kereskedelmi forgalomba (Hänsel et al., 1993). A gyűjtött herba származási helye ezen kívül nehezen nyomon követhető, hitelesen alig dokumentálható. Így az átvevőhelyek a gyűjtők megbízhatóságára, illetve költséges laborvizsgálatokra vannak utalva (Gimpl és Bernáth, 2003).

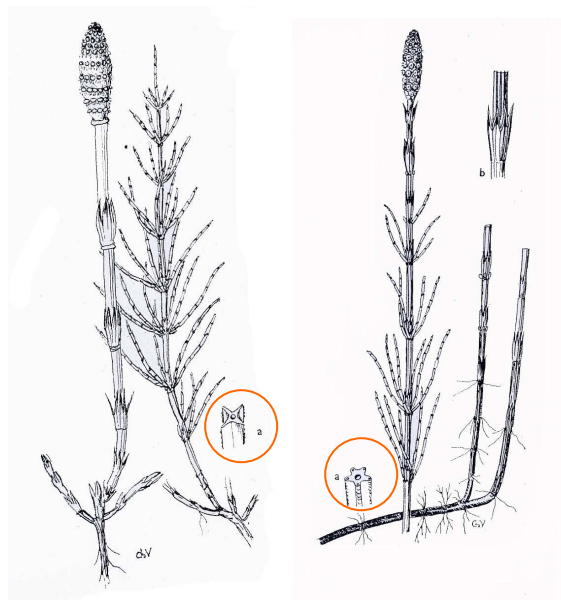


26. ábra: A mezei zsurló gyűjtése – helytelenül – vasúti töltésről (fotó: Bernáth, 2003)

Az összetéveszthetőség és a beazonosítási nehézségek mellett tovább nehezíti a gyűjtést, hogy a mezei zsurló gyakran nagy tömegben fordul elő vasúti töltéseken (26. ábra) és szántóföldeken, ahonnan azonban az alkalmazott herbicidek toxicitása miatt nem gyűjthető (Gimpl és Bernáth, 2003).

2.9. A MEZEI ÉS A MOCSÁRI ZSURLÓ MEGKÜLÖNBÖZTETÉSE A MORFOLÓGIAI BÉLYEGEK ÉS MIKROSZKÓPIKUS JELLEMZŐK ALAPJÁN

A mocsári zsurló a *homofiadikus* zsurlók, azaz az alakváltozás nélkül fejlődők csoportjába tartozik. A mocsári zsurló esetében a hajtáscsúcsokon sporofillumfüzéreket hordozó generatív hajtások egy időben jelennek meg a sporofillumok nélküli vegetatív hajtásokkal (27. ábra), melyeknek megjelenése és felépítése, a sporofillumoktól eltekintve, megegyezik a spóratartók nélküli generatív hajtásokéval (Holzner, É.n.; Hegi, 1906-1931; Schönfelder és Schönfelder, 2001). Sok gyűjtő hagyatkozik tévesen a két faj között legszembevetőbbnek vélt morfológiai bélyegre, mely szerint a mocsári zsurló hajtáscsúcsain mindig megtalálhatóak a sporofillumfüzérek, míg a mezei zsurló zöld hajtásain ezek megléte kizárt. Valószínűsíthető, hogy erre az egyetlen morfológiai bélyegre történő hagyatkozás az oka a kiemelt arányban előforduló tévesztéseknek. Gyakran vezet ugyanis a nem megfelelő növény gyűjtéséhez, hogy a mocsári zsurlónál gyakran, de nem minden évszakban és nem minden egyeden vannak jelen a spóratartók (Rápóti és Romváry, 1977; Rácz et al., 1992). Ezért a mezei zsurló helyes meghatározásához, igen nagy gyűjtői tapasztalat mellett, konkrét botanikai ismeretekre is szükség van.



27. ábra: A mezei zsurló (balra) termő és meddő hajtása és a mocsári zsurló (jobbra) sporofillumos hajtásai az oldalhajtások keresztmetszeteivel (forrás: Ujvárosi, 1973)

Megkülönböztetés a morfológiai bélyegek alapján:

- *Szárkeresztmetszet*

A mezei zsurló ágai tömörek, a központi ürege nagyobb a mocsári zsurlóénál, a főszár átmérőjének körülbelül a negyede a központi üreg átmérője (**28. ábra**). A mocsári zsurló szárai üregebbnek hatnak, a központi üreg a szár átmérőjének a felénél kisebb (Simon, 1992).



28. ábra: A mezei zsurló (balra) és a mocsári zsurló (jobbra) szárkeresztmetszete (forrás: <http://www.pharmakobotanik.de>)

- *Szár felülete*

A mezei zsurló szára barázdált, az oldalhajtások négyélűek, felületük érdes (Simon, 1992), míg a mocsári zsurló ágai egyenletes, selymes felületűek.

- *A főszár hüvelyeinek és az ágak legalsó szártagjainak hosszúságának aránya*

A mezei zsurló ágainak legalsó internódiuma hosszabb, mint a főszáron lévő hüvely (29. ábra), míg a mocsári zsurló ágain az internódiumok rövidebbek, mint a főszár hüvelyei (Simon, 1992).



29. ábra: A mezei zsurló és a mocsári zsurló szára
(forrás: <http://www.pharmakobotanik.de>)

- *Az oldalszárak hüvelyének színe*

A mezei zsurlónál az oldalágak világosak, sárgás barnák, míg a mocsári zsurlónál feketés-barnák (31. ábra) (<http://www.pharmakobotanik.de>).

- *A főhajtások hüvelyén található fogak színe*

A mocsári zsurlónál a hüvelyek fogacskái közepén jellegzetesen feketék, csúcsukat széles, átlátszó hártya övezi (<http://www.pharmakobotanik.de>).

- *A főhajtás hüvelyein található fogak száma*

A mezei zsurlónál a hártyaszerű hüvelyen található fogak száma 6-19 között váltakozik, míg a mocsári zsurló esetében a fogak száma 4-10 között mozog. A fogak számának nagy változékonysága miatt ez a morfológiai bélyeg nem teljesen megbízható, a beazonosítás során inkább kiegészítő jellegű (<http://www.pharmakobotanik.de>).

A mezei- és mocsári zsurló megkülönböztetését szolgáló főbb morfológiai bélyegeket Rácz et al. (1992) után, módosítva az 1. táblázat tartalmazza:

1. táblázat: A mezei és a mocsári zsurló morfológiai bélyegei

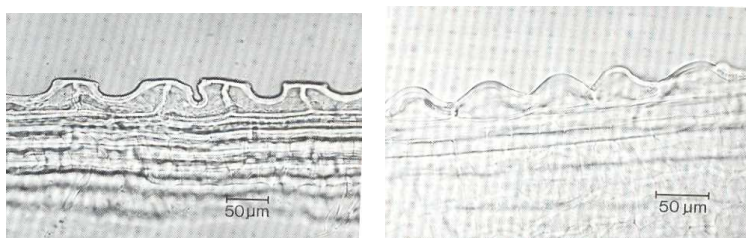
	<i>E. arvense</i>	<i>E. palustre</i>
A hajtások	barázdáltak, az oldalhajtások 4 élűek, belül tömörök	simábbak, belül üregesek, az oldalhajtások 5 élűek
A szár felülete	érdes	selymes
Az ágak legalsó szártagja	hosszabb a főszár hüvelyénél	rövidebb a főszár hüvelyénél
Az oldalágak hüvelyének színe	világos, sárgás barna	sötét, feketés barna
A hüvelyek fogai	nincs fehéres, hártvás szegélyük	fehéres, hártvás szegélyűek

Megkülönböztetés a mikroszkopikus jellemzők alapján:

- *Az epidermális kitüremkedések formája*

A zsurlódrog megbízható mikroszkopikus meghatározását az epidermisz kitüremkedéseinek vizsgálata teszi lehetővé. A mikroszkopikus vizsgálat előtt az aprított drogot klórhidrátban felforraljuk.

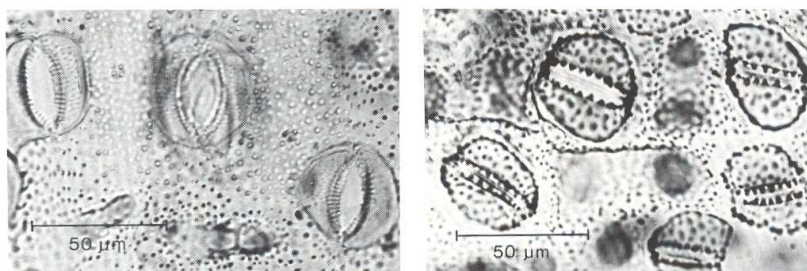
A mezei zsurló epidermiszén a kitüremkedéseket mindig kettő sejt alkotja, a barázda csúcsa a két sejt közötti válaszfalon helyezkedik el (**30. ábra**). A mocsári zsurlónál ezzel szemben a kitüremkedéseket egyetlen sejt alkotja, a „barázda” az adott sejt közepén helyezkedik el (Frohne és Pfänder, 1987; Hänsel et al., 1993; Wichtl, 1997).



30. ábra: A mezei (balra) és a mocsári zsurló (jobbra) epidermális kitüremkedései (forrás: Wichtl, 1997)

- *A gázcsere nyílások zárósejtjeinek fogazata*

A gázcsere nyílások jellegzetes fogazata mindkét fajnál a drog elhamvasztása után válik láthatóvá. A mocsári zsurló gázcsere nyílásain nagyon finom, cipzár-szerű apró fogak láthatóak (**31. ábra**). A mezei zsurló gázcsere nyílásain ezzel szemben nagy, élesen kirajzolódó „cápa”-fogak vannak (Wichtl, 1997).



31. ábra: A mocsári (balra) és a mezei zsurló (jobbra) gázcsere nyílásai (forrás: Wichtl, 1997)

2.10. A MEZEI ZSURLÓ TERÁPIÁS HATÁSAI ÉS FELHASZNÁLÁSA

2.10.1. Farmakológiai hatás és felhasználás

Belsőleg alkalmazva a mezei zsurló igazoltan enyhe vizelethajtó hatással bír, ezért az *Equisetum* drogot vesemedence gyulladás, illetve a húgyutak bakteriális, gyulladásos megbetegedéseinek kezelése során alkalmazzák (Wichtl, 1997). A zsurlódrog a nyírfalevél mellett a veseteák leggyakoribb alkotóeleme (Hagenström és Elze, 1986).

A mezei zsurló hatáshordozói a flavonoidok, melyeknek köszönhetően alaposan átmossa a húgyutakat, így különösen vesehomok eltávolítására alkalmas, de kedvező hatású vesemedence gyulladásnál is. A zsurlódrog előnye, hogy tiszta vízdiurézist idéz elő, azaz a vizelethajtás során a szervezet elektrolitháztartását nem befolyásolja (Kéry et al., 2003). Ezért hurutos megbetegedések során alkalmazása lökésterápiában különösen előnyös (Pahlow, 2001).

A német Kommission E monográfiák szerint a drog poszttraumatikus és statikus ödémák kezelésére alkalmas, továbbá a megfelelő vizeletmennyiség biztosítására, illetve vizelethajtóként, vesehomok esetén ajánlott (Bundesanzeiger, 1998; Hänsel et al., 1993)

Alkalmazható továbbá poszttraumatikus (törések utáni), illetve statikus ödémák kezelésére is (Tyler, 1993; Hänsel et al., 1993).

A drog vizelethajtó hatását állatkísérletek igazolják. A zsurlófőzet (2,5 gr drog/100ml) belsőleg alkalmazva (2 ml főzet/100 gr testtömeg) 5 óra elteltével 60%-al növelte patkányoknál a vizelet mennyiségét, a zsurló alkoholos kivonata pedig ugyanebben a kísérletben 62%-al növelte a patkányok vizeletmennyiségét (Hänsel et al., 1993).

A kereskedelmi forgalomban lévő vizelethajtók közül többek között a Pulvhydrops® D drazsé, a Cystinol ® oldat és a Solidagoren ® N cseppek tartalmazzak zsurlókivonatot (Wichtl, 1997).

Külsőleg alkalmazva a mezei zsurló főzete nehezen gyógyuló, vérző sebek kiegészítő kezelésére alkalmas (Bundesanzeiger, 1998; Hänsel et al., 1993; Hoffmann és Manning, 2002).

A szájjüreg- és a torokbetegségek kezelése során is ajánlott a növény főzetével történő öblögetés (Boros, 1980)

A legújabb kutatások patkányokkal végzett állatkísérletben igazolták a zsurlóhajtások alkoholos kivonatának nyugtató és görcsoldó hatását (Santos, 2005).

A zsurlódrog adagolása és felhasználási módja:

A belsőleges kezelés főzet formájában történik, 2-4g vágott drogot 150 ml forrásban lévő vízzel leöntenek, 5-10 percig főzik (ekkor oldódik ki a kovasav) majd 15 percig állni hagyják, ezután leszűrik (Rácz et al., 1992; Hänsel et al., 1993; Bundesanzeiger, 1998; Kéry et al., 2003).

A napi maximális adag belső alkalmazás esetén 6g drog/nap (Hänsel et al., 1993; Kéry et al., 2003).

A zsurló külsőleges alkalmazása általában borogatás formájában történik. Ehhez 10g zsurlódrogot 1l vízben leforrázunk (Bundesanzeiger, 1998; Kéry et al., 2003).

Menstruációs görcsök enyhítésére gyógyfürdőként is alkalmazzák, ennek elkészítéséhez 100-200g vágott drogot 2 liter vízzel megfőznek, majd 20 perc állás után leszűrik és a kivonatot a fürdővízhez adják (Kéry et al., 2003).

Ellenjavallatok:

Bár konkrétan a növényre vonatkozó ellenjavallatok nem ismertek, a mezei zsurló drogjára is, mint minden vizelethajtóra vonatkozik, hogy szív- vagy veseelégtelenségből fakadó ödémásodás, illetve beszűkült szív- és vesetevékenység esetén nem alkalmazható (Bundesanzeiger, 1998; Pahlow, 2001; Kéry et al., 2003).

Mivel a mezei zsurló belsőleges alkalmazása timamináz enzimfelvételével jár, ezért fogyasztása során a B₁-vitamin pótlása ajánlott (Hoffmann és Manning, 2002).

A zsurlódrog esetében mellékhatások, illetve más szerekkel való kölcsönhatások nem ismeretesek (Bundesanzeiger, 1998).

2.10.2. Egyéb hatás- és felhasználási területek

A mezei zsurló kiváló növényi forrása az oldható kovasavnak (D'Amelio, 1999). Külsőleg és belsőleg alkalmazva általános testszövet erősítő hatással rendelkezik (Hoffmann és Manning, 2002).

Külsőleg, öblítőként alkalmazva erősíti, fényessé teszi a haját, jótékonyan hat a töredezett hajvégekre. Ezért gyakori alkotóeleme különböző samponoknak, hajbalzsamoknak (D'Amelio, 1999; Hoffmann és Manning, 2002).

A zsurló főzete mind kovasav, mind flavonoidtartalma miatt hatékonyan erősíti a kötőszöveteket (Schilcher, 1994). Ennek köszönhetően kivonata számos kozmetikumban megtalálható (Hänsel et al., 1993).

Irritált, ekcémás és fekélyes bőr külső kezelésére is alkalmazható, Fekete nadálytővel (*Symphytum officinale*) kombinálva segíti a bőr gyógyulását (D'Amelio, 1999; Hoffmann és Manning, 2002). Gyógyfürdő formájában serkenti a bőr anyagcseréjét (Schilcher, 1994). A mezei zsurló főzete belsőleg alkalmazva javítja a bőr, a csontok, a körmök és haj állagát (Schilcher, 1994; D'Amelio, 1999; Hoffmann és Manning, 2002).

2.11. GYÓGYNÖVÉNYEK TERMESZTÉSBE VONÁSA

A gyógynövények iránti kereslet kielégítésére alapvetően két lehetőség van. Egyrészt a vadon termő állományokból történő gyűjtés, másrészt a növények termesztése. Némely növény esetében azonban mindkét forma létezik, így például az orvosi ziliz (*Althaea officinalis* L.) és az orbáncfű (*Hypericum perforatum*) esetében a termesztés mellett jelentős drogmennyiség származik gyűjtésből (Németh, 2001).

Bár az emberiség ősidők óta termesztésbe vonja az általa valamilyen formában hasznosított növényeket, a gyógynövények esetében ez a tevékenység csak a huszadik század elején kezdődött (Németh, 2001). Így Heeger a kamilláról 1956-ban még így írt: „A kamilla a legjobb úton halad afelé, hogy kultúrnövénné váljon.” (Franke, 1999).

Napjainkban is számos, olyan általánosan és széles körben alkalmazott gyógynövény, mint pl. az orbáncfű (*Hypericum perforatum*), a csalán (*Urtica* sp.), a kasvirág (*Echinacea* sp.), a máriatövis (*Silybum marianum*) és a zsálya (*Salvia officinalis*) a nemrég termesztésbe vont növények közé tartozik. Csak kevés olyan, ősidők óta alkalmazott gyógynövényünk van, mint pl. a mák (*Papaver somniferum*) vagy a menta (*Mentha x piperita*), amelyeknek - az intenzív és hosszas nemesítésnek köszönhetően különböző fajtái léteznek (Franz, 2000).

Összességében nézve a kereskedelemben előforduló gyógynövényfajok 2/3-a származik gyűjtésből (pl. oregano: 10.000 t/év), míg a forgalmazott fajoknak csak 1/3-át termesztik. Ami azonban a mennyiségi elosztást illeti, megfordulnak az arányok: a kereskedelmi drogok forgalmazott tömegének 2/3-a termelésből származik (Franz, 2000).

A kereskedelmileg jelentős gyógynövényfajokat tehát már termesztik. Most az a feladat vár ránk, hogy a gazdaságilag kevésbé fontos gyógynövényfajokat is termesztésbe vonjuk (Bohr, 1997). A gyógynövények iránti kereslet az utóbbi időben folyamatosan növekszik. A megnövekedett minőségi és mennyiségi elvárásoknak a gyűjtésből származó drogok egyre kevésbé tudnak megfelelni. Egy, a piac által nagy mennyiségben igényelt gyógynövény intenzív gyűjtése nem valósulhat meg a természetes populációk csökkenése, illetve a drogminőség csökkenése nélkül (Németh, 2001).

2.11.1. A termesztésbe vonást motiváló tényezők

Az eddig nagy mennyiségben vadon termő állományokból gyűjtött növények termesztésbe vonása a megfelelő mennyiségű és minőségű drog biztosítását szolgálja a nemzetközi felvevőpiac részére. Ezen túl a vadon termő gyógynövények termesztésbe vonását számos további tényező motiválja (Németh, 2001):

- *A megfelelő drogmennyiség biztosítása*

Sok vadon termő növény fontos élelmiszeripari-, fűszeripari- és kozmetikai alapanyag. Ezek között azonban sok védett faj (*Acorus calamus* L., *Adonis vernalis* L., *Drosera rotundifolia* L., *Iris* spp. L., *Primula* spp., *Digitalis lanata*) található (Bohr, 1997; Gimpl és Bernáth, 2003). A veszélyeztetett fajok védetté nyilvánítása által ezek az állományok többé nem szolgáltatnak drogot a kereskedelem részére, így a megfelelő drogmennyiség nem minden esetben biztosított (Németh és Bernáth, 2001).

A védett növények mellett olyan, nem védett növények drogja is vadon termő állományokból származik, melyet a gyógynövénypiac folyamatosan igen nagy mennyiségben igényel. Így a csalán (*Urtica dioica* L.), a csipkebogyó (*Rosa* spp.), a hársfavirág (*Tilia* spp.) drogja is természetes állományokból származik.

Ezért a termesztésbe vonást nem csak természetvédelmi szempontok motiválják, hanem a gyógynövénypiacnak a megbízható minőségű droggal történő folyamatos ellátása is. A gyógy- és fűszernövények esetében a drogok folyamatos jelenléte a piacon döntő fontosságú, hiszen ha egy adott alapanyag egy bizonyos ideig nem szállítható, az az abból előállított termék megszűnéséhez vezethet, amelynek újbóli bevezetése egy esetleges átmeneti szünet után szinte lehetetlen (Franke, 1999).

- *A drogminőség közvetlen befolyásolása*

A termesztés során minél jobb minőségű drog előállítása a cél. Ezzel szemben a gyűjtés sohasem minőség-, hanem mennyiségorientált (Franz, 2000).

A vadon termő állományokból történő gyűjtés során bizonyos esetekben a növények könnyű összetéveszthetősége is gondot okoz. Ezt jól példázza a mezei zsurló (*Equisetum arvense*) esete, ahol a növény termesztésbe vonása a gyakran mocsári zsurlót tartalmazó drog kizárását jelentené (Németh, 2001).

A növények heterogenitása és összetéveszthetősége mellett azonban a nem látható szennyeződések is ronthatják a gyűjtött drog minőségét: a *Chelidonium majus* esetében, pl. a növény előfordulásánál fogva (trágyadombokon és más nitrogén-dús helyeken) a drogban gyakran igen magas nitrogéntartalom mutatható ki (Bohr, 1997).

Mivel azonban többnyire gyógyszeripari alapanyagokról van szó, a drogoknak igen szigorú előírásoknak kell megfelelniük. A gyógyszergyárak igénylik a jó és stabil minőségű alapanyagot. Ez azonban csak ellenőrzött körülmények között történő előállítás során valósulhat meg, hiszen a termesztés során a drogminőség és az elsődleges feldolgozás közvetlenül befolyásolható (Bohr, 1997).

A természetes állományokból származó, nagy mennyiségben forgalmazott drogok hatóanyagtartalma sok esetben igen heterogén. Így a kininfa (*Cinchona ledgeriana*) esetében a természetben vegyesen fordulnak elő kinint-, kinidint vagy chinchonint tartalmazó egyedek. A cickafark (*Achillea collina*) populációk sem egységesek. Előfordulnak proazulénos, illetve proazulén mentes egyedek. A kamilla (*Matricaria recutita*) esetében is léteznek kamazulénos és bizabololos kemotípusok. A zsályánál (*Salvia officinalis*) is megkülönböztetünk α - , β - thujonos, cineolos és kámforos típusokat (Franz, 2000).

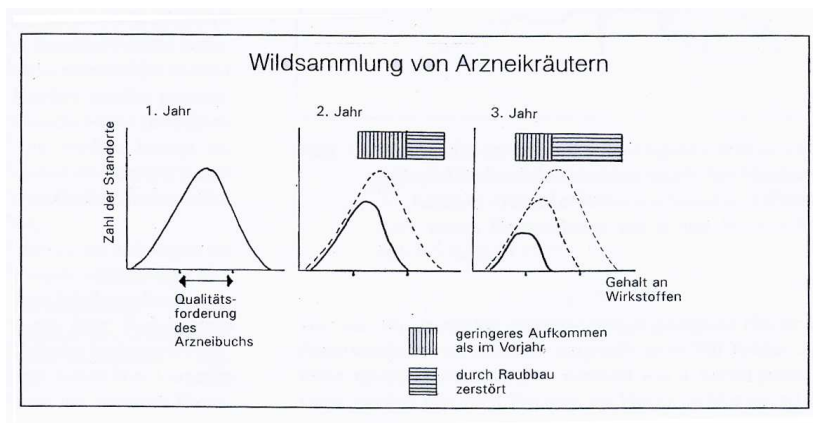
Ezért a GAP (Good Agricultural Practice) Gyógy- és aromanövényekre vonatkozó irányelveinek egyik alapköve az a felismerés, miszerint jó minőségű növényi alapanyag előállítása csak ismert hatóanyagtartalmú növényanyag ellenőrzött körülmények között történő termesztésével érhető el (Franz és Máthé, 1997; Brantner et al., 1997).

- *A droghozam növelése*

A minőségi szempontok mellett a droghozam növelése is motiválja a termesztésbe vonást. A vadon termő és a termesztett növények között az egyik legszembetűnőbb különbség a hasznosított növényrészek arányának növekedése a termesztésbe vont és nemesített növények esetében. Így pl. a termesztett és nemesített, 'Libor' nevű útifű (*Plantago lanceolata* L.) fajta levelei akár 30 cm hosszúak is lehetnek, tehát jóval nagyobbak, mint a vadon termő útifű levelei (Franke, 1999).

- *Természetes állományok védelme*

Az intenzíven gyűjtött növények veszélyeztetetté válása mellett a huzamos ideig tartó gyűjtés következtében a gyűjtött drog minőségi romlása is elkerülhetetlenül bekövetkezik (Schneider, 1998).



32. ábra: A természetes állományoknak a túlzott gyűjtés következtében fellépő minőségi és mennyiségi leépülése (Forrás: Schneider, 1998)

A **32. ábra** egy intenzíven gyűjtött növény természetes populációinak mennyiségi és minőségi leépülését modellezi. Az ábrán jól látható, hogy az első évben a gyűjtők a természetes állományokból még igen nagy mennyiségű és jó minőségű növényanyaghoz jutnak. A második évben azonban már elkezdődik a populációk leépülése, mivel főleg az erős növéssű, életképes egyedek kerülnek begyűjtésre. Ennek következtében a gyűjtés harmadik évében tovább csökkennek az állományok és egyre nehezebbé válik a megfelelő minőségű növényanyag begyűjtése (Schneider, 1998).

Az adott állomány állapotától és ellenálló képességétől függően a leépülés természetesen nem minden esetben három év alatt következik be. A fentiekben bemutatott folyamat alakulhat lassabb, de gyorsabb ütemben is. A túlzott gyűjtésnek azonban gyakorlatilag minden, intenzíven gyűjtött faj esetében egy, a fenti modellnek megfelelően alakuló minőségi és mennyiségi romlás a következménye.

Ilyen esetekben a növények termesztésbe vonása jelenti a megoldást, mivel ez által megszűnik, illetve csökken a természetes populációkra gyakorolt nyomás (Németh, 2001). Egy ilyen fajta sikeres termesztésbe vonás példája a hegyi árnik (Arnica montana), ahol olyan, alacsony pH- értékű talajokon is termő kultúrnövény változatot sikerült előállítani, amely csírázása enyhén lúgos talajokon is megfelelő (Bomme, 1999).

- *Nem őshonos fajok termesztésbe vonása*

Sok esetben nem őshonos növények termesztésbe vonása is kifizetődő, melyek megfelelő mennyiségben vannak jelen a nemzetközi gyógynövénypiacon. Sok esetben a bizonytalan drogminőség és az egyre növekvő szállítási költségek indokolják olyan, nem az európai flórához tartozó növények termesztésbe vonását, melyek megfelelő hatékonysággal használhatóak Magyarországon is. Így többek között az utóbbi években az *Echinacea* fajok (Amerika), illetve a máriatövis (mediterrán) magyarországi termesztése valósult meg sikeresen (Németh, 2001).

- *A munkaerőigény csökkentése és a szociális háttér változása*

Európában a legnagyobb drogmennyiség Kelet- Európából származik. Ezekben az országokban azonban a 90-es évek politikai változásai, elsősorban a földek privatizációja következtében erősen lecsökkentek a szabadon hozzáférhető területek. Ezen túl az emberek kevésbé hajlandóak a fárasztó és nem mindig jól jövedelmező gyűjtésre. Emiatt olyan növények termesztésbe vonása is szükségessé és kifizetődővé válhat, melyek most még egyelőre teljes egészében gyűjtésből származnak, mint, pl. a galagonya (*Crataegus spp.*), a bodza (*Sambucus nigra*) és a hárs (*Tilia spp.*) (Bernáth, 1999; Németh és Bernáth, 2001).

- *Az alternatív kultúrák támogatottsága az Európai Unió által*

Az EEC 1765/92 -es EU direktíva értelmében a gyógynövények termesztése támogatott. Ezáltal az eddig nem termesztett gyógynövények termesztése is kifizetődő lehet (Németh, 2001).

2.11.2. A termesztés és a gyűjtés mellett szóló érvek és ellenérvek

Annak ellenére, hogy a gyűjtés sok esetben gyorsan és többnyire olcsón megvalósítható, hosszútávon számos hátránya van. Ezzel szemben egy adott növénynek termesztésbe vonása, bár igen hosszadalmas és költséges vállalkozás, hosszú távon mind a természetvédelem, mind pedig a gyógynövénypiac szempontjából kifizetődőbb. Mindamellet a termesztésbe vonás során fenn kell tartani a gyűjtést is, mert a nehezen hozzáférhető drogok utáni kereslet egy idő után csökkenni kezd.

A gyűjtés és a termesztés előnyeit és hátrányait Franke (1999), Franz (2000) és Németh (2001) szerint összefoglalva a 2. táblázat tartalmazza:

2. táblázat: A gyűjtés és a termesztés előnyei és hátrányai

	Gyűjtés	Termesztés
Előny	1. A gyűjtött <u>növényanyag azonnal rendelkezésre áll</u>	1. <u>Nagy mennyiségű drog állítható elő</u> 2. <u>Meghatározott, reprodukálható drogminőség</u> 3. A <u>termesztés a természetvédelemmel összhangban</u> valósítható meg
Hátrány	1. A <u>természetes populációk korlátozottak</u> : a túlzott gyűjtés genetikai eróziót, illetve a gyűjtött faj kipusztulását eredményezheti ⇒ természetvédelem!! 2. A gyűjtött <u>drogok minősége</u> általában <u>heterogén és nem stabil</u> 3. A gyűjtésnél fennáll az <u>összetévesztés veszélye</u> 4. A gyűjtött <u>drogok szennyezettsége</u> <u>nem nyomon követhető</u> 5. A <u>szabályozott gyűjtés</u> <u>alig valósítható meg</u> , mert a dokumentáció nem megoldott (GAP irányelvek) 6. <u>Mennyiségorientált</u>	1. Az első hasznat <u>hosszas kutatómunka</u> előzi meg 2. A <u>kutatásra fordított pénzt meg kell előlegezni</u> , haszon csak jóval később várható 3. Az első években igen <u>rizikós egy kevésbé ismert növény termesztése</u> 4. <u>Minőség- és mennyiségorientált</u>

2.11.3. A termesztésbe vonás során felmerülő problémák és hátráltató tényezők

A termesztésbe vonást hátráltató tényezők közé tartozik, hogy általában botanikailag kevésbé ismert fajokról van szó, továbbá hogy a termesztésbe vonás során nem az egész növény produkcióját, hanem csak egyes növényrészekét kell optimalizálni. Az a tény is megnehezíti, illetve megnyújtja a termesztésbe vonás folyamatát, hogy a kísérletek során nem csak a termesztéstechnológiát, hanem az elsődleges feldolgozást is optimalizálni kell (Pank, 1999).

Gazdasági tényezőként a termesztésbe vonást és továbbiakban a nemesítést a laborvizsgálatok teszik költségessé. Ezeket a költségeket azonban nem lehet a vetőmagra/szaporítóanyagra ráterhelni, mert az irreálisan megdrágítaná azt, hiszen a gyógynövények esetében általában csak kis mennyiségű szaporítóanyagra van szükség (Pank, 1999).

2.11.4. A termesztésbe vonás folyamata

A termesztésbe vonás folyamata a mai napig igen időigényes. A megfelelő termesztéstechnológia kidolgozásához általában 5-10 év szükséges (Németh, 2001). Egy adott növény agrárrendszerbe történő bevonása optimális esetben meghatározott lépéseket követ.

A termesztésbe vonás Franz (2000), Németh (2001), Bohr (1997) és Pank (1999) szerint az alábbi lépéseket foglalja magában:

Egy növény introdukciójának során az első lépést a **növény természetes előfordulási helyén végzett vizsgálatok** jelentik, melynek során a botanikai jellemzők, az egyedfejlődés, az elterjedés/előfordulás, a szaporodási módok (vegetatív és generatív), illetve a növény számára kedvező ökológiai feltételek kerülnek meghatározásra.

A termesztésbe vonás során a második lépés a **növény- és szaporítóanyag természetes előfordulási helyekről történő gyűjtése**, illetve a gyűjtött növényanyag hatóanyagainak vizsgálata valamint az adott növény szaporítóanyagának gyűjtése.

A harmadik lépést a **gyűjtött növényanyag azonos helyen történő felszaporítása** jelenti, mely történhet generatív, vegetatív módon, illetve in-vitro technikával. Az in vitro szaporítás olyan növények esetében fontos, ahol egyéb vegetatív módon a növény egyáltalán nem, vagy csak nagyon nehezen szaporítható, azonban a homogenitás szempontjából mégis szükséges a klónokkal történő szaporítás.

A negyedik lépést a **termesztési kísérletek** alkotják, melyek során a különböző adottságú területeken, különböző termesztéstechnológiával a szabadföldi termesztési kísérletek kerülnek beállításra. Ezt követően válik lehetővé a növény morfológiai vizsgálatok elvégzése, továbbá a kísérleti állományban annak megfigyelése, hogy hogyan változik a növény a termesztés során.

A termesztési kísérletek keretében egy sor abiotikus tényező optimalizálása szükséges:

- *Talaj*

Európában többnyire a talaj- pH a növénytermesztést limitáló faktor. Így pl. a hegyi árnica (*Arnica montana*) és a sárga tárnics (*Gentiana lutea*) esetében is. Ezeknél a fajknál szelekcióval előállított, rezisztens fajták, illetve a megfelelő termőhely megválasztása jelentette a megoldást, így valósulhatott meg termesztésük az eredeti termőhelyüktől eltérő talajviszonyokkal rendelkező területeken is.

- *Csapadék*

A termőhelyen történt vizsgálatok során fontos a növény vízigényének meghatározása, illetve a továbbiakban a megfelelő, azaz az effektív és gazdaságos öntözési technika kidolgozása.

- *Hőmérséklet*

A növény szempontjából a legfontosabb tényezők a minimum- és a maximum hőmérséklet, illetve a hőösszeg.

A minimum-hőmérséklet különösen az áttelelésnél okoz problémákat, így pl. az édeskömény (*Foeniculum vulgare*), a rozmaring (*Rosmarinus officinalis*) és a majoránna (*Majorana hortensis*) esetében. Míg a mediterrán éghajlatú Olaszországban 4-5 évig fenntartható egy édeskömény ültetvény, Magyarországon csak 2-3 évig, Észak-Németországban pedig gyakorlatilag egyéves növényként termesztik (Dachler és Pelzmann, 1999).

- *Fény*

A napfénytartam elsősorban az illóolajat tartalmazó növényeknél lehet meghatározó tényező. A napfény erőssége, azaz a fényintenzitás olyan erdei növények, mint pl. a ginzeng (*Panax ginseng*) termesztése esetén jelentős, amelyeknél a közvetlen napfény égéseket, gyengébb növekedést okoz. Ezért a ginzenget csak megfelelő árnyékolással lehet sikeresen termesztetni.

A megvilágítás hossza a növények virágzását is közvetlenül befolyásolja. A virágindukcióhoz szükséges napfénytartamnak megfelelően különböztetünk meg rövid- vagy hosszúnappalos növényeket. A növényeknek ezen tulajdonsága bizonyos szélességi fokokon önmagában kizárja a sikeres termesztést.

A termesztésbe vonás ötödik lépését a **növényvédelmi szempontok elemzése** jelenti.

Már a legelső termesztésbe vonási lépések során fontos az esetlegesen megjelenő betegségek, kártevők figyelemmel kísérése, mert ezekben az első termesztési fázisokban már gyakran megmutatkozik, hogy az adott növény mely betegségekre és kártevőkre hajlamos, illetve érzékeny. A megfelelő gyomirtási technológia kidolgozása is gyakorlatilag már ebben a szakaszban elkezdődik, amelynek első lépése a termesztendő növénynek a gyomokkal szembeni kompetíciós képességének felmérése.

A **nemesítési kísérletek** alkotják a növényi introdukció hatodik lépését, melyek általában a növények ökológiai alkalmazkodó képességeinek, hozamának és hatóanyagainak növelésére irányulnak. Emellett a morfológiai paraméterek optimalizálása és a különböző kórokozókkal és betegségekkel szembeni rezisztenciák fokozása is lényeges cél.

A legtöbb gyógynövény esetében olyan nagy a természetes genetikai variabilitás, hogy egyszerű szelekcióval már igen jelentős sikereket lehet elérni. Így a mák, a cickafark és az orbáncfű esetében az egyedszelekció vezetett sikerre, míg a mentánál, a hibrid-levendulánál és a *gingko*-nál klónszelekció által sikerült jó teljesítményű vonalakat előállítani (Franz, 2000). A nemesítésnek a termesztésbe vonás során kiemelt szerepe van. Nagyon fontos a lényeges tulajdonságok (pl. hozam,

hatóanyag-tartalom) heterogenitásának felmérése, mert ennek következtében válik lehetségessé a megfelelő genotípusok szelekciója (Pank, 1999).

A gazdaságos termesztés szempontjából a következő tulajdonságok fontosak:

- Növekedési forma
- A növényi részek aránya
- Abiotikus és biotikus behatásokkal szembeni tolerancia
- A szaporítószervek fejlettsége
- A hatóanyagok akkumulációs szintje és összetétele

A termesztésbe vonás utolsó szakaszában a **gazdaságos állományfenntartás időtartamának vizsgálata**, a kidolgozott **termesztéstechnológia optimalizálása** és végül a **gazdasági szempontok elemzése** következik.

3. A KÍSÉRLETEK HELYE, ANYAGAI ÉS MÓDSZEREI

3.1. A NÖVÉNYANYAG EREDETI TERMŐHELYEI ÉS FELSZAPORÍTÁSÁNAK HELYSZÍNE

3.1.1. A vadon termő állományok termőhelyei

2003 és 2005 között legfőképpen azokon a területeken gyűjtöttünk növényeket ahonnan, a gyógynövény-felvásárlók adatai szerint a legnagyobb mennyiségben származik zsurlódrog (33. ábra). Eszerint a **Dunántúlon** a Belső Somogy (1,4, 8,9), az **Északi - középhegység** (2,7), az **Alföld északkeleti részének** (5,6) különböző területeiről, **Budapesten** (3) az ELTE Botanikus Kertben és a Budapesti Corvinus Egyetem soroksári kísérleti üzemének területéről gyűjtöttünk szaporítóanyagot.



33. ábra: A 9 gyűjtési terület

Jelmagyarázat: 1. Kisbajom; 2. Perkupa; 3. Budapest; 4. Lengyeltóti;
5. Pusztadobos; 6. Nyírmada; 7. Lillafüred; 8. Pusztaszentgyörgy; 9. Sörnyepusztá

3.1.1.1. A Dunántúl termőhelyei

A Dunántúlon négy termőterületet kerestünk fel, ahonnan összesen négy populáció (EA1, EA15, EA16, EA23) szaporítóanyagát gyűjtöttük be, részben határozottan különböző morfológiai tulajdonságokkal rendelkező egyedekről.

Földrajzi elhelyezkedés és domborzat

A Dunántúli-dombságon belül a Belső Somogy jellemzően élénken tagolt dombvidék, ahol lösszel borított háta, homokbuckás és mocsaras lápos területek váltakoznak.

Pusztaszentgyörgy (8) és **Lengyeltóti** (4) egymáshoz közeli, a Balaton Déli partján fekvő települések. Az ún. Somogyi Homokvidéken találhatóak, mely a Balatonnak turzásokkal elzárt egykori öble a Nagyberék déli peremén, a Belső-somogyi hordalékkúp területén.

Lengyeltótól kb. 15 km-re délre található **Sörnyepusztá** (9), majd még 15km-el délebbre **Kisbajom** (1).

Éghajlat

A Dunántúli-dombság legnagyobb része a mérsékelt meleg, mérsékelt nedves, enyhe telű körzetbe tartozik. A napsütéses órák száma 1850-2050 óra között alakul. Az évi csapadék 600-800mm között van. Az uralkodó szélirány nyugati (Frisnyák, 1988).

Természetes növényzet

A Belső Somogy jellegzetes növényzete az illír bükk (*Fagus sylvatica* L.), zalai bükkönyös (*Vicia oroboides*) aljnövényzettel. A szárazabb területeken a cseres-tölgyes az uralkodó növényzet (Frisnyák, 1988).

Talajtípus

Az alábbiakban közölt talajjellemzések és talajvizsgálati értékek tájékoztató jellegűek, mert a szaporítóanyag begyűjtése többnyire mesterséges talajokról (pl. vasúti töltések) történt.

A Balaton partjához közeli termőhelyek (4, 8, 9) talaja döntően lösz, illetve homokos lösz, míg a Balatontól délebbre eső termőhelyek (1) talaját gyakori futóhomok, foltokkal tarkított lösz jellemzi (Frisnyák, 1988).

3.1.1.2. Az Északi - középhegység termőhelyei

Az Északi - középhegységben két termőterületről, összesen 4 populáció (EA2, EA3, EA13, EA14) szaporítóanyagát gyűjtöttük.

Földrajzi elhelyezkedés és domborzat

Perkupa (2) Miskolctól kb. 50 km-re, az Aggteleki Nemzeti Park közvetlen szomszédságában található az Északnyugati Felvidék Abaúj tájegységében. **Lillafüred** (7) Miskolctól 8 km-re, a Bükki Nemzeti Park területén található.

Éghajlat

A napsütéses órák száma 1800-1950 óra között mozog. Az évi csapadékmennyiség 550-700 mm között alakul (Frisnyák szerk., 1988). Az Északi - középhegység szélklímája igen változatos, az

Északi Kárpátok közelsége miatt a szél igen gyenge, a szél iránya a völgyek futását követi (Karátsony, 2000).

Természetes növényzet

A környék természetes vegetációját a gyertyános–tölgyes és tölgyes erdő alkotja (Frisnyák, 1988).

Talajtípus

Perkupát agyagbemosódásos, barna erdőtalaj jellemzi, míg a **Lillafüredi** gyűjtési helyszín talaja erősen savanyú, nem podzolos barna erdőtalaj (Fekete et al., 1964). A növényanyag gyűjtése mindkét helyszínen vasúti töltésről történt.

3.1.1.3. Az Alföld északkeleti részének termőhelyei

Az Alföld északkeleti részén két termőhelyről, összesen öt előfordulási helyről gyűjtöttünk növényeket (EA9, EA10, EA11, EA12, EA18).

Földrajzi elhelyezkedés és domborzat

Pusztadobos (5) és **Nyírmada** (6) Vásárosnaménytől 10km-re fekvő, egymáshoz igen közeli települések. Mindkét termőhely a Nyírséghez tartozik. A Nyírség domborzati szigete 20-30 m-re emelkedik ki a környező ártéri síkságból (Frisnyák szerk., 1988).

Éghajlat

Mindkét helyszín az Alföld leghidegebb telű északkeleti részén fekszik. A napsütéses órák száma 1900-2000 között változik. Az évi csapadékmennyiség 550-700mm között alakul. Gyakoriak a tavaszi fagyok, a nyarak enyhék. Az uralkodó szélirány ÉNy-Ny-i (Frisnyák, 1988).

Természetes növényzet

A nyírséget igen változatos, homokpusztai, lápi és erdei vegetáció jellemzi. A zárt nyírségi homoki gyepeken az ezüstperje (*Corynephorus canescens* L.) és a kökörcsin fajok (*Pulsatilla* sp.) fordulnak elő jellemzően, továbbá kisebb foltokban gyertyános –tölgyes társulások.

A Nyírség tölgy- és nyírben gazdag erdőségei mára erősen megfogyatkoztak, helyükön többnyire szántóföldek találhatók. A lápos és a nádas területek helyét ma félkultúr-rétek és legelők foglalják el. A nyírségi erdők uralkodó növénye mára az akác (*Robinia pseudo-acacia* L.) lett (Frisnyák, 1988).

Talajtípus

Mindkét helyszínt néhol lösszel fedett, futóhomokkal tarkított, kovárványos (4-12% vastartalmú rétegek) barna erdőtalaj jellemzi (Fekete et al., 1964).

3.1.1.4. A budapesti gyűjtési helyszínek

ELTE Botanikus Kert (Füvészkert)

A **Budapesti Füvészkertben** (3) egy helyszínről, a sziklakert barnafölddel feltöltött területéről gyűjtöttünk szaporítóanyagot, ahol a mezei zsurló gyomnövényként jelent meg a sziklakerti növények között.

Budapesti Corvinus Egyetem Soroksári Kísérleti Üzeme

A **Soroksári Kísérleti Üzem Gyógy- és Aromanövények részlegének** területéről egy korábbi, a mezei zsurló termesztésbe vonásával foglalkozó régebbi kísérletsorozat során ültetett állomány megmaradt növényeiből vettünk szaporítóanyagot egy helyszínről. Ezeknek a növényeknek az eredete ismeretlen.

3.1.1.5. A talajminták vizsgálati eredményei

A gyűjtési helyszínekről talajmintákat vettünk, amelyek legfontosabb jellemzői a Budapesti Corvinus Egyetem Központi Laboratóriumában kerültek meghatározásra. Az eredményeket a **3. táblázatban** foglaltuk össze.

3. táblázat: A gyűjtési helyek talajvizsgálati eredményei

Gyűjtési hely	Mintavétel időpontja	pH	Só %	Humusz %	K _A	NO ₃ -N mg/kg	P ₂ O ₅ mg/kg	K ₂ O mg/kg	CaCO ₃ %
1.	2003 szept.	5,41	0,010	1,34	<30	0,61	309	168	<1
2.	2003 szept.	7,16	0,033	10,3	*	1,28	29,1	807	9,66
3. (Füvészkert)	2004 szept.	7,50	0,049	3,91	38	1,83	418	411	8,48
4.	2004 tavasz	7,50	0,030	1,75	35	1,54	528	703	5,36
5.	2004 ősz	4,26	0,016	0,660	<30	2,14	111	258	<1
6.	2004 ősz	4,31	0,022	1,33	30	2,25	42,4	324	<1
7.	2004 ősz	7,66	0,043	5,57	39	4,44	59,2	418	***
8.	2004 ősz	7,42	0,051	1,83	42	1,33	557	617	5,46
9.	2004 ősz	5,28	0,025	2,40	<30	0,52	254	163	<1

Rövidítések: pH: kémhatás, K_A: Arany-féle kötöttségi szám, NO₃-N: nitrát-nitrogén tartalom, P₂O₅: foszfortartalom, K₂O: kálium tartalom, CaCO₃: mésztartalom

* a minta nem rendelkezik valódi szerkezettel, ** növényi maradványok, *** nem mérhető

3.1.1.6. A természetes állományokból származó növények

A 2003 és 2005 közötti években három nagyobb tájegységről, illetve a Budapesti Fűvészkertből és a Soroksári Tangazdaság területéről, összesen 22 helyről, különböző fenológiai állapotban lévő növények rhizómáinak gyűjtését végeztük el. Ezeket közvetlenül a gyűjtés után ültettük el a Soroksári Tangazdaság területén létesített kísérleti parcellákban. Az **4. táblázat** a különböző időpontokban gyűjtött növények telepítéskori fenológiai állapotát összegzi.

4. táblázat: A különböző helyekről gyűjtött tövek jellemzői

Kód	A gyűjtés helye	A gyűjtési időpontja	Fenológiai állapot a gyűjtéskor
EA1	Kisbajom	2003 ősz	Zöld hajtások
EA2	Perkupa 1	2003 ősz	Zöld hajtások
EA3	Perkupa 2	2003 ősz	Zöld hajtások
EA4	Soroksár	2003 ősz	Zöld hajtások
EA6	Fűvészkert	2003 ősz	Zöld hajtások
EA9	Pusztadobos-„libás”	2004 ősz	Zöld hajtások
EA10	Pusztadobos-„kékes”	2004 ősz	Zöld hajtások
EA11	Pusztadobos-óriás”	2004 ősz	Zöld hajtások
EA12	Nyírmada „vasúti töltés”	2004 ősz	Zöld hajtások
EA13	Lillafüred-„pisztrángos”	2004 ősz	Zöld hajtások
EA14	Lillafüred-„patak mentén”	2004 ősz	Zöld hajtások
EA15	Pusztaszentgyörgy	2004 ősz	Zöld hajtások
EA16	Sörnyepuszt	2004 ősz	Zöld hajtások
EA18	Pusztadobos-„kúszó”	2005 tavasz	Elszáradt előző évi hajtások
EA23	Lengyeltóti	2005 tavasz	Generatív hajtások

3.1.2. A felszaporított állományok kísérleti helyszíne

A szabadföldi kísérleteket a Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar Gyógy- és Aromanövények Tanszékének Soroksári Kísérleti Telepén 2003 és 2006 között végeztük.

A kísérleti üzem Budapest délkeleti részén, a Pesti-síkságon helyezkedik el. Talaja a IV-es szántóföldi kategóriába tartozó humuszos homok, amelynél a humuszos réteg vastagsága 20-40cm között változik és a humusztartalom 2% alatti. A talaj laza szerkezetű, rossz vízgazdálkodású: gyenge víztartó képesség mellett jó vízáteresztő képesség jellemzi. A kísérleti területről 2003-ban

talajmintákat vettünk, melyeket a Budapesti Corvinus Egyetem Központi Laboratóriumában bevizsgáltattunk (**5. táblázat**):

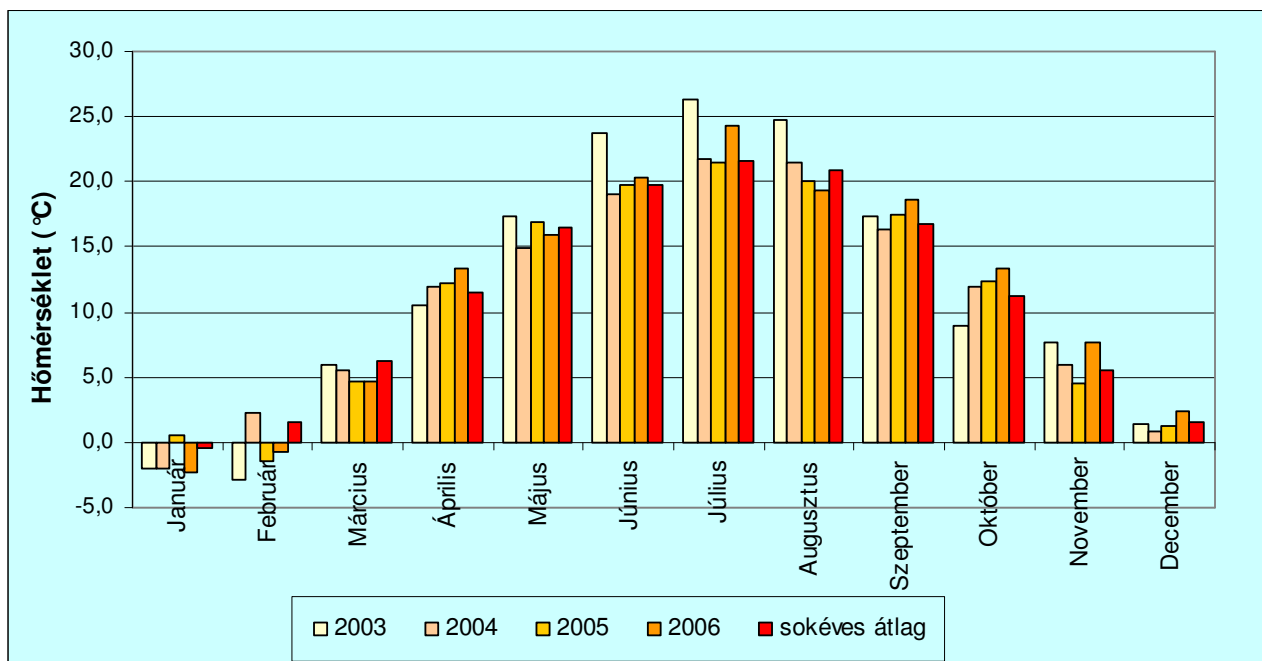
5. táblázat: A Soroksári talajminta vizsgálati eredményei

- Kémhatás (pH): 7,09
- Humusztartalom (%): 3,37 (kiváló)
- Arany-féle kötöttségi szám (KA): <30
- Nitrogén-tartalom (NO₃-N, mg/kg): 3,17
- Foszfor-tartalom (P₂O₅, mg/kg): 555 (kiváló)
- Kálium-tartalom (K₂O, mg/kg): 194 (igen jó)
- Mésztartalom (CaCO₃ %): <1

A talaj igen jó tápanyag-ellátottsága feltételezhetően az előveteményre vezethető vissza, mivel a 2002-es évben a kísérleti parcellák helyén máktermesztést folytattak.

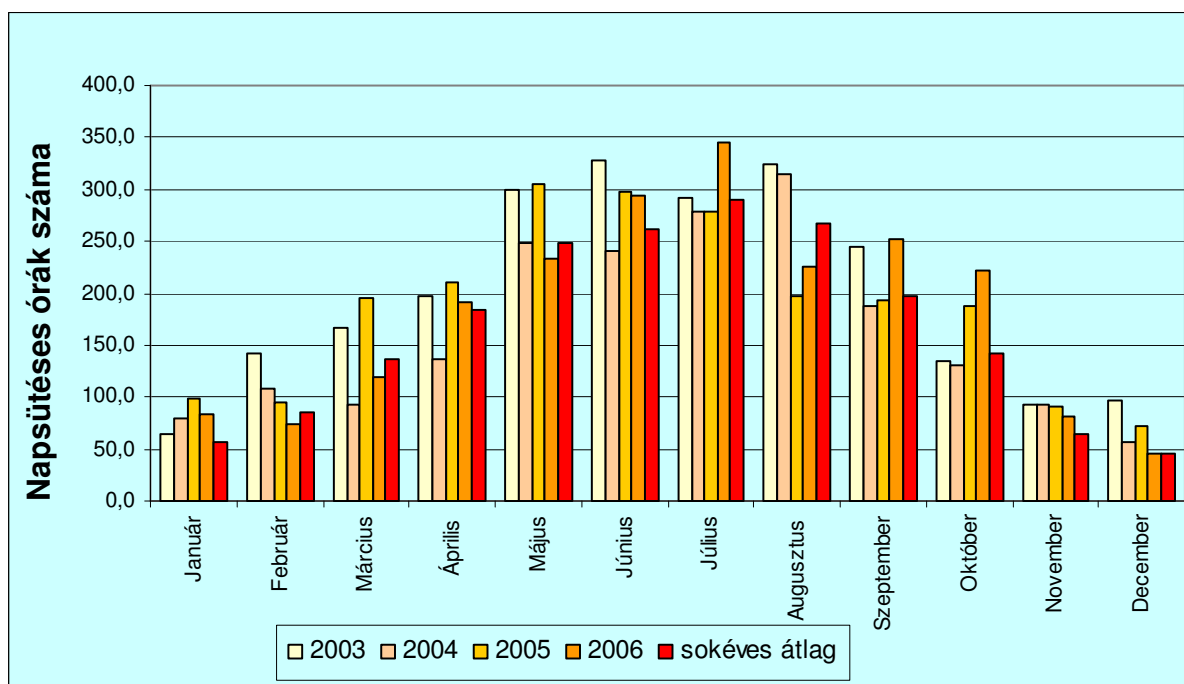
3.1.3. Meteorológiai adatok

A soroksári kísérleti üzemre vonatkozó, Budapest - Pestszentlőrinc meteorológiai megfigyelő állomás adatait mind a négy évben az Országos Meteorológiai Szolgálat bocsátotta rendelkezésünkre. A sokéves átlagokat szintén az OMSZ adatai alapján, az elmúlt száz év méréseit átlagolva számítottuk ki (**34. ábra**).



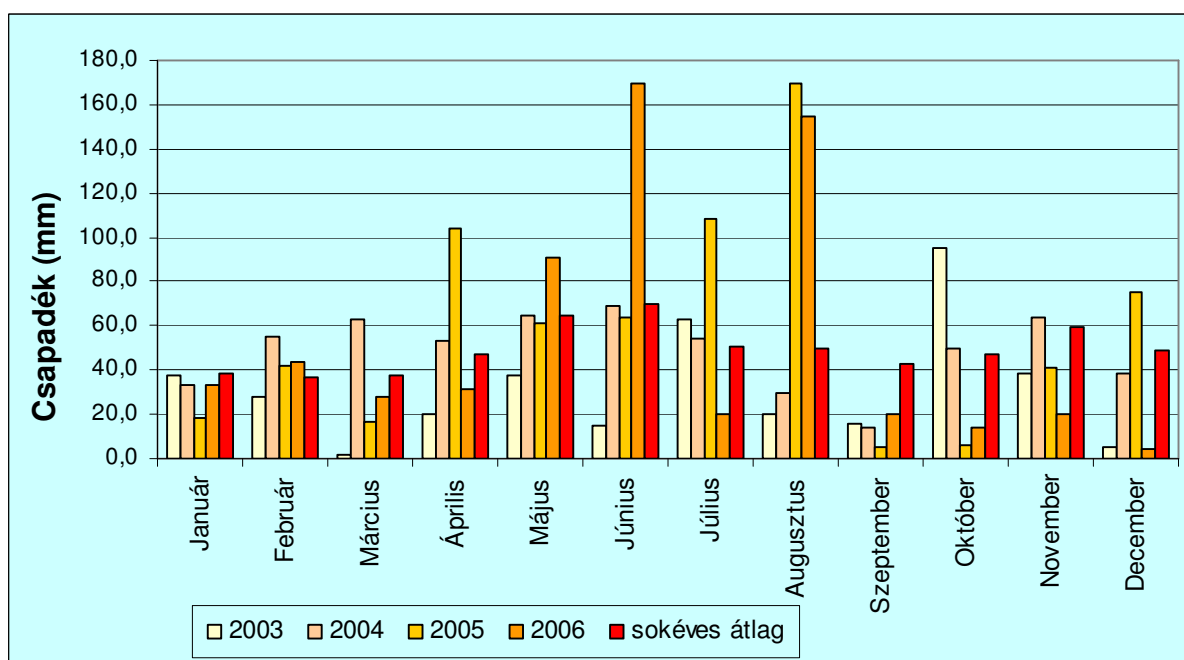
34. ábra: A havi átlagos középhőmérséklet (°C) alakulása a kísérleti években

A kísérleti évek közül a 2003-as év volt a legmelegebb, a nyári hónapokban az átlagos havi középhőmérséklet messze meghaladta a sokéves átlagot. Ezen túl még a 2006-os év második fele volt melegebb az átlagosnál.



35.ábra: A napfényes órák havi összegének alakulása a kísérleti években

A havi középhőmérsékletnek megfelelően a napfényes órák száma is jóval magasabb volt 2003-ban, mint a sokéves átlag. A 2006-os évben, a vegetációs periódusban az átlagosnál szintén jelentősen több napsütöses óra volt megfigyelhető (**35. ábra**).



36. ábra: A havi csapadékösszegek alakulása a kísérleti években

A havi csapadékösszeget vizsgálva kiemelkedik a 2006-os év, ahol júniusban két nap alatt 122,5mm , augusztusban pedig egy nap alatt 81,6 mm csapadék hullott. A 2005-ös év, főleg a vegetációs periódusban, meglehetősen csapadékos volt. Mindkét évre jellemző, hogy a csapadék eloszlása igen egyenetlen volt (**36. ábra**).

3.2. A KÍSÉRLETEK ANYAGAI

3.2.1. A szaporítási kísérletek növényanyaga

3.2.1.1. Szaporítás spóravetéssel, mikroszaporítással és rhizómadarabokkal

A spóravetéshez, a mikroszaporításhoz és a rhizómadarabokkal történő szaporítási kísérletekhez azokat a **Perkupárról** származó - az ültetési mélység és az öntözési mód vizsgálatára telepített – töveket használtuk fel, melyek a kísérleti évek során a parcellákon kívül hajtottak ki és ezért már nem tartoztak a kísérleti parcellákhoz.

3.2.1.2. Különböző fenológiai állapotban telepített zsurlónövények

Annak megállapítására, hogy a nyugalmi vagy a zöld hajtásos állapot kedvez-e jobban a növények későbbi fejlődésének, 2005 tavaszán egyazon előfordulási helyről származó, de különböző fejlettségi állapotban lévő növényeket telepítettünk a Soroksári Kísérleti Üzem területén található kísérleti parcellákba.

A kísérletsorozat egyik részét **Pusztadoboson** gyűjtött növényekkel végeztük, melyeknek egy része a gyűjtés és a telepítés időpontjában még nyugalmi-, a növények másik része ezzel szemben már generatív hajtásos állapotban volt. A telepítéskori optimális fenológiai állapot megállapítására irányuló kísérletsorozat második részének növényi alapanyagát a **Nyírmadán** gyűjtött zsurlótövek szolgáltatták. A növények egy része ebben az esetben is még nyugalmi állapotban volt, míg a másik részük már generatív hajtásokat fejlesztett.

3.2.1.3. Zsurlónövények telepítése különböző évszakokban

Az optimális telepítési időszak megállapítására ugyanarról az előfordulási helyről származó zsurlótöveket telepítettünk 2004 őszén és 2005 tavaszán a soroksári kísérleti parcellákba.

A kísérletsorozat egyik részében **Pusztadobosról** származó zsurlótöveket telepítettünk ősszel és tavasszal. A kísérletsorozat második részeként **Nyírmadáról** származó növényeket gyűjtöttünk és ültettünk el ősszel és tavasszal.

3.2.2. A termesztési kísérletek növényanyaga

A termesztési kísérletek növényanyaga Perkupáról származott, ahol a falun átfutó vasúti töltésen a mezei zsurló kiterjedt állományt alkotva van jelen (**37. ábra**).



37. ábra: Kiterjedt zsurlóállomány a Perkupai vasúti töltésen (fotó: Bernáth, 2003)

A kísérletekhez ősszel és tavasszal nagy tömegben ástunk ki növényeket a vasúti töltésről, melyeket a másnapi ültetésig ládákban, nedvesen tartva, letakarva tároltunk.

3.3. A KÍSÉRLETEK SORÁN ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

3.3.1. Szaporítási kísérletek

Szaporítás spóravetéssel

A mezei zsurló virágtalan, generatív úton spórák által szaporodó növény, ezért a leghatékonyabbnak a spóravetés általi szaporítás tűnt.

Kísérleteink során több alkalommal próbálkoztunk a mezei zsurló generatív úton történő szaporításával. Ehhez tavasszal az érett generatív hajtásokat a sporofillumok „kinyílása” után levágtuk, majd a spórákat egy nedves, itatóspapírral bélelt petricsészébe hintettük. Ezt követően a petricsészéket lefedtük és az itatóspapírt folyamatosan nedvesen tartva, világos helyre helyeztük őket.

Mikroszaporítás

A mezei zsurló mikroszaporítását különböző fertőtlenítési módok és táptalajok alkalmazásával összesen 4 kísérletsorozatban próbáltuk megvalósítani. A kísérletek növényi alapanyagát a mezei zsurlónak a rhizómákból éppen kihajtó – a talajfelszínt még nem elérő – fiatal hajtáskezdeményei alkották (**38. ábra**).



38. ábra: Mikroszaporításra váró hajtáskezdemények a rhizómán (balra) és fertőtlenítve (jobbra)
(fotó: Kozak, 2006)

A mikroszaporítás során az egyik legnagyobb nehézség a szaporítandó növényi szervek megfelelő fertőtlenítése. Ez különösen igaz a földben lévő szervek esetén, ahol kiemelten fontos a megfelelő mechanikai és kémiai tisztítás. A mezei zsurlónál a tisztítást és fertőtlenítést tovább nehezítették a hajtásokon található pikkelylevelek. A kísérleteink során a **6. táblázatban** összefoglalt fertőtlenítési eljárásokat alkalmaztuk.

6. táblázat: A mikroszaporítási kísérletek során alkalmazott fertőtlenítési eljárások

	1. lépés	2. lépés	3. lépés	4. lépés
1. sorozat	A.) A megtisztított növénydarabok áztatása 70%-os etanolban max. 1percig	B1.) 0,5%-os HgCl ₂ -oldat	C.) 3x átöblítés steril deszt. vízzel	
		B2.) 33%-os hypo-oldat		
		B3.) 10%-os klórmész-oldat		
2. sorozat	A.) a megtisztított növényrészek tisztítása folyó vízben 30 percig	B.) áztatás 70%-os etanolban 45 másodpercig	C.) áztatás 0,2%-os HgCl ₂ -ben 10 percig	D.) öblítés steril deszt.vízben 3x
3. sorozat	A.) a megtisztított növényrészek tisztítása folyó vízben 30 percig	B.) 24 óra áztatás gombaölő szerben (BRAVO500: 1,5ml/l) a palántanevelésnél alkalmazott hígításban	C.) áztatás 70%-os etanolban 2-3 percig	D.) áztatás 25% hypoban 20 percig
4. sorozat	A.) a megtisztított növényrészek tisztítása folyó vízben 30 percig	B.) 24 óra áztatás gombaölő szerben (BRAVO500: 1,5ml/l) a palántanevelésnél alkalmazott hígításban	C.) áztatás 70%-os etanolban 2-3 percig	D.) áztatás 25% hypoban 20 percig

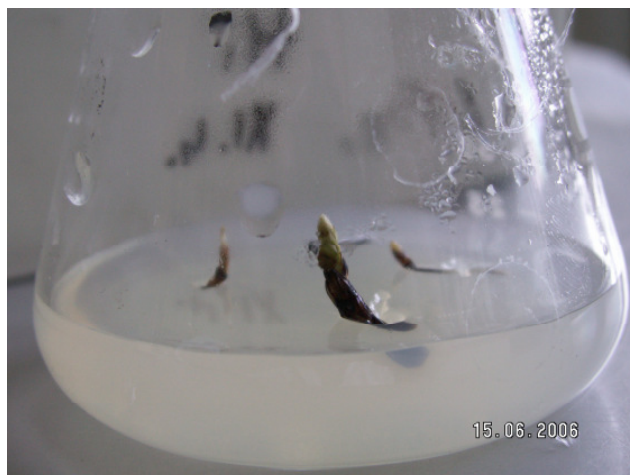
A kísérletek során MS táptalajt alkalmaztunk, melyet a kísérleti kombinációkban a

7. táblázatban összefoglaltak szerint módosítottunk:

7. táblázat: A mikroszaporítási kísérletek során alkalmazott táptalajok

1. sorozat	MS alap	+ 0,5mg/l BAP ribozidL
		+ 2mg/l benziladenin
		+ 0,5mg/l izopentil adenin (2IP)
2. sorozat	MS alap	+ 2mg/l kinetin + 1,5mg/l BAP + 2mg/l IVS
		+ 2mg/l kinetin + 2mg/l IVS
		+ 2mg/l BAP + 2mg/l IVS
		+ 10mg/l IVS
3. sorozat	MS alap	+ 0,5 mg/l BAP
		+ 0,5mg/l BAPR
		+ 0,5 mg/l 2IP
4. sorozat	0,5 MS alap	+ BAP
	MS alap	+ BAP + malachitzöld

Kísérleteink során tehát 5 féle fertőtlenítési eljárással kezelt hajtáskezdeményeket oltottunk, összesen 12 féle táptalajra. Minden kísérleti kombinációt 5 ismétléssel végeztünk, minden üvegbe három hajtáskezdeményt helyeztünk (**39. ábra**).



39. ábra: A mezei zsurló sterilizált hajtáscsúcsai táptalajon (fotó: Kozak, 2006)

Szaporítás rhizómadarabokkal

Harmadik szaporítási módként a rhizómadarabok általi, vegetatív szaporítás lehetőségeit tanulmányoztuk. A kísérletsorozat célja annak megállapítása volt, hogy a sikeres vegetatív szaporításhoz milyen hosszúságú és állapotú rhizómadarabok szükségesek (**40. ábra**).



40. ábra: Mezei zsurló rhizóma látható hajtáskezdeménnyel (fotó: Kozak, 2006)

A zsurlórhizómákat a kiásás napján (2006. 07.17.) daraboltuk fel a **8. táblázatban** összefoglalt kísérleti kombinációknak megfelelően.

8. táblázat: A rhizómadarabbal történő szaporítási kísérlet kísérleti kombinációi

Kód	Kísérleti kombináció	Ültetett rhizómák száma
1	rhizómadarab 1 nódusszal	15
2	rhizómadarab 2 nódusszal	15
3	rhizómadarab 3 nódusszal	15
R	rhizómadarab 1 db látható hajtáskezdeménnyel	15

A rhizómadarabokat - ültetési közegként barna kertészeti földet használva - közepes méretű műanyag poharakba ültettük (**41. ábra**).



41. ábra: Műanyag pohár egy nádusszal ültetett, kihajtó fiatal zsurlónövénnyel 2006.08.04.-én (fotó: Kozak, 2006)

2006 őszén a zsurlónövényeket 10 cm-es egyedtávval és 50 cm-es sortávval szabadföldi parcellákba telepítettük. A rhizómákat 15 cm mélyre ültettük. 2007-ben az áttelelt növényeket egy alkalommal, 2007.06.02.-án mértük fel, minden növény látható hajtását megszámláltuk és megmértük a hajtások hosszát.

A kiültetés után figyelemmel kísértük a kihajtó növények hajtásszámát és hajtáshosszát. Méréseink során minden kísérleti kombináció esetén mind a 15 kiültetett növény adatait rögzítettük.

3.3.2. Szabadföldi kísérletek

3.3.2.1. A különböző származási helyű klónok összehasonlítása

A kísérleti állomány létesítése és fenntartása

A 2003 és 2005 közötti időszakban a mezei zsurló különböző előfordulási helyein gyakorlatilag folyamatosan gyűjtöttünk növényanyagot. Ennek megfelelően a „zsurlógyűjteményünk” különböző korú állományokból tevődött össze. A **9. táblázatban** foglaltuk össze a gyűjtött növényanyag kiültetéseinek időpontjait.

9. táblázat: A természetes állományokból gyűjtött növények kiültetési időpontjai

Kód	Kiültetés időpontja
EA1, EA2, EA3	2003 október
EA4, EA6	2003 november
EA9, EA10, EA11, EA12	2004 szeptember
EA13, EA14, EA15, EA16	2004 október
EA18, EA23	2005 május

A gyűjtött növények – számuktól függően – különböző méretű parcellákba kerültek kiültetésre. Annak érdekében, hogy a növények ne tudjanak „átvándorolni” a szomszédos parcellákba, gondoskodni kellett az egyes parcellák közötti megfelelő távolságról.

A töveket 20X50 cm-es térállásban telepítettük 15 cm mélyre. A növények vízellátását csepegtető öntözőrendszerrel biztosítottuk, május közepétől szeptember elejéig hetente két alkalommal 40 mm öntözővizet juttattunk ki. A kísérleti évek során az ápolási munkák kézi gyomirtásból álltak. Az állomány sekély felkapálása talajlazítás céljából csak kora tavasszal, a növények kihajtása előtt volt lehetséges. Ősszel, a növények elsárgulása és elszáradása után a hajtásokat egységesen 5 cm magasságban levágtuk. A kísérleti évek során tápanyag utánpótlást nem végeztünk és növényvédelemi kezeléseket sem alkalmaztunk.

Morfológiai mérések

A kísérleti állományok növényeinek fejlődését a zöld hajtások hosszának és számának rögzítése által kísértük figyelemmel.



42. ábra: A mérések során használt 0,5 x 0,5 m területet behatároló mérőkeret (fotó: Kozak, 2006)

A hajtások hosszát mérőszalaggal mértük, a növények magasságát a talaj és a hajtáscsúcs közötti távban határoztuk meg. Mivel a zsurlóegyedeket már a telepítés második évében nem lehetett biztonsággal egymástól elhatárolni, ezért a hajtások számát a mérések alkalmával egy 0,5 x 0,5 m-es „mérőkeret” (0,25 m²) segítségével végeztük (**42. ábra**). A keretet a mérések alkalmával a kísérleti parcelláknak egy reprezentatív területén, lehetőleg a parcella közepén helyeztük el és a kereten belülre eső hajtásokat számoltuk meg.

A produkciós tulajdonságok megállapítása

A hozam meghatározására az első év (2004) kivételével, több alkalommal vágtuk le a növényeket a mérőkeret által behatárolt, egységnyi területen. A több alkalommal történő mintavétel azért volt lehetséges, mert a parcellák a mérőkeretnél jóval nagyobbak voltak, így mindig új területeken végeztük a betakarítást, illetve a méréseket. Ezért a betakarítások nem többszöri vágásnak, hanem minden esetben más területről történő, egyszeri mintavételnek számítanak. A vágások időpontját a kísérleti évek során a növények fejlődéséhez igazítottuk és megpróbáltuk megtalálni azt az ideális időpontot, amelyben vélhetően a legmagasabb a droghozam és a legjobb a drogminőség. A betakarítási időpontokat a **10. táblázatban** foglaltuk össze:

10. táblázat: A természetes állományokból származó, felszaporított növények betakarítási időpontjai

2004	2005	2006
	július 19.	július 27.
	augusztus 25.	augusztus 26.
szeptember 02.	szeptember 16.	

Vágás után megmértük a növények friss tömegét, majd egy jól szellőző, de zárt helységben kiterítve szárítottuk a mintákat. A száraztömeg lemérése után a drogot papírzacskókban, fénytől védett hűvös helyen tároltuk.

Az eredetek hozamadatainak összehasonlításánál a diagrammokban minden esetben az adott évben mért legmagasabb adatokat tüntettük fel, az eredeteket összehasonlítása tehát a hozammaximum alapján történik. A **11. táblázatban** foglaltuk össze azokat a vágási időpontokat, amikor az adott erdeteknél a legmagasabb hozamokat mértük.

11. táblázat: A vizsgált populációk optimális vágási időpontjai a három tenyészév során

		1. tenyészév	2. tenyészév	3. tenyészév
2003 őszén telepített állományok	EA1	*	2005.07.19	2006.07.24
	EA2	2004.09.02	2005.07.19	2006.07.24
	EA3	2004.09.02	2005.07.19	2006.07.24
	EA4	2004.09.02	2005.07.19	2006.07.24
	EA6	2004.09.02	*	2006.07.24
2004 őszén telepített állományok	EA9	2005.08.25	2006.07.24	
	EA10	2005.08.25	2006.07.24	
	EA11	2005.09.16	2006.07.24	
	EA12	2005.07.19	2006.08.26.	
	EA13	2005.09.16	2004.07.24	
	EA15	2005.08.25	2006.07.24	
	EA16	2005.09.16	2006.07.24	
2005 tavaszán telepített állományok	EA18	2005.08.25.	2006.07.24	
	EA23	2005.07.19	2006.08.26	

* az adott évben nem volt hozam

Tisztaságvizsgálat és a kémiai diverzitás vizsgálata

Az első évben levágott mintákon elvégeztük a VIII. Magyar Gyógyszerkönyv előírása szerinti tisztaságvizsgálatot. A gyűjtött anyag flavonoid-spektrumát egy szintén vadon termő állományból származó mocsári zsurló vékonyréteggromatográfiás képével hasonítottuk össze. A VIII. Magyar Gyógyszerkönyv előírásainak megfelelően meghatároztuk a drog hamu- és homoktartalmát, illetve összflavonoid-tartalmát.

3.3.2.2. A különböző fenológiai állapotban történő telepítés hatásának vizsgálata

A kísérleti állomány létesítése és fenntartása

Annak vizsgálatára, hogy melyik fenológiai állapot kedvez jobban az ültetésnek és a növények további fejlődésének ugyanarról a helyről származó, de a gyűjtés időpontjában eltérő fenológiai állapotban lévő töveket telepítettünk parcellaismétlés nélküli kísérleti parcellákba 2005 tavaszán. A növényeket a gyűjtés után egy nappal ültettük a kísérleti parcellákba parcellaismétlés nélkül, 20x50 cm-es térállásban 15 cm-es ültetési mélységgel. A rhizómákat a telepítésig hűvös helyen, nedves papírral lefedve tároltuk. Az ápolási munkák kézi gyomirtásból álltak. Felszíni talajlazítást – sekély kapálással – kora tavasszal, a hajtások megjelenése előtt végeztünk. A kísérleti évek során tápanyagokat nem pótolunk és növényvédelmi kezeléseket sem végeztünk.

Morfológiai mérések

A zöld hajtások számát és hosszát mindkét kísérleti évben (2005, 2006) a 3.3.2.1.-es alcímben leírtakkal megegyező módon állapítottuk meg.

A produkciós tulajdonságok megállapítása

A produkciós tulajdonságok felméréséhez a növényeket a mérőkeret által határolt területről a 3.3.2.1.-es alcímben leírtaknak megfelelően takarítottuk be. A 2005-ös évben három időpontban, míg 2006-ban két időpontban takarítottuk be a zöld hajtásokat. A vágások ebben az esetben is egyszeri mintavételnek számítanak. A vágások pontos időpontjait a **12. táblázatban** foglaltuk össze:

12. táblázat: A különböző fenológiai állapotban telepített tövek betakarítási időpontjai

2005	2006
július 19.	július 27.
augusztus 25.	augusztus 26.
szeptember 16.	

Betakarítás után a növények mérését és tárolását a 3.3.2.1.-es alcímben leírt módon végeztük.

A drog hatóanyag- és minőségvizsgálata

A drogminták összflavonoid-, hamu- és homoktartamát a VIII. Magyar Gyógyszerkönyv előírásai szerint végeztük.

3.3.2.3. A telepítési időpont hatásának vizsgálata

A kísérleti állomány létesítése és fenntartása

A telepítési időpont hatásának vizsgálatára a „zsurlógyűjtemény” létesítésének keretében 2004 őszén és 2005 tavaszán Nyírmadáról és Pusztadobosról gyűjtött növényeket telepítettük a kísérleti parcellákba, parcellaismétlés nélkül. A töveket 20x50 cm-es térállásban, 15 cm mélyre ültettük. Az ápolási munkák kézi gyomirtásból és kora tavaszi sekély kapálásból álltak. A kísérleti években tápanyag utánpótlást és növényvédelmi kezeléseket nem végeztünk.

Morfológiai mérések

A növények növekedését két vegetációs perióduson keresztül, 2005-ben és 2006-ban figyeltük meg. A zöld hajtások számát és hosszát a 3.3.2.1.-es alpontban leírtakkal megegyező módon állapítottuk meg.

A produkciós tulajdonságok megállapítása

A produkciós tulajdonságok felméréséhez a növényeket a mérőkeret által határolt területről a 3.3.2.1.-es alcímben leírtaknak megfelelően takarítottuk be. A vágások a 3.3.2.2.-es alcímben összefoglalt időpontokban történtek.

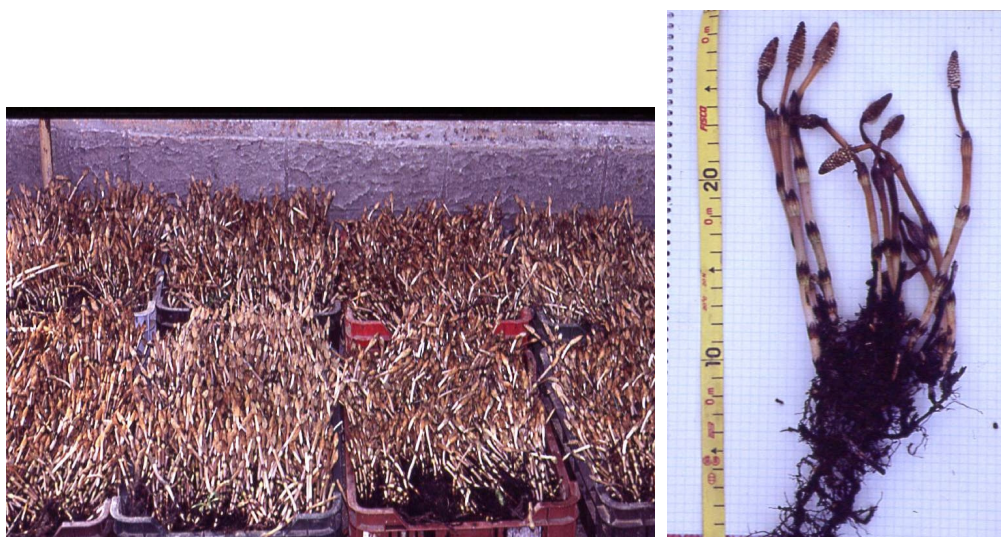
A drog hatóanyag-és minőségvizsgálata

A drogminták összflavonoid-tartalmának meghatározását a VIII. Magyar Gyógyszerkönyv előírásai szerint végeztük.

3.3.2.4. Az öntözési mód és az ültetési mélység hatásának vizsgálata

A kísérleti állomány létesítése és fenntartása

A kísérleti állományt 2004. április 22.-én telepítettük, két ültetési mélységet (15 cm és 30 cm) és három öntözési módot (esőztető, csepegtető és altalaj) kombinálva. Az öntöztetlen kontrollparcellák növényeit szintén két ültetési mélységben telepítettük. A növények az ültetéskor egységesen generatív hajtásos állapotban voltak (**43. ábra**).



43. ábra: A 2004 tavaszán telepített tövek az ültetés előtt (balra). Kiterjedt gyökérzetű, termőszárral rendelkező zsurlónövény a 2004 tavaszi telepítés előtt (jobbra) (fotó: Kozak, 2004)

A kísérleti parcellák 5x2 métereseek voltak, a kísérletet parcellaismétlések nélkül állítottuk be. A növényeket ebben az esetben is 20x50 cm-es térállással ültettük (**44. ábra**).



44. ábra: A kísérleti parcellák 2004 tavaszán (fotó: Kozak, 2004)

A növények vízellátását a kísérleti tényezőknek megfelelően esőztető, csepegtető és altalaj-öntözéssel biztosítottuk, hetente kétszer 40mm vizet kijuttatva. A kontrollparcellákat egyáltalán nem öntöztük. Az ápolási munkák ebben az esetben is kézi gyomlálásból, illetve kora tavasszal sekély kapálásból álltak. A tápanyagokat ezeken a parcellákon sem pótoltuk és növényvédelmi kezelések itt sem voltak szükségesek.

Morfológiai mérések

A morfológiai mérések során három kísérleti évben mértük fel a mérőkeret által határolt területen lévő hajtások hosszát és számát.

A telepítést követő két évben a mérőkeret által határolt területen a tavasszal megjelenő generatív hajtások számát is megállapítottuk.

Az ültetési mélység hatásának vizsgálatánál a különböző módon öntözött (esőztető, csepegtető és altalaj) parcellák növényeinek morfológiai paramétereit átlagoltuk. Ennek megfelelően az öntözési mód hatásának vizsgálatánál a mért adatok feldolgozása során az ültetési mélységet (15 cm és 30 cm) nem vettük figyelembe.

A produkciós tulajdonságok megállapítása

Az optimális drogminőség eléréséhez a vágási időpontokat a növények fejlődéséhez igazítottuk és a 3.3.2.1.-es alcímben leírtakkal megegyező módon végeztük, a **12. táblázatban** összefoglalt időpontokban:

13. táblázat: Az ültetési mélység és az öntözési mód vizsgálatára telepített növények betakarítási időpontjai

2004	2005	2006
		május 04.
		május 25.
	június 04.	július 06.
	július 19	július 24.
szeptember 09.	augusztus 25.	augusztus 10.

Az ültetési mélység hatásának megállapításához a mért hozamadatoknál átlagoltuk a különböző öntözési módoknál mért adatokat. Az öntözési módnak a droghozamra tett hatásának megállapításához pedig a különböző ültetési mélységek adatainak átlagát számítottuk ki.

A drog hatóanyag-és minőségvizsgálata

A laboratóriumi vizsgálatok elvégzésével megállapítottuk a betakarított drog összflavonoid-, illetve hamu- és homoktartalmát.

A kísérlet első évében (2004) összesen 3 alkalommal (2004.07.01, 2004.07.15, 2004.08.26.) vágunk le kis mennyiségű hajtást a hozamvizsgálat előtt (2004.09.02) a hatóanyag-tartalom alakulásának megállapítására.

Az ültetési mélység hatásának megállapításához ebben az esetben is a különböző öntözési módok adatait átlagoltuk. Az öntözési mód vizsgálatnál pedig az ültetési mélységek hatóanyag-adatainak átlagát számítottuk ki.

3.3.2.5. A kijuttatott vízmennyiség hatásának vizsgálata

A kísérleti állomány létesítése és fenntartása

A kijuttatott vízmennyiség a növények fejlődésére és produkciójára gyakorolt hatását háromtényezős kísérletben vizsgáltuk. A kísérleti parcellákba, háromszoros parcellaismétléssel 2005. április 29-én telepítettük az egységesen generatív állapotban lévő növényeket. A parcellák mérete egységesen 2,5 m x 0,5 m (1,25 m²) volt. A növényeket 20 cm-es egyedtávval a hosszúkás parcellákon végigfutó csepegtető öntözőcső két oldalára ültettük (**45. ábra**). A kísérleti

kombinációknak megfelelően a parcellákat mindkét kísérleti évben (2005 és 2006) hetente egyszer 20, 40 és 80 mm öntözővízzel láttuk el.



45. ábra: A kijuttatott vízmennyiség hatásának vizsgálatára telepített kísérleti parcella csepegtető öntözőcsővel (fotó: Kozak, 2005)

A kísérlet részeként három parcellaismétléssel öntözetlen kontrollparcellákat is létesítettünk, ezeket a két kísérleti évben egyáltalán nem öntöztük. Az ápolási munkák minden kísérleti parcella esetén kézi gyomirtásból álltak. A kísérlet során a tápanyagokat nem pótoltuk és növényvédelmi kezeléseket sem végeztünk.

Morfológiai mérések

Mindkét kísérleti évben felmértük a hajtások számát és hosszát. Minden mérés alkalmával a teljes parcella növényeit mértük le, mert a hosszúkás parcellák esetében a mérőkeret nem tükrözte volna megfelelően a növények állapotát. 2006 tavaszán a másodéves állományban megszámoltuk a parcellákban a generatív hajtások számát is.

A Produkciós tulajdonságok megállapítása

A produkciós tulajdonságok meghatározására a növényeket mindkét kísérleti évben egy alkalommal takarítottuk be, ami az egész parcella növényeinek levágását jelentette. 2005-ben szeptember 16-án, 2006-ban augusztus 19-én vágtuk le a hajtásokat. A betakarítás után lemértük a hajtások parcellánkénti friss tömegét, majd a szárítás után a száraz drogtömeget. A levágott hajtásokat jól szellőző, árnyékos helyen időnként forgatva szárítottuk.

A drog hatóanyag- és minőségvizsgálata

A drog hatóanyag- és minőségvizsgálatára a Ph.Hg. VIII. előírásainak megfelelően elvégeztük a drog összflavonoid-tartalmának, illetve hamu- és homoktartalmának meghatározását.

3.3.2.6. A betakarítási időpont optimalizálása

A kísérleti állomány létesítése és fenntartása

A legmegfelelőbb betakarítási időpont meghatározására az öntözési mód és az ültetési mélység vizsgálatára telepített állomány bizonyult a legalkalmasabbnak erre a célra, mert a telepített kísérleti állományok közül ez volt az egyetlen, nem kisparcellás, nagy területű parcellákkal beállított kísérlet. A viszonylag nagy kiterjedésű, homogén állományok tették lehetővé a gyakori mintavételt, amely az optimális betakarítási időpont meghatározásához szükséges. Az állománylétesítés és fenntartás részleteit ezért a 3.3.2.5. alcím tartalmazza.

A produkciós tulajdonságok megállapítása

A növények növekedésének modellezéséhez és az állomány átlagos produkciós tulajdonságainak megállapítására az ültetési mélység és az öntözési mód hatásának vizsgálatára beállított kísérlet összes kezelésének adatainak átlagát számítottuk ki.

A drog hatóanyag- és minőségvizsgálata

Az ültetési mélységnek és az öntözési módnak a hatóanyag-tartalomra tett hatásának vizsgálatára az ültetési mélység esetében a különböző öntözési módoknál mért adatokat, míg az öntözési mód hatásának megállapítására a különböző ültetési mélységnél mért adatokat átlagoltuk.

3.3.3. A laboratóriumi vizsgálatok módszerei

A laboratóriumi vizsgálatokat a Gyógy-és Aromanövények Tanszék laboratóriumában végeztük.

3.3.3.1. Vékonyrétegekromatográfiás tisztaságvizsgálat

A drogok tisztaságvizsgálatát a VIII. Magyar Gyógyszerkönyvben meghatározott leírat alapján végeztük. A Gyógyszerkönyvben leírt tisztaságvizsgálat az Equisetum drogban esetlegesen jelenlévő, a mezei zsurlón kívül más Equisetum-fajok, illetve fajhibridek kizárását szolgálja, mely vékonyrétegekromatográfiás módszerrel történik.

A vizsgálathoz a drog kivonatát tartalmazó *vizsgálati oldatot* készítettünk. Ehhez 1,0 g porított drogot 10 ml metanollal 60°C-os vízfürdőn 10 percig melegítettünk, majd a lehűlt keveréket leszűrtük.

Az *összehasonlító oldat* elkészítéséhez 1,0 mg kávéssavat, 2,5 mg hiperozidot és 2,5 mg rutint oldtunk fel 10 ml metanolban.

A vizsgálati oldat és az összehasonlító oldat 10 µl-ét sávok formájában fluoreszkáló VRK szilikagél lemezre vittük fel.

A lemezeket 15 ml vízmentes hangyasavat, 15 ml tömény ecetsavat, 26 ml desztillált. vizet és 134 ml etil acetátot (7,5+7,5+18+67V/V) tartalmazó *kifejlesztőszorben* futtattuk 10 cm fronttávolságig. A felfuttatott lemezeket 100-105°C-on megszárazítottuk.

Az *előhíváshoz* a még meleg lemezeket 2-aminoetil-difenilborinát metanolos oldatával (10 g/l), majd makrogol metanollal készült oldatával (50 g/l) permetezzük be.

A kromatogramokat száradás után 365 nm-es ultraibolya fényben értékeltük a **46. ábra** szerint:

A lemez teteje	
Kávéssav: zöldeskéken fluoreszkáló zóna	Két vörösen fluoreszkáló zóna
_____	Két zöldeskéken fluoreszkáló zóna
Hiperozid: narancsvörösen fluoreszkáló zóna	Narancsvörösen fluoreszkáló zóna
_____	Két zöldeskéken fluoreszkáló zóna
Rutin: narancsvörösen fluoreszkáló zóna	_____
Összehasonlító oldat	Vizsgálati oldat

46. ábra: A vékonyrétegekromatográfiás réteglapok értékelése (forrás: Ph.Hg.VIII.)

A vizsgálati oldat kromatogrammján, közvetlenül a startvonal felett nem jelentkezhethet sárgán vagy zöldessárgán fluoreszkáló zóna, mert ez a vizsgált drogban a mezei zsurlón kívül más zsurlófajok, illetve fajhibridek jelenlétére utal.

3.3.3.2. Hamu- és homoktartalom

A hamu- és homoktartalom meghatározását szintén a VIII. Magyar Gyógyszerkönyv előírásainak megfelelően végeztük el, három ismétlésben. A vizsgált drogokat 105°C-on 3 órán keresztül kiszáritottuk, majd porítás után ismert tömegű porcelán tégelyekbe 1,000 g drogot mértünk be. A porított drogot tartalmazó tégelyeket izzítókemencében 600°C-on tömegállandóságig izzítottuk (**47. ábra**). Az exsziátorban lehűtött tégelyeket visszamérve kaptuk meg a vizsgált drogok *hamutartalmát*, melyet tömegszázalékra számítottunk át.



47. ábra: Izzítókemence a Gyógy-és Aromanövények Tanszék laboratóriumában porcelán tégelyekkel
(Fotó: Kozak, 2006)

A *homoktartalom* meghatározásához a drog hamuját főzőpohárba ürítettük át és 15 ml desztillált víz és 10 ml tömény sósav elegyével, óraiüveggel lefedve 10 percig óvatosan forraltuk. A sósavban nem oldódó hamut (homok) langyos vízzel, hamumentes szűrőpapíron keresztül kloridmentesre mostuk. A szűrőpapírt a maradékkal együtt ismert tömegű porcelán tégelyben kiszáritottuk, majd az izzítókemencében 600°C-on ismét tömegállandóságig hevítettük. A tégely tömegét visszamérve határoztuk meg a homoktartalmat, melyet szintén tömegszázalékra számítottunk át.

3.3.3.3. Összflavonoid-tartalom

A drogok összflavonoid-tartalmának meghatározását szintén a VIII. Magyar Gyógyszerkönyv előírásainak megfelelően, fotometriás meghatározással végeztük, kétszeres ismételtsben.

A *törzsoldat* elkészítéséhez 0,800 g porított drogot 5 g/l töménységű hexametiléntetramin-oldat 1ml-ével, 20 ml acetonnal és 2 ml R1 sósavval (59 ml sósav 100 ml desztillált vízben oldva), visszafolyóhűtőt alkalmazva, 30 percig forraltunk. A folyadékot vattapamaton keresztül megszűrtük, majd a vattapamatot a rajta lévő maradékkal visszatettük a lombikban lévő maradékhoz és a kivonást, minden alkalommal 20 ml acetonnal, 10 perces forralással még kétszer megismételtük. A lehűtött kivonatokat vattapamaton még egyszer átszűrtük, majd a lehűtött acetonos kivonatokat egyesítettük. Az egyesített oldatot szűrőpapíron keresztül 100 ml-es mérőlombikba szűrtük, majd a szüredéket acetonnal 100 ml-re felhígítottuk.

Az oldat 20 ml-ét választótölcsérben, 20 ml desztillált vízzel 1 x 15, majd 3 x 10 ml etil-acetáttal összeráztuk. Az egyesített etil-acetátos kivonatokat 2 x 50 ml desztillált vízzel átmostuk, majd a vízmentesítéshez a kivonatokat vízmentes nátrium szulfáton keresztül megszűrtük és etil-acetáttal 50 ml-re hígítottuk.

A *vizsgálati oldat* elkészítéséhez a törzsoldat 10 ml-éhez 1 ml 1R alumínium-klorid-reagenst (2,0 g alumínium-kloridot tömény ecetsav metanollal készült 5V/V% -os oldatának 100 ml-ében oldva) adtunk, és az elegyet ecetsavas metanollal (5%V/V) 25 ml-re hígítottuk.

Az *összehasonlító oldat* 10 ml törzsoldatot tartalmazott, melyet ecetsavas metanollal (5%V/V) 25 ml-re hígítottunk.

A vizsgálati oldathoz történő reagens hozzáadása után 30 perccel mértük az oldatnak az összehasonlító oldattal szembeni abszorbanciáját 425nm-en, SPECTRO UV-VIS DUAL BEAM (Split) típusú spektrofotométerrel.

Az izokvercitraozidban megadott, százalékos flavonoid-tartalmat $A^{1\%}_{1\text{cm}} = 500$ fajlagos abszorpciós koefficiens alapul véve, a következő egyenlet segítségével számoltuk ki:

$$\frac{1,25 \times A}{m}$$

(A= a 425 nm-en mért abszorbancia; m = a vizsgálandó anyag tömege, grammban)

3.3.4. A statisztikai értékelés módszerei

A mérési adatok kezelését és elsődleges feldolgozását a Microsoft® Excel 2000 program segítségével végeztük. A statisztikai vizsgálatok során az egytényezős varianciaanalízis elvégzésére szintén a Microsoft® Excel 2000 programot használtuk. A kísérleti eredmények droghozam- és összflavonoid-tartalmának statisztikai értékelésére kéttényezős varianciaanalízist készítettünk, melynek során a Statistica 6.1 szoftvert alkalmaztuk.

4. A KÍSÉRLETEK EREDMÉNYEI ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1 TERMÉSZETES POPULÁCIÓKBÓL SZÁRMAZÓ KLÓNOK

4.1.1 A klónok növekedésének jellemzése a hajtásszám és hajtáshossz értékeivel

2003 és 2005 között 9 különböző termőhelyről gyűjtöttünk be összesen 15 előfordulási helyről szaporítóanyagot, melyeket a Soroksári Kísérleti telepen ültettünk ki. Ezek növekedését a hajtásszám és hajtáshossz értékeivel jellemeztük.

Hajtásszám

Az eltérő eredetű populációk hajtásszámának alakulását a telepítés évének, illetve az állomány korának feltüntetésével a **49. ábra** tartalmazza.

Kísérleteink során megfigyeltük, hogy a mezei zsurló a számára kedvezőtlen környezeti hatásokra nagyon gyorsan a hajtáscsúcsok felől történő elszáradással reagál. A növények többnyire ugyan ilyen gyorsan regenerálódnak és új hajtásokat növesztenek. A hajtáshosszt és hajtásszámot ábrázoló grafikonokon látható „hullámzások” ennek, az úgy tűnik a mezei zsurlóra jellemző növekedési sajátosságnak, tudhatóak be.

A **49. ábrán** feltüntetett adatok alapján megállapítható, hogy annak ellenére, hogy a populációk telepítése nem azonos évben történt (Az EA1, EA2, EA3, EA4, EA6 vizsgálatát 2003-ban, az EA 9, EA10, EA11, EA12, EA13, EA14, EA15, EA16 vizsgálatát 2004-ben, - az EA18 és E19 anyagokét 2005-ben kezdtük meg.), azok hajtásszámának változása a növény korára, de magára a populációra is jellemző sajátosságokat mutatott.

A telepítés évétől függetlenül megállapítható, és így a faj egészére jellemző sajátosságnak tekinthető, hogy a telepítést követően (az első tenyész évben) viszonylag gyorsan megkezdődik a hajtásszám növekedése. Ennek maximális értéke a vizsgálat évétől csaknem függetlenül eléri 45 - 70 darab/m² értéket. A második tenyészévben már sokkal kiegyenlítettebb a hajtásszám növekedése, amit részben a görbék kevésbé intenzív emelkedése, illetve stagnáló jellege mutat. A második tenyészévben a legnagyobb érték is csak 45 hajtás/0,25 m² körüli volt. A harmadik tenyészévben - bár e vonatkozásban csak az EA1, EA2, EA3, EA4 és EA6-os 6 populációk reakcióját tudtuk megfigyelni - egy további erős hajtásszám csökkenés, illetve tenyészidőbeni kiegyenlítődés figyelhető meg.

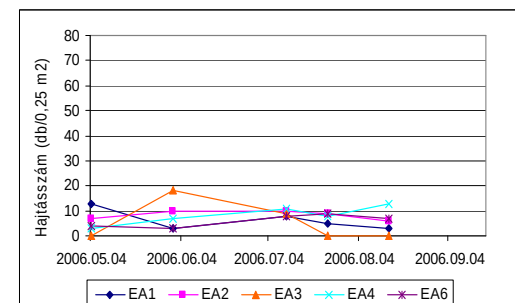
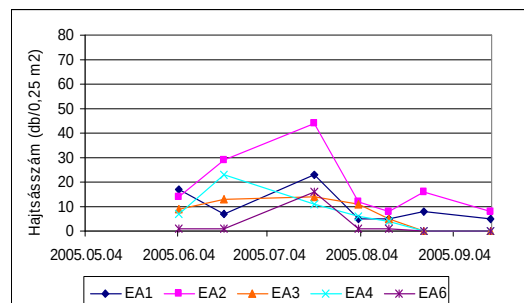
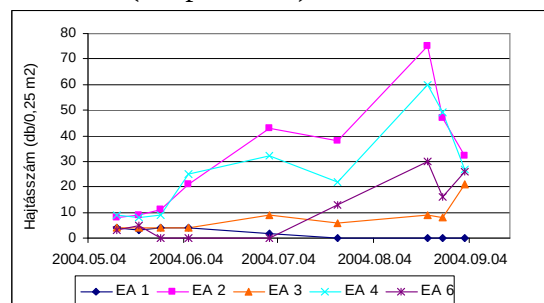
A fenti, általánosnak tekinthető tendenciát ugyanakkor jól láthatóan módosítják a környezeti tényezők. Ezt tanúsítja, hogy a hajtásszám növekedésének maximális értéke évjáratonként más és más időpontban következett be. Így például az első éves állományokban mért maximális hajtásszám

1. tenyészév

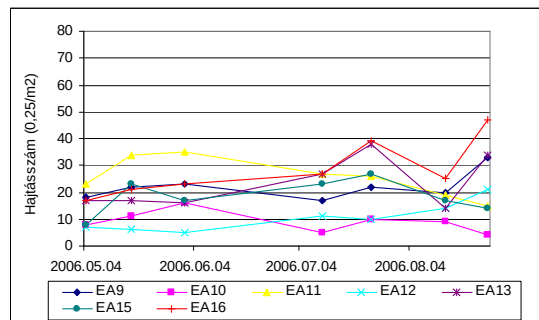
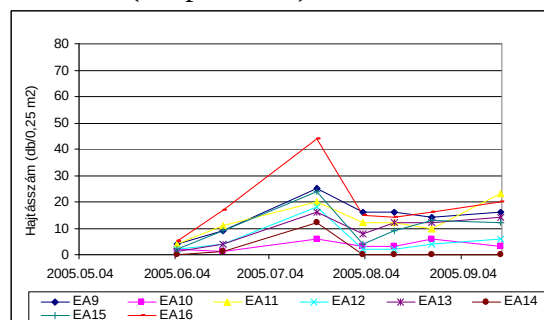
2. tenyészév

3. tenyészév

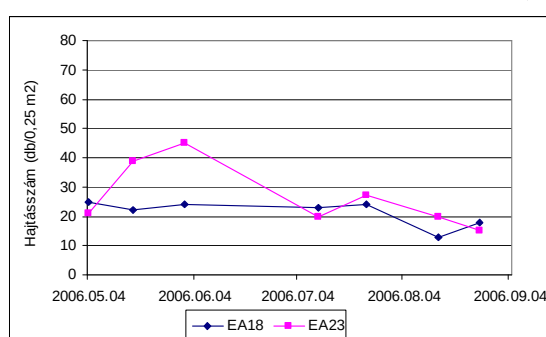
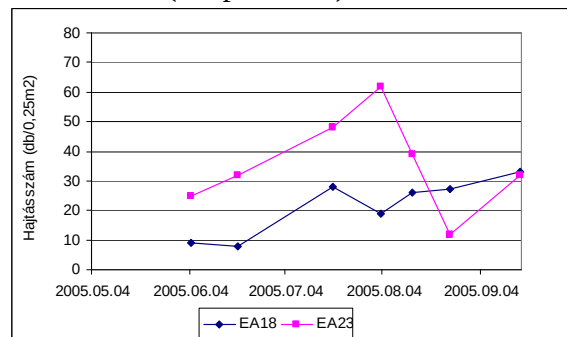
2003 ősz (telepítés éve)



2004 ősz (telepítés éve)



2005 tavasz (telepítés éve)



48. ábra: A különböző években telepített, eltérő eredetű populációk hajtásszámának alakulása a kísérleti évek során

érték 2004-ben augusztus végén, míg 2005-ben egy hónappal korábban volt megfigyelhető. A 2006. évi évjárat e tekintetben köztes helyet foglalt el.

Az állományok korára jellemző hajtásszám növekedési ritmus, illetve az összetett évjáráthatások ellenére a populációk növekedési intenzitásában is jól megfigyelhetők az eltérések.

Az EA2-es klónokat jellemezte a legmagasabb hajtásszám, itt az elsőéves állományban több mint 70 hajtást számoltuk $0,25 \text{ m}^2$ -en. Az EA2-es növények az első és a második évben is igen egyenletesen és gyorsan hajtottak ki. A 3. tenyészévben a növények a hajtásszám tekintetében alig különböztek, az összes populációra jellemzően nagyon kevés hajtás fejlődött és a vegetációs periódus során növekedési csúcs sem volt megfigyelhető. Az EA2-es klón a többiekhez képest ebben az évben is azon populációk között volt, amelyek, bár sokkal alacsonyabb szinten, de a legtöbb hajtást növesztették.

Igy az EA2, EA4, EA16 és EA 23 eredetű sarjtelepek növényei az évjáratról és a tenyészév számától csaknem függetlenül kiemelkedő értékeket mutattak.

Hajtáshossz

Az eltérő eredetű populációk hajtáshosszáinak alakulását a telepítés évének, illetve az állomány korának feltüntetésével az **50. ábra** tartalmazza.

Az ábrán bemutatott adatok alapján a hajtáshossz változása a hajtásszám alakulásánál lényegesen összetettebb képet mutat. Nagy valószínűséggel elsősorban az adott évjárat hatása érvényesül és a tenyészév számának a hatása is kicsi. A vizsgált eredetek közötti eltérések is sokkal kevésbé mutathatók ki e sajátosság vonatkozásában.

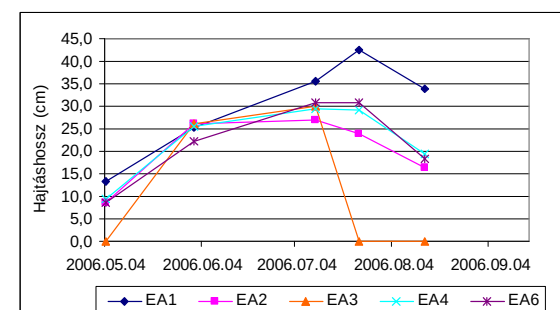
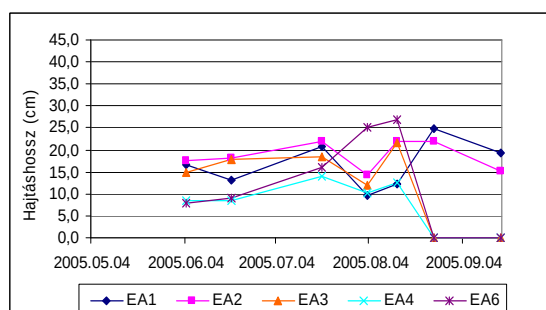
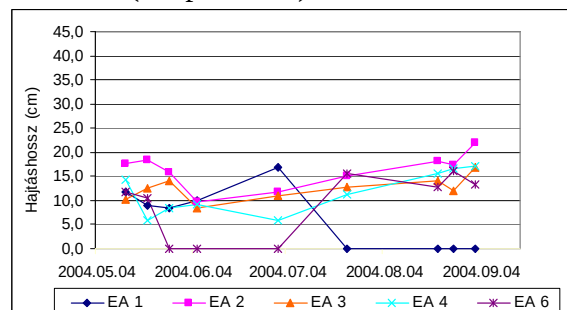
A hajtáshossz mérése során a negatív irány, azaz a hajtások hosszának csökkenése az által jön létre, hogy a mezei zsurló zöld hajtásai először sárgulni, majd barnulni kezdenek, majd ezt követően a hajtáscsúcsok száradni kezdenek. Ennek következtében az örvösen egymásba illeszkedő szártagok könnyen letöredeznek és ezáltal az elszáradás előrehaladtával a hajtások folyamatosan veszítenek hosszukból.

1. tenyésztés

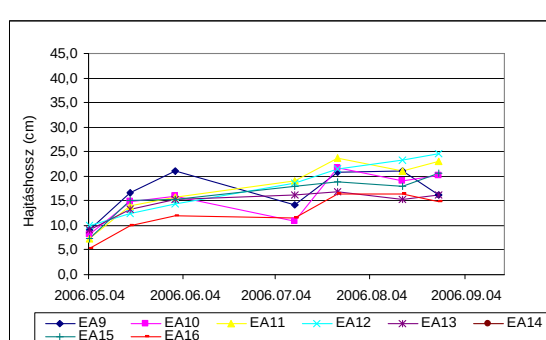
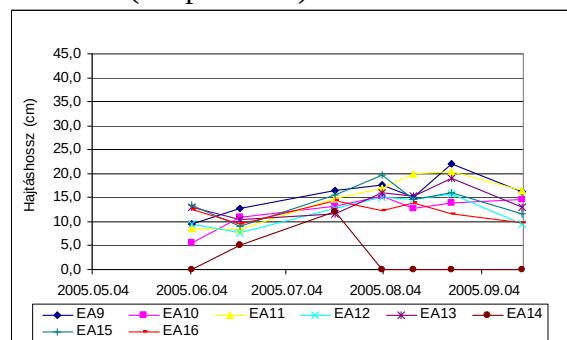
2. tenyésztés

3. tenyésztés

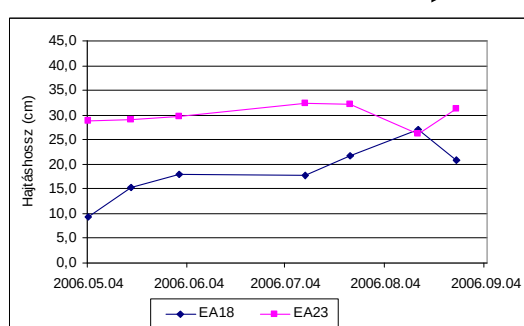
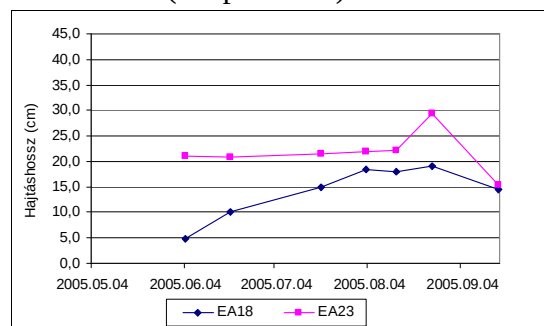
2003 ősz (telepítés éve)



2004 ősz (telepítés éve)



2005 tavasz (telepítés éve)



49. ábra: A különböző években telepített, eltérő eredetű populációk hajtáshosszának alakulása a kísérleti évek során



50. ábra: A hajtáscsúcsok felől sárguló zsurlóhajtások (fotó: Kozak, 2005)

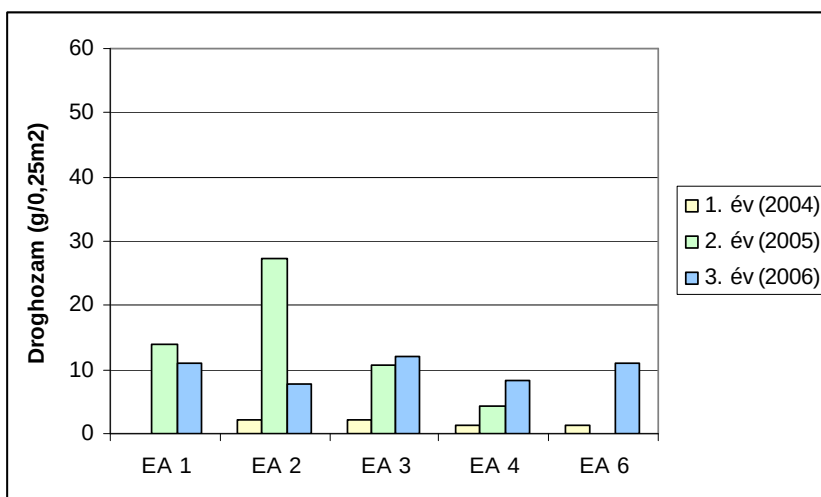
Bár a harmadéves állományban a hajtásnövekedés erősen lelassult, a növények ekkor fejlesztették a leghosszabb hajtásokat. A növények hajtásai igen lassan, gyakorlatilag optimumgörbét formázva fejlődtek. A három éves növények hajtásai csak a nyár közepére fejlődtek ki teljesen a hajtások és ezt követően egyből sárgulni, száradni kezdtek, hosszuk a maximum elérése után azonnal csökkenni kezdett (**50. ábra**).

A magas hajtásszám ellenére az EA16-os növények hajtásai mindkét évben igen rövidebbek voltak. Az EA23-as klón növényei ezzel szemben igen hosszú hajtásokat növesztettek, mindkét tenyészévben gyakorlatilag már a kihajtáskor elérték maximális hajtáshosszukat és csak a nyár végén volt egy intenzívebb növekedési szakasz megfigyelhető.

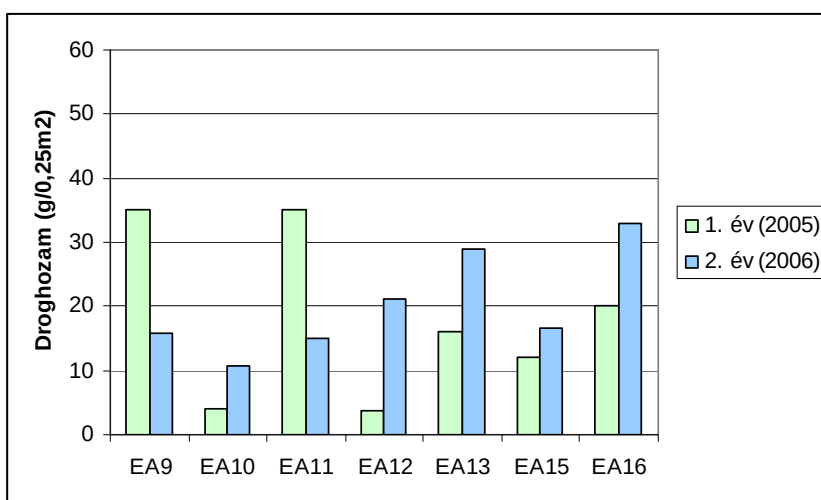
4.1.2 A droghozam alakulása

A területegységre vonatkoztatott droghozam értékeit az **51., 52. és az 53. ábra** tartalmazza. Részben az időjárási tényezők hatásaként értelmezhető, hogy az eredetről és a vizsgált tenyészév számától csaknem függetlenül évente más és más időpontra estek az optimális betakarítási időpontok. A különböző betakarítási időpontokban és tenyészévekben begyűjtött biomassa együttes figyelembevétele ugyanakkor alkalmas a különböző eredetek teljesítőképességének a megítélésére.

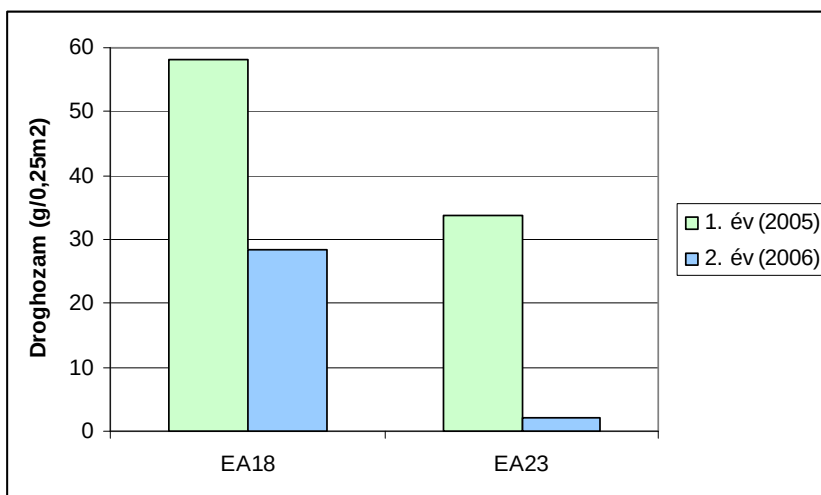
Igy például a 2003-ban telepített állományt az első tenyészévben (2004-ben) csak egy alkalommal tudtunk hozamvizsgálatot végezni, míg a 2004-ben telepített állományok esetében három időpont kijelölése is lehetségessé vált 2005-ben (**51. ábra**).



51. ábra: A 2003 ősztén telepített növények droghozama a kísérleti években (2004-2006)



52. ábra: A 2004 ősztén telepített állományok droghozama a kísérleti években (2005-2006)



53. ábra: A 2005 tavaszán telepített állományok droghozama a kísérleti években (2005-2006)

A 2003-ban telepített növények közül az EA2-es klónra a második tenyészciklusban igen magas droghozam volt jellemző. Az EA6-os populációnál mértük ezzel szemben a legalacsonyabb droghozamot, ezeket a növényeket kísérleteink során csak két időpontban tudtuk levágni. A

sarjtelemek hozadatait összességében összehasonlítva a csoportok között nem mutatkozott szignifikáns különbség ($p=0,426$).

A 2004-ben telepített tövek esetében az EA9 és EA11-es klónoknak a telepítés utáni első évben volt a legmagasabb a droghozamuk (**52. ábra**), míg a többi parcellán a második kísérleti évben mértünk magasabb droghozamot. Az elsőéves növények esetén az EA9-es és az EA11-es maximális hozama megegyező, az EA9-es azonban a hozammaximumot mintegy három héttel az EA11-es populáció előtt érte el. A vizsgált eredetek hozama összességében nézve ebben az esetben sem különbözött egymástól statisztikailag igazolhatóan ($p=0,005$).

A diagrammom látható különbségek ellenére összességében nézve a 2005 tavaszán telepített EA18-as és EA23-as klónok droghozama sem különbözik egymástól statisztikailag igazolhatóan ($p=0,307$).

A mezei zsurló droghozama és morfológiai sajátosságai közötti összefüggésre utal, hogy a magas hozamú EA9-es populációk jellemzően tömött, sok oldalhajtásos száakkal rendelkezett, míg a kifejezetten alacsony hozamú EA12-es szinte megegyező hajtáshossznál vékonyabb, kevés oldalhajtással rendelkező száakat növesztett (**54. ábra**).



54. ábra: A másodéves EA9-es és az EA12-es klónok jellegzetes habitusú zöld hajtásai (fotó: Kozak, 2005)

Ugyan ez a tendencia figyelhető meg az EA10-es és az EA11-es növények összehasonlítása során is (**55. ábra**). A kifejezetten magas droghozamú EA11-es tövek hajtásai hosszabbak, tömörek, míg az alacsony droghozamú EA10-es hajtásai szintén jellegzetesen hosszúak, de ugyanakkor alacsonyabb számban vannak jelen oldalhajtások, amelyek vékonyabbak, mint a magas hozamú EA 11-es növényeknél.



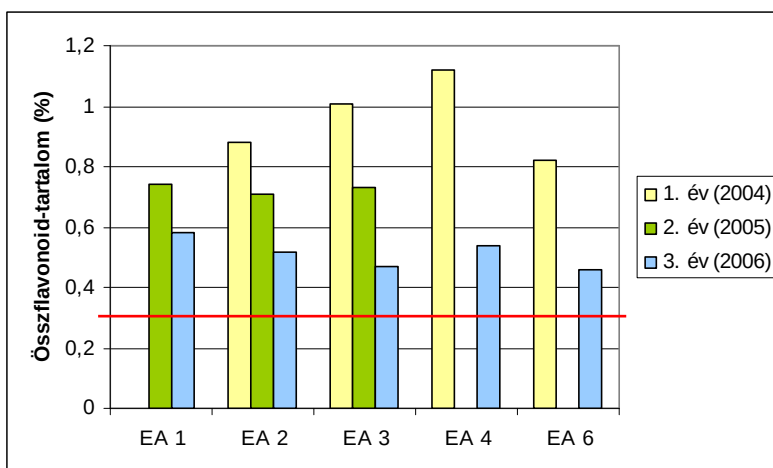
55. ábra: Az EA11- es és az EA10-es klónok jellegzetes habitusú zöld hajtásai 2005.08.25.-én (fotó: Kozak, 2005)

Ez a fordított tendencia feltehetőleg szintén a zsurlónövényekre jellemző morfológiai sajátosságokra vezethető vissza. Az magasabb hozamú EA18-as növények – bár kevesebb és alacsony - de igen tömör hajtásokat növesztettek sok oldalhajtással. Az alacsonyabb hozamú EA 23-as klónok növényei ezzel szemben - bár nagyon sok és hosszú – inkább megnyúlt, vékony hajtásokkal rendelkeztek.

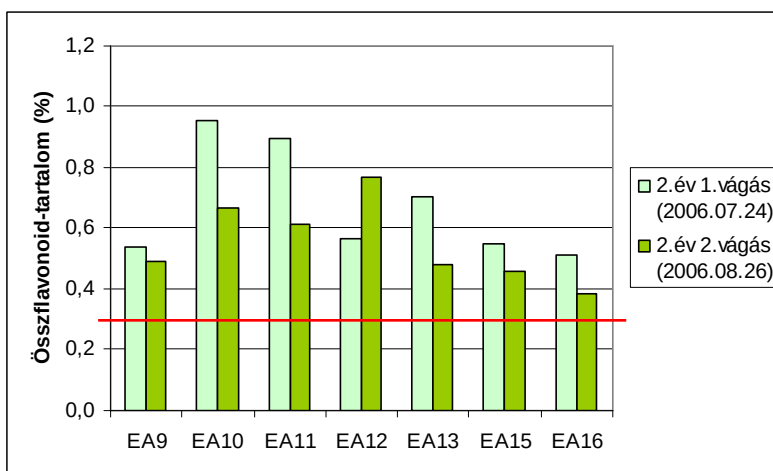
Az adatok alapján a drogprodukciónak tekintetében kiemelkedő teljesítményűnek bizonyultak a hajtásszám vonatkozásában is kiemelkedő értéket mutató EA2, EA16 eredetű anyagok. Ezen túlmenően az EA9, EA11, EA13, EA18 és EA 23-es klónok produkciója bizonyult stabilnak és jellemzően magasnak. Ugyancsak említést érdemelnek az EA4, EA6 és EA10-es populációk, melyek produkciós képessége szinte minden évjáratban és betakarítási variációban minimális volt.

4.1.3. Az összflavonoid-tartalom alakulása

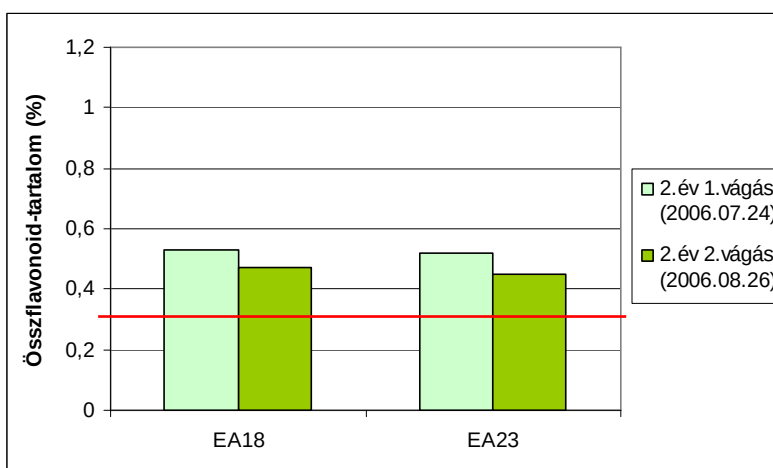
Az eltérő eredetű populációkból mintázott hajtások összes flavonoid tartalmát az **56., 57 és az 58. ábra** tartalmazza. A betakarított drogmennyiség a 2003-ban telepített növények esetén nem minden betakarítási időpontban levágott hajtás esetén volt elég a laboratóriumi vizsgálatok elvégzéséhez. Ezért annak érdekében, hogy a klónok drogminőségét legalább megközelítőleg meghatározhassuk, az adott év különböző időpontjaiban betakarított mintákat elegyítettük és az összflavonoid-tartalmat ezekekből a kevert mintákból határoztuk meg.



56. ábra: A 2003 őszén telepített növények összflavonoid-tartalma a kísérleti években (2004-2006)



57. ábra: A 2004 őszén telepített állományok összflavonoid-tartalma 2006-ban



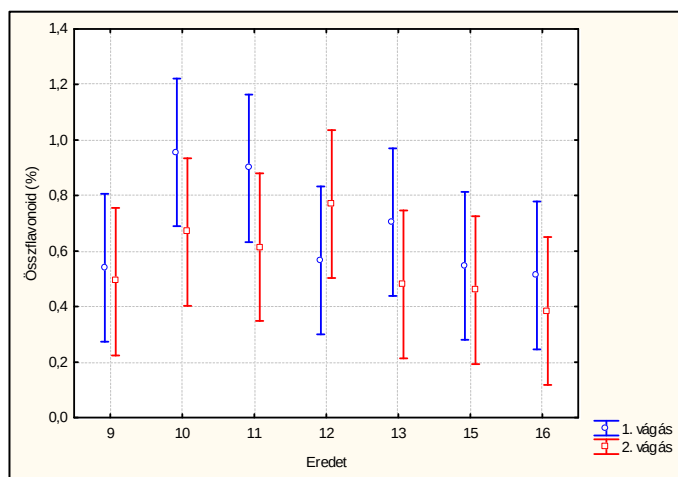
58. ábra: A 2005 tavaszán telepített állományok összflavonoid-tartalma 2006-ban

A kísérletek során mért összflavonoid-tartalmak azt tanúsítják, hogy a mezei zsurló hatóanyag-tartalmát az évjárat, a populáció eredete és a növények kora együttesen határozza meg. A legerősebben minden bizonnyal a növények kora befolyásolja a drog összflavonoid-tartalmát. Szinte

minden populáció esetében az első éves növények összflavonoid-tartalma volt a legmagasabb, majd folyamatosan csökkent. A vizsgált minták összflavonoid-tartalma azonban mindhárom évben meghaladta a VIII. Magyar Gyógyszerkönyvben előírt 0,3%-ot.

A 2003-as telpítésű növények közül az EA3-as és EA4-es klónok hatóanyagtartalma az elsőéves növények esetében - háromszorosan meghadva a Gyógyszerkönyvi minőséget - 1% felett alakult (**56. ábra**). A hatóanyag-adatok statisztikai értékelése során nem mutatkozott igazolható különbség a populációk átlagos összflavonoid-tartalma között ($p=0,825$).

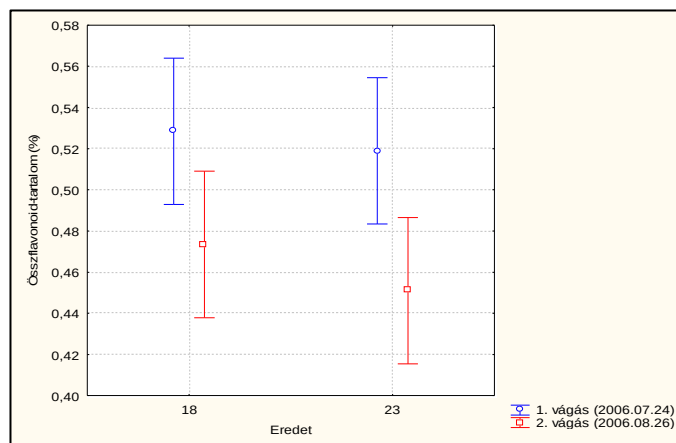
A 2004-ben ültetett zsurlónövények közül az EA10-es klónnak volt a legmagasabb összflavonoid-tartalma (0,96%). Az EA9, EA15 és az EA16-os klónok hatóanyag-tartalma a többihez képest alacsonynak tekinthető, mindkét vágási időpontban 0,5% körül alakult (**57. ábra**). A másodéves növények összflavonoid-tartalma - EA12-es populáción kívül - augusztus végén minden esetben alacsonyabb volt, mint az egy hónappal korábban levágott minták hatóanyag-tartalma.



59. ábra: A 2004 őszen telepített klónok összflavonoid-tartalmának statisztikai értékelése

Az adatok igen nagy szórásából adódóan a statisztikai értékelés során nem mutatkozott sem a származási helynek, sem pedig a vágásnak határozott hatása drog összflavonoid-tartalmára ($p_{\text{eredet}}=0,079$; $p_{\text{vágás}}=0,085$) (**59. ábra**).

A 2005 tavaszán telepített két klón hatóanyag-tartalma igen hasonlóan alakult, mindkét esetben a két tenyészév közötti különbség volt a meghatározó (**58. ábra**).



60. ábra: a 2005 tavaszán telepített klónok összflavonoid-tartalmának statisztikai értékelése

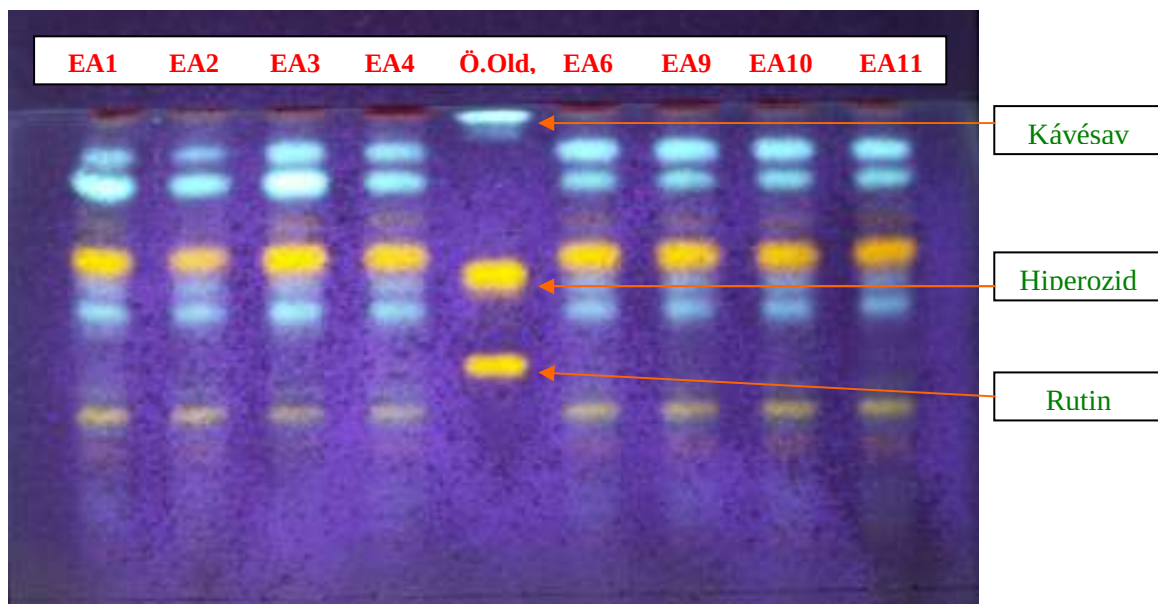
Statisztika értékelés eredménye is a fentiekben leírtaknak megfelelően alakult (**60. ábra**). Bár statisztikailag igazolhatóan sem a származási hely ($p=0,280$), sem pedig a vágási időpont ($p=0,009$) nincs hatással a drog hatóanyag-tartalmára, a vágási időpont esetében jelentősen alacsonyabb p -értéket kaptunk, mint a különböző származási helyek esetében.

A hatóanyagvizsgálatok eredményeit összefoglalva - az évjárat hatását is mérlegelve - stabilan magasabb összflavonoid tartalmúnak ítélni lehet az EA3, EA4, EA10 és EA11 jelű anyagokat.

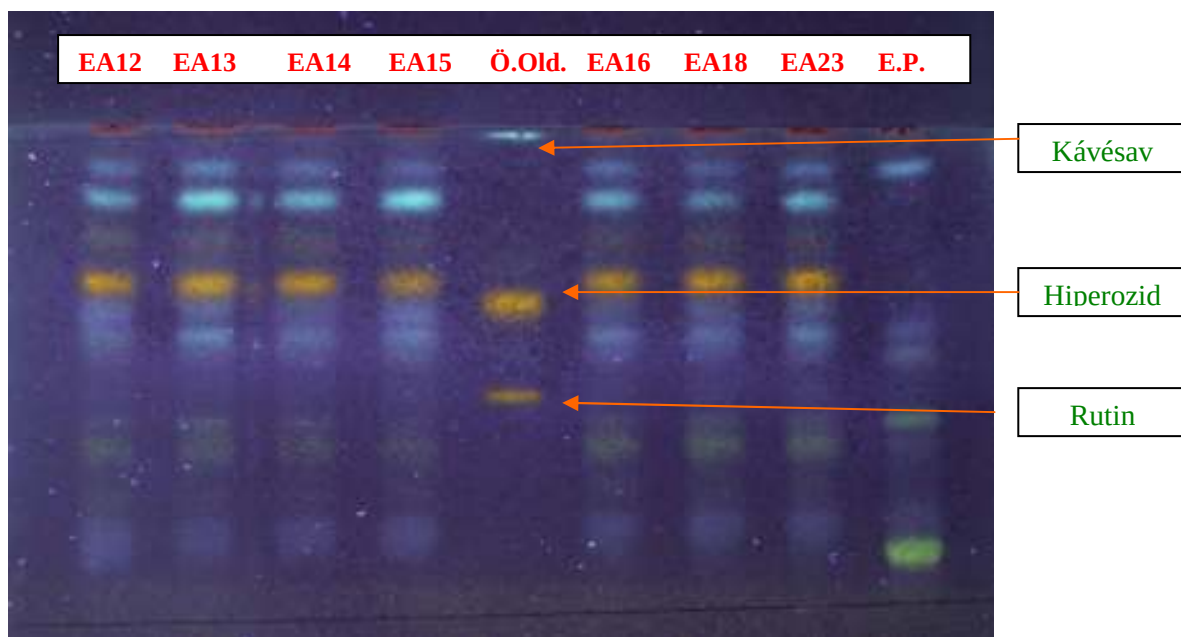
4.1.4. A felszaporított klónok vékonyréteg-kromatográfiás tisztaság vizsgálata

A Soroksári kísérleti parcellákon felszaporított növények vékonyrétegkromatográfiás tisztaságvizsgálata igazolta a gyűjtésből származó populációk rendszertani besorolását. A növények flavonoidspektruma (**61. és 62. ábra**) minden sarjtelep esetében megegyezik a VII. Magyar Gyógyszerkönyv által meghatározott mintának.

Ezért elmondható, hogy a gyűjtött növényanyagból felszaporított állományok drogja a növények eltérő morfológiai bélyegei ellenére minden esetben megfelel a VII. Magyar Gyógyszerkönyvben előírt tisztasági kritériumoknak. A tisztaságvizsgálat továbbá azt is igazolja, hogy a növények közé a gyűjtés során nem keveredtek más zsurlófajok, fajhibridek.



61. ábra: Az EA1, EA2, EA3, EA4, EA6, EA9, EA10 és az EA11 felszaporított klónok flavonoid-spektruma VRK szilikagél lemezen (fotó: Kozak, 2006)
Jelmagyarázat: Ö.Old.= Összehasonlító oldat



62. ábra: Az EA12, EA13, EA14, EA16, EA18, EA23 felszaporított klónok és mocsári zsurló flavonoid-spektruma VRK szilikagél lemezen (fotó: Kozak, 2006)
Jelmagyarázat: Ö.Old.= Összehasonlító oldat; E.P.= mocsári zsurló (*Equisetum palustre* L.)

A mezei zsurló flavonoidspektrumának jellegzetessége, hogy a flavonoidok nagy része a réteglap felső felében, azaz magasabb R_f -tartományban helyezkedik el. A mocsári zsurló (*Equisetum palustre* L.) flavonoidjai ezzel szemben elsősorban a réteglap alján találhatóak. A legszembetűnőbb bélyeg azonban a mocsári zsurló kromatogramján a startvonal felett jelentkező zöldessárga zóna (62. ábra).

4.2. A MEZEI ZSURLÓ SZAPORÍTÁSÁRA VONATKOZÓ EREDMÉNYEK

4.2.1. Szaporítás spórávetéssel, mikroszaporítással és rhizómadarabokkal

Szaporítás spórávetéssel

A spórávetési kísérlet többszöri próbálkozásunk ellenére sem volt sikeres, a spórák nem hajtottak ki és nem jöttek létre előtelepek.

Mikroszaporítás

Kísérleteink során többféle fertőtlenítőszert, illetve többlépcsős fertőtlenítést is alkalmaztunk, de nem sikerült megtalálni a megfelelő eljárást. Hypo és klórmésszel történő gyengébb fertőtlenítés esetén a hajtáscsúcsok bár életben maradtak, hamarosan különféle fertőzések léptek fel és a növények – táptalajtól függetlenül - elhaltak. Erősebb fertőtlenítőszer (higanyklorid) alkalmazása esetén – bár a növényeket sikerült teljesen csíramentesíteni - a hajtáscsúcsok már valószínűleg a fertőtlenítéskor elhaltak, mert növekedés ebben az esetben sem volt megfigyelhető.

Kísérleteink során tehát nem sikerült azt a megfelelő fertőtlenítési eljárást megtalálni, amely lehetővé tette volna a mezei zsurló sikeres mikroszaporítását.

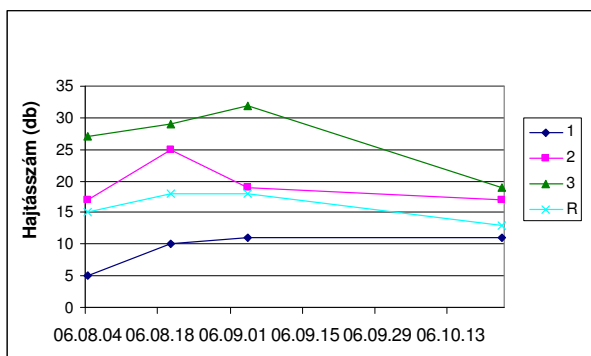
Szaporítás rhizómadarabokkal

A különböző hosszúságú, nódusz-számú, illetve látható hajtáskezdeménnyel rendelkező rhizómadarabokból a szaporítást követően mind a négy kísérleti kombináció esetében életképes növények fejlődtek (**63. ábra**).



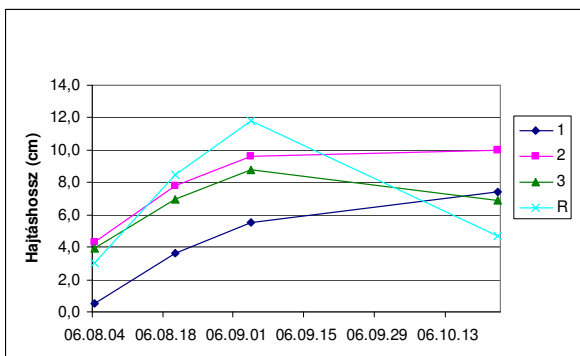
63. ábra: Rövid rhizómadarabokból szaporított fiatal zsurlónövények (fotó: Kozak, 2006)

A különböző állapotú rhizómadarabokból fejlődött növények hajtásszámát és hajtáshosszát a **64. és a 65. ábra** tartalmazza. A fiatal zsurlónövények hajtásszáma a vegetációs periódus során igen egyenletesen alakult, mindvégig a 3 nódusszal ültetett rhizóma darabokból fejlődött a legtöbb hajtás. A legkevesebb hajtást mindvégig az 1 nódusszal ültetett rhizómákból fejlődő növényeknél számoltuk.



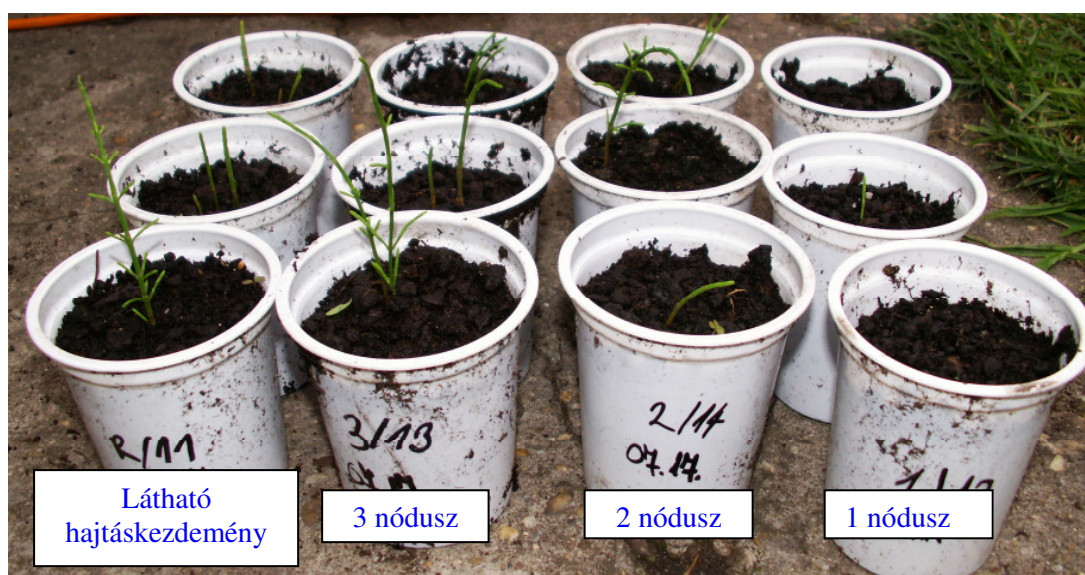
64. ábra: A különböző állapotú rhizómadarabokból fejlődő növények hajtásszáma a telepítés évében

Jelmagyarázat: 1=1 nódusz, 2=2 nódusz, 3=3 nódusz, R=látható hajtáskezdemény



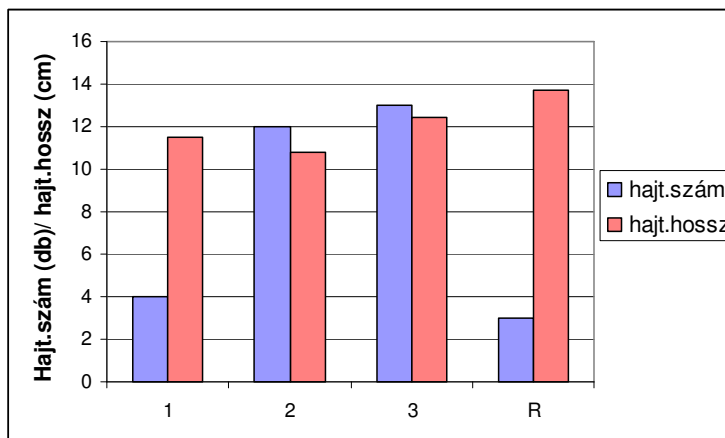
65. ábra: A különböző állapotú rhizómadarabokból fejlődő növények hajtáshossza a telepítés évében

A leghosszabb hajtásokat a látható hajtáskezdeménnyel rendelkező rhizómadarabokból fejlődő növényeknél mértük (**66. ábra**). Ezeknek a fiatal növényeknek a hajtásai szeptember elejére már átlagosan 12cm hosszúak voltak. A maximális hajtáshosszt elérve ezek a növények azonban azonnal száradni kezdek. Miután a nagyon gyors hajtásnövekedéssel a rhizómadarabokban lévő összes tápanyagtartalékot felhasználták, a látható hajtáskezdeménnyel ültetett növények befejezték vegetációs periódusukat és elkezdtek visszahúzódní. A másik három kísérleti kombináció növényeinek hajtásai ezzel szemben késő őszig stagnáltak.



66. ábra: A különböző állapotú gyökérrészekből fejlődött fiatal zsurlónövények (fotó: Kozak, 2006)

Az áttelelt növények morfológiai paramétereit a **67. ábra** tartalmazza. A másodéves 2007-ben, az áttelelt növények generatív hajtásokat nem fejlesztettek, kora tavasszal azonnal a zöld sterilis hajtások jelentek meg. A nyár eleji mérés alkalmával a három nóduszos rhizómadarabokból fejlődő zsurlóknál mértük a legtöbb hajtást (**68. ábra**). A kettő, illetve három nódusszal ültetett gyökérdarabokból a második évben – igen sok – közel azonos számú hajtás fejlődött. Ezzel szemben a második évben az egy nódusszal, illetve látható hajtáskezdeménnyel ültetett rhizómadarabok esetén számoltuk a legkevesebb hajtást.



67. ábra: A különböző állapotú rhizómadarabokból fejlődő másodéves növények hajtásszáma és átlagos hajtáshossza az áttelelést követően (2007.06.02)

Jelmagyarázat: 1=1 nódusz, 2=2 nódusz, 3=3 nódusz, R=látható hajtáskezdemény

A növények átlagos hajtáshossza az előző évben tapasztaltakhoz hasonlóan, meghatározó különbségek nélkül alakult, bár a másodéves növények esetén is a hajtáskezdeménnyel ültetett rhizómákból fejlődtek a leghosszabb hajtások.

A látható hajtáskezdeménnyel ültetett rhizómák hajtásszáma ezzel szemben igen alacsony volt. Feltételezhető, hogy a növények az első évben megfigyelt gyors hajtásnövekedés és az azt követő gyors visszahúzódás során nem tudtak a következő évi erőteljes kihajtáshoz megfelelő mennyiségű tápanyagot gyűjteni és raktározni.



68. ábra: a három nóduszos rhizómadarabokból fejlődött, elsőéves zsurlónövények hajtáskezdeményekkel az őszi kiültetés előtt (fotó: Kozak, 2006)

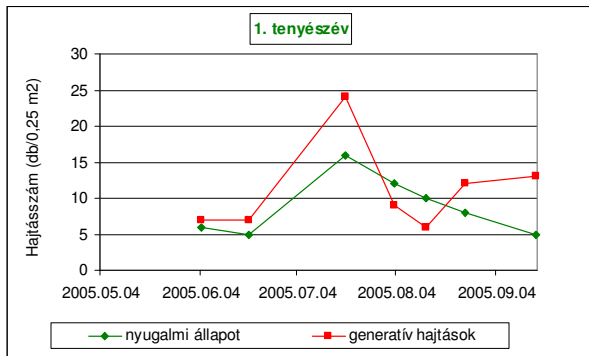
4.2.2. Nyugalmi és generatív állapotban lévő növények telepítése

A nyugalmi és generatív állapotban történő telepítés hatását két párhuzamos kísérletben, Pusztadobosról és Nyírmadáról származó növényeken vizsgáltuk. Mindkét gyűjtési hely esetében a tövek egy része a telepítés időpontjában még nyugalmi állapotban volt, míg másik részük már nagy számban termőszárat fejlesztett.

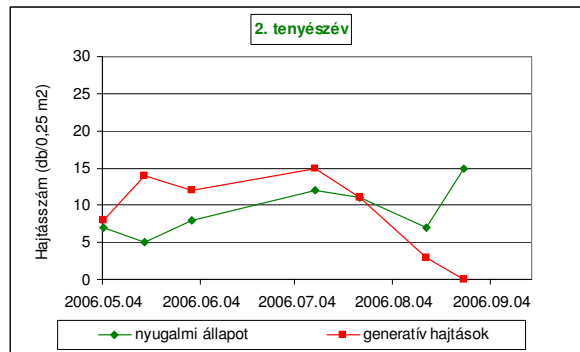
4.2.2.1. A morfológiai jellemzők alakulása

Hajtásszám

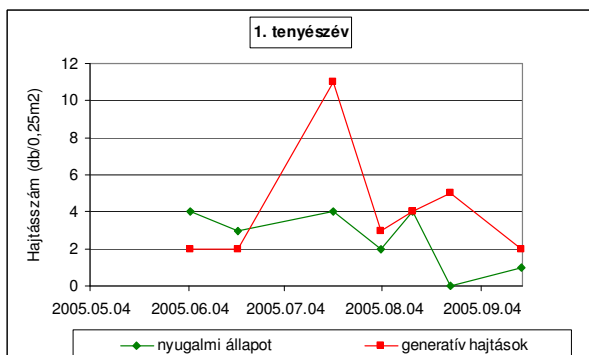
A Pusztadobosról és a Nyírmadáról származó növények hajtáshosszának alakulását a **69., 70., 71. és a 72. ábrában** foglaltuk össze. A növények hajtásszáma az első tenyészperiódusban – a telepítéskori fenológiai állapottól függetlenül - mindkét származási hely esetén magasabb volt, mint a második tenyészévben (**69. és 70. ábra**). Mindkét származási hely esetén a termőszáras állapotban történő telepítés esetén számoltunk több hajtást. A két csoport közötti hajtásszám-különbség a telepítés évében volt a legnagyobb. Míg a termőszárral ültetett növényeknek 2005 júliusában $0,25\text{m}^2$ -en átlagosan 24 hajtásuk fejlődött, a nyugalmi állapotban telepített tövek hajtásszáma ekkor $16\text{db}/0,25\text{m}^2$ volt. 2006-ban, a másodéves növényeknél is mindvégig magasabb volt a generatív állapotban ültetett növények hajtásszáma (**70. ábra**). A maximális hajtásszám ($15\text{db}/0,25\text{m}^2$) elérése után azonban ezek a növények is folyamatosan sárgulni és nagyon gyorsan száradni kezdtek.



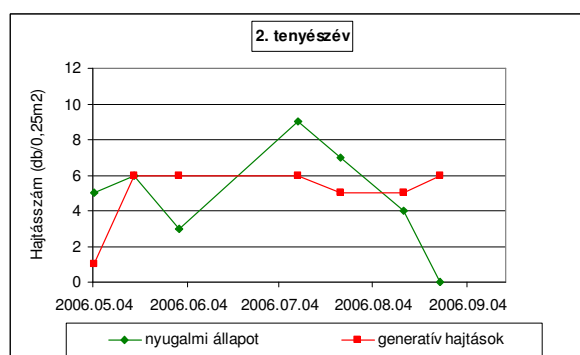
69. ábra: A Pusztadobosról származó, különböző fenológiai állapotban telepített növények hajtásszámának alakulása az első tenyészév során



70. ábra: A Pusztadobosról származó, különböző fenológiai állapotban telepített növények hajtásszámának alakulása a második tenyészév során



71. ábra: A Nyírmadáról származó, különböző fenológiai állapotban telepített növények hajtásszámának alakulása az első tenyészév során



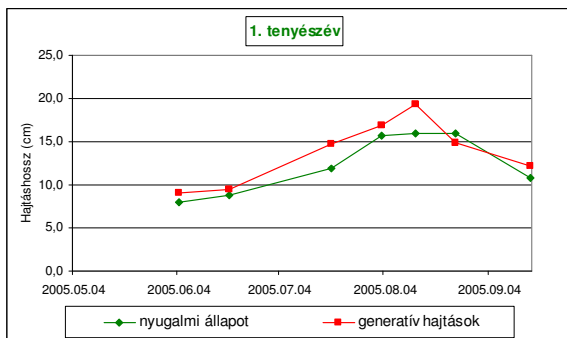
72. ábra: A Nyírmadáról származó, különböző fenológiai állapotban telepített növények hajtásszámának alakulása a második tenyészév során

Az ültetés évében – az ültetéskori fenológiai állapottól függetlenül – a növények hajtásszáma egy rövid stagnálási szakaszt követően a nyár közepén (július) intenzíven nőtt, majd ezt követően folyamatosan csökkenni kezdett (**69. és 70. ábra**). A második évben mindkét parcella növényeinek növekedése igen lassú, egyenletes, majdhogynem stagnáló volt, de a növények maximális hajtásszámukat ebben az évben is július elején érték el (**70. és 72. ábra**).

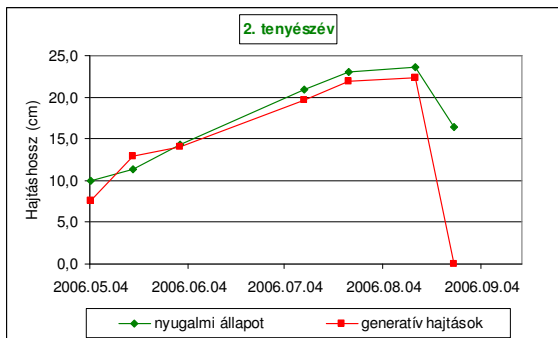
Hajtáshossz

A Pusztadobosi és a Nyírmadai előfordulási helyekről gyűjtött növények hajtáshosszának alakulását a **73., 74., 75. és a 76. ábrában** foglaltuk össze. Mindkét előfordulási helyről származó növények esetében a zsurlónövények – az ültetéskori fenológiai állapottól függetlenül - a második évben rendelkeztek hosszabb hajtásokkal (**74. és 76. ábra**). A maximális hajtáshossz mindkét csoport esetén augusztus második felére alakult ki. Ez a hajtásszámmal összevetve azt jelenti, hogy

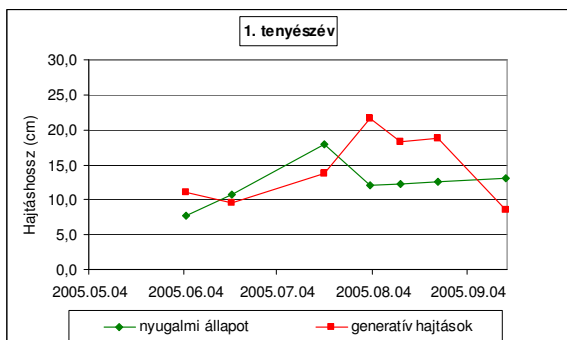
a nyár végére – bár a hajtások száma csökkent és sok hajtás teljesen eltűnt – a még megmaradó hajtások tovább nőttek.



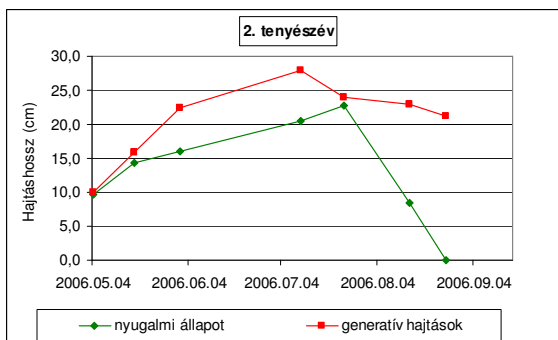
73. ábra: A Pusztadobosról származó, különböző fenológiai állapotban telepített növények hajtáshosszának alakulása az első tenyészévben



74. ábra: A Pusztadobosról származó, különböző fenológiai állapotban telepített növények hajtáshosszának alakulása a második tenyészévben



75. ábra: A Nyírmadáról származó, különböző fenológiai állapotban telepített növények hajtáshosszának alakulása az első tenyészévben



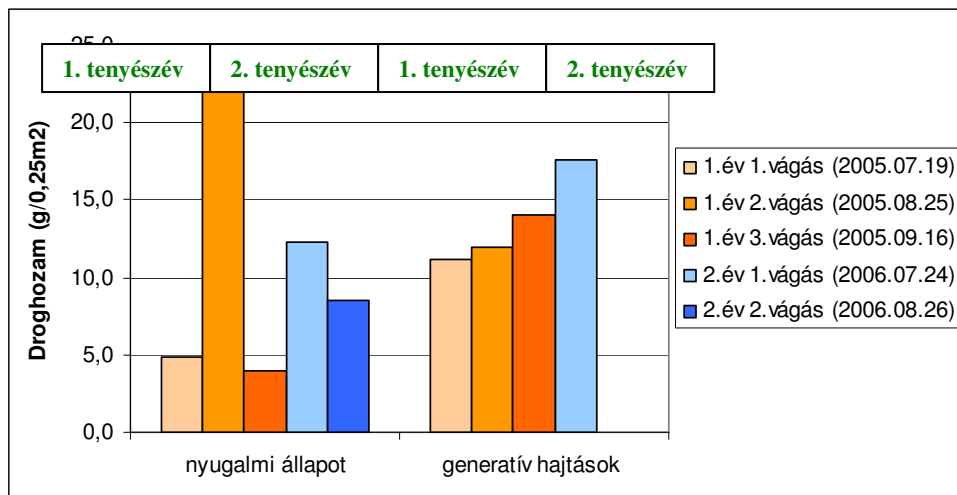
76. ábra: A Nyírmadáról származó, különböző fenológiai állapotban telepített növények hajtáshosszának alakulása a második tenyészévben

A telepítés évében a termőszárakkal telepített zsurlók hajtásai mindkét csoport esetében majdhogynem mindvégig hosszabbak voltak, mint a nyugalmi állapotban telepített növényeké (73. és 75. ábra).

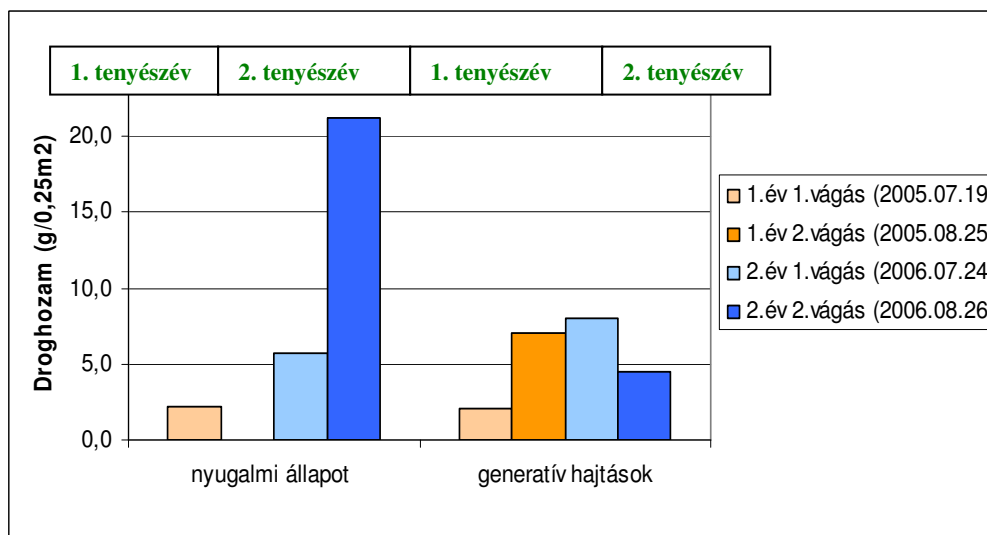
A morfológiai jellemzők alakulását összefoglalva mindkét előfordulási helyről gyűjtött növény esetében elmondható, hogy a termőszárakkal rendelkező tövek telepítése kedvezően befolyásolja a növények hajtásnövekedését.

4.2.2.2. A droghozam alakulása

A droghozamokat a **77. és a 78. ábrában** foglaltuk össze. Mindkét helyről származó növények esetében elmondható, hogy a nyugalmi állapotban történő telepítés a hajtásövekedésre tett kedvező hatáson keresztül közvetetten pozitívan befolyásolja a növények droghozamát. A diagrammon látható különbségek ellenére az adatok igen nagy szórásából adódóan mind a Pusztadobosi növények ($p=0,890$), mind pedig a Nyírmadai növények esetében ($p=0,717$) igen magas p -értékeket kaptunk.



77. ábra: A Pusztadobosról származó, különböző fenológiai állapotban telepített növények droghozamának alakulása az első és a második tenyésztésben



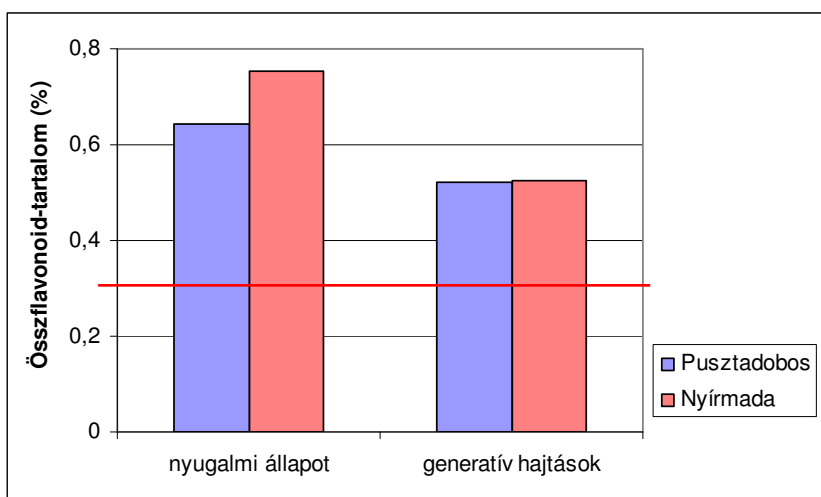
78. ábra: A Nyírmadáról származó, különböző fenológiai állapotban telepített növények droghozamának alakulása az első és a második tenyésztésben

Úgy a nyugalmi állapotban telepített, mint a generatív hajtásokkal ültetett növényeknek is alig volt droghozamuk a telepítés évében. Mindkét parcelláról, a mérőkeret által határolt területről 10-g-nál kevesebb drogot nyertünk. Az első tenyésztési hozamkiesés tehát a mezei zsurló

sajátosságának tekinthető, mely a származási helytől és a növények telepítéskori fenológiai állapottól független.

4.2.2.3. Az összflavonoid-tartalom alakulása

A vizsgált drog összflavonoid-tartalmát a **79. ábrában** foglaltuk össze. Mindkét származási hely esetében a nyugalmi állapotban telepített növények hatóanyagtartalma meghaladta generatív hajtásos állapotban telepített növényekét. A látható differenciák ellenére a nyugalmi és a generatív hajtásos állapotban telepített növények összflavonoid-tartalma között nem mutathatók ki statisztikailag igazolható különbségek ($p=0,086$).



79. ábra: A Pusztadobosról és a Nyírmadáról származó, különböző fenológiai állapotban telepített növények összflavonoid-tartalmának alakulása a második tenészciklusban (2006.07.24)

Eredményeinket összefoglalva elmondható tehát, hogy a termőszárakkal rendelkező rhizómadarabok telepítése kedvezően hat a növények későbbi fejlődésére és droghozamára. A hatóanyagtartamat ezzel szemben a még ki nem hajtott állapotban történő telepítés befolyásolja kedvezően. Valószínűsíthető, hogy a fenti következtetés - a mezei zsurló esetében általánosan tűnő - a droghozam és a hatóanyagtartalom között fennálló negatív korrelációra vezethető vissza. A fenológiai állapot tehát a droghozamon keresztül közvetett módon befolyásolja a növények droghozamát.

4.2.3. Őszel és tavasszal történő telepítés

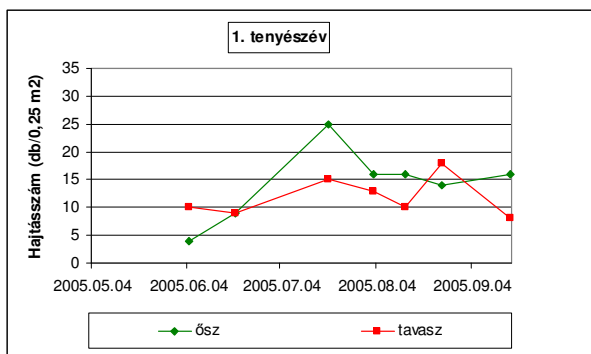
Az optimális telepítési idő megállapítására két párhuzamos kísérletben Pusztadobosról és Nyírmadáról származó növényeket telepítettünk őszen és a tavasszal a Soroksári Kísérleti Üzem területén lévő kísérleti parcellákba.

4.2.3.1. A morfológiai jellemzők alakulása

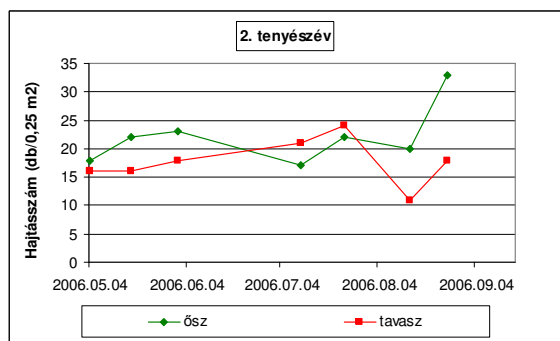
Hajtásszám

A hajtásszám alakulását a két vegetációs periódus során a **80., 81., 82. és 83. ábrák** tartalmazzák.

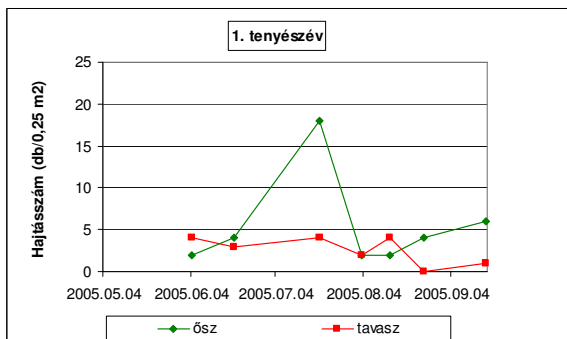
Mindkét előfordulási helyről származó növények esetében az őszen ültetett tövek a telepítés évében erőteljesebben fejlődtek, mint a tavasszal ültetettek (**80. és 82. ábra**).



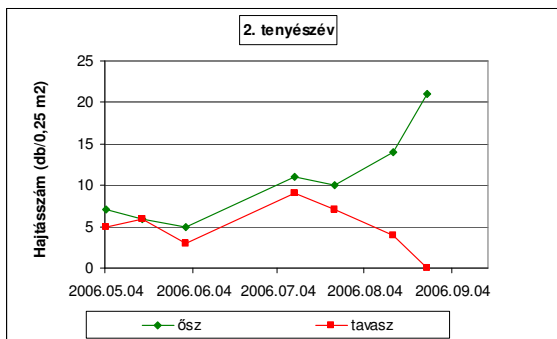
80. ábra: A Pusztadobosról származó, különböző évszakokban telepített növények hajtásszámának alakulása az első tenyészév során



81. ábra: A Pusztadobosról származó, különböző évszakokban telepített növények hajtásszámának alakulása a második tenyészév során



82. ábra: A Nyírmadáról származó, különböző évszakokban telepített növények hajtásszámának alakulása az első tenyészév során



83. ábra: A Nyírmadáról származó, különböző évszakokban telepített növények hajtásszámának alakulása a második tenyészév során

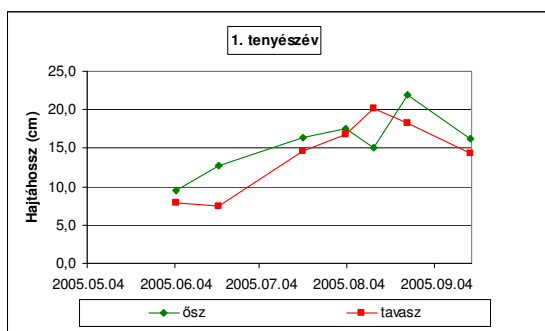
Az első tenyészévben az őszi telepítésű növények egy hónappal hamarabb (június közepén) érték el maximális hajtásszámukat, mint a tavasszal telepített zsurlónövények, melyeknek augusztus közepén volt a legtöbb hajtása.

A másodéves növények fejlődése már kevésbé volt eltérő, összességében nézve azonban még a kétéves növényeken is valamelyest tapasztalható volt az őszi ültetésnek a hajtásszámról tett kedvező hatása (**81. és 83. ábra**). Az ősszel történő telepítés pozitív hatása tehát elsősorban az első évben érvényesül.

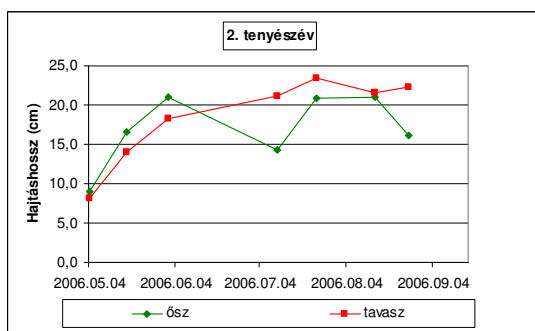
Hajtáshossz

A növények a két tenyészidőszak során rögzített hajtáshosszát a **84., 85., 86. és a 87. ábrában** foglaltuk össze.

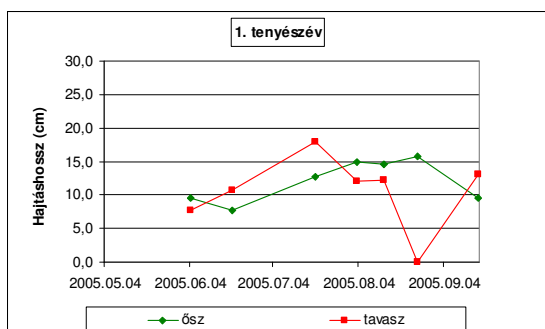
A Pusztadobosról származó növények esetében az első évben az őszi telepítésű növények fejlődése a hajtáshossz tekintetében is kedvezőbben alakult (**84. ábra**). Ezek a tövek egészen augusztus elejéig hosszabb hajtásokkal rendelkeztek, mint a tavasszal ültetett növények. Az első évben a legmagasabb hajtáshosszt is az ősszel ültetett növényeknél mértük, az átlagos növénymagasság 2005.08.14-én átlagosan 21 cm volt. A második évben a Pusztadobosi növények esetében a tavasszal ültetett növények hajtáshossza egyenletesebben alakult mint az őszi ültetésű növényeké (**85. ábra**).



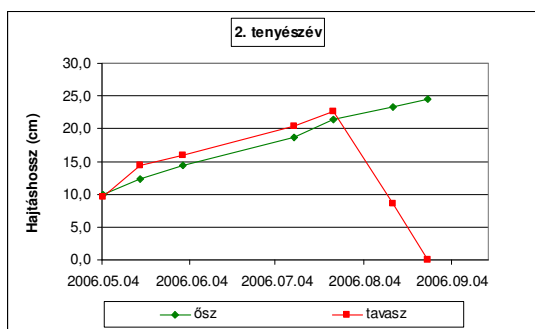
84. ábra: A Pusztadobosról származó, különböző évszakokban telepített növények hajtáshosszáinak alakulása az első tenyészév során



85. ábra: A Pusztadobosról származó, különböző évszakokban telepített növények hajtáshosszáinak alakulása a második tenyészév során



86. ábra: A Nyírmadáról származó, különböző évszakokban telepített növények hajtáshosszáinak alakulása az első tenyésztés során



87. ábra: A Nyírmadáról származó, különböző évszakokban telepített növények hajtáshosszáinak alakulása a második tenyésztés során

A Nyírmadáról származó növények esetében a hajtáshossz tekintetében a tavaszi telepítés kedvezőbbnek tűnik, az ekkor ültetett növények mindkét tenyészidőszakban hosszabb hajtásokkal rendelkeztek, mint az ősszel ültetettek (**86. és 87. ábra**).

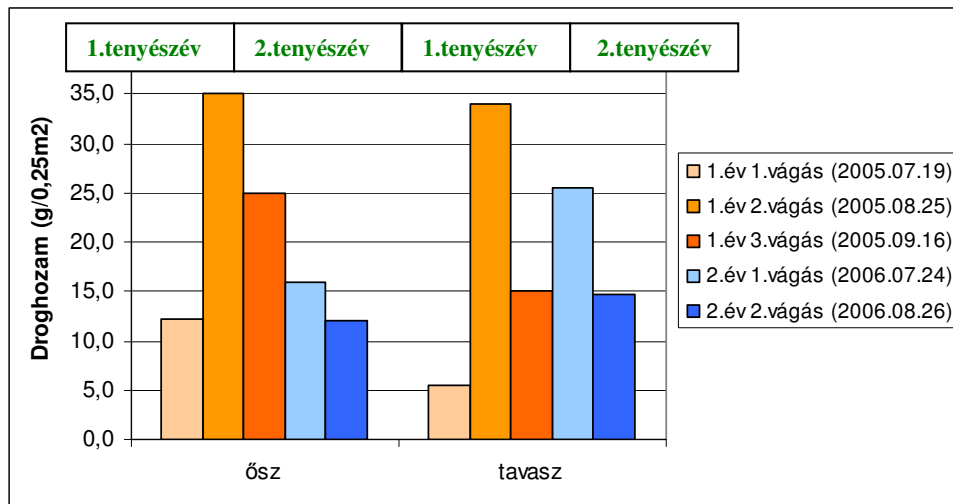
Az ősszel telepített tövek esetében a növénymagasságnak diagrammon látható „hullámzása” abból adódott, hogy a kísérleti parcellák nagyobbak voltak, mint a mérések során alkalmazott „mérőkeret” területe és így a kísérleti parcellán belül nem mindig pontosan ugyanarra a területre, hanem a parcellán belül mindig egy, a növények fejlődését megfelelően tükröző reprezentatív területre helyeztük. Ezért a hajtáshossz „hullámzása” ebben az esetben azt mutatja, hogy az adott időpontban mért hajtások a hajtáscsúcsok felől barnultak, elszáradtak és így a felső részek letöredezése miatt akár több centimétert is veszítettek hosszukból. Megfigyeléseink szerint azonban ezzel a „visszahúzódással” egyidejűleg új hajtások is fejlődtek, melyek – a zsurlóra jellemző módon néhány nap alatt – elérték a 20 cm-es magasságot. A hajtásszám tekintetében azért nem történt változás ebben az időszakban, mert az új hajtások szinte azonnal helyettesítették a gyorsan elszáradó, visszahúzódo hajtásokat.

Ez a hajtásnövekedési dinamika – úgy tűnik – egyike a mezei zsurló jellegzetességeinek és feltételezhető, hogy szerepe van a növény túlélési stratégiájában. A különböző kísérleti parcellákon számtalanszor megfigyeltük, hogy a növények a kedvezőtlen környezeti hatásokra reagálva rohamosan visszahúzódnak, de rövid időn belül ugyanilyen gyorsan képesek szinte teljes mértékben regenerálódni is.

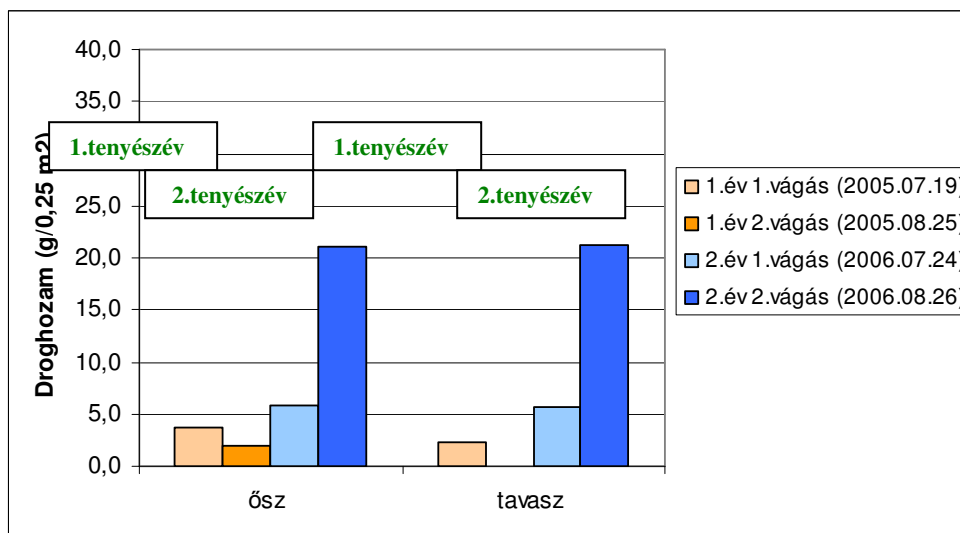
4.2.3.2. A droghozam alakulása

A tenyészidőszakok során mért hozamadatokat a **88. és a 89. ábrában** foglaltuk össze. A hozamadatokat tanulmányozva a telepítés időpontja nincs kimutatható hatással a növények drogprodukcijára. Elmondható azonban, hogy a Pusztadobosról származó növények esetében az

őszai telepítésű növények droghozama az első tenyészidőszakban minden vágási időpontban magasabb volt, mint a tavasszal telepített zsurlónövényeké (**88. ábra**). A másodéves növények esetében ez a tendencia azonban megfordul, így a tavasszal ültetett töveknél mértünk magasabb hozamokat.



88. ábra: A Pusztadobosról származó, különböző évszakokban telepített növények droghozamának alakulása a két tenyészév során



89. ábra: A Nyírmadáról származó, különböző évszakokban telepített növények droghozamának alakulása a két tenyészév során

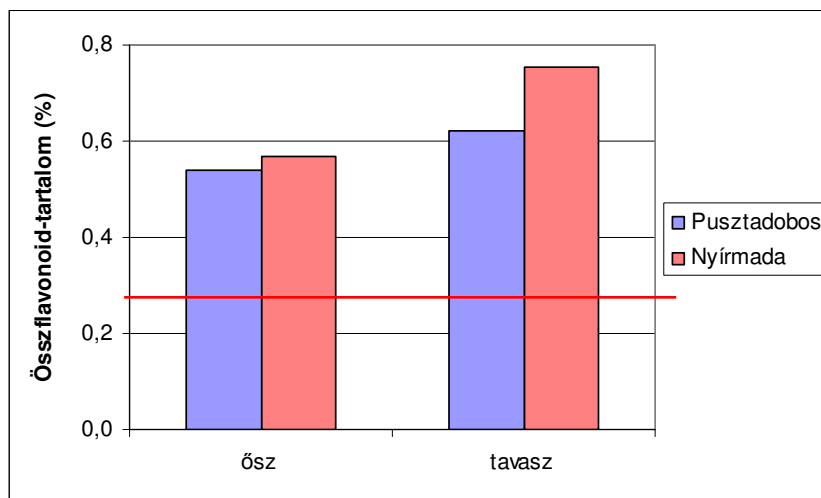
A Nyírmadáról származó növények droghozama az első tenyészévben rendkívül alacsony volt, a vágások alkalmával alig 5g drogot tudunk nyerni a mérőkeret által határolt területről. A másodéves növények esetében az ősszel és a tavasszal telepített zsurlónövények droghozama megegyező értékeket mutatott (**89. ábra**).

Az őszi és a tavaszi telepítés droghozamai a statisztikai értékelés során mind a Pusztadobosi ($p=0,871$), mind pedig a Nyírmadai ($p=0,896$) növények esetében igen magas p -értékeket mutattak.

Az adatok statisztikai értékelése során abban az esetben beszélhetünk statisztikailag igazolt különbségről, amennyiben a p-érték 0,05 alatt van. Minél magasabb tehát a p-érték, annál kevésbé igazolható szignifikánsan az adatok közötti eltérés.

4.2.3.3. Az összflavonoid-tartalom alakulása

Az összflavonoid-tartalom alakulását a **90. táblázatban** foglaltuk össze. Mindkét származási hely esetében a tavaszi telepítés esetén volt magasabb a drog hatóanyag-tartalma.



90. ábra: A Pusztadobosról és Nyírmadáról származó, különböző évszakokban telepített növények összflavonoid-tartalmának alakulása a második tenyészciklusban (2006.07.24)

Úgy tűnik tehát, hogy a telepítési időpont hatása még a másodéves növényeknél is érvényesül, továbbá kimutatható, hogy a tavaszi telepítés kedvezően befolyásolja a növények összflavonoid-tartalmát. Feltételezhetően a Nyírmadai fenotípus sajátosságának tekinthető továbbá, hogy mindkét telepítési időpont esetén ezeknek a növényeknek a hatóanyag-tartalma magasabb volt, mint a Pusztadobosról származó növényeké.

Az adatok statisztikai értékelése során a látható különbségek ellenére a nagy szórásból adódóan ebben az esetben is igen magas p-értéket kaptunk ($p=0,183$).

4.3. AZ AGROTECHNIKAI PARAMÉTEREK OPTIMALIZÁLÁSA

4.3.1. Az ültetési mélység hatása a mezei zsurló fejlődésére és produkciójára

4.3.1.1. A morfológiai jellemzők alakulása

Az ültetési mélység hatásának vizsgálatára a kísérleti parcellákon 15 cm és 30 cm mélyre ültetett rhizómadarabokból fejlődő növények növekedését és produkcióját mértük fel.

A mezei zsurló termesztésbe vonására irányuló kísérleteink során létesített kísérleti parcellák között egyedül ezen a - viszonylag nagy területű parcellán - jelentek meg tavasszal nagy számban a zsurló generatív hajtásai (**91. és 92. ábra**).



91. ábra: A ültetési mélység és az öntözési mód hatásának vizsgálatára telepített kísérleti parcellák harmadéves növényei kora tavasszal (fotó: Kozak, 2006)



92. ábra: A harmadéves zsurlónövények tömegesen megjelenő generatív hajtásai (fotó: Kozak, 2006)

A szakirodalomban leírtakkal ellentétben 2005-ben és 2006-ban a zsurló zöld hajtásai nem a generatív hajtások elszáradását követően jelentek meg, hanem azokkal egyidejűleg, a fertilis hajtások elszáradása előtt (**93., 94., 95. és 96. ábra**



93. ábra: A harmadéves növények generatív és a vegetatív hajtásainak együttes megjelenése a kísérleti parcellákon (fotó: Kozak, 2006)



94. ábra: A három éves zsurlónövények fertilis és sterilis hajtásainak párhuzamos megjelenése (fotó: Kozak, 2006)



95. ábra: Egyazon növény termő és zöld hajtásai (fotó: Kozak, 2006)

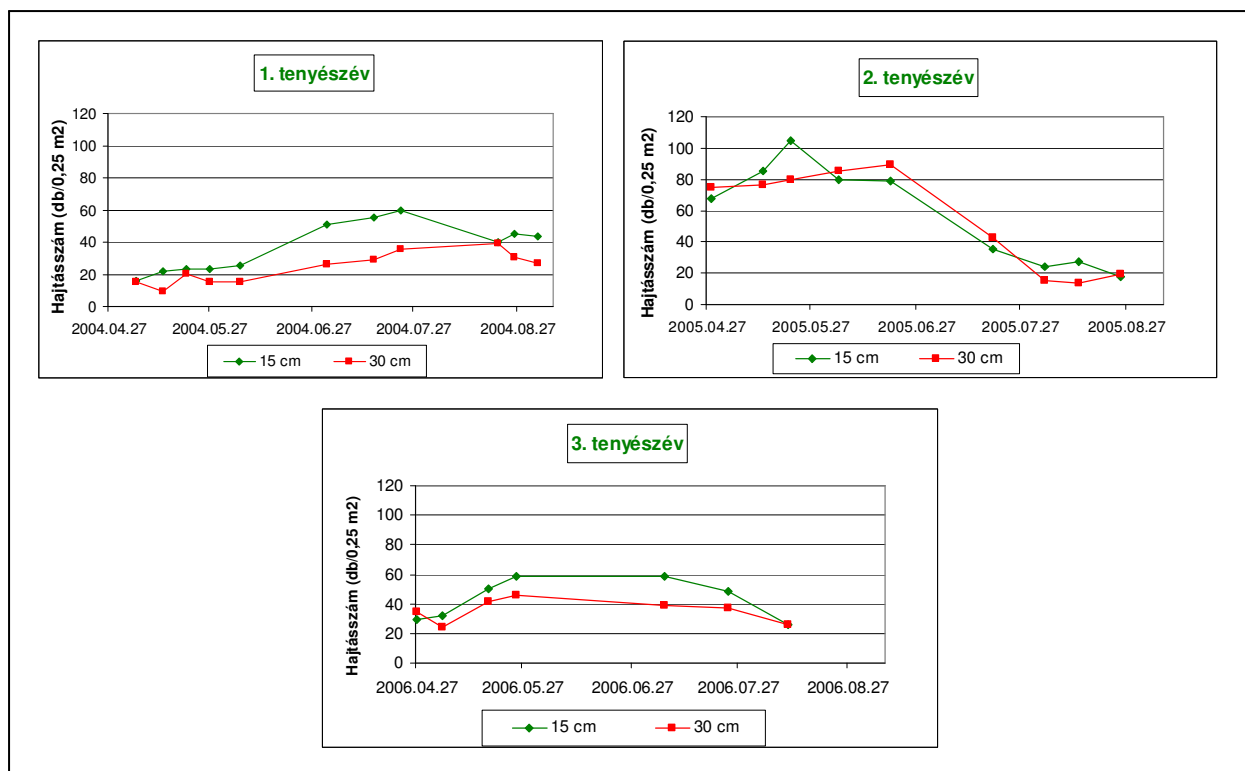
Hajtásszám

A kiültetett növények hajtásszámát már a telepítés évében vizsgáltuk, így összesen három éven keresztül kísértük figyelemmel a zsurónövények fejlődését. Kísérleti évek során mért hajtásszámokat a **96. ábra** tartalmazza.

A telepítés évében (2004) mindkét csoport fejlődése igen lassan indult, intenzívebb hajtásnövekedés csak a vegetációs periódus második felében, július elejétől volt megfigyelhető. Ekkortól a 15 cm-re ültetett töveknél jelentősen több hajtást számoltunk, mint a mélyebbre telepítettek növényeknél. A legtöbb hajtást (59,3 db/0,25 m²) 2004.07.23.-án, július közepén szintén a 15 cm-re ültetett töveknél számoltuk.

A második tenyészévben (2005) mindkét csoport fejlődése igen hasonlóan alakult. A növények a nagyon gyors kihajtást követően gyakorlatilag azonnal elérték maximális hajtásszámukat. Ezt a kezdeti, nagyon intenzív hajtásnövekedést a mélyebbre ültetett növények estében stagnálás követte, a hajtások száma alig növekedett. A 15 cm-re ültetett növényeknél ezzel szemben egy újabb, intenzív növekedési szakasz volt megfigyelhető, a növények maximális hajtásszáma 2005.05.21-én meghaladta a 100 hajtást (104,3 hajtás/0,25 m²).

Ezt követően mindkét csoport hajtásszáma már június közepétől csökkenni kezdett, a növények fokozatosan húzódtak vissza, gyakorlatilag azonos gyorsasággal.

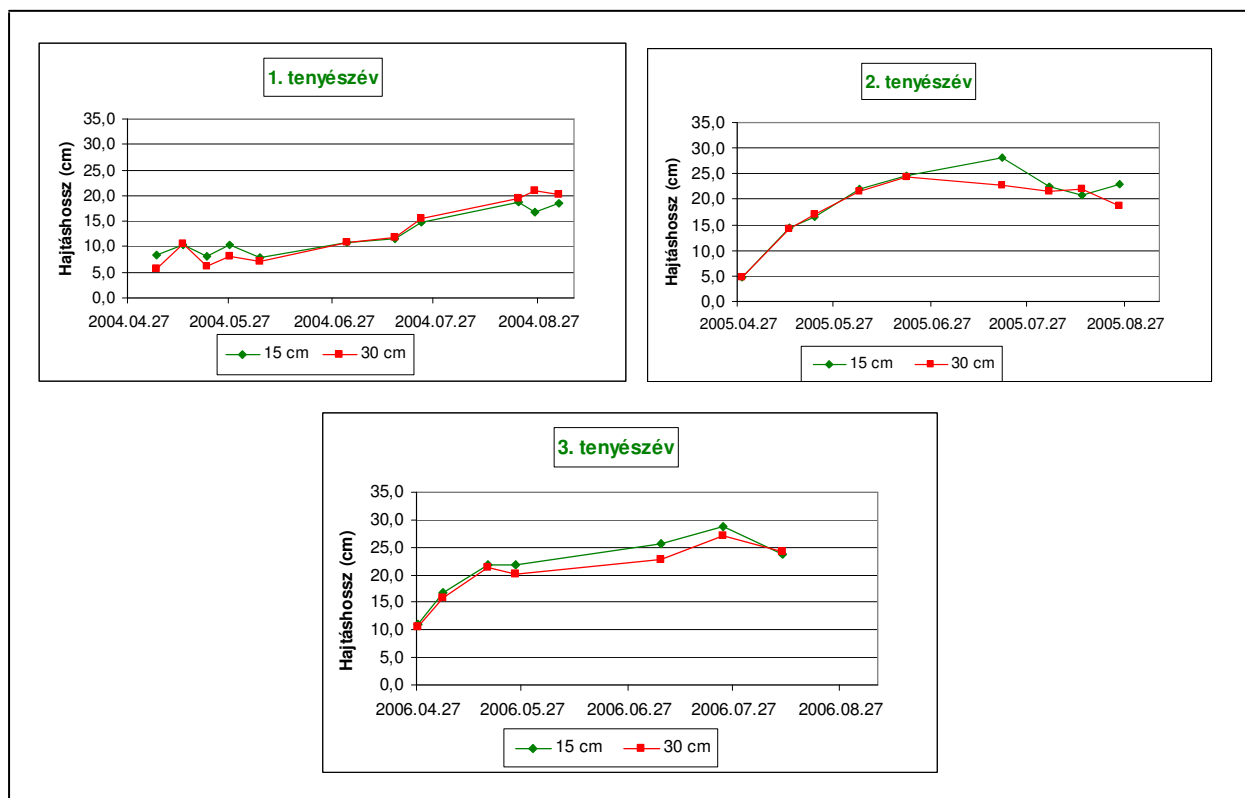


96. ábra: A különböző mélységre telepített zsurlótövek hajtásszáma a három tenyésztés során (2004-2006)

A kísérlet harmadik évében (2006) mindkét csoport hajtásszáma igen alacsonyan alakult, egy viszonylag intenzív növekedési szakasz mindkét esetben csak a vegetációs periódus elején, röviddel a kihajtás után volt megfigyelhető. Ezt követően mindkét csoport hajtásszáma stagnált. A 15 cm-re ültetett növényeknek mindvégig több hajtásuk volt, mint a mélyebbre telepítetteknek.

Hajtáshossz

A három tenyésztés során mért hajtáshossz-adatokat a **97.ábra** tartalmazza. A kísérleti évek során mindkét csoport hajtáshossza igen hasonlóan alakult. Hajtáshossz tekintetében mindhárom évben alig volt különbség a 15 cm-re és a 30 cm-re ültetett növények között. Az első évi lassú hajtásnövekedés után a növények augusztus végére érték el maximális magasságukat. A második tenyésztésben mindkét csoport hajtáshossza gyorsan és folyamatosan nőtt, július elején mértük a leghosszabb hajtásokat, ekkor a 15 cm-re ültetett növények magasabbak voltak (28,2 cm) a mélyebbre ültetetteknél (22,7 cm).



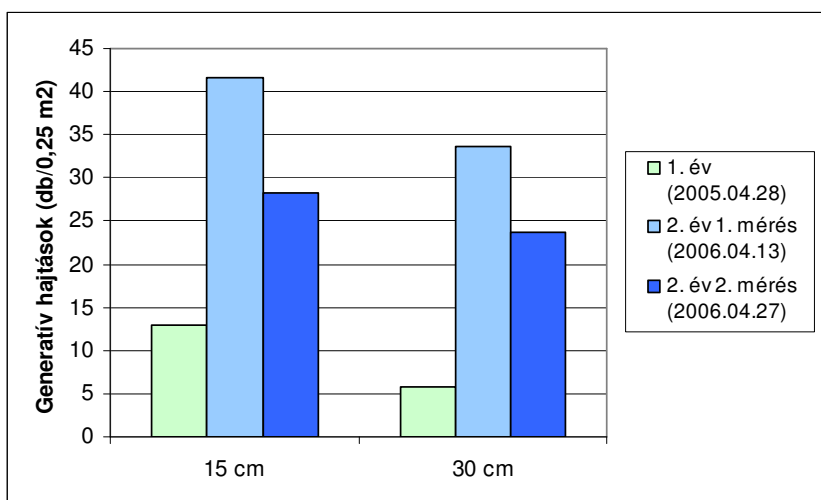
97. ábra: A különböző mélységre telepített zsurlótövek hajtáshossza a három tenyészév során (2004-2006)

A harmadik tenyészévben a növények magassága lassabban, vontatottabban gyarapodott, a 15 cm-re telepített tövek hajtásai azonban hosszabbak voltak, mint a mélyebbre ültetetteké.

Generatív hajtások száma

A morfológiai jellemzők közül a másod- és a harmadéves növényeken 2005-ben és 2006-ban elsőként a kora tavasszal megjelenő generatív hajtásokat számoltuk meg. A generatív hajtások megszámlálását azért tartottuk fontosnak, mert feltételezhető, hogy számuk jelzi a növények általános állapotát, erőnlétét. Ez a feltevésünk a későbbiekben a növények növekedésének és hozamának vizsgálata során beigazolódott. Méréseink eredményét a **98. ábra** tartalmazza.

A 15 cm mélyre ültetett tövek mind a két évben több sporofillumos hajtást fejlesztettek, mint a mélyebbre ültetett növények.

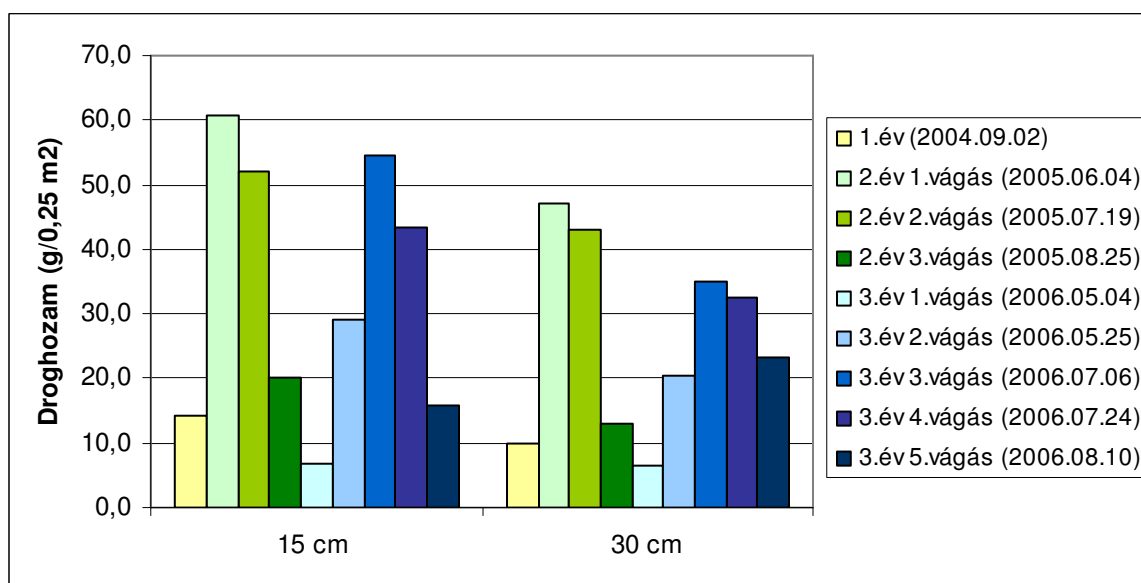


98. ábra: A különböző mélységre telepített, másod- és harmadéves zsurlótövek generatív hajtásainak száma

4.3.1.2. A droghozam alakulása

A három tenyészidőszakban mért hozamadatokat a **99. ábra** szemlélteti.

A három kísérleti év hozamadatait összehasonlítva a növények droghozama – ültetési mélységtől függetlenül – minden vágási időpontban (kivéve 2006.08.10) a második évben volt a legmagasabb.



99. ábra: A különböző mélységre telepített zsurlótövek droghozamának alakulása a három tenyészév során (2004-2006)

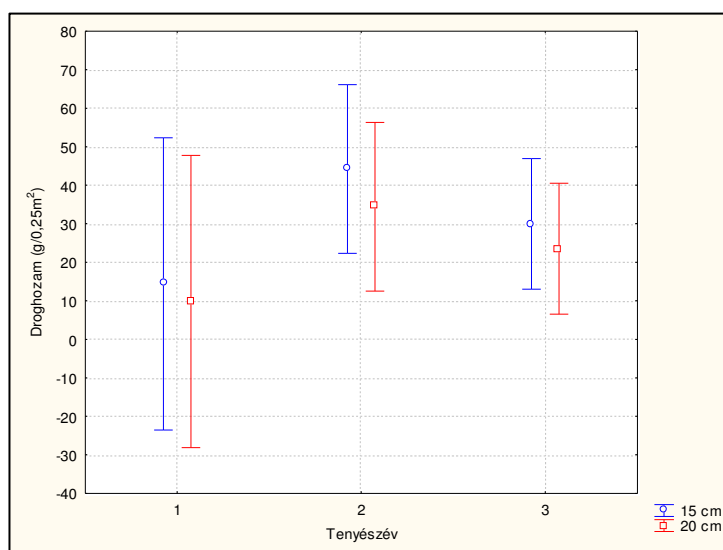
Az ültetési mélység hatását vizsgálva a 15 cm-re ültetett tövek droghozama, egy időpont kivételével, minden vágás alkalmával magasabb volt, mint a 30 cm-re ültetett zsurlóké.

A második évben (2005) mindkét esetben június elején (2006.06.04) mértük a legmagasabb droghozamot (15 cm: 60,6 g/0,25 m²; 30 cm: 47,1 g/0,25 m²).

A harmadik évben (2006) ezzel szemben mindkét csoport hozammaximuma (15 cm: 54,5 g/0,25 m²; 30 cm: 34,9 g/0,25 m²) pontosan egy hónappal később, július elején (2006.07.06) volt.

Összességében a legmagasabb droghozamot a másodéves, 15 cm-re ültetett növényeknél mértük, június elején (60,6 g/0,25 m²).

A hozam adatok statisztikai értékelése során nem mutatkozott sem az ültetési mélység (p=0,507), sem pedig a tenyészév (p=0,168) határozott hatása a droghozamra (**100. ábra**).



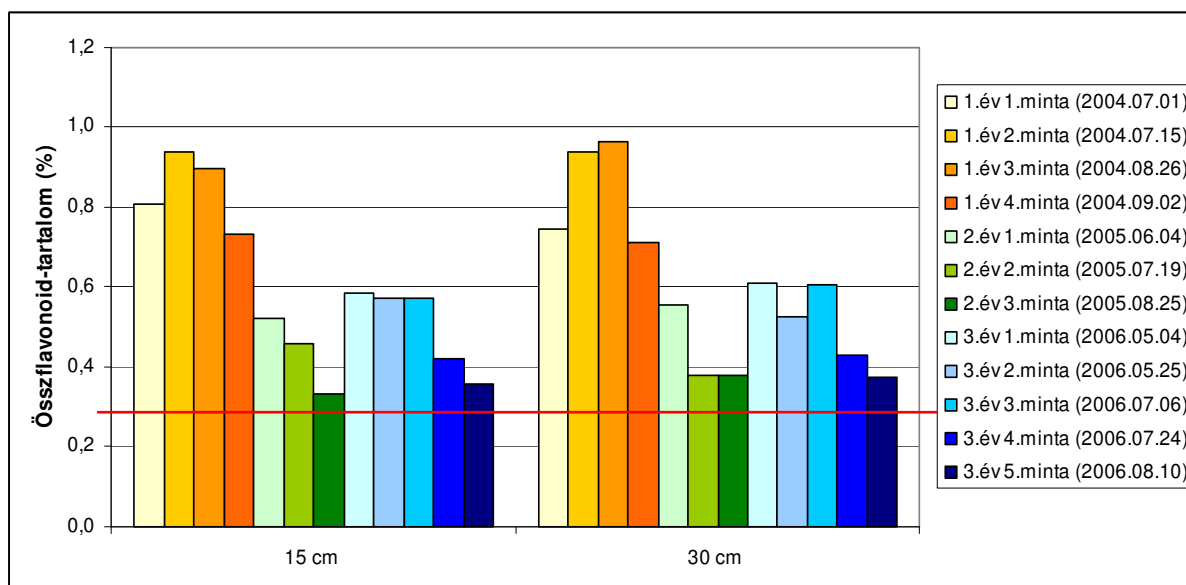
100. ábra: A különböző mélységre telepített zsurlótövek droghozamának statisztikai értékelése

4.3.1.3. A drogminőség alakulása

Összflavonoid-tartalom

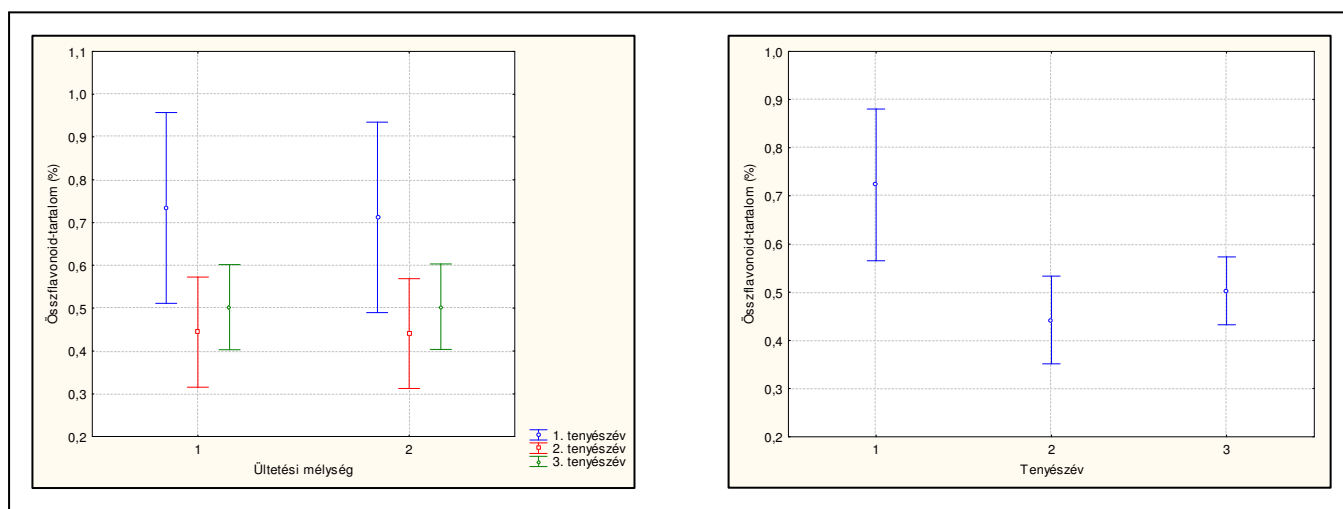
A drog minták összflavonoid-tartalmát a **101. ábra** tartalmazza. A hozam adatokkal ellentétben a minták hatóanyag-tartalma a telepítés évében kiemelkedően magas volt, mindkét kísérleti kombináció növényeinek összflavonoid-tartalma meghaladta a 0,7%-ot.

Az ültetési mélységtől függetlenül a második évben mértük a legalacsonyabb hatóanyag-tartalmat. Az első időpontban volt a legmagasabb az összflavonoid-tartalom, majd minden vágási időpontban egyre alacsonyabb értékeket állapítottunk meg, a 15cm-re ültetett tövek összflavonoid-tartalma augusztus végén (2005.08.25) már alig érte el a VIII. Magyar Gyógyszerkönyv által előírt 0,3%-ot (15cm: 0,33%; 30cm: 0,38%).



101. ábra: A különböző mélységre telepített zsurlótövek összflavonoid-tartalmának alakulása a három tenyészév során (2004-2006)

A harmadéves növények esetében is tavasszal volt a legmagasabb a hatóanyag-tartalom, majd a vegetációs periódus során egyre kisebb értékeket mértünk. Az augusztus elején (2006.08.10) levágott minták hatóanyag-tartalma mindkét kísérleti kombináció esetében alig érte el az előírt 0,3%-ot (15 cm: 0,36 %; 30 cm: 0,37 %).

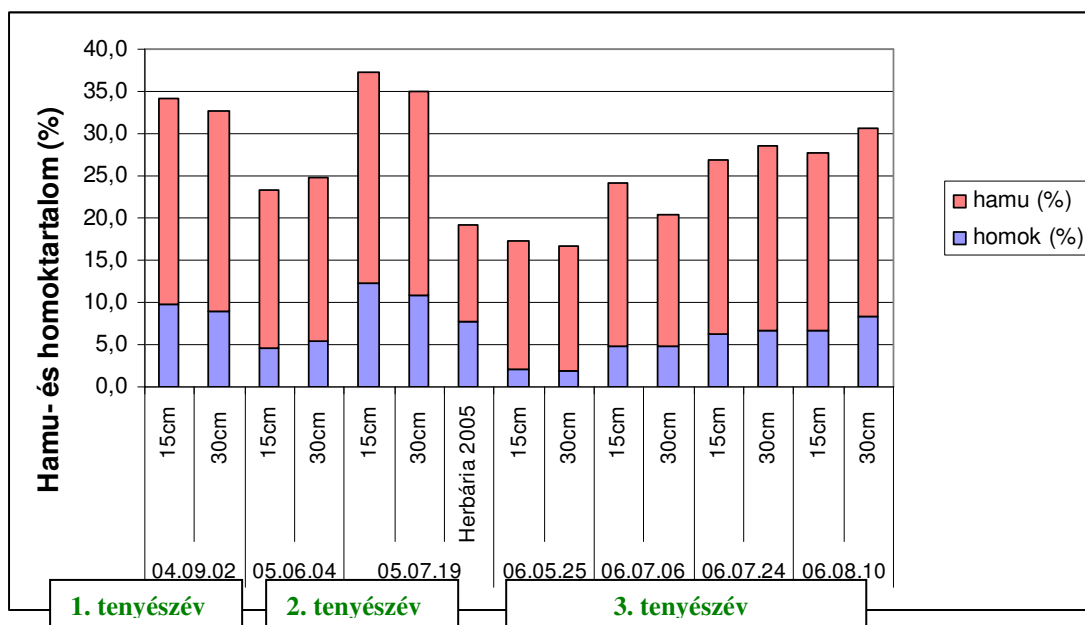


102. ábra: a különböző mélységre telepített zsurlótövek összflavonoid-tartalmának statisztikai értékelése

A statisztikai értékelés szerint az ültetési mélység ($p=0,896$) nincs kimutatható hatással a drog hatóanyag-tartalmára. A tenyészév ($p=0,018$) ezzel szemben szignifikánsan befolyásolja a növények összflavonoid-tartalmát (**102. ábra**).

Hamu- és homoktartalom

A három tenyészidőszakban betakarított drogminták hamu- és homoktartalmát a **103. ábrában** foglaltuk össze. Mindhárom évben a drog hamu- és homoktartalma – az ültetési mélységtől függetlenül – a kései vágási időpontokban minden esetben meghaladta a VIII. Magyar Gyógyszerkönyv által előírt 27 %-os határértéket.



103. ábra: A különböző mélységre telepített zsurlótövek hamu- és homoktartalma a három tenyészidőszak során (2004-2006)

Jelmagyarázat: Herbária 2005= 2005-ben vásárolt kereskedelmi minta

A vegetációs periódus során vett mintáknál az ültetési mélységtől függetlenül egyre magasabb hamu- és homoktartalmat mértünk.

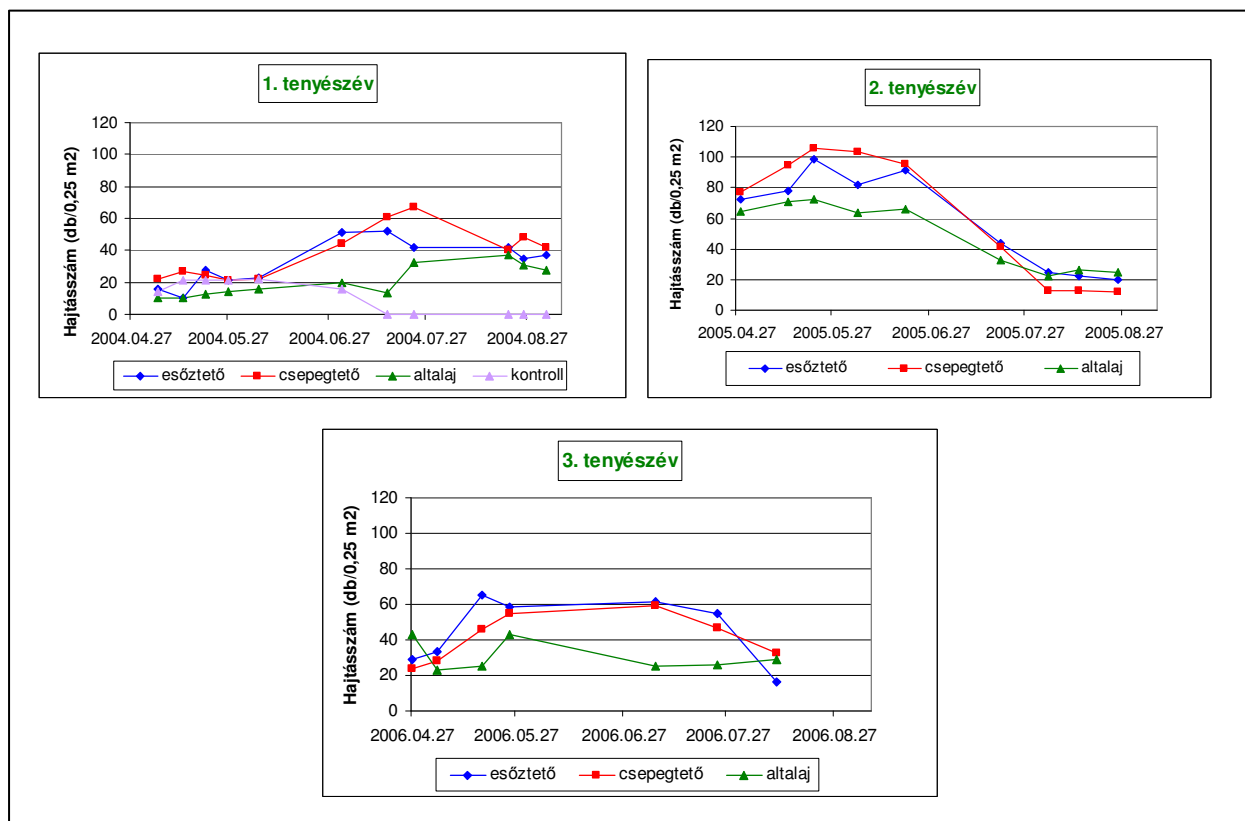
Az ültetési mélység tehát nincs kimutatható befolyással a drog hamu- és homoktartalmára, a betakarítás időpontja ezzel szemben jelentős hatással van a drogminőségre.

4.3.2. Az öntözési mód hatása a mezei zsurló fejlődésére és produkciójára

4.3.2.1. A morfológiai jellemzők alakulása

Hajtásszám

A három tenyészidőszakban mért hajtásszámokat a **104. ábra** tartalmazza. A telepítés évében (2004) a hajtásnövekedés mindhárom kísérleti kombináció esetén igen lassan kezdődött, a növények hajtásszáma május közepéig gyakorlatilag stagnált. Ezt követően a csepegtető öntözéses parcellák hajtássűrűsége alakult a legkedvezőbben (**105. ábra**), ahol 2004.07.01-én 51,5 hajtást számoltunk. A legintenzívebb hajtásnövekedést mindhárom kísérleti kombináció esetén a vegetációs periódus második felében figyeltük meg. Az öntözetlen kontrollparcella növényei ezzel szemben június közepétől visszahúzódtak, már nem voltak mérhetőek.



104. ábra: A különböző módon öntözött zsurlótövek hajtásszámának alakulása a három tenyészidőszak során (2004-2006)

A növények a második tenyészévben (2005) mindhárom kísérleti kombináció esetében gyakorlatilag napok alatt kihajtottak és a kihajtás után egy hónappal, május végére már elérték maximális hajtásszámukat (**105. ábra**). A csepegtető öntözéses parcellák növényeinél számoltuk mindvégig a legmagasabb hajtásszámot (2005.05.21-én 105,5 hajtás/0,25m²). Ennek elérése után

ezek a növények kezdtek a leggyorsabban visszahúzódni, július végére már csak alig 20 hajtásuk maradt. A legkevesebb hajtást az általaj-öntözéses parcellákon mértük, itt 2005.05.21-én összesen 72,5 hajtást számoltunk a mérőkeret által határolt területen. Az öntözetlen kontrollparcella növényei a kísérlet második évében már nem hajtottak ki. Ezek a növények tehát az első évben a megfelelő vízmennyiség hiányában nemcsak hogy hamarabb befejezték fejlődési ciklusukat, hanem ekkor ténylegesen kipusztultak.

A harmadik tenyészévben (2006) mindhárom kísérleti kombináció növényei alacsonyabb hajtásszámot értek el összességében, mint egy évvel korábban. A növények mindhárom esetben lassan hajtottak ki, majd június elejére érték el maximális hajtásszámukat és ezután stagnált a növekedésük. 2006-ban is a felszíni öntözésű parcellák növényei fejlesztették a legtöbb hajtást, ezen belül is az esőztető rendszerrel vízellátott tövek fejlődtek a legjobban (**107. ábra**). Összességében a legmagasabb hajtásszámot ($65,0$ hajtás/ $0,25\text{ m}^2$) is ezeken a parcellán mértük, 2006.05.17-én. Az öntözetlen kontrollparcellák növényei a harmadik évben sem hajtottak ki.



105. ábra: A csepegtető rendszerrel öntözött kísérleti parcellák a telepítés évében (elől a 15 cm-re telepített, hátul a 30 cm-re ültetett növények) (fotó: Kozak, 2004)



106. ábra: A másodéves kísérleti állomány: elől az esőzető-, közepén a csepegtető és hátul az altalaj-öntözéssel vízellátott parcellák (fotó: Kozak, 2005)



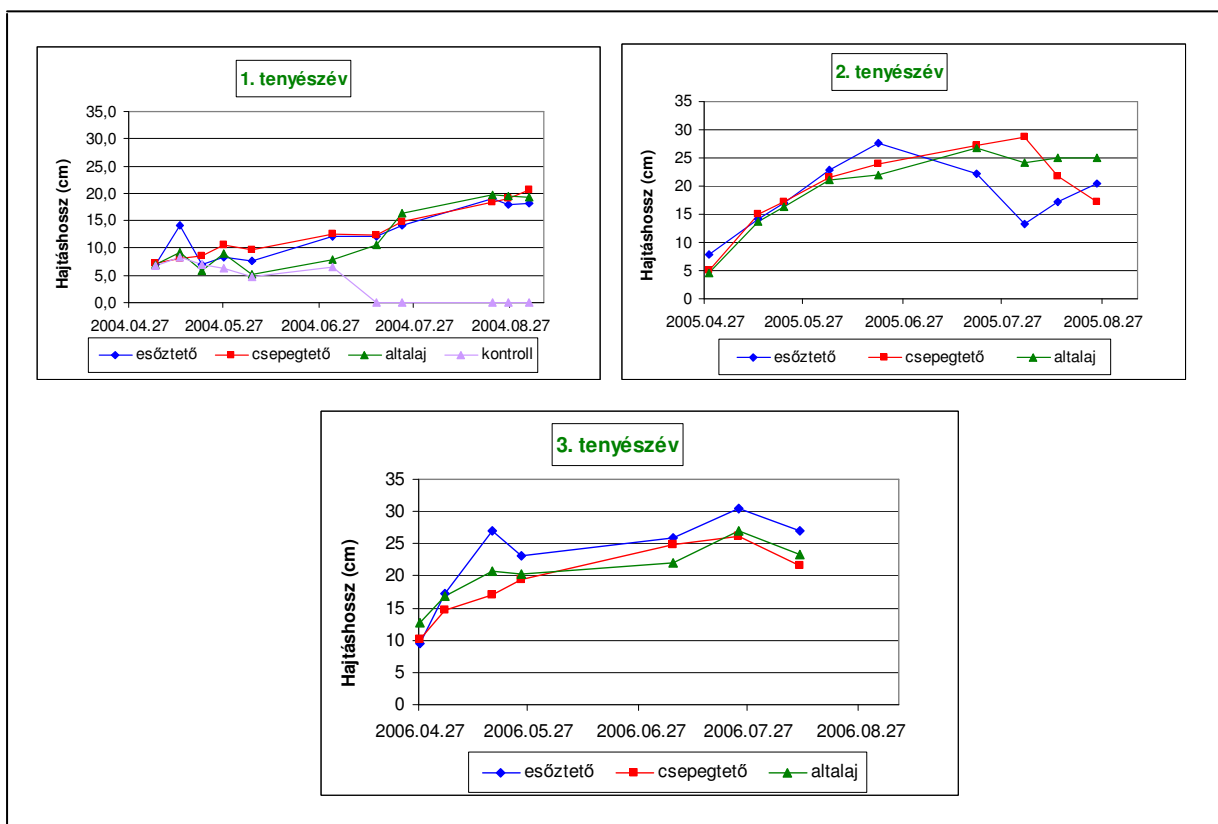
107. ábra: A kísérleti állomány a harmadik tenyészévben (fotó: Kozak, 2006)

Hajtáshossz

A három tenyészidőszak során mért hajtáshossz-adatokat a **108. ábra** tartalmazza. A növények hajtáshossza mindhárom öntözési mód esetében - csekély különbségekkel - mindhárom évben igen egységesen alakult.

Az első tenyészévben (2004) a zsurlók hajtáshossza a vegetációs periódus első felében mindhárom kísérleti parcellán 5-10 cm között stagnált. A hajtások mindhárom esetben - párhuzamosan az öntöztetlen kontrollparcella növényeinek visszahúzódásával - július elejétől kezdtek intenzívebben fejlődni, míg augusztus végére a növények hajtáshossza elérte a 20 cm-t.

A második tenyészév (2005) első szakaszában a hajtáshossz tekintetében szintén nem különböztek a különböző módon öntözött parcellák növényei. A esőztető öntözéssel vízellátott növények hajtáshossza azonban már június közepétől csökkenni kezdett, ami - a hajtásszámmal összevetve - a növények visszahúzódására utal. Az elsőéves növényekkel szemben 2005-ben a zsurlók magasabbak voltak, a maximális hajtáshossz mindhárom kezelés esetén 25 cm körül volt.



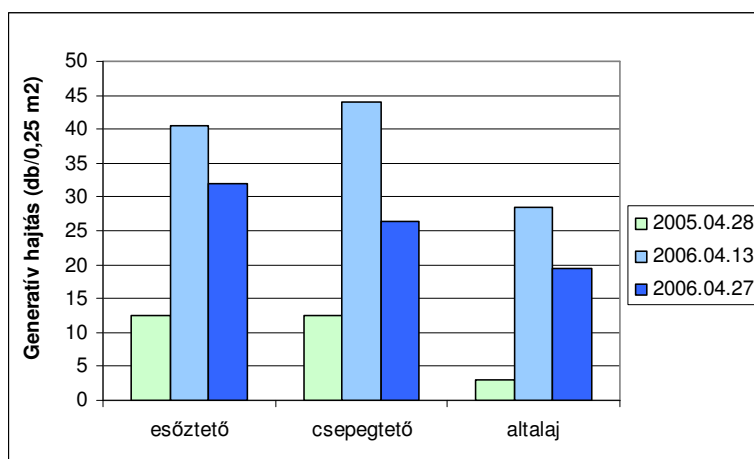
108. ábra: A különböző módon öntözött zsurlótövek hajtáshosszának alakulása a három tenyészidőszak során (2004-2006)

A harmadéves állományban (2006) szintén kiegyensúlyozottan alakult a zsurlók hajtáshossza. Az esőztető rendszerrel öntözött parcellákon mértük mindvégig a leghosszabb hajtásokat, a növények 2006.07.24-én átlagosan 30,5 cm magasak voltak.

Generatív hajtások száma

A generatív hajtások számát a másodéves és a harmadéves állományban mértük fel, a mért adatokat a **109. ábra** tartalmazza.

A növények a harmadik tenyészévben mindhárom kísérleti állományban jelentősen több generatív hajtást fejlesztettek, mint a második évben. Az öntözési módokat összehasonlítva az esőztető és a csepegtető öntözésű parcellákon a növényeknek mindkét évben több generatív hajtásuk volt, mint az altalaj-öntözéses területek parcelláin.



109. ábra: A különböző módon öntözött zsurlótövek generatív hajtásainak számának alakulása a második és a harmadik tenyészévben

Megállapíthatjuk tehát, hogy a felszíni öntözés kedvezően hat a mezei zsurló generatív fejlődésére és pozitívan befolyásolja a fertilis hajtások megjelenését.

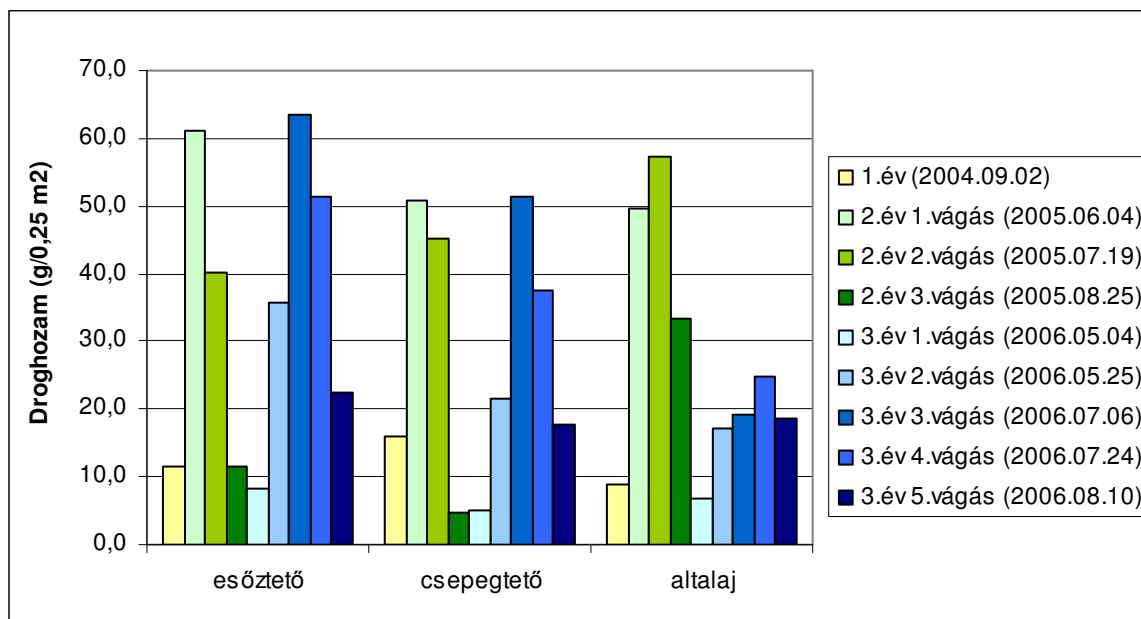
4.3.2.2. A droghozam alakulása

A kísérleti évek során mért hozamadatokat a **110. ábrában** foglaltuk össze. A telepítés évében mindhárom öntözési mód esetében nagyon alacsony droghozamot mértünk, a mérőkeret által határolt területről csupán 10-15 g drogot tudtuk nyerni.

A második tenyészévben a felszíni öntözéses (esőztető és csepegtető) parcellák növényei június elején (2005.06.04) hozták a legmagasabb droghozamot (esőztető: 61,1 g/0,25 m²;

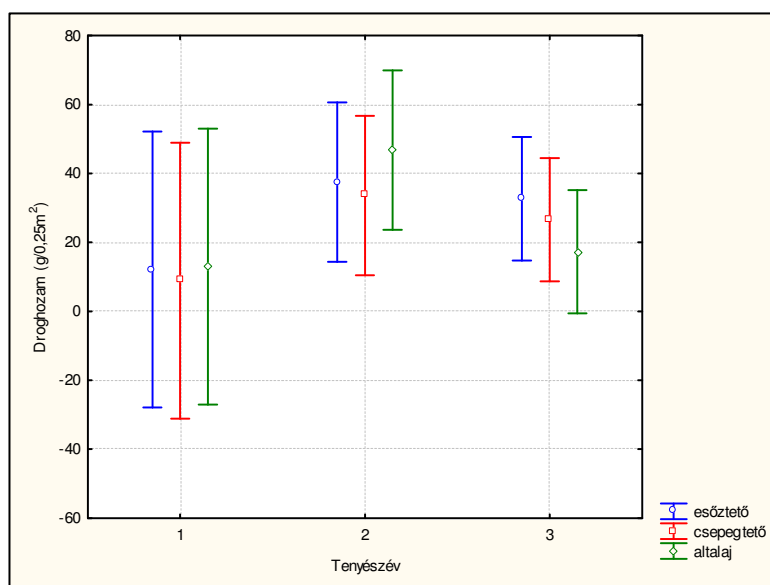
csepegtető: 50,9 g/0,25 m²). Az altalaj-öntözéses parcellákon ezzel szemben egy hónappal később (2005.07.1) mértük a maximális droghozamot (57,3 g).

A hároméves, felszíni öntözéssel vízellátott növények hozammaximuma az előző évhez képest egy hónappal később, július elején (2006.07.06) volt. A legmagasabb droghozamot (63,6 g/0,25 m²) ebben az időpontban az esőztető öntözésű parcellákon mértük. Az altalaj-öntözéses parcella növényeinek hozama a harmadik tenyészévben minden vágási időpontban elmaradt az esőztető és a csepegtető öntözésű parcellák droghozamától.



110. ábra: A különböző módon öntözött zsurlótövek droghozamának alakulása a három tenyészidőszak során (2004-2006)

Az öntözési mód tehát - a növények fejlődésén keresztül - befolyásolja a droghozamot, és a hozammaximum időpontjára is hatással van. Megállapítható, hogy a felszíni öntözés kedvezőbben hat a növények droghozamára, ezen belül pedig a kísérleti termesztésben a droghozam tekintetében az esőztető öntözés volt a legsikeresebb.



111. ábra: a különböző módon öntözött zsurlótövek droghozamának statisztikai értékelése

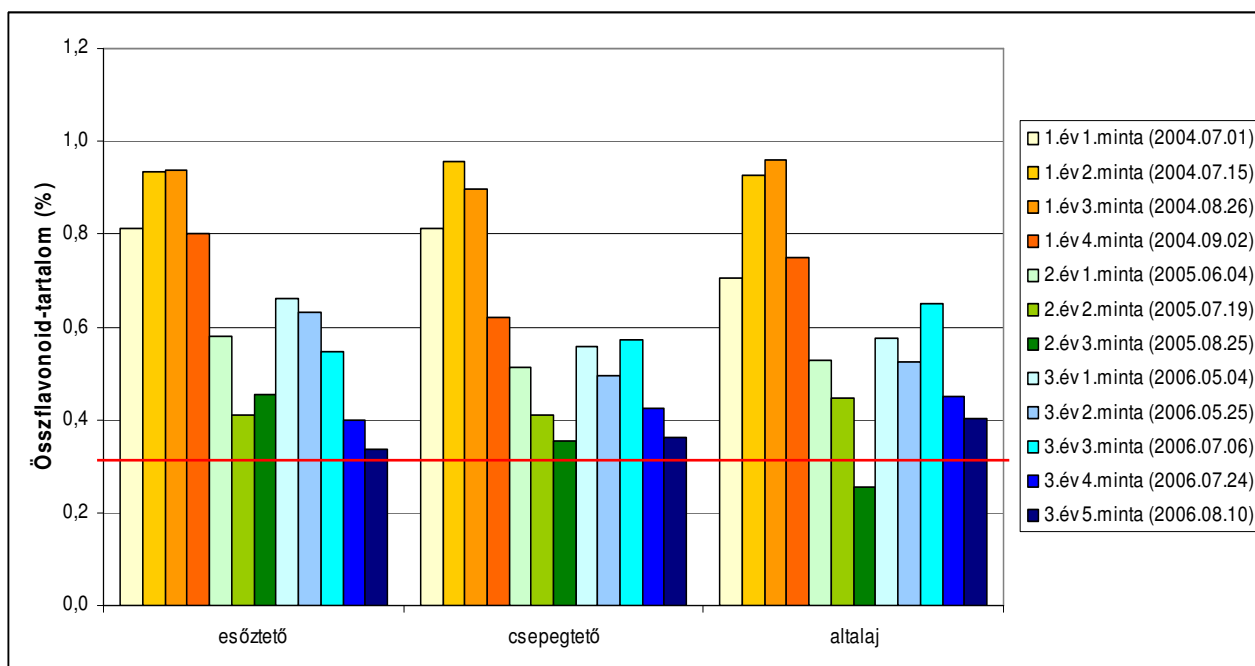
A statisztikai értékelés szeint sem az öntözési mód ($p=0,924$), sem pedig a tenyészév ($p=0,840$) nincs szignifikáns hatással a növények droghozamára (**111. ábra**).

4.3.2.3. A drogminőség alakulása

Összflavonoid-tartalom

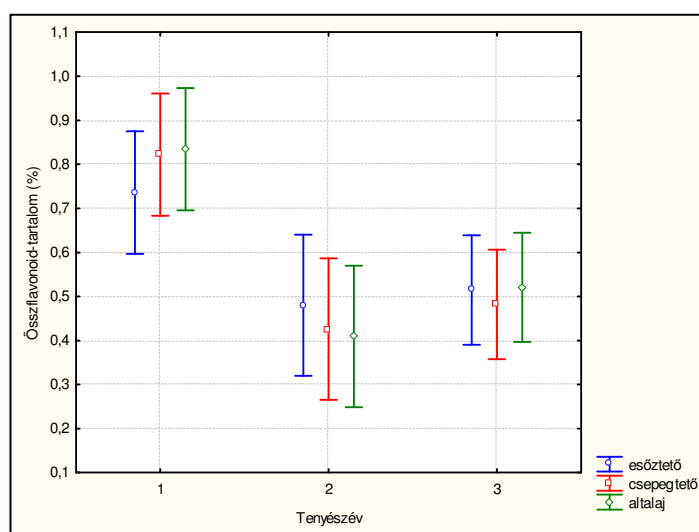
A drogminták összflavonoid-tartalmát a **112. ábrában** foglaltuk össze. A növények összflavonoid-tartalma - öntözési módtól függetlenül – az első évben volt a legmagasabb.

A második és a harmadik évben a tavasszal, illetve a nyár elején levágott mintáknál mértük a legmagasabb hatóanyag-tartalmat. A növények összflavonoid-tartalma ezt követően a vegetációs periódus során folyamatosan csökkenő tendenciát mutatott.



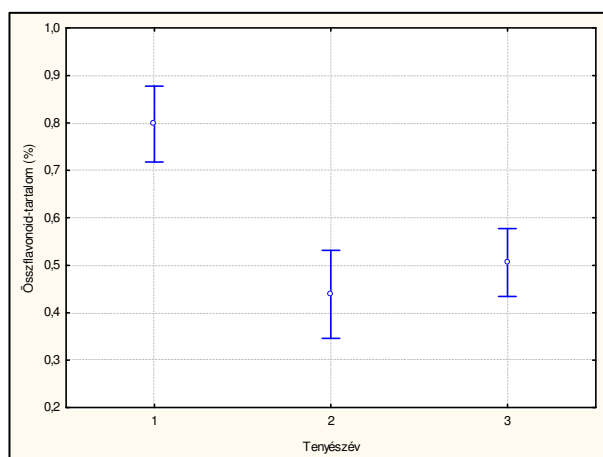
112. ábra: A különböző módon öntözött zsurlótövek összflavonoid-tartalmának alakulása a három tenyészidőszak során (2004-2006)

A kísérleti adatok statisztikai értékelése során nem tudtunk összefüggéseket kimutatni az öntözési mód és a minták hatóanyag-tartalma között (**113. ábra**).



113. ábra: Az öntözési mód és a tenyészév hatása a zsurlótövek összflavonoid-tartalmára

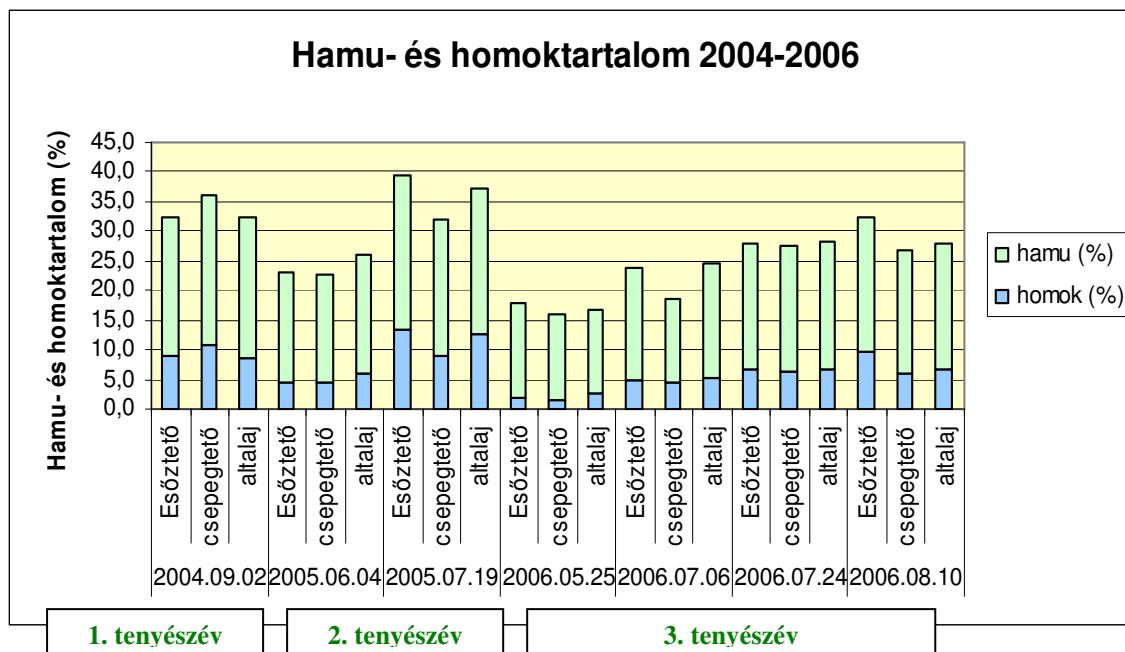
A statisztika értékelés eredményei is a fenti következtetést támasztják alá, mi szerint az öntözési mód ($p=0,973$) nincs bizonyítható hatással a növények összflavonoid-tartalmára. A tenyészév ($p=0,00002$) ezzel szemben szignifikánsan befolyásolja a zsurlónövények hatóanyag-tartalmát (**114. ábra**)



114. ábra: A tenyészév hatása a mezei zsurló összflavonoid-tartalmára

Hamu- és homoktartalom

A három tenyészidőszak során betakarított drogminták hamu- és homoktartalmát a **115. ábrában** foglaltuk össze. A kísérleti évek során mért hamu- és homoktartalmakat összehasonlítva megállapítható, hogy a zsurlódrog hamu- és homoktartalmára elsősorban a betakarítás időpontja van hatással. A későbbi időpontokban betakarított növények – öntözési módtól függetlenül – sok esetben vagy nagyon megközelítették a VIII. Magyar Gyógyszerkönyv által előírt határértékeket vagy meg is haladták ezeket.



115. ábra: A különböző módon öntözött zsurlótövek hamu- és homoktartalmának alakulása a három tenyészév során (2004-2006)

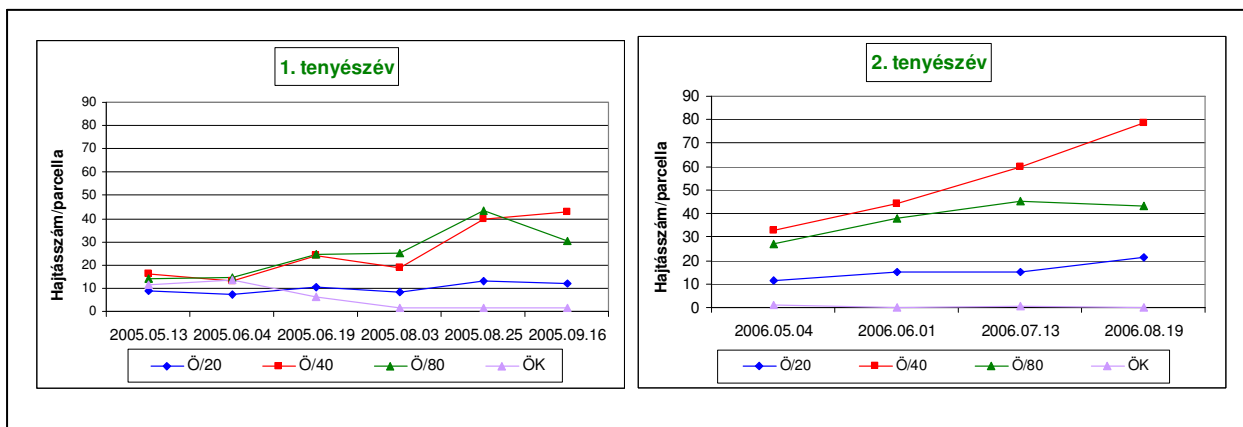
Az öntözési mód hatását vizsgálva a csepegtető öntözéses parcellák növényeinek a második és a harmadik tenyészévben magasabb volt a hamu- és homoktartalma. Ez feltehetőleg a magasabb homoktartalomra (a hamu minden esetben a homokot is tartalmazza) vezethető vissza. A csepegtető rendszernél a felferődő homok feltehetőleg– eső hiányában – jobban megragad a hajtásokon és így a drognak is magasabb a homoktartalma.

4.3.3. A kijuttatott vízmennyiség hatása a mezei zsurló fejlődésére és produkciójára

4.3.3.1. A morfológiai jellemzők alakulása

Hajtásszám

A két tenyészév során mért hajtásszám-adatokat a **116. ábra** tartalmazza. A telepítés évében (2005) a vegetációs periódus folyamán a legnagyobb vízmennyiséggel ellátott zsurlók fejlesztették a legtöbb hajtást (43,7 hajtás/parcella). A legkevesebb hajtást a legalacsonyabb vízmennyiséggel öntözött töveknél mértük, melyek hajtásszáma mindvégig 10 db körül mozgott. Az öntöztelen kontrollparcella növényei június elejétől elkezdtek visszahúzódni és augusztusban már alig voltak mérhetőek.



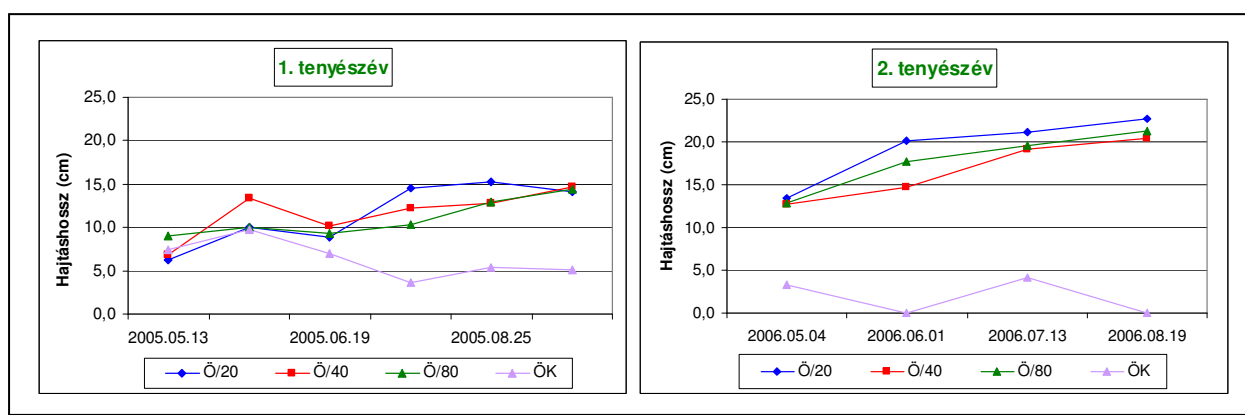
116. ábra: A különböző vízmennyiséggel ellátott zsurlótövek hajtásszámának alakulása a két tenyészidőszak során

A második tenyészévben (2006) igen különbözően alakult a növények hajtásszáma. A közepes (40 mm) vízmennyiséggel ellátott töveknek volt mindvégig a legtöbb hajtásuk. Ezeken a parcellákon nyár végén (2006.08.19) közel 80 hajtást számoltunk. A legalacsonyabb hajtásszámuk a hetente 20 mm vízzel öntözött zsurlóknak volt, melyeknél a töveknek mindvégig 10-20 hajtásuk volt. A második évben az öntöztelen kontrollparcellákon a növények alig hajtottak ki, hajtásszámuk

mindvégig 5 db alatt maradt. Az öntözetlen növények életben maradása feltehetőleg arra vezethető vissza, hogy a 2005-ös év – elsősorban a vegetációs periódusban – kiemelten csapadékos volt.

Hajtáshossz

Az első és a második tenyészévben mért hajtáshossz-adatokat a **117. ábrában** foglaltuk össze. Az elsőéves állományban az öntözött parcellák növényeinek hajtáshossza igen hasonlóan alakult. A vegetációs periódus első felében a 40 mm vízzel ellátott tövek hajtásai voltak hosszabbak (2005.06.04-én 13,3 cm), a vegetációs periódus második felében a 20 mm csapadékmennyiséggel öntözött növények voltak magasabbak (2005.08.25-én 15,3 cm).

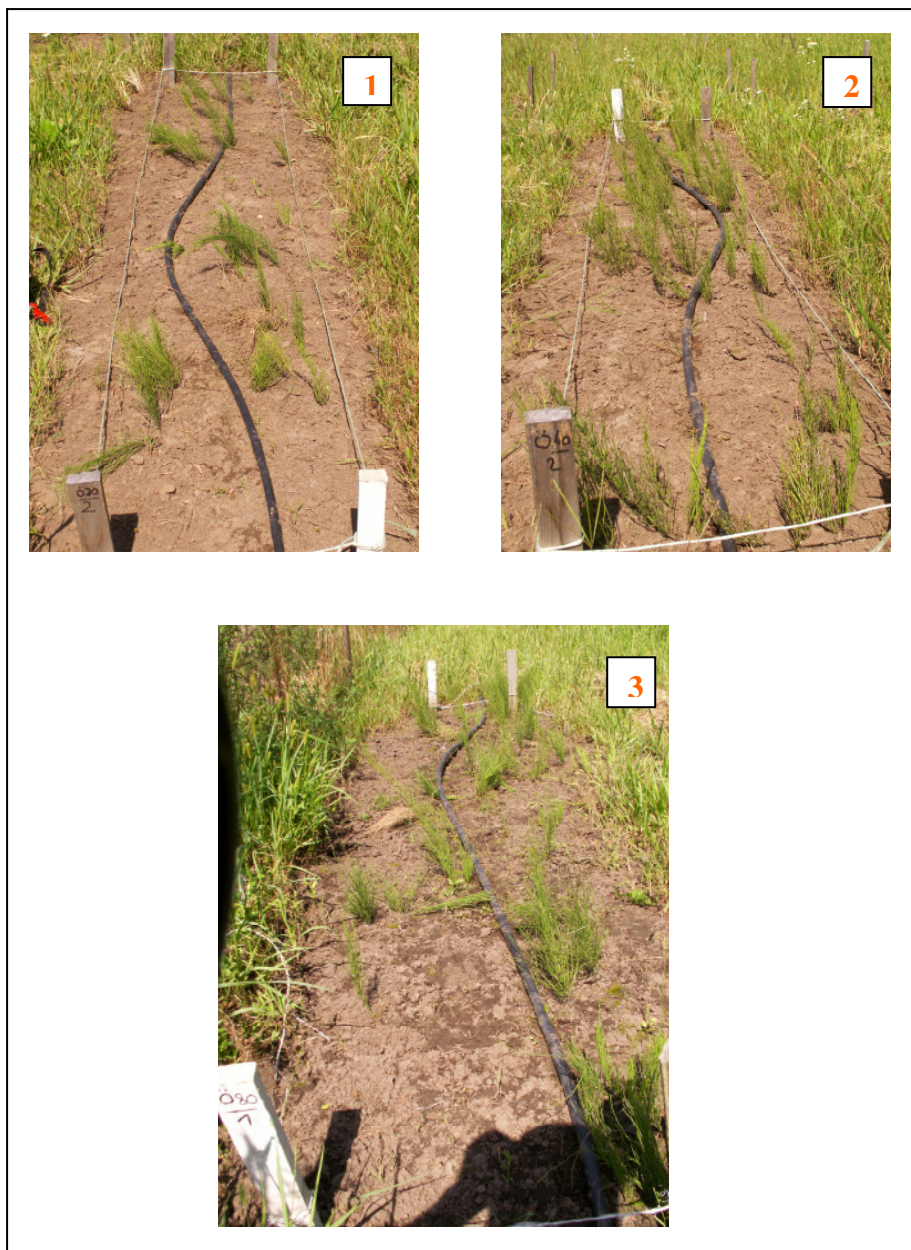


117. ábra: A különböző vízmennyiséggel ellátott zsurlótövek hajtáshosszáinak alakulása a két tenyészidőszak során

Az öntözetlen kontrollparcellák növényeinek hajtáshossza a vegetációs periódus során folyamatosan csökkent, ami a tövek fokozatos elszáradására utal.

A kísérlet második évében már mindvégig a 20 mm csapadékkal ellátott növények voltak a legmagasabbak, a leghosszabb hajtásokat 2006.08.19-én mértük. Ekkor a növények hajtásai átlagosan 22,7 cm hosszúak voltak. A legrövidebb hajtásokat a közepes vízmennyiséggel öntözött zsurlóknál mértük. A kontrollparcellák növényei esetében mért „hullámzások” jól szemléltetik, hogy a nyár folyamán a növények hajtásai elszáradtak, visszahúzódtak, majd ezt követően azonnal új, fiatal hajtások nőttek. A növények a túlélés érdekében tehát azonnal mobilizálták tartalékaikat.

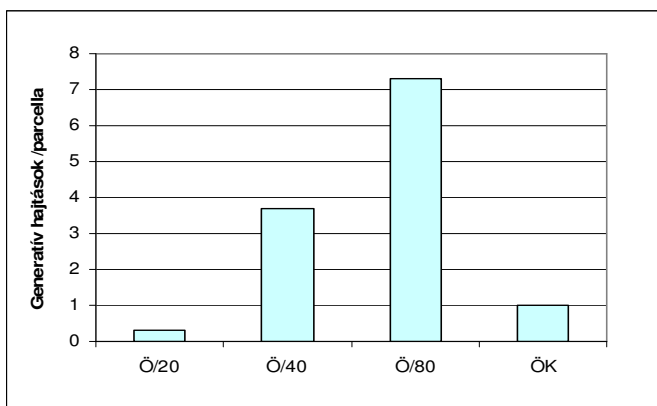
A kísérleti termesztés során tehát az alacsony vízmennyiség jelentősen kevesebb hajtás megjelenése mellett pozitívan befolyásolta a növények hajtáshosszát, míg a közepes mennyiségű öntözővíz kijuttatása esetén bár jóval több, de rövidebb hajtás jelent meg (**118. ábra**).



118. ábra: A különböző vízmennyiséggel ellátott parcellák másodéves zsurlónövényei (fotó: Kozak, 2006)
Jelmagyarázat: 1: 20mm; 2: 40mm; 3: 80mm

Generatív hajtások

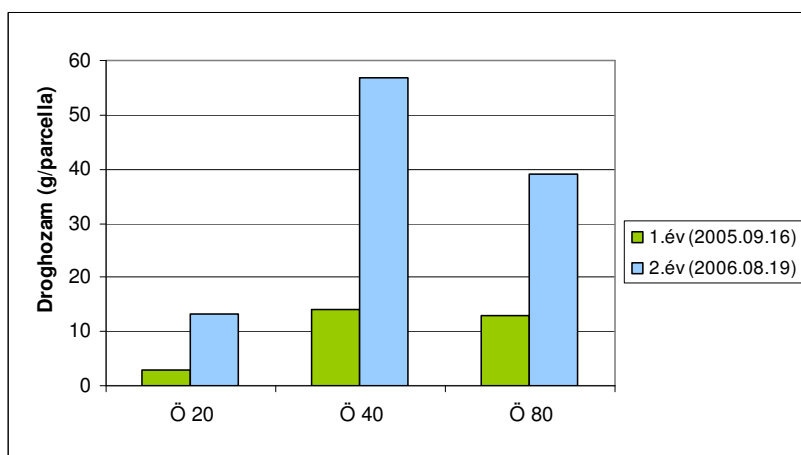
A generatív hajtások számát a másodéves, áttelelt állományban egy alkalommal állapítottuk meg. A mért adatokat a **119. ábrában** foglaltuk össze. A legtöbb generatív hajtást (7,3 hajtás/parcella) a 80mm vízmennyiséggel öntözött parcellákon számoltuk, a legkevesebb hajtás (0,3 hajtás/parcella) ezzel szemben a legalacsonyabb vízmennyiséggel (20 mm) öntözött parcellákon volt.



119. ábra: A különböző vízmennyiséggel ellátott, másodéves zsurlótövek generatív hajtásainak száma 2006.04.13-án

A mért adatok alapján valószínűsíthető, hogy a kijutatott vízmennyiség növelése kedvezően befolyásolja a növények generatív fázisának kialakulását. Ezen megállapításunk összhangban van a szakirodalmi adatokkal, melyek szerint a zsurló generatív módon csakis a túl nedves talajokon képes szaporodni.

4.3.3.2. A droghozam alakulása

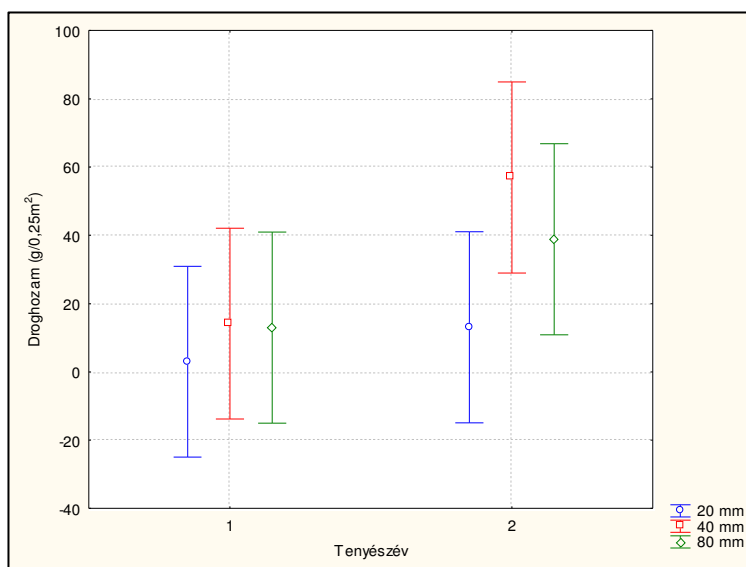


120. ábra: A különböző vízmennyiséggel ellátott zsurlótövek droghozamának alakulása az első és a második tenyészévben

A két tenyészévben mért droghozam-adatokat a **120. ábra** tartalmazza. A telepítés évében mindhárom kísérleti kombináció növényeinek igen alacsony volt a droghozama. A 20 mm vízzel öntözött parcellákon alig volt mérhető droghozam (2005.09.16-án 3,3 g/parcella). A 40 mm és 80 mm-el öntözött tövek hozama ehhez képest magasabban alakult.

A második tenyészévben az előző évhez képest mindhárom kísérleti kombináció esetében jelentősen magasabb hozamokat mértünk. A legmagasabb droghozamot (57,0 g/parcella) a hetente

40 mm-el öntözött zsurlók adták, a legalacsonyabbat (20,8 g/parcella) a 20 mm vízzel ellátott növényeknél mértük.



121. ábra: A különböző vízmennyiséggel ellátott zsurlótövek droghozamának statisztikai értékelése

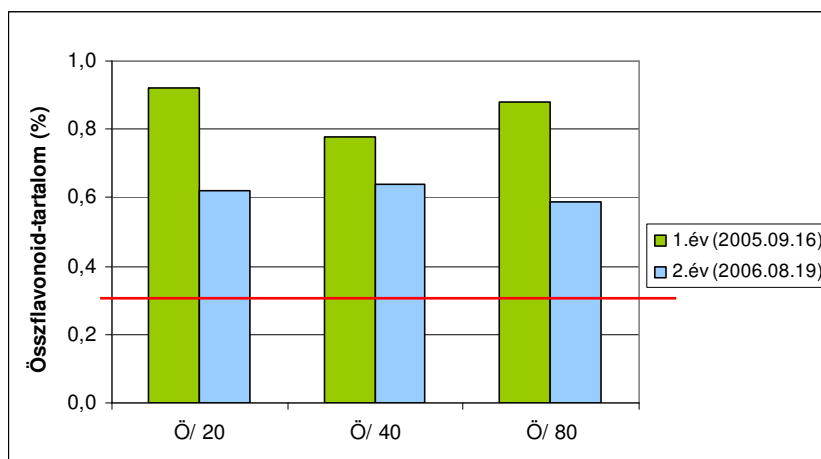
A diagrammon látható különbségek ellenére statisztikai értékelés eredményei szerint a vízmennyiségnek ($p=0,136$) nincs kimutatható hatása a droghozamra. A tenyészév ($p=0,028$) ezzel szemben szignifikánsan befolyásolja a zsurlónövények droghozamát (**121. ábra**).

A kísérleti termesztés hozamadatai azt igazolják, hogy bár a 20mm vízzel öntözött növényeknek voltak a leghosszabb hajtásai, ez nem tudta kompenzálni az alacsony hajtásszámot. Tehát a minél nagyobb vízmennyiség kedvezően befolyásolja a generatív fejlődést. A vegetatív növekedés és ez által a droghozam szempontjából azonban a közepes vízmennyiség a legkedvezőbb. Ezek az eredmények megfelelnek a szakirodalomban leírtaknak is, melyek szerint a mezei zsurló - a mocsári zsurlóval ellentétben - mérsékelten vízigényes növény.

4.3.3.3. A drogminőség alakulása

Összflavonoid-tartalom

A vizsgált minták összflavonoid-tartalmát a **122. ábrában** foglaltuk össze. Az elsőéves növények hatóanyag-tartalma mindhárom kísérleti kombináció esetén magasabb volt, mint a másodéves növényeké. A legmagasabb összflavonoid-tartalmat (0,92 %) a legalacsonyabb hozamú 20 mm-es csoportnál mértük. A legalacsonyabb hatóanyag-tartalmuk (0,78 %) a 40 mm-el vízzel öntözött zsurlóknak volt.



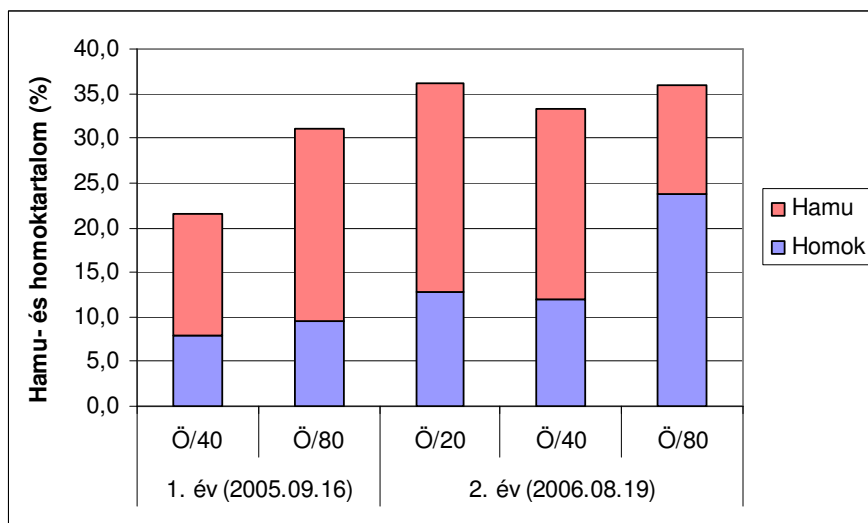
122. ábra: A különböző vízmennyiséggel ellátott zsurlótövek összflavonoid-tartalmának alakulása az első és a második tenyészévben

A második évben azonban már alig volt különbség a drogminták hatóanyag-tartalma között, mindhárom kísérleti kombináció összflavonoid-tartalma 0,6 % körül alakult.

Hamu- és homoktartalom

A vizsgált minták hamu- és homoktartalmát a **123. ábra** tartalmazza. A hamu- és homoktartalom mindkét évben igen magas volt. Az első évben levágott, 40 mm vízmennyiséggel ellátott növények kivételével az összes minta meghaladta a VIII. Magyar Gyógyszerkönyv által előírt 27 %-os hamutartalmat.

A legnagyobb vízmennyiséggel öntözött parcellák növényeinek homoktartalma szintén igen magas volt. Ezeknek a drogmintáknak a homoktartalma a második évben (23,1 %) messze meghaladta az előírt 15 %-os határértéket.



123. ábra: A különböző vízmennyiséggel ellátott zsurlótövek hamu- és homoktartalmának alakulása az első és a második tenyész évben

4.3.4. A betakarítási időpont optimalizálása a kísérleti termesztésben

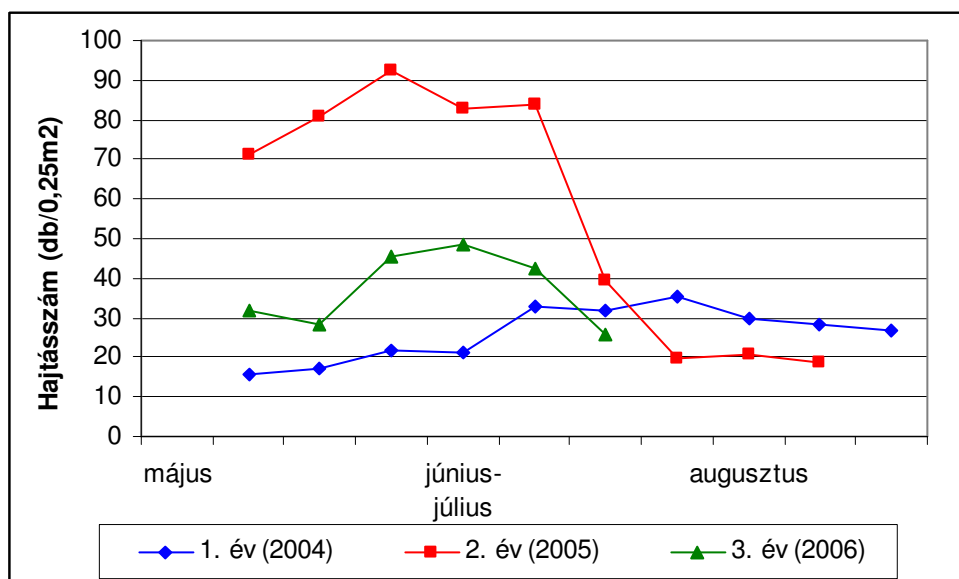
Az optimális betakarítási időpont meghatározásához elengedhetetlen a növények növekedésének modellezése. Ehhez a legnagyobb területen beállított - az ültetési mélység és az öntözési mód hatásának vizsgálatára létesített – kísérleti parcelláknak – a különböző kezeléseknél mért adatait átlagoltuk. A morfológiai- és hozamméréseink során megállapítottuk, hogy a növények ontogenezise és produkciója a kezelésektől függetlenül – az állomány korának függvényében – bizonyos élettani fázisoknak megfelelően alakul. Az optimális betakarítási időpont megtalálásához ezeket a szabályszerűségeket próbáltuk megérteni és modellezni.

4.3.4.1. A morfológiai jellemzők alakulása

Hajtásszám

A hajtásszám alakulását a **124. ábra** tartalmazza. A kísérleti termesztésben a telepítés évében a növények igen gyengén fejlődtek. A kihajtás után a növények hajtásszáma nagyon alacsony szinten, őszig gyakorlatilag stagnált.

A második tenyészévben volt a legintenzívebb a hajtásnövekedés, a hajtássűrűség messze meghaladta az egy- és a hároméves tövek hajtásszámát. A növények már röviddel a kihajtás után elérték a maximális hajtásszámot és ezt követően gyakorlatilag lassan kezdtek visszahúzódní.



124. ábra: A hajtásszám alakulása a kísérleti állományban a három tenyészév során (2004-2006)

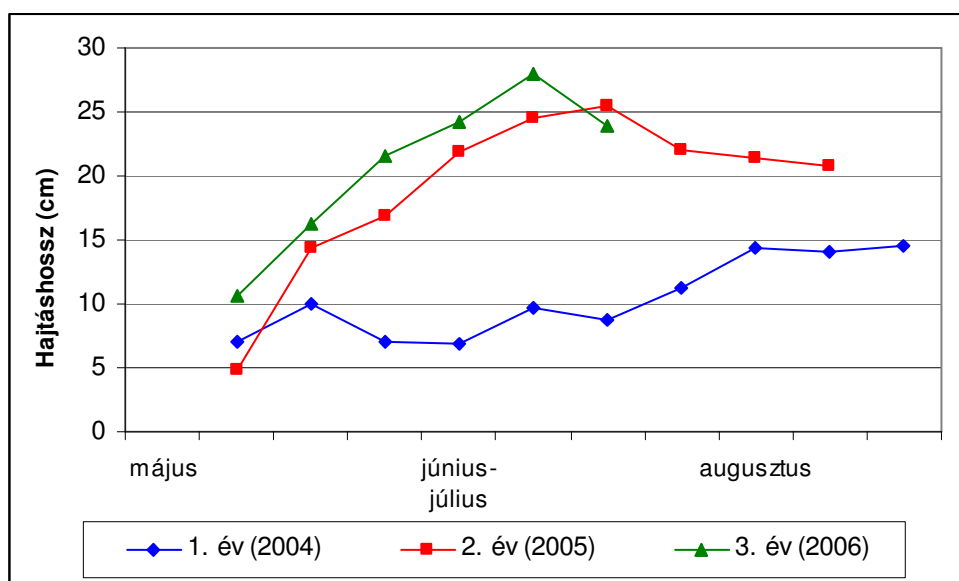
A harmadéves zsurlók hajtásnövekedési dinamikája hasonlóan alakult, mint a kétéves növényeké, a hajtássűrűség azonban jóval alacsonyabb volt.

A növények a maximális hajtásszám elérése után mindhárom évben azonnal sárgulni, barnulni kezdtek, láthatóan vegetációs periódusuk végére értek. Néhány hajtás azonban – feltehetőleg az asszimilátumok biztosítására – minden esetben késő őszig megmaradt.

Hajtáshossz

Az átlagos hajtáshossz alakulását a **125. ábrában** foglaltuk össze. Az első évben – a hajtásszámhoz hasonlóan – fejlődtek a legrövidebb hajtások. A növénymagasság a vegetációs periódus során alig változott.

A második és a harmadik tenyészévben a zsurlók magassága igen hasonlóan alakult, de a hároméves növényeknek mindvégig hosszabb hajtásai voltak.



125. ábra: A hajtáshossz alakulása a kísérleti állományban a három tenyészév során (2004-2006)

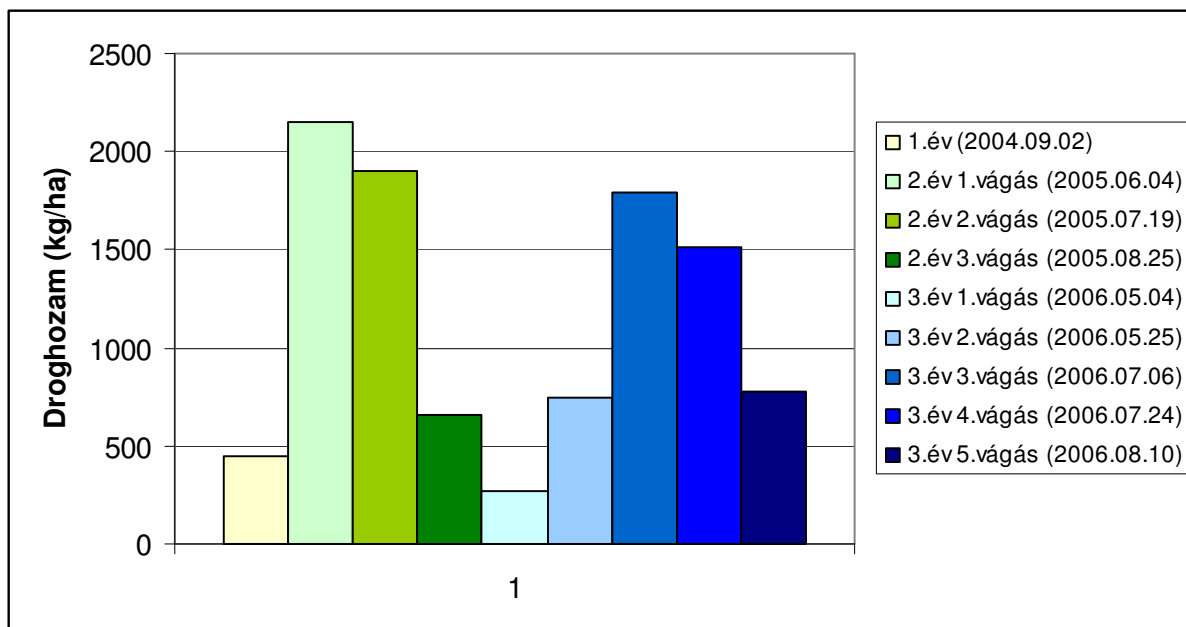
A mezei zsurlónak a kísérleti termesztésben megfigyelt hajtásnövekedési dinamiáját a **14. táblázatban** foglaltuk össze. Eszerint a telepítés évében a növényekre lassú, elhúzódt növekedés a jellemző, számottevő droghozam nélkül. A második tenyészévben volt messze a legerőteljesebb a zsurlónövények fejlődése. A harmadik tenyészévben ezzel szemben elentősen gyengébben növekedtek a növények, növekedési csúcs alig volt megfigyelhető.

14. táblázat: A hajtásnövekedés dinamikája a kísérleti termesztésben 2004-2006

	1. szakasz (május)	2. szakasz (június-július)	3. szakasz (augusztus-szeptember eleje)
1. év (2004)	A kihajtás után lassú- elhúzódó növekedés	Lassú, elhúzódó növekedés	Intenzívebb hajtásnövekedés, a maximális hajtásszám és hajtáshossz elérése
2. év (2005)	A kihajtás után intenzív hajtásnövekedés	Intenzív hajtáshossz- növekedés, a maximális hajtásszám elérése	A maximális hajtáshossz elérése után gyors hajtásszám csökkenés, a növények visszahúzódása
3. év (2006)	A kihajtás után gyenge hajtásszám, de intenzív hajtáshossz növekedés	Intenzív hajtásnövekedés, a maximális hajtásszám- és hajtáshossz elérése	A növények visszahúzódtak, befejezték vegetációs periódusukat

4.3.4.2. A droghozam optimalizálása

A kísérleti évek során mért átlagos droghozamokat a **126. ábra** tartalmazza. A kísérleti termesztés első évében mértük messze a legalacsonyabb droghozamot, a mérőkeret által határolt egységnyi területről alig vágunk le mérhető mennyiségű hajtást. A legmagasabb hozamot ezzel szemben június elején a másodéves növényeknél mértük. A harmadik tenyész évben is még igen magas volt a zsurlók droghozama, a hozammaximumot azonban egy hónappal később, július elején mértük.



126. ábra: A droghozam alakulása a kísérleti állományban a három tenyészidőszak során (2004-2006)

A 2005-ben és 2006-ban mért hozam adatok jól tükrözik a növények fejlődésdinamikáját. Az elsőéves állományban a gyors kihajtás után az első vágási időpontban (2005.06.04) mértük a legmagasabb droghozamot, a növények biotermesztés után folyamatosan csökkent.

A harmadik tenyésztésben a harmadik vágási időpontig (2006.07.06) folyamatosan növekedtek a hajtások és csak júliustól csökkent a tövek növekedése. A hozammaximum a második évhez képest egy hónappal később következett be.

A hozam adatokat összefoglalva a kísérleti termesztésben a másodikéves növények a legkorábban betakaríthatóak és szintén ebben az évben várható a legmagasabb hozam.

A mezői zsurlónak – az egyszeri vágási lehetőséget figyelembe véve – a kísérleti termesztés hozamadatai alapján a hektárra átszámított droghozama tehát a második tenyésztésben 2 t/ha-ra, a harmadik tenyésztésben pedig megközelítőleg 1,6 t/ha-ra becsülhető. Ezek a hozamparaméterek az irodalmi adatok szerint a forgalomban lévő herbadrogok közül a következőkkel hasonlíthatóak össze:

- | | |
|---|----------------|
| ○ Kis ezerjófű (<i>Centaurea erythraea</i> RAFN.): | 1 t/ha herba |
| ○ Moldvai sárkányfű (<i>Dracocephalum moldavica</i> L.): | 3-4 t/ha herba |
| ○ Kis meténg (<i>Vinca minor</i> L.): | 2-4 t/ha herba |

4.3.4.3. A drogmínőség optimalizálása

Összflavonoid-tartalom

A drogminták összflavonoid-tartalmát a **127. ábra** tartalmazza. Az elsőéves állomány esetében a zsurlódrog összflavonoid-tartalmának mérése a vegetációs periódus során többször volt lehetséges, mint a hozammérések elvégzése. Ez abból adódott, hogy a laboratóriumi vizsgálatokhoz szükséges, kis mennyiségű drogminta betakarítása az elsőéves növények esetében többször volt lehetséges, mint a 0,25 m²-en levégzett hozamvizsgálatok kivitelezése.

A három kísérleti évet összehasonlítva megállapítható, hogy az évek során összességében nézve a hatóanyag-tartalom negatív korrelációt mutat a droghozammal. A növények összflavonoid-tartalma messze a termesztés első évében volt a legmagasabb, droghozam ebben az évben azonban gyakorlatilag nem volt. A hatóanyag-tartalom összességében a második évben alakult a legalacsonyabban, ahol a termesztés során a legmagasabb hozam adatokat mértük. A többi évhez képest a harmadéves növények hatóanyag- és hozamparaméterei közepesnek tekinthetőek.

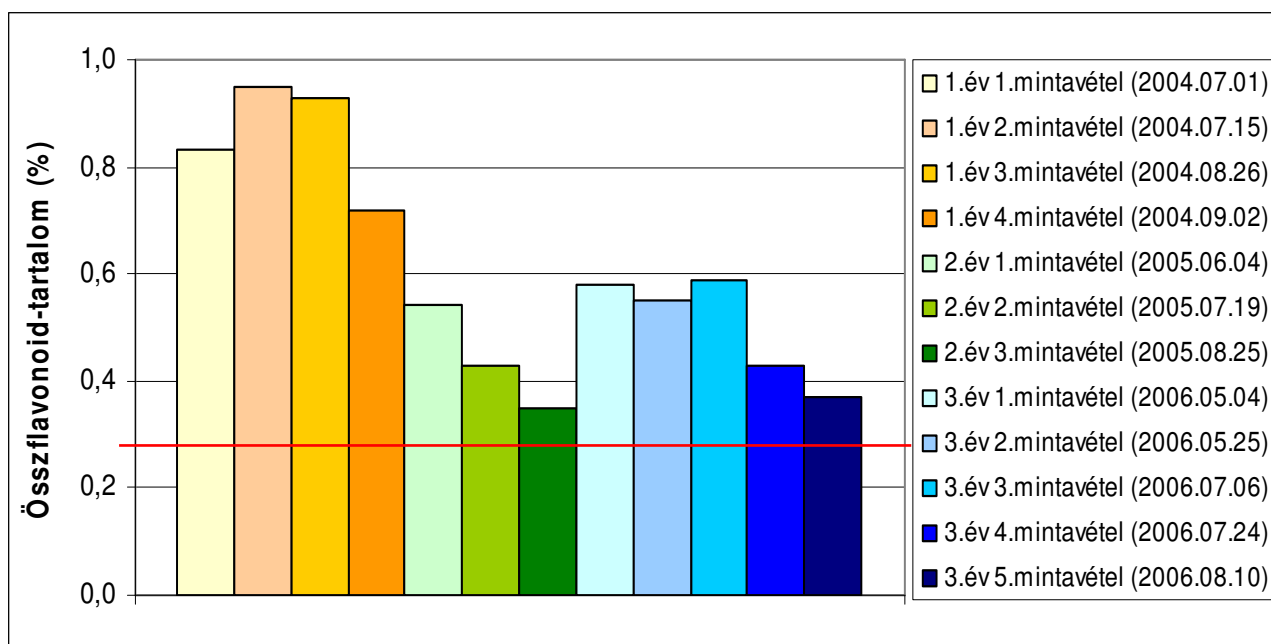
A kísérleti években az összflavonoid-tartalom alakulása a vegetációs periódus során szoros pozitív korrelációt mutat a növények fejlődési dinamikájával.

A szakirodalomban leírtakkal nem megegyező módon feltételezhető, hogy a mezei zsurló összflavonoid-tartalma nem feltétlenül a vegetációs periódus elején, azaz tavasszal a legmagasabb, hanem sokkal inkább szorosan összefügg a „fejlődési csúcs” elérésével.

Az első évben a mintavételek során 2004. július 15-én mértük a legmagasabb hatóanyagtartalmat, amikor - az általánosan gyenge fejlődéstől eltekintve – a növények elérték a maximális hajtásszámukat és – hosszukat.

A második évben az első mintavétel alkalmával, 2005. június 04-én volt a legmagasabb a drog hatóanyagtartalma. A növények ebben az évben is ekkor érték el maximális hajtásszámukat- és hosszukat, tehát ekkor voltak „fejlődési csúcson”.

A harmadik évben nem volt megfigyelhető a hatóanyag-tartalom gyors csökkenése, a legmagasabb, megközelítőleg egyforma értékeket 2006.05.04, 2006.05.25 és 2006.07.06-án mértünk. A megfigyelt hatóanyag-felhalmozódási dinamika ebben az évben is követte a zsurlók fejlődését, a harmadik évben a növények június elején – július közepén érték el maximális hajtásszámukat és hosszukat.



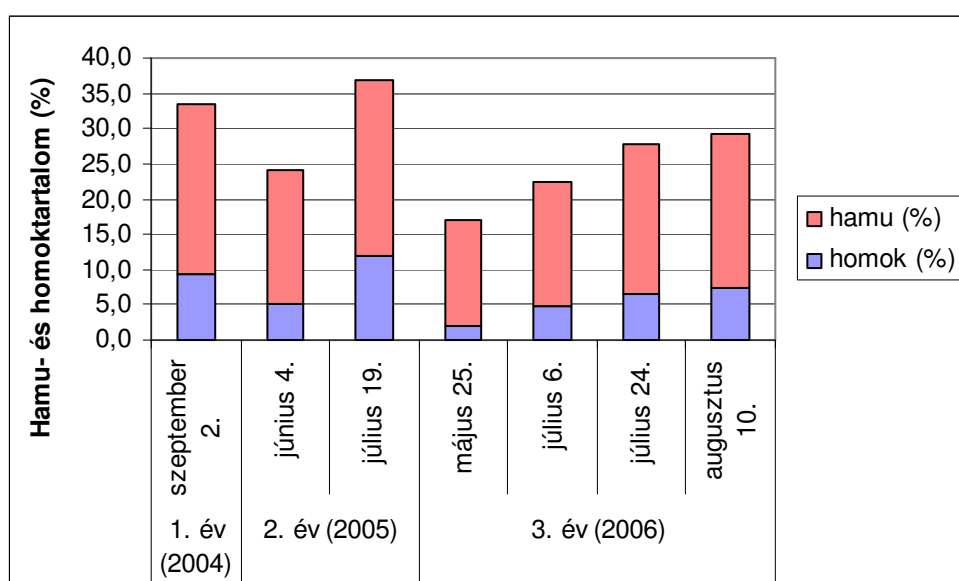
127. ábra: Az összflavonoid-tartalom alakulása a kísérleti állományban a három tenészedzőszak során (2004-2006)

Ha valóban tavasszal lenne a legmagasabb a hatóanyag-tartalom, akkor már a nyár közepétől egyre alacsonyabb értékeket mértünk volna mintavételeink során. Az összflavonoid-tartalom tehát az évek során és a vegetációs periódusokon belül is valóban ingadozik, azonban szabályszerű összefüggések figyelhetők meg a növények kora és fejlődési állapota között.

Hamu- és homoktartalom

A drogminták hamu- és homoktartalmát a **128. ábra** tartalmazza. A kísérleti évek során vizsgált drogminták hamu és homoktartalmát összehasonlítva megállapítható, hogy mind a homok- mind a hamutartalom a kihajtás után volt a legalacsonyabb és ezt követően folyamatosan emelkedett a vegetációs periódus során.

A drogminőség szempontjából lényeges, hogy a minták hamu- és homoktartalma júliustól erősen megközelítette, illetve meghaladta a VIII. Magyar Gyógyszerkönyvben előírt 27 % -os határértéket.



128. ábra: A hamu- és homoktartalom alakulása a kísérleti állományban a három tenyészév során (2004-2006)

A korai betakarítási időpont tehát a drog hamu- és homoktartalmának szempontjából kedvező, a kései vágás ezzel szemben negatívan befolyásolja a drogminőséget.

Az optimális betakarítási időpontban a növények a maximális droghozam mellett a legmagasabb hatóanyag-tartalmú, legjobb minőségű drogot szolgáltatják. Mivel a kísérleti termesztésben **a telepítés évében** a növényeknek **nem volt számottevő hozamuk**, feltételezhető, hogy a mezei zsurló sikeres termesztése esetén az első év hozamkiesést jelent, amikor a növények az ültetés után regenerálódva a következő évre raktároznak tartalék tápanyagokat. A mezei zsurlónak a tavaszi gyors és intenzív kihajtáshoz tehát szüksége van az előző évben raktározott tápanyagokra, melyek a telepítéskor ültetett rövid rhizómákból hiányoznak.

Ezért a hozam szempontjából a telepítés utáni 2. és a 3. év a lényeges. A **15. táblázatban** a másod-, illetve harmadéves állomány drogmennyiséget és –minőséget meghatározó paramétereinek alakulását foglaltuk össze.

15. táblázat: A drogmennyiség- és minőséget befolyásoló paraméterek alakulása a 2. és a 3. kísérleti évben

	május	június	július	augusztus	szeptember
2. év (2005)		• □ + *	• □		
3. év (2006)	+ *	• + *	• □ +		

• „növekedési csúcs”; □ hozammaximum; + hatóanyag-maximum; * alacsony hamu- és homoktartalom

A szakirodalmi adatok szerint a mezei zsurlót július-augusztusban gyűjtik a természetes állományokból. A növényeknek a kísérleti termesztésben megfigyelt fejlődés- és hatóanyag-felhalmozási dinamikája nem igazolja ezt a gyűjtési időpontot. Feltételezhető, hogy a mezei zsurló fejlődése a termesztés során biztosított, megközelítőleg ideális feltételek hatására határozottan megváltozik. A növények életciklusa jelentősen felgyorsul és lerövidül a természetes állományok vegetációjához képest, hiszen a kísérleti parcellákról július végén, augusztusban érdemleges mennyiségű és minőségű zsurlóhajtás betakarítása már nem volt lehetséges.

A **telepítés utáni második évben júniusban** takarítottuk be a legnagyobb mennyiségű és legjobb minőségű zsurlódrogot (**129. ábra**), a növények ekkorra érték el a hozam- és a hatóanyag-maximumot valamint a hamu- és homoktartalom is ekkor volt a legalacsonyabb.

A **telepítés utáni harmadik évben** az optimális betakarítási időpont egy hónappal későbbre, **júliusra** tehető. Ekkor vágtuk le a legnagyobb tömegű és legmagasabb hatóanyag-tartalmú hajtásokat és a hamu- és homoktartalom sem érte még el – bár erősen megközelítette – az előírt határértéket.



129. ábra: A kísérleti termesztésből származó, szárított zsurlódrog (fotó: Kozak 2005)

Ezen a helyen megjegyzendő, hogy a kísérletek során a vágási időpontok minden esetben első és egyszeri vágást jelentenek, mert a mérőkeretet a kísérleti parcellákon belül a betakarítások alkalmával soha nem helyeztük kétszer ugyan arra a területre.

Kísérleteink során a zsurló többszöri vágása nem volt lehetséges. Az egyszer levágott hajtások helyén – függetlenül a vágás időpontjától – a későbbiekben csak nagyon kevés hajtás fejlődött, a növények a vegetációs periódus során számottevően már nem regenerálódtak.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

5.1. A PERSPEKTÍVIKUS KLÓNOK

Droghozam

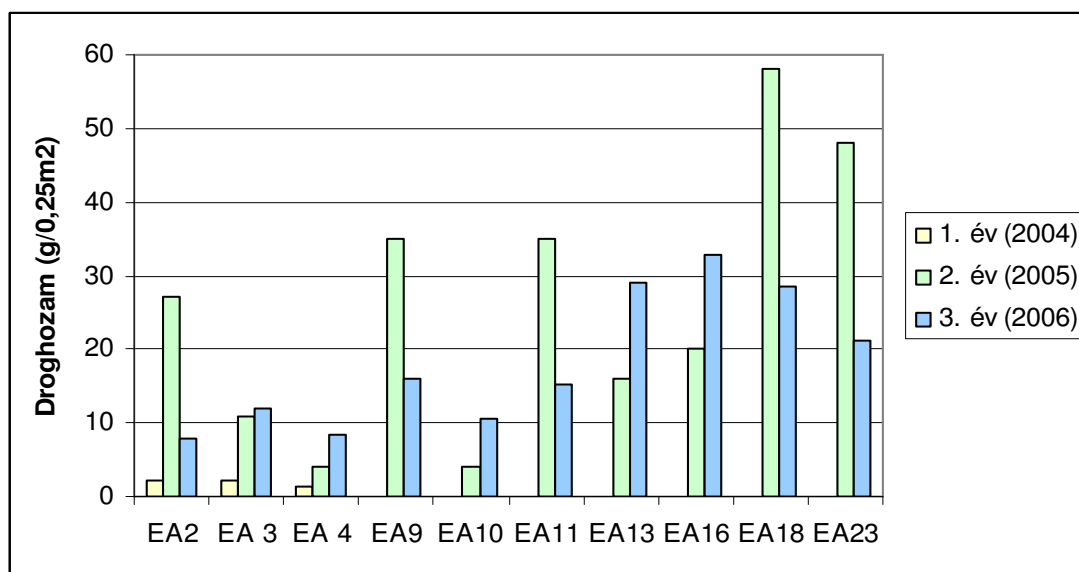
A perspektivikus klónok átlagolt droghozam-adatait a **16. táblázat** tartalmazza. A tíz droghozam vagy hatóanyag szempontjából perspektivikus populációt összehasonlítva és a kísérleti éveket átlagolva az EA18-as (30,4 g/0,25 m²) és EA23-as (24,5 g/0,25 m²) klónok magas droghozamúnak mondhatók, míg az EA2, EA3, EA4 és az EA10-es populációkat a többiekhez képest alacsony droghozam jellemezte.

16. táblázat: A 9 perspektivikus klón átlagos droghozama

Kód	Származási hely	Átlagos droghozam (2004-2006) (g/0,25m ²)
EA2	Perkupa 1	7,8
EA3	Perkupa 2	4,1
EA4	Soroksár	2,3
EA9	Pusztadobos	20,0
EA10	Pusztadobos	4,0
EA13	Lillafüred	16,41
EA11	Pusztadobos	19,0
EA16	Sörnyepusztá	21,3
EA23	Lengyeltóti	24,5
EA18	Pusztadobos	30,4

Mindkét magas hozamú (EA18; EA23) klón droghozama a kísérlet második évében jelentősen magasabb volt, mint a harmadik évben, továbbá mindkét esetben 2005.08.25.-én vágtuk le a legnagyobb tömegű hajtást. A droghozam szempontjából perspektivikus populációk közül kiemelkednek az EA 13-as és az EA 16-os klónok, melyek droghozama a harmadéves növények esetén magasabb volt, mint a másodéves növényeké.

A droghozam alakulását a kísérleti évek során a különböző vágási időpontok feltüntetésével a **130. ábra** tartalmazza.



130. ábra: A perspektivikus klónok droghozama 2004-2006

Jelmagyarázat: EA2, EA3: Perkupa; EA4: Soroksár; EA9, EA10, EA11, EA18: Pusztadobos; EA16: Sörnyepusztá; EA23: Lengyeltóti

A hozamadatokat összegezve kiemelkednek az igen magas droghozamú EA9-es, EA11-es, és EA18-as Pusztadobosról származó populációk.

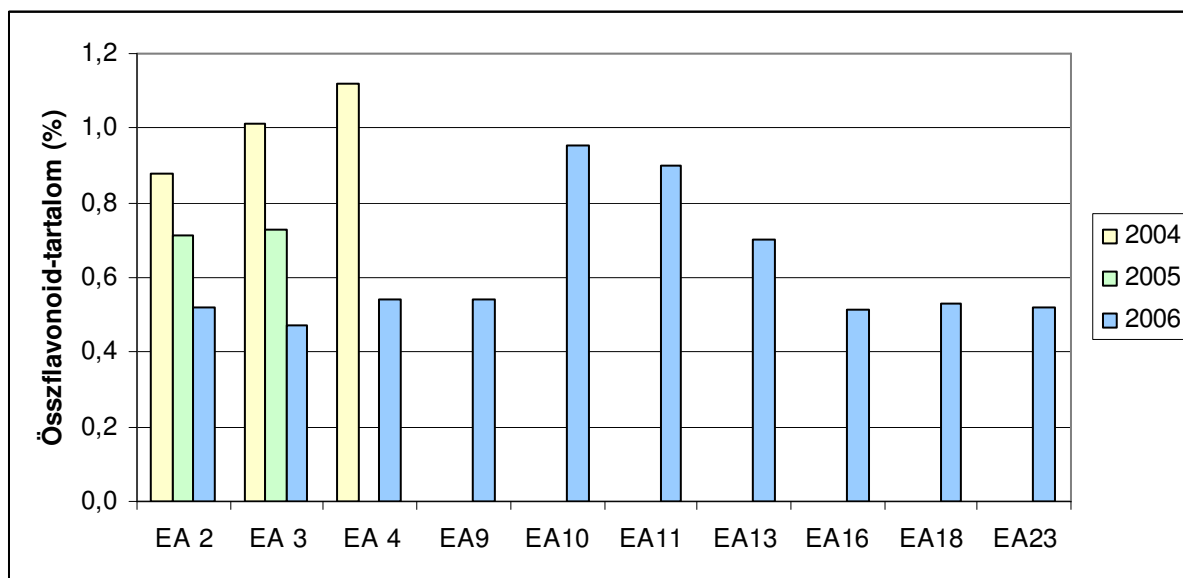
A statisztikai értékelés eredményei szerint a vizsgált populációk droghozama összességében nézve szignifikánsan különbözik ($p=0,017$). Az EA2, EA3, EA4 és az EA10-es klónok a statisztikailag igazoltan alacsonyabb droghozamúak, mint az EA18-as és az EA23-as klónok.

Összflavonoid-tartalom

A perspektivikus populációk növényeinek a kísérleti évek során mért összflavonoid-tartalmát a **131. ábrában** foglaltuk össze. A különböző származási helyű sarjtelepek növényeit egymás között összehasonlítva kiemelkedik az EA2, EA3 és az EA4-es növények 2004-es mintáinak hatóanyag-tartalma, mely mindhárom esetben 1 % körül mozgott. Ez azonban nem mindenképpen vezethető vissza csupán a növények genotípusára, a növények életkora és az évjáráthatás is minden bizonnyal befolyásolta a minták hatóanyag-tartalmát. A hároméves kísérletsorozatból azonban jól látszik, hogy a hajtások hatóanyag-tartalma évről évre csökken. Gyakorlatilag minden releváns klón a telepítés utáni első évben érte el a hatóanyag-maximumát, mely az ezt követő években folyamatosan csökkent.

Az EA10 és EA 11-es növényeket mindkét vágási időpontban a többi eredetnél magasabb összflavonoid-tartalom jellemezte.

Az EA18-as és az EA23-as növények példája igazolni látszik azt, hogy általában nem a legmagasabb biomasszát képező zsurlónövények halmozzzák fel a legtöbb hatóanyagot. Ez alól az EA11-es az egyetlen kivétel, ezeknek a növényeknek az igen magas droghozam mellett magas volt a hatóanyag-tartalmuk is.



131. ábra: A perspektívikus klónok összflavonoid-tartalma 2004-2006

Jelmagyarázat: EA2, EA3: Perkupa; EA4: Soroksár; EA9, EA10, EA11, EA18: Pusztadobos; EA16: Sörnyepusztá; EA23: Lengyeltóti

Eredményeinket összefoglalva droghozamuknál fogva a az EA18-as és az EA23-as klónok tűnnek perspektívikusnak, míg az EA10-es és az EA11-es növények hatóanyagtartalmuk révén emelkednek ki az összehasonlított populációk közül.

5.2. A MEZEI ZSURLÓ SZAPORÍTÁSA

A kísérletek során vizsgált szaporítási módok közül a vegetatív, rhizómadarabokkal történő tőosztás volt sikeres. A mezei zsurló vegetatív szaporodásának hatékonyságát bizonyítja, hogy szinte minden elültetett rhizómadarabból – a nóduszok számától függetlenül - életképes növények fejlődtek. Eredményeinket összegezve elmondható, hogy a három nódusszal rendelkező rhizómadarabok szaporítása volt a legsikeresebb, ebben az esetben fejlődött a legtöbb hajtás.

5.3. PROVIZORIKUS TERMESZTÉSI MODELL

5.3.1. Állománylétesítés

Fenológiai állapot

Kísérleteink során még ki nem hajtott, nyugalmi állapotban telepített tövek fejlődését hasonlítottuk össze a generatív hajtásokkal ültetett növényekével. Mindkét vizsgált zsurlóeredet esetén a nyugalmi állapotban telepített növények fejlődtek jobban és összességében ezeknél mértük a magasabb droghozamokat is. A ki nem hajtott állapotban ültetett növények összflavonoid-tartalma is mindkét esetben magasabb volt, mint a generatív hajtásokkal telepített zsurlóké. Ezért tehát a kora tavaszi, még ki nem hajtott rhizómadarabok ültetése a legcélravezetőbb.

Telepítési időpont

Fenológiai állapottól függetlenül két különböző eredet esetében az őszi és a tavaszi zsurlótelepítés lehetőségeit is megvizsgáltuk. Bár az őszi telepítésű növények valamivel jobban fejlődtek, a növények droghozama mindkét telepítési időpont esetén igen hasonlóan alakult, a hozammaximumok tekintetében gyakorlatilag nem tapasztaltunk különbséget: a maximális droghozam mindkét esetben szinte azonosan alakult és a hozammaximum időpontja is azonos időben következett be. Ezért termesztéstechnológiai szempontból a tavaszi ültetés javasolható, mert a rövidebb fejlődési idő bizonyítottan nem hátráltatja a növények produkcióját.

Térállás és ültetési mélység

Termesztési kísérleteink során a zsurlótöveket 20 cm-es egyedtávval és 50 cm-es sortávval ültettük. Tapasztalataink szerint ez a térállás megfelelőnek bizonyult. A második évre az állományok már annyira besűrűsödtek, hogy az egyes növények már nem voltak megkülönböztethetőek, egy összefüggő állomány alakult ki. Ezért feltételezhető, hogy egy kisebb térállás, azaz sűrűbb telepítés alkalmazása esetén sem fejlődött volna több hajtás.

Az optimális ültetési mélység meghatározására a 15 cm és a 30 cm mélyre ültetett zsurlók növekedését és produkcióját hasonlítottuk össze. Egyértelműen bebizonyosodott, hogy a 15 cm-es, sekélyebb telepítés kedvez a leginkább a növények fejlődésének és droghozamának.

5.3.2. Állományfenntartás

Öntözési mód

A különböző öntözési módok összehasonlítása során a felszíni öntözés bizonyult sikeresnek. Összességében nézve az esőztető és a csepegtető rendszerrel vízellátott parcellák növényeinél hasonló adatokat mértünk. Termesztéstechnológiai szempontból azonban az esőztető öntözés tűnik egyszerűbben kivitelezhetőbbnek és költségkímélőbbnek. Esőztető öntözés esetén akadálytalanul valósulhat meg kora tavasszal a parcellák kapálása. Továbbá a betakarítást sem akadályozzák a csepegtetőcsövek, hiszen a zsurlókat kísérleteink során igen alacsonyan, a talajfelszín felett 5 cm-es magasságban vágtuk le.

Víz mennyiség

A mezei zsurló termesztése során a növények megfelelő vízellátása az egyik legfontosabb tényező. Kísérleteink során megállapítottuk, hogy a mezei zsurló termesztése a kísérlet helyszínével azonos vagy ahhoz hasonló környezeti adottságú területeken öntözés nélkül nem valósítható meg. A mezei zsurlót a termesztés során mindenképpen öntözni kell, a növényeket a telepítés utáni években sem lehet sikeresen termesztetni öntözés nélkül.

A mezei zsurló az irodalmi adatoknak megfelelően közepes vízigényűnek bizonyult. Az adott körülmények között a heti egyszeri, 40 mm/m² mennyiségű csapadék-kiegészítő öntözés elegendő volt. A telepítés évében a fiatal növények megfelelő fejlődéséhez a közepes vízmennyiség is elegendő.

Egyéb ápolási munkák

A termesztési kísérletek során az ápolási munkák a kihajtás előtti, kora tavaszi kapálást, illetve az első évben a kézi gyomlálást jelentették. Az alkalmazott térállásnál csak az első évben volt lehetséges a sorok közötti kézi gyomlálás. A második évtől az állomány annyira besűrűsödött, hogy az állományt nem lehetett a zsurlóhajtások károsítása nélkül „bejárni”. Ezért a második évtől a kora tavaszi sekély kapálás volt az egyetlen kivitelezhető ápolási munka.

Ebből kifolyólag termesztéstechnológiai szempontból a minél korábbi vágás a kedvező, mert a mechanikus gyomirtás a vegetációs periódus során gyakorlatilag nem megvalósítható.

A viszonylag nagy mennyiségű víz kijuttatása miatt az állomány ősze teljesen elgyomosodik, ezért a betakarítást és a növények teljes visszahúzódását követően a területet sekély kapálással mindenképpen gyommentessé kell tenni.

A kísérleti termesztés során a növényeken kártevőket, betegségeket nem észleltünk, ezért nem alkalmaztunk növényvédelmi kezeléseket az állományban.

5.3.3. Betakarítás

A kísérleti termesztésben a mezei zsurlónak egy vegetációs periódus során csak egyszeri vágása volt lehetséges, mert a növények a betakarítást követően szinte alig regenerálódtak, újabb hajtások csak nagyon kis számban jelentek meg. Ebből adódóan az ideális betakarítási időpont megtalálása döntő fontosságú a megfelelő droghozam és drogminőség biztosítására.

A mezei zsurló hatóanyag-tartalma az első a telepítés évében messze a legmagasabb, azonban az elsőéves növényeknek nincs számottevő droghozamuk.

A másodéves növényeknél mértük általánosan a legmagasabb droghozamot, emellett ezek összflavonoid-tartalma is megfelelő volt. A harmadik évben összességében mind a droghozam, mind pedig a hatóanyag-tartalom még elfogadható mértékben alakult.

A másodéves növények júniusban érték el a hozammaximumot. A harmadik évben a legnagyobb droghozamot egy hónappal később, júliusban mértük.

A drogminőséget szintén meghatározó hamu- és homoktartalom igen erősen korrelál a betakarítási időponttal: minél korábbi a betakarítás időpontja, annál kedvezőbben alakul a drog hamu- és homoktartalma.

A termesztés során tehát a második év bizonyult a legsikeresebbnek, a két éves növények érték el a leghamarabb a hozammaximumot, ezeknél volt a legmagasabb a droghozam és a hatóanyag-tartalom is megfelelően alakult.

5.4. AZ ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

A mezei zsurló termesztésbe vonására irányuló kísérleteink során számos magyarországi populáció produkciós paramétereit jellemeztük. A szaporítási kísérletek eredményeképpen meghatároztuk a legeffektívebb szaporítási módot, továbbá a legfontosabb termesztéstechnológiai tényezők vizsgálatának összegzését követően optimalizáltuk az állománylétesítés- és fenntartás körülményeit és végül meghatároztuk az optimális betakarítási időpontot (**133. ábra**).

A gyakorlati zsurlótermesztés megvalósítását megalapozó kísérleti eredményeink a következőképpen foglalhatóak össze:

1. A mezei zsurló vonatkozásában elsőként vizsgáltuk számos magyarországi populáció produkciós paramétereit, melynek eredményeképpen elkülönítettük a kiemelkedően magas droghozammal rendelkező EA18-as (a 2. tenyész évben $58\text{g}/0,25\text{m}^2$) és EA23-as (a 2. tenyész évben $48,0\text{g}/0,25\text{m}^2$) populációkat, illetve magas hatóanyagtartalmuknál fogva az EA10-es (0,96%) és az EA 11-es (0,90%) klónokat.
2. Eredményeink szerint a droghozam és a drog összflavonoid-tartalma negatív korrelációt mutat, a magas hozamú EA18-as és EA23-as klónokat alacsony hatóanyag-tartalom jellemezte, míg a magas összflavonoid-tartalmú populációk droghozama igen alacsony volt.
3. Rendszeres mintavételekkel elsőként bizonyítottuk, hogy - származási helytől függetlenül - a mezei zsurló összflavonoid-tartalma a telepítés utáni első évben a legmagasabb, majd a további tenyészévekben folyamatosan csökken.
4. Három nóduszos rhizómadarabok által határoztuk meg a mezei zsurló hatékony vegetatív szaporítását.
5. Megállapítottuk, hogy a termőhajtásokkal rendelkező rhizómadarabok telepítése kedvezőbben hat a növények későbbi fejlődésére, mint a nyugalmi állapotban történő ültetés.
6. Meghatároztuk az állománylétesítés optimális időszakát. Mind a termőterület optimális kihasználása, mind pedig a növények későbbi produkciójának szempontjából a tavaszi telepítés javasolandó.
7. Bizonyítottuk, hogy az állománylétesítés során a telepítési mélység és a továbbiakban az öntözési mód határozottan befolyásolja a növények produkcióját. Az ültetési mélység tekintetében a sekélyebb, 15 cm-re történő telepítés határozottan kedvezőbben hatott a növények fejlődésére és droghozamára, mint a mélyebbre történő telepítés. A vizsgált öntözési módok közül a könnyű kivitelezhetőség mellett az esőztető öntözés volt a legcélravezetőbb.

8. Eredményeink igazolták a szakirodalom egy részében leírtakat, melyek szerint a mezei zsurló közepes vízigényű. A kísérleti termesztésben a közepes vízmennyiséggel (40 mm) ellátott parcellákon mértük a legmagasabb droghozamokat (57 g/0,25 m²).
9. Megállapítottuk, hogy termesztésben a mezei zsurló fejlődési ciklusa alapvetően megváltozik, lerövidül. A kísérleti termesztésben a nyárvégi gyűjtési gyakorlattal ellentétben a második tenyész évben júniusra tehető az optimális betakarítási időpont. A harmadik tenyész évben egy hónappal később, júliusban takarítható be a legnagyobb mennyiségű és legjobb minőségű zsurlóherba.
10. A kísérleti állomány folyamatos vizsgálata során arra a következtetésre jutottunk, hogy egy vegetációs perióduson belül a mezei zsurlónak többszöri vágása nem lehetséges, mert a betakarítást követően a növények gyakorlatilag nem regenerálódnak.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A nagy múltú hazai gyógynövényágazat versenyképességének egyik alapfeltétele a megfelelő minőségű és mennyiségű drog előállítás. A nyugat-európai országokhoz képest Magyarországon napjainkban is jelentős mennyiségű drog származik gyűjtésből, ami a nemzetközi kereskedelemben egyre kevésbé felel meg a minőségi elvárásoknak. Ezért a megfelelő drogminőség, illetve az elegendő drogmennyiség biztosítása érdekében elengedhetetlen a nagy mennyiségben gyűjtött gyógynövények termesztésbe vonása. Az egész Európában általánosan elterjedt mezei zsurló (*Equisetum arvense* L.) is azon növények egyike, melyeknek drogja a jelentős hazai és nemzetközi kereslet ellenére kizárólag vadontermő állományokból származik. Évente mintegy 300 tonna gyűjtött drogmennyiséggel a mezei zsurló a legnagyobb mennyiségben gyűjtött gyógynövényeink egyike.

Ezek alapján tűztük ki célul a mezei zsurló termesztésbe vonásának megalapozását. A mezei zsurló termesztésére vonatkozó tudományos eredmények sem hazai, sem pedig nemzetközi viszonylatban nem léteznek. Kísérleteink során elsőként kijelölt hazai populációk diverzitását vizsgáltuk, továbbá alapvető szaporításbiológiai és termesztéstechnológiai összefüggéseket tártunk fel (133. ábra). Többéves szabadföldi és laboratóriumi kísérletek során mértük fel a hazai zsurlópulációkból származó klónok produkciós tulajdonságait. Az optimális szaporítási mód megtalálása érdekében a spórák általi generatív, a mikroszaporítás általi és a rhizómadarabokkal történő töosztás hatékonyságát vizsgáltuk. A drogmennyiséget és drogminőséget befolyásoló agrotechnikai tényezők közül különösen nagy hangsúlyt fektettünk a vízellátás (öntözési mód, vízmennyiség), a betakarítási idő és az állomány korának a vizsgálatára.

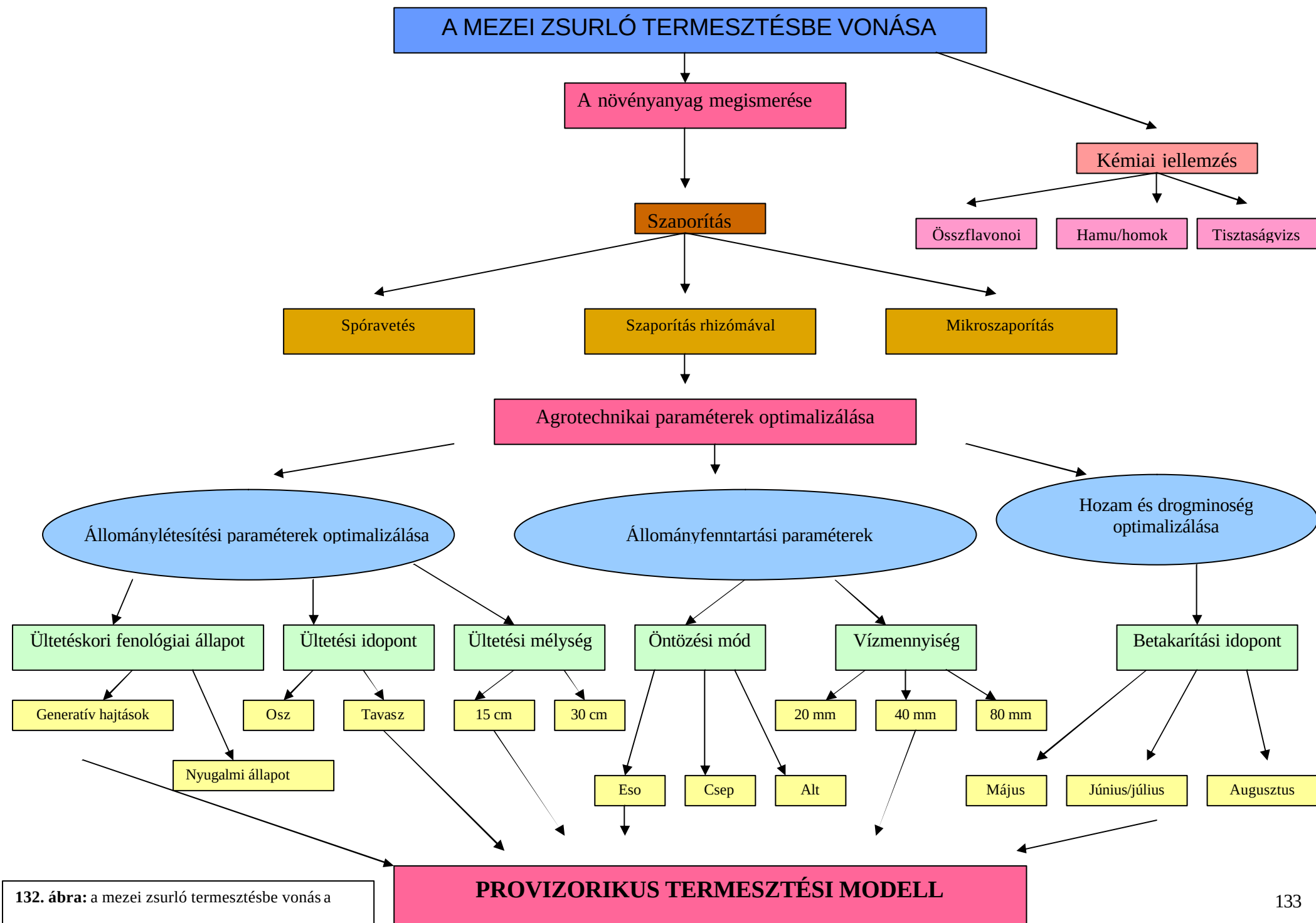
A drogminőségi paraméterek közül a zsurlódrog összflavonoid-tartamát és a tisztasági paramétereket (hamu- és homoktartalom, vékonyréteg-kromatográfiás tisztaságvizsgálat) vizsgáltuk az érvényben lévő gyógyszerkönyvi előírásoknak megfelelően.

Szabadföldi kísérleteinket 2003-2006 között végeztük a Budapesti Corvinus Egyetem Kísérleti Üzemében és Tangazdaságában. A laboratóriumi vizsgálatokat a Gyógy- és Aromanövények Tanszék laboratóriumában végeztük.

Kísérleti eredményeinket összefoglalva az alábbi **tudományos megállapításokat** tehetjük:

1. A mezei zsurló vonatkozásában elsőként tártuk fel magyarországi populációk produkciós paramétereit, aminek eredményeképpen elkülönítettük a kiemelkedően magas droghozammal rendelkező EA18-as (a 2. tenyészévben 58 g/0,25 m²) és EA23-as (a 2. tenyészévben 48,0 g/0,25 m²) populációkat, illetve magas hatóanyag-tartalmuknál fogva az EA10-es (0,96 %) és az EA 11-es (0,90 %) klónokat.

2. Eredményeink szerint a droghozam és a drog összflavonoid-tartalma negatív korrelációt mutat, a magas hozamú EA18-as és EA23-as klónokat alacsony hatóanyag-tartalom jellemezte, továbbá a magas összflavonoid-tartalmú populációk droghozama igen alacsony volt.
3. Rendszeres mintavételekkel elsőként bizonyítottuk, hogy - származási helytől függetlenül - a mezei zsurló összflavonoid-tartalma a telepítés utáni első évben a legmagasabb, majd a további tenyészévekben folyamatosan csökken.
4. Bizonyítottuk, hogy a három nóduszos rhizómadarabok felhasználásával oldható meg a mezei zsurló hatékony vegetatív szaporítása.
5. Megállapítottuk, hogy a termőhajtásokkal rendelkező rhizómadarabok telepítése kedvezőbben hat a növények későbbi fejlődésére, mint a nyugalmi állapotban történő ültetés.
6. Meghatároztuk az állománylétesítés optimális időszakát. Mind a termőterület optimális kihasználása, mind pedig a növények későbbi produkciója szempontjából a tavaszi telepítés javasolható.
7. Bizonyítottuk, hogy az állománylétesítés során a telepítési mélység és a továbbiakban az öntözési mód határozottan befolyásolja a növények produkcióját. Az ültetési mélység tekintetében a sekélyebb, 15 cm-re történő telepítés határozottan kedvezőbben hatott a növények fejlődésére és droghozamára, mint a mélyebbre történő telepítés. A vizsgált öntözési módok közül az egyébként is könnyebben kivitelezhető esőztető öntözés volt a legcélravezetőbb.
8. Eredményeink igazolták a szakirodalom egy részében leírtakat, melyek szerint a mezei zsurló közepes vízigényű. A kísérleti termesztésben a közepes vízmennyiséggel (40 mm) ellátott parcellákon mértük a legmagasabb droghozamokat (57 g/0,25 m²).
9. Megállapítottuk, hogy termesztésben a mezei zsurló fejlődési ciklusa alapvetően megváltozik, lerövidül. A kísérleti termesztésben a nyárvégi gyűjtési gyakorlattal ellentétben a második tenyészévben júniusra tehető az optimális betakarítási időpont. A harmadik tenyészévben egy hónappal később, júliusban takarítható be a legnagyobb mennyiségű és legjobb minőségű zsurlóhajtás
10. A kísérleti állomány folyamatos vizsgálata során arra a következtetésre jutottunk, hogy egy vegetációs perióduson belül a mezei zsurló többszöri vágása nem lehetséges, mert a betakarítást követően a növények gyakorlatilag nem regenerálódnak.



132. ábra: a mezei zsurló termesztésbe vonás a

A mezei zsurló termesztésbe vonására irányuló kísérleteink eredményeit összefoglalva az alábbi **gyakorlati következtetéseket** vonhatjuk le: A hazai zsurlóállományok vizsgálata során egyedül a Pusztadobosról származó, EA 11-es klón bizonyult magas droghozama mellett megfelelő hatóanyag-tartalmúnak. A mezei zsurló vegetatív úton történő, 3 nódusszal rendelkező rhizómák általi szaporítása tekinthető célravezetőnek. Az állománylétesítési paraméterek közül a rhizómák ültetési fenológiai állapota és az ültetési mélység határozottan befolyásolja a mezei zsurló droghozamát, a generatív hajtásokkal rendelkező rhizómák 15 cm-re történő telepítése bizonyult optimálisnak (133. ábra). Az állomány-fenntartási paraméterek közül mind az öntözési mód, mind a kijuttatott vízmennyiség határozottan befolyásolják a droghozamot, ami a közepes vízmennyiséggel (hetente 40 mm), illetve esőztető öntözéssel vízellátott parcellákon volt a legmagasabb. A növényállomány kora és a betakarítási időpont jelentős hatással van a mezei zsurló droghozamára. Termesztésben az elsőéves növények hatóanyag-tartalma (a hozammal ellentétben) a legmagasabb, majd évről évre folyamatosan csökkentő tendenciát mutat. A telepítés utáni első tenyészév a mezei zsurló esetében hozamkiesést jelent. A másodikéves állományban júniusban, a harmadik tenyészévben júliusban érték el a növények a hozam- és hatóanyag-maximumot.

Bár elvégzett szabadföldi és laboratóriumi kísérleteink során számos alapvető kérdésre sikerült választ találni, illetve a zsurlótermesztést alapjaiban befolyásoló összefüggéseket feltárni, a mezei zsurló termesztésbe vonása nem tekinthető lezárt folyamatnak. A sikeres termesztéshez elengedhetetlen a termesztéstechnológiai paraméterek további optimalizálása, így például az állomány gyommentesen tartásának lehetőségei, eszközeinek vizsgálata. Szintén megválaszolásra vár az a kérdés, hogy hány évig tartható fenn gazdaságosan egy zsurlóültetvény, esetlegesen milyen időközönként szükséges az állomány újratelepítése, fiatalítása.

7. SUMMARY

The competitive power of the Hungarian medicinal and aromatical plant production can only be assured if the appropriate quantity and quality is guaranteed. Although - compared with the Western European countries - in Hungary still a notable amount of commercially traded herbs is collected from natural populations. This collected plant material in the most cases doesn't suite the quality regulations anymore. In order to provide the appropriate amount and quality the introduction of species collected on large scales is crucial. The field horsetail (*Equisetum arvense* L.) is one of the herbs which isn't cultivated yet but collected on large scales. With around 300 tonnes collected plant material every year the field horsetail is one of the most important species collected from wild habitats.

In order to solve the quantitative and qualitative problems we aimed our studies at the introduction of the Field Horsetail. So far there is no literature available dealing with the cultivation of this plant. Besides the characterization of Hungarian populations we investigated basic propagation and cultivation factors (**figure 133.**). The morphological and chemical diversity of clones originating from different parts of Hungary was investigated in open field experiments and laboratory measurments. In order to find the appropriate propagation method we studied the efficacy of propagation by spores, micropropagation and in a vegetative way by the division of rhizome parts. Among the agrotechnical parameters influencing the quality and quantity of the crude drug we focused on the investigation of the effect of different irrigation systems and water amounts.

Among the parameters of crude drug quality the content of flavonoids was measured and the identity and clarity of the material was proved by the TLC-method specified by the current Hungarian and European Pharmacopeia.

The open field investigations were carried out between 2003 and 2006 in Soroksár on the experimental farm of Corvinus University of Budapest. The analytical measurements were made in the laboratory of the Department of Medicinal and Aromatic Plants.

As a summary of our results the following scientifically new conclusions can be drawn:

1. In case of the field horsetail we carried out the first systematical investigation on the evaluation of different Hungarian populations. As a result of these experiments we selected populations with relatively high yields (EA18: 58 g/0,25 m² and EA 23: 48,0 g/0,25 m²) yield of dried herbage in the second year and clones with a high level of flavonoids (EA10: 0,96 %) and EA 11 (0,90 % flavonoids).

2. On the base of our measurement we proved the fact of a negative correlation between yield and the flavonoid content of the drug. The clones (EA18, EA23) with a typically high yield of herbage usually had a significant low level of flavonoids and the populations with an adequate level of active ingredients had notably a low yield of dried herbage.
3. By regularly taken and analysed samples during the vegetation period we proved that the flavonoid content of the horsetail drug is – irrespectively of the place of origin – at the highest level in the first year after planting and declines continuously in the following years.
4. We proved the vegetative propagation way to be the most effective among the investigated ones. The propagation by rhizome pieces having 3 nodi turned out to be the most operative propagation method.
5. We found that planting of rhizomes having already generative sprouts influences the further development of the plant in a positive way.
6. We defined spring to be the optimal season for planting the horsetail rhizomes.
7. We confirmed the effect of planting depth and irrigation method of the field horsetail's further development and yield. Planting in 15 cm deep and watering by sprinkler irrigation turned out to have the most positive effect on the growth of the plant.
8. Our experimental results proved the facts described in the literaure that the field horstail has a medium water requirement. In the experimental plots the plants irrigated with medium amount of water (40 mm per week) had the highest yield (57 g/0,25 m²).
9. We established that the growth cycle of the horsetail changes vitally while cultivation. Contrary to the collection practice late summer in the first year we harvested the plants in June and in the second year July seemed to be the best time for harvesting.
10. While the three-year period of our experiments we allocated that it is only possible to harvest the field horsetail once during a vegetation period because after cutting there is no mentionable regeneration of the sprouts anymore until fall.

To summarize our scientific results the following pragmatic conclusions can be drawn: Among the investigated clones only EA 11 originating from Pusztadobos turned out to have an appropriate flavonoid content beside a high yield of herbage. The vegetative propagation way by rhizome pieces having three nodi seems to be the most effective among the searched methods. The phenologic stadium of the rhizome and the planting depth have a significant effect on the development of the plants. The 15 cm deep setting of rhizomes having already generative sprouts appeared to be the most successful combination (**table 133.**). Furthermore the irrigation method and the supplementary water supply have also a notable effect on the yield of the plants, which was the highest on the parcels irrigated by a sprinkler system with a medium amount (40 mm per week) of supplementary water. The age of the plant and the harvesting time also have a notable effect on the yield of the field horsetail and on the drug quality. At the cultivated plants we measured the highest level of flavonoids in the first year (contrary to the yield of the plant). In the following years the horsetail's flavonoid content declined steadily. In the first year after planting the horsetail plants didn't have any notable yield. In the second year the the highest amount of drugs with the highest level of flavonoids was harvested in June and in the third year July turned out to be the optimal period for harvesting.

Althouth we managed to clear a number of essential questions of the field horsetail production as a result of our open field and laboratory experiments the introduction of *Equisetum arvense* still can not be mentioned as sorted out. From the point of view of a successful production further optimalization of various growing factors is indispensable. The appropriate control of weeds is one of the most important problems to solve. But there are still further questions waiting for their answers such as how long it is economic and even possile to keep a field horsetail plantation or **if** it is necessary to renew the plantation from time to time.

8. FELHASZNÁLT IRODALMAK JEGYZÉKE

1. AUGUSZTIN B., JÁVORKA S., GIOVANNINI R., ROM P. (1948): Magyar Gyógynövények. Budapest: Földművelésügyi Minisztérium. 37-38.p.
2. BERNÁTH J. (1999): Biological and economical aspects of utilization and exploitation of wild growing medicinal plants in Middle- and South Europe. Proc. Of WOCMAP II. Acta Hort. Nr. 500 31-41.
3. BLUMENTHAL M., GOLDBERG A., RINCKMANN J. (2000): Herbal Medicine: Expanded Commission E Monographs. Austin: American Botanical Council. 208-211.p.
4. BOHR CH. (1997): Inkulturnahme von bisher aus Wildsammlungen stammenden Wirkstoffpflanzen. Drogenreport 10(17): 37-39.p.
5. BOMME U. (1999): Anbau und Züchtung von *Arnica montana*. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen. 4: 202-203.p.
6. BOROS G. (1980): Heil- und Teepflanzen. Stuttgart: Ulmer Verlag. 92-93.p.
7. BOWN D. (1998): DuMont's grosse Kräuterenzyklopädie. Köln: duMont. 278.p.
8. BRANTNER A. (1997): Richtlinien für die gute Landwirtschaftliche Praxis von Arznei- und Gewürzpflanzenbau (GAP-Regeln). Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzenbau. 4: 202-206.p.
9. BUNDESANZEIGER (1998): Monographien der Kommission E. Köln: Bundesgesundheitsamt.
10. CULPEPPER N. (1640): Culpepper's Complete Herbal. London: W. Foulsham & Co. 193-194.p.
11. DACHLER M., PELZMANN H. (1999): Fenchel In: Arznei- und Gewürzpflanzen. Klosterneuburg: Österreichischer Agrarverlag. 177-183.p.
12. D'AMELIO F.(1999): Botanicals: A phytocosmetic desk reference. Boca Raton: CRC Press. 130-131.p.
13. DANERT S., FUKAREK F., HANELT P., HELM J., KRUSE J., LEHMANN C.O., SCHULTZE-MOTEL J. (1974): Uránia növényvilág. Budapest: Gondolat Kiadó. 2. kötet 67-68.p.
14. DANERT S., FUKAREK F., HANELT P., HELM J., KRUSE J., LEHMANN C.O., SCHULTZE-MOTEL J. (1980): Uránia növényvilág. Budapest: Gondolat Kiadó. 2. javított kiadás. 2. kötet 64-69.p.
15. DÁNOS B. (1997): Farmakobotanika. Budapest: Argumentum Kiadó. 56-58.p.
16. DÖRFLER H.P., ROSELT G. (1997): Hausbuch der Heilpflanzen: Gestern und Heute. Berlin: Urania Verlag. 16-107.p.

17. DUKE J. (2000): CRC Handbook of Medicinal Herbs. Boca Raton: CRC Press. 178-179.p.
18. FEKETE Z., HARGITAI L., ZSOLDOS L. (1964) Talajtan és agrokémia. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó. 138-149.p.
19. FRANKE R. (1999): Neuentstehung der Kulturpflanzen heute. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzenbau. 4: 24-38. p.
20. FRANZ CH. (2000): Züchtung und Anbau von Arzneipflanzen In: K. Hiller, M.F. Melzig: Lexikon der Arzneipflanzen und Drogen. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag. 422-427.p.
21. FRANZ CH., MÁTHÉ Á. (1997): Richtlinien für die gute landwirtschaftliche Praxis von Arznei- und Gewürzpflanzen. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzenbau. 4:202-206.p.
22. FRISNYÁK S. (szerk.) (1988): Magyarország földrajza. Budapest. Tankönyvkiadó. 368-399.p.
23. FROHNE D., PFÄNDER H.J. (1987): Giftpflanzen. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH. 115-116.p.
24. FROHNE D. (1979): Systematik des Pflanzenreichs: unter bes. Berücks. chem. Merkmale u. pflanzl. Drogen. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. 57-58.p.
25. GIMPL A., BERNÁTH J. (2003): Mezei zsurló: Gyűjtés vagy termesztés? Kertgazdaság 35(4): 61-68.p.
26. HAGENSTRÖM H.T., ELZE A. (1986): Blasen- und Nierentee. Deutsche Apothekerzeitung 1986; 126:1917.p.
27. HANF M. (1998): Farbatlas der Wildkräuter und Unkräuter. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag. 196-197.p.
28. HEGI G. (1906-1931): Illustrierte Flora von Mittel-Europa. München. Verlag von J.F. Lehmann. 1. kötet. 51-62.p.
29. HOFFMANN F., MANNING M. (2002): Herbal Medicine and Botanical Medical Fads. Binghamton: The Haworth Press. 135-136.p.
30. HOLZHÜTER G., NARAYANAN K., GERBER T. (2003): Structure of silica in *Equisetum arvense*. Anal Bional Chem. 376: 5112-517.p.
31. HOLZNER W. (É.n.): Ackerunkräuter. H.n.: Leopold Stocker Verlag. 13-14.p.
32. HORTOBÁGYI T. (1979): Növényrendszertan. Budapest: Tankönyvkiadó. 385. p.
33. http://www.pharmakobotanik.de/systematik/2_ab_reg/pterido/equiseta.
34. HUNYADI K., BÉRES I., KAZINCZI G. (2000): Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Budapest: Mezőgazda Kiadó. 177-179.p.
35. KARÁTSONY S. (szerk.) (2000): Pannon Magyarország Enciklopédia. Budapest: Dunakanyar 2000. 224.268.p.

36. KENNER D., REQUENA Y. (1996): Botanical medicine: An European professional perspective. Brookline: Paradigm Publications. 183-184.p.
37. KÉRY Á. (Szerk.) (2003): Gyógynövényekkel az egészségért. Budapest: Kereskedelmi és Idegénforgalmi Továbbképző Kft. 188-189.p.
38. KIRÁLY I. (1965): Növénytan és drogismeret. Budapest: Medicina Könyvkiadó. 130.p.
39. KOZAK A., BERNÁTH J. (2006): Einfluss von Pflanztiefe und Bewässerung auf Wachstum und Drogenertrag des Ackerschachtelhalmes (*Equisetum arvense* L.) Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzenbau. 11 (1): 35-40.p.
40. KOZAK A., BERNÁTH J., GOSZTOLA B. (2006): A termesztésbevonás hatása a mezei zsurló (*Equisetum arvense* L.) növekedésére és droghozamára. Kertgazdaság 38(2): 61-69.p.
41. LAUNERT E. (1981): Edible and Medicinal Plants of Britain and Northern Europe. Twickenham: The Hamlyn Publishing Group Limited. 12.p.
42. MIHALIK E., NYAKAS A., KÁLMÁN K., NAGY E. (1999): Növényanatómiai praktikum. Szeged: JATEPress. 32-34p.
43. MOERMAN D. (1998): Native American Ethnobotany. Portland: Timber Press. 213-214.p.
44. NAGAI T., MYODA T., NAGASHIMA T. (2005): Antioxidative activities of water extract and ethanol extract from field horsetail (tsusuki) *Equisetum arvense* L. Food Chemistry 91:389-394.p.
45. NAGELL A. (1987): Qualitätssicherung von Arzneidroge. Deutsche Apothekerzeitung. 127(7): 35-42.p.
46. NÉMETH É. (2001): Beweggründe und Ergebnisse der Inkulturnahme wildwachsender Arzneipflanzen im landwirtschaftlichen Anbau. Drogenreport. 14(25): 3-7.p.
47. NÉMETH É., BERNÁTH J. (2001): Anbau und Markt von Arznei- und Gewürzpflanzen in Ungarn. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzenbau 6:103-108.p.
48. PAHLOW M. (2001): Das grosse Buch der Heilpflanzen. Augsburg: Weltbild Verlag. 273-275.p.
49. PANK F. (1999): Züchterische Aspekte der Inkulturnahme von Arzneipflanzen. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen. 4:198-206.p.
50. PETRI G. (1979): Drogatlas. Budapest: Medicina Könyvkiadó. 172-173.p.
51. PHARMACOPOEA HUNGARICA (2004): Editio VIII. – Tom. II. Budapest: Medicina Könyvkiadó. 1788-1789.p.
52. PIEKOS R., PASLAWSKA S., GRINCZELIS W. (1975): Studies on the optimum conditions of extraction of silicon species from plants with water. Planta Med. 27:145.p.
53. RÁCZ G., RÁCZ-KOTILLA E., SZABÓ L.GY. (1992): Gyógynövényismeret. Budapest: SANITAS Természetgyógyászati alapítvány. 195-197.p.

54. RÁCZ G. In: Bernáth J. (Szerk.) (1993): Vadon termő és termesztett gyógynövények. Budapest: Mezőgazda Kiadó. 249-251.p.
55. RÁPÓTI J., ROMVÁRY V. (1977): Gyógyító növények. Budapest: Medicina Könyvkiadó. 288-289.p.
56. SANTOS E. (2005): Sedative and anticonvulsant effects of hydroalcoholic extract of *Equisetum arvense*. Fitoterapia 76: 508-513.p.
57. SCHILCHER H. (1994): Kleines Heilkräuter-Lexikon. Weil der Stadt: Walter Hädecke Verlag. 121.p.
58. SCHILCHER H. (2005): Szóbeli közlés
59. SCHILCHER, H. (1987): Pflanzliche Diuretika. Zeitschrift für Phytotherapie. 8: 141.p.
60. SCHNEIDER E. (1998): Kultur am Wildstandort - Eine Möglichkeit zum Schutz wildwachsender Arzneipflanzen. Drogenreport 11(20): 20-22.p.
61. SCHNEIDER G. (Szerk.) (1993): Hagers Handbuch der Pharmazeutischen Praxis. H.n.: Springer Verlag. 64-72.p.
62. SCHÖNFELDER I.; SCHÖNFELDER P. (É.n.): Gyógynövényhatározó. Budapest: Holló és Társa. 348.p.
63. SIMON T. (1992): A Magyarországi edényes flóra határozója. Budapest: Tankönyvkiadó. 55-57.p.
64. TYLER V.E. (1993): The Honest Herbal. Binghamton: The Haworth Press. 179-180.p.
65. UJVÁROSI M. (1973): Gyomnövények. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó. 33-38.p.
66. VEIT M. (1989): Schachtelhalmkraut-Reinheits und Identitätsuntersuchung mit Hilfe von HPLC. Deutsche Apothekerzeitung. 129:1591.p.
67. VEIT M. (1990): Malonylated flavone 5-O-glucosides in the barren sprouts of *Equisetum arvense* L. Phytochemistry 29:2555. p.
68. VEIT M. (1994): Probleme bei der Bewertung pflanzlicher Diuretika. Zeitschrift für Phytotherapie, 15 (6) 331-341.p.
69. WICHTL M. (1984): Welche pflanzlichen Drogen spielen in unseren Apotheken noch eine Rolle? Deutsche Apothekerzeitung. 124: 60.p.
70. WICHTL M. (Szerk.) (1997): Teedrogen und Phytopharmaka. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft. 203-207.p.

9. ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. **ábra:** *Equisetum arvense* L. (forrás: www.jardimdeflores.com)
2. **ábra:** A mezei zsurló többemeletes gyökérrendszere (forrás: www.ivis.org)
3. **ábra:** Tápanyag raktározó gumók a mezei zsurló rhizómáján (fotó: Kozak, 2006)
4. **ábra:** a mezei zsurló raktározógumójának keresztmetszete a sötét foltokként jól látható keményítőfelhalmozódásokkal (fotó: Kozak, 2005)
5. **ábra:** a mezei zsurló raktározógumójának keresztmetszete jól látható keményítőszemcsékkel (fotó: Kozak, 2005)
6. **ábra:** A mezei zsurló termőhajtásai (balra) és sporofillumfüzére (jobbra) (fotók: Bernáth, 2002; Kozak, 2006)
7. **ábra:** Pajzs alakú sporofillumok (1) a sporofillumfüzéken belsejükben zsákszerű sporangiumokkal (forrás: Mihalik et al., 1999)
8. **ábra:** Zöld *Equisetum* spórák *hapterákkal*. (forrás: <http://botit.botany.wisc.edu>)
9. **ábra:** *Equisetum* spórák nyitott *hapterákkal* (forrás: www.barnes-botany.co.uk)
10. **ábra:** A mezei zsurló meddőhajtásai (fotó: Bernáth, 2000)
11. **ábra:** A mezei zsurló szárában (balra) és levelében (jobbra) felhalmozódó szilícium struktúrája (forrás: Holzhüter et al., 2003)
12. **ábra:** A zsurlókra jellemző sallangos női előtelep (a) palack alakú *archegóniumokkal* (1) és lemezszerű hím előtelep (b) gömbölyded *anterídiumokkal* (2) (forrás: Mihalik et al., 1999)
13. **ábra:** A mezei zsurló előtelepei (forrás: <http://botit.botany.wisc.edu>)
14. **ábra:** A mezei zsurló fejlődésmenete (forrás: Hortobágyi, 1979)
15. **ábra:** Az izospórák harasztok vázlatos fejlődésmenete
16. **ábra:** A mezei zsurló elterjedése (forrás: <http://linnaeus.nrm.se>)
17. **ábra:** Kiterjedt zsurlóállomány a vasúti töltésen, Észak-Magyarországon. (fotó: Bernáth, 2003)
18. **ábra:** A mezei zsurló drogja: *Equiseti herba* (fotó: Kozak, 2006)
19. **ábra:** Különböző *Equisetum* minták flavonoidspektruma 10x10 cm-es HPTLC lemezen (forrás: Wichtl, 1997)
20. **ábra:** *Equiseti herba* mikroszkopikus felvétele (forrás: <http://botany.cs.tamu.edu>)
21. **ábra:** A szártagok hosszúságának aránya a mezei zsurló fő hajtásán (forrás: <http://pharm1.pharmazie.uni-greifswald.de>)
22. **ábra:** Oldalág-keresztmetszet (forrás: Petri, 1979)
23. **ábra:** Főtengely keresztmetszet (forrás: Petri, 1979)
24. **ábra:** Szár-epidermisz felülnézetben (forrás: Petri, 1979)
25. **ábra:** A mezei zsurló hullámos falú epidermisz sejteinek keresztmetszete (forrás: Wichtl, 1997)

- 26. ábra:** A mezei zsurló gyűjtése – helytelenül – vasúti töltésről (fotó: Bernáth, 2003)
- 27. ábra:** A mezei zsurló (balra) termő és meddő hajtása és a mocsári zsurló (jobbra) sporofillumos hajtásai az oldalhajtások keresztmetszeteivel (forrás: Ujvárosi, 1973)
- 28. ábra:** A mezei zsurló (balra) és a mocsári zsurló (jobbra) szárkeresztmetszete (forrás: <http://www.pharmakobotanik.de>)
- 29. ábra:** A mezei zsurló és a mocsári zsurló szára (forrás: <http://www.pharmakobotanik.de>)
- 30. ábra:** A mezei (balra) és a mocsári zsurló (jobbra) epidermális kitüremkedései (forrás: Wichtl, 1997)
- 31. ábra:** A mocsári (balra) és a mezei zsurló (jobbra) gázcsere nyílásai (forrás: Wichtl, 1997)
- 32. ábra:** A természetes állományoknak a túlzott gyűjtés következtében fellépő minőségi és mennyiségi leépülése (Forrás: Schneider, 1998)
- 33. ábra:** A 9 gyűjtési terület
- 34. ábra:** A havi átlagos középhőmérséklet (°C) alakulása a kísérleti években
- 35. ábra:** A napfényes órák havi összegének alakulása a kísérleti években
- 36. ábra:** A havi csapadékösszegek alakulása a kísérleti években
- 37. ábra:** Kiterjedt zsurlóállomány a Perkupai vasúti töltésen (fotó: Bernáth, 2003)
- 38. ábra:** Mikroszaporításra váró hajtáskezdemények a rhizómán (balra) és fertőtlenítve (jobbra) (fotó: Kozak, 2006)
- 39. ábra:** A mezei zsurló sterilizált hajtáscsúcsai táptalajon (fotó: Kozak, 2006)
- 40. ábra:** Mezei zsurló rhizóma látható hajtáskezdeménnyel (fotó: Kozak, 2006)
- 41. ábra:** Műanyag pohár egy nádusszal ültetett, kihajtó fiatal zsurlónövénnyekkel 2006.08.04.-én (fotó: Kozak, 2006)
- 42. ábra:** A mérések során használt 0,5m x 0,5m területet behatároló mérőkeret (fotó: Kozak, 2006)
- 43. ábra:** A 2004 tavaszán telepített tövek az ültetés előtt (balra). Kiterjedt gyökérzetű, vegetatív állapotban lévő zsurlónövény a 2004 tavaszi telepítés előtt (jobbra) (fotó: Kozak, 2004)
- 44. ábra:** A kísérleti parcellák 2004 tavaszán (fotó: Kozak, 2004)
- 45. ábra:** A kijuttatott vízmennyiség hatásának vizsgálatára telepített kísérleti parcella csepegtető öntözőcsővel (fotó: Kozak, 2005)
- 46. ábra:** A vékonyrétegkromatográfiás réteglapok értékelése (forrás: Ph.Hg.VIII.)
- 47. ábra:** Izzítókemence a Gyógy-és Aromanövények Tanszék laboratóriumában porcelán tégelyekkel (Fotó: Kozak, 2006)
- 48. ábra:** A különböző években telepített, eltérő eredetű populációk hajtásszámának alakulása a kísérleti évek során
- 49. ábra:** A különböző években telepített, eltérő eredetű populációk hajtáshoszáinak alakulása a kísérleti évek során

- 50. ábra:** A hajtáscsúcsok felől sárguló zsurlóhajtások (fotó: Kozak, 2005)
- 51. ábra:** A 2003 őszén telepített növények droghozama a kísérleti években (2004-2006)
- 52. ábra:** A 2004 őszén telepített állományok droghozama a kísérleti években (2005-2006)
- 53. ábra:** A 2005 tavaszán telepített állományok droghozama a kísérleti években (2005-2006)
- 54. ábra:** A másodéves EA9-es és az EA12-es klónok jellegzetes habitusú zöld hajtásai
(fotó: Kozak, 2005)
- 55. ábra:** Az EA11- es és az EA10-es klónok jellegzetes habitusú zöld hajtásai 2005.08.25.-én
(fotó: Kozak, 2005)
- 56. ábra:** A 2003 őszén telepített növények összflavonoid-tartalma a kísérleti években (2004-2006)
- 58 ábra:** A 2005 tavaszán telepített állományok összflavonoid-tartalma 2006-ban
- 59. ábra:** A 2004 őszén telepített klónok összflavonoid-tartalmának statisztikai értékelése
- 60. ábra:** a 2005 tavaszán telepített klónok összflavonoid-tartalmának statisztikai értékelése
- 61. ábra:** Az EA1, EA2, EA3, EA4, EA6, EA9, EA10 és az EA11 felszaporított klónok
flavonoid-spektruma VRK szilikagél lemezen (fotó: Kozak, 2006)
- 62. ábra:** Az EA12, EA13, EA14, EA16, EA18, EA23 felszaporított klónok és mocsári zsurló
flavonoid-spektruma VRK szilikagél lemezen (fotó: Kozak, 2006)
- 63. ábra:** Rövid rhizómadarabokból szaporított fiatal zsurlónövények (fotó: Kozak, 2006)
- 64. ábra:** A különböző állapotú rhizómadarabokból fejlődő növények hajtásszáma
a telepítés évében
- 65. ábra:** A különböző állapotú rhizómadarabokból fejlődő növények hajtáshossza
a telepítés évében
- 66. ábra:** A különböző állapotú gyökérrészekből fejlődött fiatal zsurlónövények
(fotó: Kozak, 2006)
- 67. ábra:** A különböző állapotú rhizómadarabokból fejlődő másodéves növények hajtásszáma és
átlagos hajtáshossza az áttelelést követően (2007.06.02)
- 68. ábra:** a három nóduszos rhizómadarabokból fejlődött, elsőéves zsurlónövények
hajtáskezdeményekkel az őszi kiültetés előtt (fotó: Kozak, 2006)
- 69. ábra:** A Pusztadobosról származó, különböző fenológiai állapotban telepített növények
hajtásszámának alakulása az első tenyészév során
- 70. ábra:** A Pusztadobosról származó, különböző fenológiai állapotban telepített növények
hajtásszámának alakulása a második tenyészév során
- 71. ábra:** A Nyírmadáról származó, különböző fenológiai állapotban telepített növények
hajtásszámának alakulása az első tenyészév során
- 72. ábra:** A Nyírmadáról származó, különböző fenológiai állapotban telepített növények
hajtásszámának alakulása a második tenyészév során

- 73. ábra:** A Pusztadobosról származó, különböző fenológiai állapotban telepített növények hajtáshosszáinak alakulása az első tenyészévben
- 74. ábra:** A Pusztadobosról származó, különböző fenológiai állapotban telepített növények hajtáshosszáinak alakulása a második tenyészévben
- 75. ábra:** A Nyírmadáról származó, különböző fenológiai állapotban telepített növények hajtáshosszáinak alakulása az első tenyészévben
- 76. ábra:** A Nyírmadáról származó, különböző fenológiai állapotban telepített növények hajtáshosszáinak alakulása a második tenyészévben
- 77. ábra:** A Pusztadobosról származó, különböző fenológiai állapotban telepített növények droghozamának alakulása az első és a második tenyészévben
- 78. ábra:** A Nyírmadáról származó, különböző fenológiai állapotban telepített növények droghozamának alakulása az első és a második tenyészévben
- 79. ábra:** A Pusztadobosról és a Nyírmadáról származó, különböző fenológiai állapotban telepített növények összflavonoid-tartalmának alakulása a második tenyészévben (2006.07.24)
- 80. ábra:** A Pusztadobosról származó, különböző évszakokban telepített növények hajtásszámának alakulása az első tenyészév során
- 81. ábra:** A Pusztadobosról származó, különböző évszakokban telepített növények hajtásszámának alakulása a második tenyészév során
- 82. ábra:** A Nyírmadáról származó, különböző évszakokban telepített növények hajtásszámának alakulása az első tenyészév során
- 83. ábra:** A Nyírmadáról származó, különböző évszakokban telepített növények hajtásszámának alakulása a második tenyészév során
- 84. ábra:** A Pusztadobosról származó, különböző évszakokban telepített növények hajtáshosszáinak alakulása az első tenyészév során
- 85. ábra:** A Pusztadobosról származó, különböző évszakokban telepített növények hajtáshosszáinak alakulása a második tenyészév során
- 86. ábra:** A Nyírmadáról származó, különböző évszakokban telepített növények hajtáshosszáinak alakulása az első tenyészév során
- 87. ábra:** A Nyírmadáról származó, különböző évszakokban telepített növények hajtáshosszáinak alakulása a második tenyészév során
- 88. ábra:** A Pusztadobosról származó, különböző évszakokban telepített növények droghozamának alakulása a két tenyészév során
- 89. ábra:** A Nyírmadáról származó, különböző évszakokban telepített növények droghozamának alakulása a két tenyészév során

- 90. ábra:** A Pusztadobosról és Nyírmadáról származó, különböző évszakokban telepített növények összflavonoid-tartalmának alakulása a második tenyészévben (2006.07.24)
- 91. ábra:** A ültetési mélység és az öntözési mód hatásának vizsgálatára telepített kísérleti parcellák harmadéves növényei kora tavasszal (fotó: Kozak, 2006)
- 92. ábra:** A harmadéves zsurlónövények tömegesen megjelenő generatív hajtásai (fotó: Kozak, 2006)
- 93. ábra:** A harmadéves növények generatív és a vegetatív hajtásainak együttes megjelenése a kísérleti parcellákon (fotó: Kozak, 2006)
- 94. ábra:** A három éves zsurlónövények fertilis és sterilis hajtásainak párhuzamos megjelenése (fotó: Kozak, 2006)
- 95. ábra:** Egyazon növény termő és zöld hajtásai (fotó: Kozak, 2006)
- 96. ábra:** A különböző mélységre telepített zsurlótövek hajtásszáma a három tenyészév során (2004-2006)
- 97. ábra:** A különböző mélységre telepített zsurlótövek hajtáshossza a három tenyészév során (2004-2006)
- 98. ábra:** A különböző mélységre telepített, másod- és harmadéves zsurlótövek generatív hajtásainak száma
- 99. ábra:** A különböző mélységre telepített zsurlótövek droghozamának alakulása a három tenyészév során (2004-2006)
- 100. ábra:** A különböző mélységre telepített zsurlótövek droghozamának statisztikai értékelése
- 101. ábra:** A különböző mélységre telepített zsurlótövek összflavonoid-tartalmának alakulása a három tenyészév során (2004-2006)
- 102. ábra:** a különböző mélységre telepített zsurlótövek összflavonoid-tartalmának statisztikai értékelése
- 103. ábra:** A különböző mélységre telepített zsurlótövek hamu- és homoktartalma a három tenyészidőszak során (2004-2006)
- 104. ábra:** A különböző módon öntözött zsurlótövek hajtásszámának alakulása a három tenyészidőszak során (2004-2006)
- 105. ábra:** A csepegtető rendszerrel öntözött kísérleti parcellák a telepítés évében (elöl a 15 cm-re telepített, hátul a 30 cm-re ültetett növények) (fotó: Kozak, 2004)
- 106. ábra:** A másodéves kísérleti állomány: elöl az esőzető-, középen a csepegtető és hátul az altalaj-öntözéssel vízellátott parcellák (fotó: Kozak, 2005)
- 107. ábra:** A kísérleti állomány a harmadik tenyészévben (fotó: Kozak, 2006)
- 108. ábra:** A különböző módon öntözött zsurlótövek hajtáshosszának alakulása a három tenyészidőszak során (2004-2006)

- 109. ábra:** A különböző módon öntözött zsurlótövek generatív hajtásainak számának alakulása a második és a harmadik tenyészévben
- 110. ábra:** A különböző módon öntözött zsurlótövek droghozamának alakulása a három tenyészidőszak során (2004-2006)
- 111. ábra:** a különböző módon öntözött zsurlótövek droghozamának statisztikai értékelése
- 112. ábra:** A különböző módon öntözött zsurlótövek összflavonoid-tartalmának alakulása a három tenyészidőszak során (2004-2006)
- 113. ábra:** A különböző módon öntözött zsurlótövek összflavonoid-tartalmának statisztikai értékelése
- 114. ábra:** A tenyészév hatása a mezei zsurló összflavonoid-tartalmára
- 115. ábra:** A különböző módon öntözött zsurlótövek hamu- és homoktartalmának alakulása a három tenyészév során (2004-2006)
- 116. ábra:** A különböző vízmennyiséggel ellátott zsurlótövek hajtásszámának alakulása a két tenyészidőszak során
- 117. ábra:** A különböző vízmennyiséggel ellátott zsurlótövek hajtáshosszának alakulása a két tenyészidőszak során
- 118. ábra:** A különböző vízmennyiséggel ellátott parcellák másodéves zsurlónövényei (fotó: Kozak, 2006)
- 119. ábra:** A különböző vízmennyiséggel ellátott, másodéves zsurlótövek generatív hajtásainak száma 2006.04.13-án
- 120. ábra:** A különböző vízmennyiséggel ellátott zsurlótövek droghozamának alakulása az első és a második tenyészévben
- 121. ábra:** A különböző vízmennyiséggel ellátott zsurlótövek droghozamának statisztikai értékelése
- 122. ábra:** A különböző vízmennyiséggel ellátott zsurlótövek összflavonoid-tartalmának alakulása az első és a második tenyész évben
- 123. ábra:** A különböző vízmennyiséggel ellátott zsurlótövek hamu- és homoktartalmának alakulása az első és a második tenyészében
- 124. ábra:** A hajtásszám alakulása a kísérleti állományban a három tenyészév során (2004-2006)
- 125. ábra:** A hajtáshossz alakulása a kísérleti állományban a három tenyészév során (2004-2006)
- 126. ábra:** A droghozam alakulása a kísérleti állományban a három tenyészidőszak során (2004-2006)
- 127. ábra:** Az összflavonoid-tartalom alakulása a kísérleti állományban a három tenyészidőszak során (2004-2006)
- 128. ábra:** A hamu- és homoktartalom alakulása a kísérleti állományban a három tenyészév során (2004-2006)

- 129. ábra:** A kísérleti termesztésből származó, szárított zsurlódrog (fotó: Kozak 2005)
- 130. ábra:** A perspektivikus klónok droghozama 2004-2006
- 131. ábra:** A perspektivikus klónok összflavonoid-tartalma 2004-2006
- 132. ábra:** A mezei zsurló termesztésbe vonása

10. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

- 1. táblázat:** A mezei és a mocsári zsurló morfológiai bélyegei
- 2. táblázat:** A gyűjtés és a termesztés előnyei és hátrányai
- 3. táblázat:** A gyűjtési helyek talajvizsgálati eredményei
- 4. táblázat:** A különböző helyekről gyűjtött tövek jellemzői
- 5. táblázat:** A Soroksári talajminta vizsgálati eredményei
- 6. táblázat:** A mikroszaporítási kísérletek során alkalmazott fertőtlenítési eljárások
- 7. táblázat:** A mikroszaporítási kísérletek során alkalmazott táptalajok
- 8. táblázat:** A rhizómadarabbal történő szaporítási kísérlet kísérleti kombinációi
- 9. táblázat:** A természetes állományokból gyűjtött növények kiültetési időpontjai
- 10. táblázat:** A természetes állományokból származó, felszaporított növények betakarítási időpontjai
- 11. táblázat:** A vizsgált populációk optimális vágási időpontjai a három tenyészcsoport során
- 12. táblázat:** A különböző fenológiai állapotban telepített tövek betakarítási időpontjai
- 13. táblázat:** Az ültetési mélység és az öntözési mód vizsgálatára telepített növények betakarítási időpontjai
- 14. táblázat:** A hajtásnövekedés dinamikája a kísérleti termesztésben 2004-2006
- 15. táblázat:** A drogmennyiség- és minőséget befolyásoló paraméterek alakulása a 2. és a 3. kísérleti évben
- 16. táblázat:** A 9 perspektivikus klón átlagos droghozama

Köszönöm.....

Témavezetőmnek, *dr. Bernáth Jenőnek* a rengeteg biztatást, a szakmai tanácsot és irányítást.
A *Tanszék összes munkatársának*, hogy időt szántak a kérdéseimre és hasznos tanácsokkal láttak el.
Szőnyiné Hórits Zsuzsának és *dr. Tanító Gabriellának*, hogy segítettek a növények begyűjtése során.

Gulybán Simonnak, hogy a kísérletek során felhasznált nagy mennyiségű növényanyag beszerzését éveken keresztül lehetővé tette.

Demeter Klárinak, hogy megtanított a labormunka alapvető fogásaira és ez által lehetővé tette, hogy saját magam végezem a hatóanyag-vizsgálatokat.

A *Soroksári Kísérleti telep dolgozóinak* a kísérleti állományok létrehozása és fenntartása során nyújtott segítségüket.

Felhősné dr. Váczi Erzsébetnek a szövettani vizsgálatok során nyújtott segítségét.

Tillyné dr. Mándy Andreának és *Jámborné dr. Benczúr Erzsébetnek*, hogy lehetővé tették a mikroszaporítás általi szaporítási kísérletek elvégzését, illetve hogy a munkámban a messzemenőkig támogattak és aktívan részt vettek.

Dr. Kéry Ágnesnek az analitikával kapcsolatos elengedhetetlen szakmai segítségét.

Opponenseimnek, *dr. Facsar Gézának*, *dr. Mihalik Erzsébetnek* és *dr. Neumayer Évának*, hogy időt szakítottak a dolgozat alapos áttanulmányozására és javaslataikkal, észrevételeikkel javították a disszertáció színvonalát.

Szüleimnek, *Gimpl Ferencnek* és *Gimpl Margitnak* támogatásukat, tanácsaikat és soha meg nem szűnő bátorításukat.

Testvéremnek, *Gimpl Editnek* a dolgozat alapos áttanulmányozását és rengeteg nyelvi, nyelvtani hiba és elgépelés kijavítását.

Férjemnek, *Kozak Jaroslawnak* a rengeteg informatikai és technikai segítséget és háttérmunkát, a kitartó ösztönzést, bátorítást.