

Földhasználati tényezők agroökológiai hatásai a mezeinyúl populációk dinamikájára

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Tarnawa Ákos

Gödöllő

2012

A doktori iskola

megnevezése: Növénytudományi Doktori Iskola

tudományága: Növénytermesztési és Kertészeti

vezetője: Dr. Heszky László

egyetemi tanár, MTA rendes tagja

**Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és
Környezettudományi Kar**

Genetika és Biotechnológiai Intézet

témavezető: Dr. Jolánkai Márton

egyetemi tanár

**Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és
Környezettudományi Kar**

Növénytermesztési Intézet

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

Tartalomjegyzék

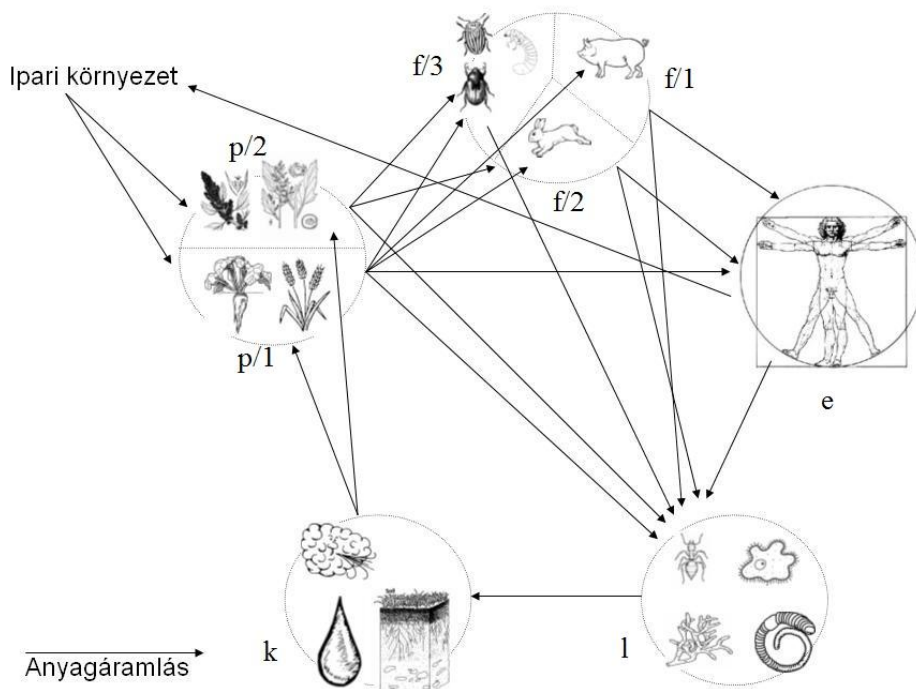
Tartalomjegyzék	3
A munka előzményei, a kitűzött célok	4
Célkitűzések	5
Anyag és módszer	7
A jászárokszállási kísérlet	7
A nagygombosi mérés	8
Országos adatbázisok	8
Statisztikai módszerek	9
Eredmények	11
A jászárokszállási kísérlet	11
A nagygombosi mérés	15
Országos adatbázisok	16
Következtetések, javaslatok	21
A jászárokszállási kísérlet	21
A nagygombosi mérés	22
Országos adatok	22
Összességében	24
Új tudományos eredmények	25
Publikációk	27

A munka előzményei, a kitűzött célok

Az élő környezetet tekintve sosem különálló egyedekkel, hanem populációkkal találkozunk. Mivel sok esetben, mint például a növénytermesztésben vagy vadgazdálkodásban, szupraindividuális szerveződések, populációk és társulások/társítások vizsgálata és kezelése történik, ezért szoros analógiát mutat a biológia egyes területeivel, és támaszkodik azok eszköztárára. Így az agrártudományokban az ökológia analógja az agroökológia. Az agroökológiai rendszer két vizsgált kompartmentjének a kezelésével közelebbről a növénytermesztés és a vadgazdálkodás foglalkozik. Ezek kapcsán az emberiség az elmúlt évezredek során hatalmas fejlődésen ment keresztül.

Az évezredek során a világ fejlett részén a mezőgazdasági termelés volumenében egyértelműen az élelmiszerek megszerzésének legjelentősebb formájává vált, de a régebbi korok vadászó, halászó és gyűjtögető tevékenysége is fennmaradt ezzel párhuzamosan, még ha kicsit módosult formában is. Érthető módon, a jelentőségével együtt területileg is növekedett a mezőgazdaság részaránya, így ha a mai Európa képét vizsgáljuk, azt láthatjuk, hogy ezt leggyakrabban kultúrtáj alkotja. A városi és egyéb, egyértelműen antropogén hatásokat mutató területeken kívül is, szinte kizárólag szántóföldeket, és a gyepek- illetve erdőgazdálkodás által tudatosan kezelt területeket találunk. Mindezek miatt a modern mező-, erdő- és gyepegzálkodási területek biztosítják a természetes flóra és fauna tagjainak is a legnagyobb kiterjedésű élőhelyet. Ezek a populációk egy-egy speciális erőforrást képviselnek, és az emberi társadalom nem teheti meg, hogy ezeket ne kezelje valamilyen formában, még ha ezek elsősorban nem is szándékosan vannak jelen az adott területen. Ennek a kezelésnek egy különleges formája a modern vadgazdálkodás, amely, lévén az élelmiszerszerzés egyik legősibb formája, a mező- és erdőgazdálkodással párhuzamosan fejlődött, és noha annak sok esetben az árnyékába szorult, sosem tűnt el az agrár kultúránkból.

Sok esetben egy adott területen található populációk közül egyszerre, térben és időben párhuzamosan több is hasznosítható az agrárium számára. Egy ilyen rendszer joggal tekinthető agro-ökoszisztémának, amelyet az agroökológia speciális törvényei szabályoznak (1. ábra).



1. ábra. Anyagáramlás az agro-ökoszisztémában

Jelmagyarázat: p/1-termesztett növények, p/2-gyomnövények, f/1-haszonállatok, f/2-vadászható növényevők, f/3-kártevők, e-ember, l-lebontók, k-életlen természeti környezet (saját ábra, több forrásmunka alapján)

Kijelenthető, hogy a mezei élőhely és az apróvad populációk (köztük is kiemelten a mezeinyúl) összefüggéseinek föltárása és elemzése kiemelt jelentőséggel bír elméleti és gyakorlati szempontból is. Mivel sokan, sokféle szempontból közelítik meg ezt a kérdéskört, tehát nincs kialakult séma, ezért ebben a dolgozatban én az alapoktól indulok el, és innen, az összes alkotóelem áttekintése során próbálok eljutni a teljes agroökoszisztémához.

Célkitűzések

Minden kutatónak az a vágya, hogy a fölvetődő problémáját egy, vagy néhány eldöntendő kérdésre lehessen redukálni, amelyekre aztán be lehet állítani egy-egy kísérletet, kísérletsorozatot vagy megfigyelést, és azok adnának egyértelmű eredményt, miszerint alatta vagy fölötte van-e egy kívánt értéknek, így az alaphipotézis megtartható-e vagy elvetendő.

Jelen esetben ez sajnos nem ilyen egyszerű, keresgéltni kell, mert még csak az összefüggések föltárása van soron, nem pedig azok kvantifikálása. Tehát ez a

munka már csak a témájából eredően is részben metodológiai útkeresés jellegű, fontos célkitűzés, hogy az alkalmazott módszerekkel juthatunk-e értelmezhető eredményekre?

Az agroökológiai rendszer időben és térben is folyamatosan változik. Ezért meg kell vizsgálni, hogy a növénytermesztés elemeiként adódó növényfajok életük során azonos módon hatnak-e a mezeinyúl populációra, kiemelten a nagy területen termesztett növények.

A legnagyobb területen termesztett növények hatását érdemes nem csak faj, hanem fajta mélységig megvizsgálni. Például vannak búza fajták, amelyeket nagyobb területen termesztnek, mint periférikus növények közül egész fajokat. Minthogy a nyúlpopuláció nem csak alulról, a növénytermesztés felől kap szabályozó hatásokat, hanem a vadgazdálkodás felől is, vizsgálni kell, hogy a hasznosítás során a teljes potenciált kihasználjuk-e.

A mezőgazdaság napjainkban is rohamosan fejlődik. Jelentős kérdés, hogy a technikai és strukturális változások milyen hatást gyakorolnak a nyúlpopulációra. Ezzel összefüggésben a földhasználat változásait is vizsgálni kell.

Távlati célom az lenne, hogy tudjak ajánlást adni arra, hogy milyen módon lehet a két tevékenységet – a növénytermesztést és a vadgazdálkodást – úgy egymás mellett folytatni, hogy nem csak, hogy egymás kárára ne legyenek, de kiegészítve egymást, az adott területen nyerhető legnagyobb produktumot képezzék az agrárium összességének számára.

Anyag és módszer

A témához több forrásból nyertem adatokat. Egyrészt saját kísérletekből, illetve a rendelkezésre álló közforgalmú adattárakból. Ezek alapján három részt külön tárgyalok:

- egy 2006-ban Jászárokszálláson beállított kísérletet, melyből a növényállományok közötti válogatást szeretném megvilágítani,
- egy 2007-ben Nagygyomboson beállított kísérletet, ahol a búzafajták közötti preferenciát figyeltem meg,
- illetve egy, a KSH és az OVA adatokra épülő hosszú idősoros elemzést, ahol az élőhely változásának és a mezeinyúl mortalitásának a kapcsolatát vizsgáltam.

A jászárokszállási kísérlet

Jászárokszálláson 10 növényfajt vetettem el kisparcellákon, őszi búzát, őszi káposztarepcét, vörös herét, tavaszi árpát, görögszénát, szarvaskerepet, kukoricát, szóját, szemes cirkot és takarmánykáposztát. A növényfajokat a mezeinyúl táplálékpreferenciájára vonatkozó szakirodalmi adatok (Farágó 1997., Katona et al. 2010) és az egyes növényfajok agronómiai relevanciája alapján választottam ki. 4*25 méteres parcellákba vetettem, fél méteres elválasztó sávokkal, a 10 növényfajt 2 sorba blokkosítva (5-5 parcella), a két sornyi parcella között 2 méteres elválasztó sávval. A parcellák hosszanti oldalai között egy-egy alacsony kerítés volt, úgy elhelyezve, hogy a parcellákból közvetlenül ne lehessen a másikba átmenni, csak a parcellák rövidebb, nyitott végein keresztül.

Ezzel az elrendezéssel reméltem elérni, hogy több egyed otthonterületébe is beleférjen maga a kísérlet, és ezek mindegyike az összes parcellát használhassa. Öt időpontban végeztem fölvételezést: 2005. december 1-én, 2006. március 20-án, 2006. április 14-én, 2006. május 5-én és 2006. június 14-én. Minden alkalommal több paramétert rögzítettem. Egyrészt a növényállomány magasságát 10 ponton megmértem, másrészt a biomassa mennyiségét vizsgáltam, 1 m²-en levő növényi anyag levágásával és mérésével (nedves és száraz tömeget). Ezen kívül 3 ismétlésben véletlenszerűen kiválasztva 1-1 m²-en megszámoltam az ott található friss nyúlhullatékok számát, mivel föltételeztük, hogy ahol többet tartózkodnak a nyulak, ott több lesz a hulladék. A kísérletben az agronómiai föltételek közül csak a növényállomány fajának a változását szerettem volna változóként bevezetni, így általános agrotechnikát választottam az egyes növényfajok esetében. A különböző kultúrák vetési

időpontja eltérő, így a különböző fölvételezési időpontokban nem azonos kultúrák voltak a területen, illetve a fenofázisuk is folyamatosan változott.

Az állományokat leíró adatok, és az abban található hullatékok száma között kerestem regressziót és korrelációt, valamint variancia analízist végeztem. Két növényfaj (őszi búza és őszi káposztarepce), mely minden megfigyelési időpontban a területen megtalálható volt, kiemelt figyelmet érdemel, minthogy időbeli dinamikát is ábrázol. Emellett az utolsó fölvételezési időpontnak van különös jelentősége, amikor mind a tíz vizsgált növényfaj állománnyal rendelkezett. Ezt a két kiemelt esetet külön is vizsgáltam.

A nagygombosi mérés

2007 tavaszán Nagygomboson, egy búza technológiai kísérletünkben fölvételeztem a nyulak rágását búza fajtánként. A kísérletben 5 búzafajta szerepelt, Toborzó, Alföld, Magdaléna, Csárdás, Suba. Az egyes fajták blokkokban voltak elrendezve, kisparcellákon. A megfigyelést a bokrosodást közvetlenül megelőzően végeztem, ekkor mindegyik fajtából 7-7 parcella volt még, amelyik semmilyen speciális kezelést nem kapott. Ezek a parcellák a kísérleten belül szisztematikusan ugyanott helyezkedtek el a saját blokkjukban, így összehasonlíthatóak voltak. Az egyes parcellákban megszámláltam 2-2 folyóméteren, hogy hány búzanövény van, amelyik teljes, és hány darab, amelyik rendre 25, 50, 75 és 100%-ban károsodott. Ezeket százalékosan kifejezve és súlyozottan átlagolva az adott parcella károsodásának arányát kaptam.

A kapott eredményeket varianciaanalízis segítségével hasonlítottam össze.

Országos adatbázisok

Közforgalmú adattárakból (KSH, OVA) nyert adatok alapján vizsgáltam a mezeinyúl populációk dinamikájának alakulását. Az adatokat a 2000-2008 közötti időszakra vizsgáltam megyei bontásban. A KSH adatbázisában megtalálható a művelési ágak megoszlása (szántó, kert, gyümölcsös, szőlő, nádas, művelésből kivont terület), ezt 2000-ben, 2005-ben és 2008-ban mérték föl, a hiányzó évekre intrapolálással nyertem adatokat. Szintén a KSH adataiban találhatóak meg az intenzivitást jellemző adatok (műtrágya használat, szerves trágya használat, öntözővíz mennyisége), melyekből a teljes időszakot lefedő adatokat extrapolálással tudtam nyerni. Az intrapolálás és az extrapolálás ilyen rövid időtávokra a statisztikai adatbázisok föltöltésére használt standard megoldás, a FAO és a KSH is használja. Ezekből egy aggregált intenzivitas mutatót képezhető, melyben a tápanyag formák additívan, az öntözővíz multiplikatívan szerepel. A nagy területen természetű növényfajok és csoportok (gabonafélék, őszi búza, kukorica, árpa, rozs, zab,

burgonya, napraforgó, repce, cukorrépa, silókukorica, lucerna és szőlő) termesztési adatait (betakarított terület és termésátlag) a KSH adatbázis minden évben, megyei bontásban tartalmazza. Az OVA adatbázisában ugyanebben a fölbontásban a vadföldek, vadlegelők területére, valamint a vadgazdálkodásban fölhasznált szálas-, szemes-, lédús- és táp alakú takarmányok mennyiségére találtam adatokat. Ezek képezik a mezeinyúl populációk agronómiai környezetét, amely a populációkra hatással lehetnek. Ugyancsak az OVA adatbázisában a mezeinyúl populációkat leíró létszám és hasznosítás adatok is megtalálhatóak. A populációdinamika legfontosabb mutatója a mezeinyúl esetében a mortalitás. A mortalitást az adott és következő évi létszám, valamint adott évi hasznosítás alapján becsültem meg.

Mint ahogy egy adott évi állománylétszám az előző évi létszámból számolható a született, elhullott illetve migráló egyedek alapján (Csányi 2007), így kiszámítható az adott évi mortalitás. Ez a kiszámított érték egy pozitív szám lesz, de mivel a populáció dinamikája szempontjából ez kieső rész, ezért ebben az aspektusban negatív számként is logikus kezelni. A mortalitás mértékének és néhány gazdálkodási adatnak a korrelációja fontos tényeket tár föl.

Végül az egyes faktorok, mint befolyásoló tényezők, és a nyúlpopulációkat jellemző törzsállomány adatok között kerestem regressziót.

Az ország nem tekinthető homogénnek sem növénytermesztési, sem vadgazdálkodási szempontból, erről a termesztési tájakat és körzeteket összefoglaló térképek illetve a vadgazdálkodási tájakat és körzeteket összefoglaló térkép alapján tájékozódhatunk. Mivel a Statisztikai Hivatal megyei alapon gyűjt adatokat, logikusan az említett térképek összevetése alapján olyan megyéket kell keresni, amelyek azonos vadgazdálkodási, és egyben azonos termesztési tájba tartoznak. Ezen megyék közül az apróvadas jellegűeket kiemelve, szűkítetten is érdemes megvizsgálni az országosan is vizsgált mutatókat.

Statisztikai módszerek

Az adatok statisztikai értékelését a MS Excel szoftver csomag segítségével végeztem. Legtöbb esetben az r dimenzió nélküli Pearson-féle korrelációs együtthatót számítottam ki, amely két adatcsoport között a lineáris kapcsolat szorosságának leírására szolgál.

A Pearson-féle szorzatmomentum korrelációs együtthatójának négyzete (r^2 érték) pedig felfogható az x varianciájának az y varianciájára gyakorolt hatásaként.

Lineáris regresszió esetén a legkisebb négyzetes eltérésösszegek módszerével illesztünk egy egyenest, és ennek az egyenesnek a meredekségével jellemezzük

az összefüggést. Ezt legegyszerűbben az illesztett egyenes $y=ax+b$ alakban történő megadásával lehetséges.

A variancia analízis esetében a teljes megfigyelés négyzetes eltérésének és az egyes kezelések négyzetes eltérésének, ami a középértéktől számított különbségek négyzeteinek összege, a kísérletre jellemző szabadságfokokkal korrigált értékeinek arányát (számolt F érték) hasonlítjuk adott hibához tartozó ($p=5\%$) táblázati értékhez (táblázati F érték). Ezek alapján megállapítható, hogy van-e szignifikáns differencia, tehát hogy a megfigyelt értékek közti eltérés a kezelésnek tudható-e be. A szignifikáns differencia értéke (SzD) a t eloszlás vonatkozó értéke alapján kiszámolható, és ez alapján kijelenthető, hogy amennyiben ennél az SzD értéknél nagyobb az eltérés, akkor tudható be ez az eltérés a kezelés eredményének.

Eredmények

A jászárokszállási kísérlet

A jászárokszállási kísérlet alapadatait és átlagait az 1. és 2. táblázatokban foglaltam össze, a hullatékra illetve a növényzetre vonatkozóan. A parcella elnevezése az abba vetett növény faja alapján történt.

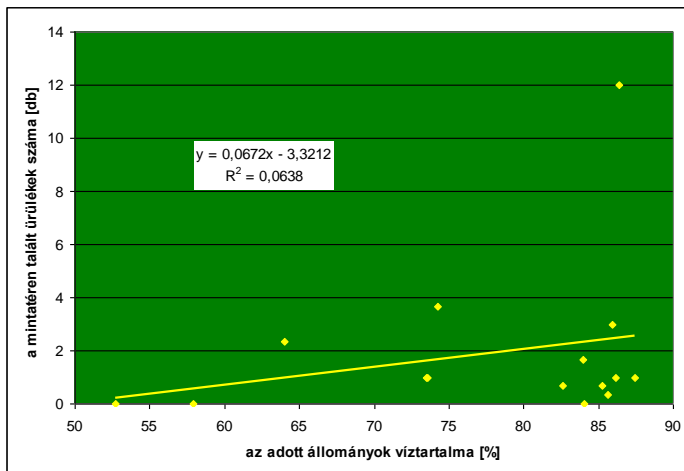
1. táblázat. A jászárokszállási kísérlet hullatékra vonatkozó adatai

Mintavétel ideje, és a parcella elnevezése		hulladék, db			hulladék, átlag
2005. december 1.	búza	0	0	0	0
	repce	0	0	0	0
2006. március 20.	búza	0	0	7	2,33
	repce	2	21	13	12
2006. április 14.	búza	2	0	0	0,67
	repce	3	7	1	3,67
2006. május 5.	búza	0	0	3	1
	repce	1	0	1	0,67
	vörös here	0	0	0	0
	tavaszi árpa	0	0	0	0
	görög széna	0	1	0	0,33
	szarvaskerep	0	0	0	0
2006. június 14.	búza	0	0	0	0
	repce	0	3	0	1
	vörös here	2	0	1	1
	tavaszi árpa	0	1	2	1
	görög széna	8	0	1	3
	szarvaskerep	0	5	0	1,67
	kukorica	0	1	0	0,33
	szója	0	6	0	2
	cirok	7	0	0	2,33
	káposzta	0	0	0	0

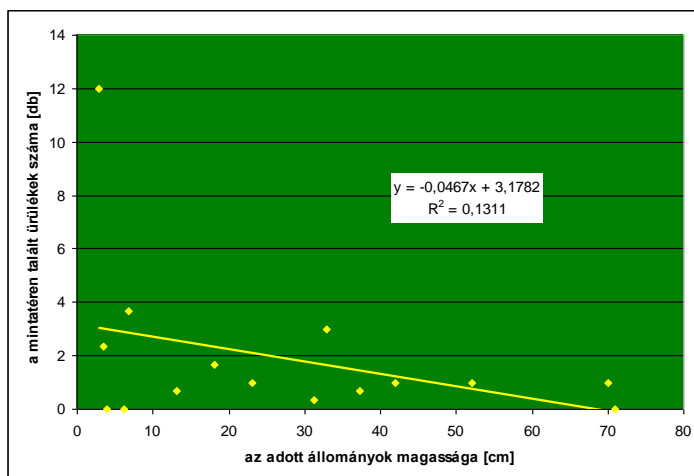
2. táblázat. A jászárokszállási kísérlet növényzetre vonatkozó adatai

Mintavétel ideje, és a parcella elnevezése		állománymagasság, cm										állománymagasság átlaga, cm	nedves tömeg, g	száraz tömeg, g	nedvesség- tartalom %
2005. december 1.	búza	4	5	2	4	3	7	4	1	4	5	3,9	9,1	4,3	52,747
	repce	nem zárt állomány													
2006. március 20.	búza	2	2	4	5	3	2	1	6	2	8	3,5	20	7,2	64
	repce	4	5	3	2	4	3	1	2	2	3	2,9	307,7	41,8	86,415
2006. április 14.	búza	13	14	18	13	14	9	12	14	16	8	13,1	192,3	28,4	85,231
	repce	6	7	7	5	7	11	4	7	6	8	6,8	404,2	104,2	74,221
2006. május 5.	búza	45	39	34	37	44	50	39	48	35	49	42	1278	338,3	73,529
	repce	45	23	30	26	65	40	19	37	34	54	37,3	1066,6	185,3	82,627
	vörös here	nem zárt állomány													
	tavaszi árpa	8	2	7	1	5	11	6	10	9	3	6,2	87,1	13,9	84,041
	görög széna	nem zárt állomány													
	szarvaskerep	nem zárt állomány													
2006. június 14.	búza	73	66	68	71	80	74	69	82	53	73	70,9	2332,1	982,3	57,879
	repce	80	45	72	76	64	69	87	68	74	66	70,1	2428,1	641,7	73,572
	vörös here	25	23	20	23	22	27	22	24	26	19	23,1	983,8	123,4	87,457
	tavaszi árpa	60	46	53	40	58	57	52	49	51	54	52	2731,1	378,1	86,156
	görög széna	30	29	34	40	41	29	35	33	24	34	32,9	2256,2	317,7	85,919
	szarvaskerep	13	14	18	22	20	19	21	22	21	11	18,1	767,8	123,2	83,954
	kukorica	37	24	26	17	42	44	21	31	41	30	31,3	128,2	18,4	85,647
	szója	nem zárt állomány													
	cirok	nem zárt állomány													
	káposzta	nem zárt állomány													

Mivel nem mindenhol volt értelmezhető növénymagasság és biomassza, amelyből nedvességtartalom számolható, ezért külön összefoglaltam azokat az eseteket, mikor ezek rendelkezésre állnak, az azonos parcellára és időpontra vonatkozó átlagos hullatékszámmal együtt, ezeket a 2. és 3. ábrán, a növények magassága és a nedvességtartalom szerint különválasztva mutatom be.



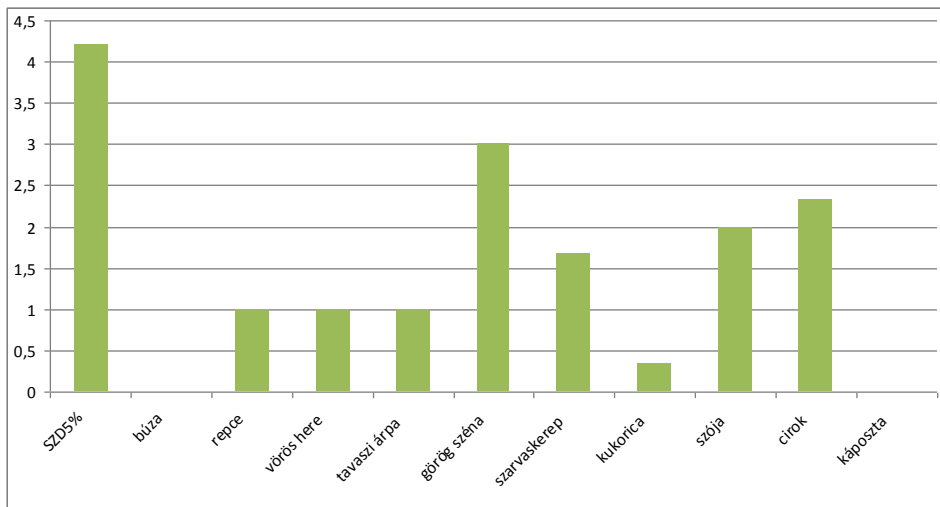
2. ábra. Az egyes víztartalommal bíró állományokban talált hullatékok átlagos darabszáma a jászárokszállási kísérletben



3. ábra. Az egyes növénymagassággal bíró állományokban talált hullatékok átlagos darabszáma a jászárokszállási kísérletben

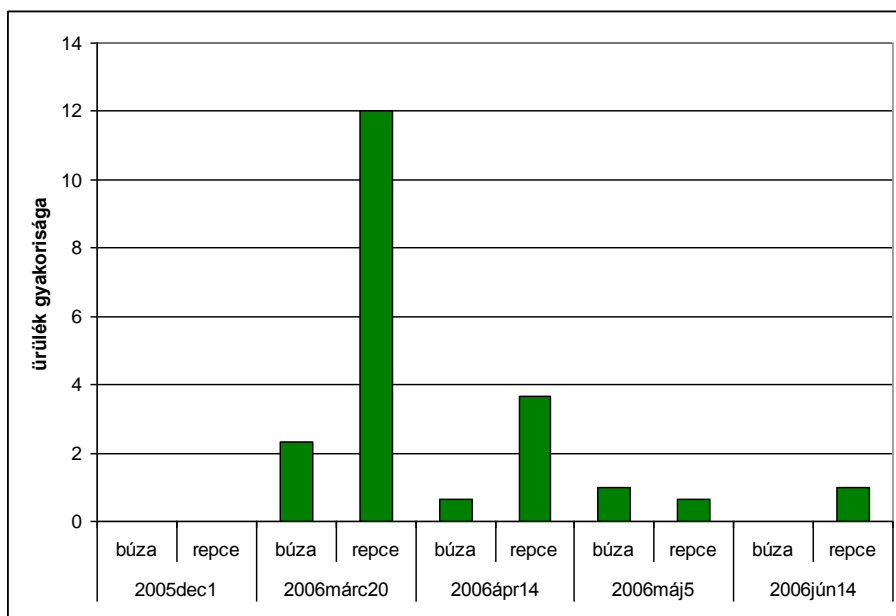
A két ábrán (2. és 3.) a regressziót lineáris modellel közelítettem, mert nem feltételezhetjük, hogy a szélsőségek esetén az értékek a végtelenbe tartanak. Emiatt, és az egyetlen kiugró érték miatt a szignifikancia nem túl erős. Az utolsó fölvételezési időpontban minden vizsgált növényt a területen találtam, így lehetőség nyílik a köztük lévő variancia kiszámítására. A variancia analízis során számolt F érték 0,4985, míg az F érték 5%-os megbízhatósági

szinten 2,3928. Tehát ezek alapján az adatok alapján nem jelenthető ki, hogy az egyes kultúrák között szignifikáns differencia lenne, bár egy jól látható tendenciát a 4. ábrán fölfedezhetünk.



4. ábra. Az egyes parcellák mintaterein talált átlagos hullaték szám a jászárokszállási kísérlet utolsó (2006. június 14.) fölvételezési időpontjában

Mint ahogy két növény, a búza és a repce, az összes megfigyelési időpontban a területen volt, ezeknek az adatai egy külön oszlopdiagramon ábrázolhatóak (5. ábra).



5. ábra A búzában és repcében talált hullatékok száma az egyes fölvételi időpontokban

A nagyombosi mérés

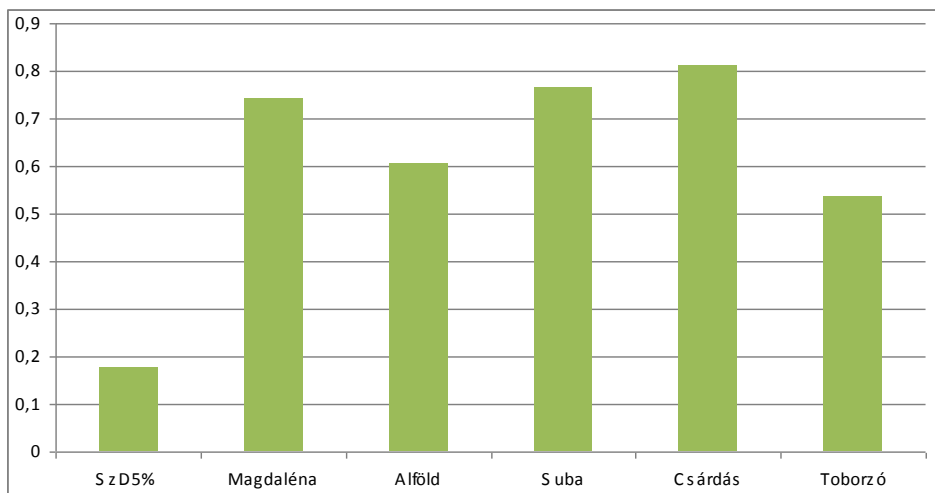
A nagyomboson fölvételezett eredmények származtatott adatai a 3. táblázatban láthatóak, vagyis az, hogy az egyes parcellák növényállománya átlagosan milyen mértékben rágott.

3. táblázat. Az egyes fajtákat ért rágás mértéke a nagyombosi kísérletben

	1. ismétlés	2. ismétlés	3. ismétlés	4. ismétlés	5. ismétlés	6. ismétlés	7. ismétlés
Magdaléna	0,8963	0,553	0,6929	0,9444	0,9329	0,6176	0,5521
Alföld	0,516	0,5	0,5778	0,4861	0,6818	0,9865	0,4946
Suba	0,8929	0,9063	0,7717	0,7885	0,5476	0,7143	0,75
Csárdás	0,9167	0,8375	0,6833	0,4681	0,9231	0,8704	0,9792
Toborzó	0,6618	0,7244	0,4013	0,5938	0,4265	0,5288	0,4167

Az adatokat variancia analízis segítségével értékeltem. A számítás során az F érték 3,7059-nek adódott, míg a táblázati F érték 5%-os megbízhatóságon 2,6896. Tehát p ezen szintjén szignifikáns differencia van. A t-érték ezen a szignifikancia szinten 2,0423, tehát a szignifikáns differencia 5% hiba mellett 0,1743. Az egyes fajták átlagait és az SzD értéket a 6. ábrán láthatjuk.

Az adatokból leolvasható, hogy a Toborzó szignifikánsan kisebb mértékű rágást szenvedett, mint a Magdaléna, a Suba és a Csárdás, illetve az Alföld szignifikánsan kisebb mértékben, mint a Csárdás.



6. ábra. A nagyombosi kísérletben az egyes fajtákat ért rágás mértékének átlaga, és az ebből számolt szignifikáns differencia

Fölmerül a kérdés, hogy a rágás okoz-e kárt. Ennek értékeléséhez a kontroll parcellák terméseredményét értékeltem a kérdéses 2007-es évben, összehasonlítva az Intézetünk mérései alapján 2006-2008 évek átlagával. Ezen

kívül az Elitmag Kft honlapjáról származó adatokat és az Alföld fajta föllelhető leírását vettem figyelembe.

Az adatok alapján kijelenthető, hogy a kísérletben legnagyobb mértékű rágást elszenvedett fajták is nagyobb termést adtak, mint az a fajtafenntartó adatai alapján várható.

Országos adatbázisok

A 4. táblázatban megyei bontásban látható az egyes évek átlagaként számolt hasznosítási, mortalitási és törzsállomány adatai, illetve az ezeket jelző viszonyszámok. A mortalitás és hasznosítás aránya (m/h) illetve a hasznosítás és a törzsállomány aránya (h/t) közti összefüggést szemlélteti a 7. ábra.

4. táblázat. Az évenkénti hasznosítás, mortalitás és törzsállomány adatok átlaga megyénként, és az ezekből számított arányok

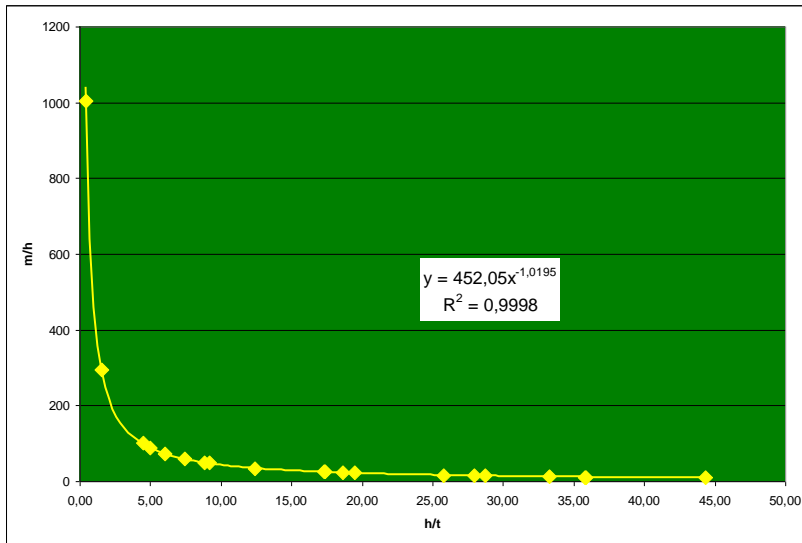
	hasznosítás	mortalitás	törzsáll	h/t	h/(h+m)	m/(h+m)	m/h
Bács-Kiskun	10525,67	262742,4	60926,78	17,28	3,85	96,15	24,96207
Baranya	67	19729,89	4424,889	1,51	0,34	99,66	294,476
Békés	29084,78	426451,4	101207,9	28,74	6,38	93,62	14,66236
Borsod-Abaúj-Zemplén	3427,444	76422,89	17612	19,46	4,29	95,71	22,29734
Csongrád	21183,67	193580,4	47753,11	44,36	9,86	90,14	9,138193
Fejér	930,4444	54680,94	12521,44	7,43	1,67	98,33	58,76863
Győr-Moson-Sopron	7927,111	90202,17	22094,33	35,88	8,08	91,92	11,37895
Hajdú-Bihar	8349,667	207761,4	48051,78	17,38	3,86	96,14	24,8826
Heves	7332,556	111111	26233,78	27,95	6,19	93,81	15,15311
Jász-Nagykun-Szolnok	28035	324933,8	78283,33	35,81	7,94	92,06	11,59029
Komárom-Esztergom	209,8889	21159,22	4713,556	4,45	0,98	99,02	100,8115
Nógrád	392	18935,56	4275,778	9,17	2,03	97,97	48,30499
Pest	9185	116138,3	27607,44	33,27	7,33	92,67	12,64434
Somogy	197,7778	17799,28	3994,333	4,95	1,10	98,90	89,99635
Szabolcs-Szatmár-Bereg	8784,778	203864,6	47098,78	18,65	4,13	95,87	23,20658
Tolna	1750,556	61369,17	14106,78	12,41	2,77	97,23	35,05697
Vas	374,2222	18415,5	4229,444	8,85	1,99	98,01	49,21007
Veszprém	528,3333	38438,22	8818,667	5,99	1,36	98,64	72,75373
Zala	14,88889	14942,11	3370,889	0,44	0,10	99,90	1003,575
Ország összesen	138302,8	2278678	537321	25,74	5,72	94,28	16,47601

h/t – a hasznosítás mértéke a törzsállomány arányában

h/(h+m) – a hasznosítás részaránya a teljes halálózásból

m/(h+m) – a mortalitás részaránya a teljes halálózásból

m/h – a mortalitás és a hasznosítás aránya



7. ábra. A mortalitás és hasznosítás aránya (m/h) illetve a hasznosítás és a törzsállomány aránya (h/t) közti összefüggést

A nyúl törzsállományok létszáma és az egyes tényezők közti korrelációt jelző r és r^2 értékek vizsgálata után a korreláció szignifikanciáját minden esetben megvizsgáltam. Minthogy nagy elemszámmal dolgoztunk (minden esetben 171 db), így a számolt $|t|$ értéket 5% hiba mellett a táblázati t érték 160-as szabadsági fokánál adódó 1,98 és a 180-as szabadsági foknál adódó 1,97 közti értékkel kell viszonyítani. Egy táblázat készíthető azokkal az elemekkel, amelyeknél az általunk vizsgált értékek alapján szignifikáns korreláció adódott. Ezeket az 5. táblázatba gyűjtöttem, ahol az r^2 alapján sorba állítottam az elemeket, tehát a legelső sorban található elem varianciája gyakorolja a legnagyobb hatást a nyulak létszámának varianciájára.

5. táblázat. A nyúllétszám és az azzal szignifikáns korrelációt mutató egyes vizsgált tényezők közti összefüggést jellemző r^2 és r értékek, a korrelációs tényező négyzete alapján sorba rendezve

	r^2	r
rozs, termésátlag, kg/hektár	0,0253	-0,1591
vadföld (ha)	0,0402	-0,2005
burgonya, betakarított terület, hektár	0,0454	0,2131
vadlegelő (ha)	0,0896	-0,2993
rozs, betakarított terület, hektár	0,0911	0,3017
szemes takarmány (t)	0,0948	-0,3078
cukorrépa, betakarított terület, hektár	0,1101	0,3319
silókukorica, betakarított terület, hektár	0,1238	0,3519
kukorica, betakarított terület, hektár	0,1474	0,3839
lédús takarmány (t)	0,1698	-0,4121
szőlő, termésátlag, kg/hektár	0,1720	-0,4148
árpa, betakarított terület, hektár	0,1722	0,4150
gabona, betakarított összes termés, tonna	0,1838	0,4287
táp (t)	0,3192	0,5650
szántó- terület	0,3841	0,6198
zab, betakarított terület, hektár	0,4492	0,6702
erdő	0,4992	-0,7065
gabona, betakarított terület, hektár	0,5218	0,7224
lucerna, betakarított terület, hektár	0,5231	0,7233
napraforgó, betakarított terület, hektár	0,5761	0,7590
búza, betakarított terület, hektár	0,6323	0,7952

Magyarország területe a növénytermesztés szempontjából igen változatosnak tekinthető. Ennek vizsgálatához a SZIE Környezetgazdálkodási Intézet, Térinformatikai Stúdió térképeit használtam, ezt vettem össze az OVA adatai alapján a vadgazdálkodási tájak és körzetek térképével. Ez alapján látható, hogy a mezeinyúl szempontjából releváns területek közül három olyan megye van, amelyik teljes területével egy termesztési körzetbe és ezzel együtt egy vadgazdálkodási körzetbe is esik. Ezek Békés, Csongrád és Jász-Nagykun-Szolnok megyék.

Kizárólag ezen megyék adataival újraszámoltam a korrelációkat. A korreláció szignifikanciáját ebben az esetben is megvizsgáltam. Az elemszám változott (jelen esetben 27 db), így a számolt $|t|$ értéket 5% hiba mellett a táblázati t érték 26-os szabadsági fokánál adódó 2,05 értékkel kell összehasonlítani. A számolt értékekből egy táblázatot készítettem azokkal az elemekkel, amelyeknél az általunk vizsgált értékek alapján szignifikáns korreláció adódott. Ezeket a 6.

táblázatba gyűjtöttem, ahol az r^2 alapján sorba állítottam az elemeket, tehát a legelső sorban található elem varianciája gyakorolja a legnagyobb hatást a nyulak létszámának varianciájára.

6. táblázat. A nyüllétszám és az azzal szignifikáns korrelációt mutató egyes vizsgált tényezők közti összefüggést jellemző r^2 és r értékek, a korrelációs tényező négyzete alapján sorba rendezve

	r^2	r
rozs, termésátlag, kg/hektár	0,1417	0,3765
lucerna, betakarított terület, hektár	0,1433	0,3785
vadföld (ha)	0,1801	0,4243
gabona, betakarított összes termés, tonna	0,2157	0,4644
árpa, betakarított terület, hektár	0,2463	0,4962
cukorrépa, betakarított terület, hektár	0,2567	0,5066
napraforgó, betakarított terület, hektár	0,2572	0,5072
szemes takarmány (t)	0,2611	0,5110
táp (t)	0,3973	0,6303
kukorica, betakarított terület, hektár	0,4065	0,6376
vadlegelő (ha)	0,4220	0,6496
szálas takarmány (t)	0,5293	0,7275
búza, betakarított terület, hektár	0,6181	0,7862
szántó - terület	0,6767	0,8226
nádas	0,6830	-0,8264
rozs, betakarított terület, hektár	0,6879	-0,8294
erdő	0,6939	-0,8330
szőlő	0,6963	-0,8345
burgonya, betakarított terület, hektár	0,7007	-0,8371
szőlőterület, hektár	0,7412	-0,8610
gyümölcsös	0,7513	-0,8668
gyep	0,7831	-0,8849
gabona, betakarított terület, hektár	0,7917	0,8898

Következtetések, javaslatok

Szerencsés kiindulópontként megállapítható, hogy a nyúllal való gazdálkodásban nagy tartalékok vannak kihasználatlanul. Ezt amiatt mondhatjuk, mert jelenleg a nyulak többsége hasznosítás nélkül elpusztul. Tehát ha hangsúlyt fektetünk a nyúlgazdálkodásunkra, akkor vélhetőleg hamar érhetünk el látványos eredményeket anélkül, hogy ezért más gazdálkodási ágakban, mint például a növénytermesztés, érezhető mértékben le kéne mondani az eredményekről.

A jászárokszálási kísérlet

A 2. ábrán látható, hogy a víztartalom növekedésével a talált hullatékok száma nő, és hogy jelentősebb számú csak 75% körüli nedvességtartalom fölötti nedvességtartalmú állományokban találni. A 3. ábra tanulsága alapján pedig a magas állományokat kevésbé látogatja a nyúl. Bár ez utóbbinál meg kell jegyezni, hogy a mezeinyulak már arasznyi magas állományban jól el tudnak bújni, tehát csak bizonyos magasságig játszik ez szerepet. Ezután, egy bizonyos növényállomány-magasság fölött valószínűleg nem a takarás mértéke az elsődleges szempont a nyulak választásában. Minthogy a növényállomány az öregedése során egyre nagyobb arányban szárazanyagot halmoz föl, és ez negatív összefüggésben van a víztartalommal, illetve jellemzően a generatív fázis megkezdéséig magassági növekedés is megfigyelhető, ezért mindkét összefüggés arra utal, hogy az elöregedő állományokat egyre kevésbé használja a mezeinyúl. Ez a nyulak táplálkozásának rugalmasságát is mutatja, nevezetesen hogy nem kifejezetten kötődnek egyfajta növényhez. Ez egybevágh mások megfigyeléseivel is, mint egy, a mezeinyúl táplálkozását különböző élőhelyeken vizsgáló kísérlet eredménye (Bíró et al. 2003), ahol arra jutottak, hogy a mezeinyúl, ha teheti, sokféle növényt fogyaszt, viszont intenzív agrár területen beszűkül a táplálékspektrum. Mindazonáltal a 2. és 3. ábrákból levonható következtetéseket az alacsony korreláció miatt, amit egy-egy kiugró érték eredményez, nagyon óvatosan kell kezelni. Ebben az esetben mindenképpen további vizsgálatok szükségesek.

A 4. ábrán azt láthatjuk, hogy a gabonát a nyúl csak zsebébb korában használja, míg a pillangós virágúak családjába tartozó kultúrákat szívesen látogatja. Itt meg kell jegyezni, hogy ez a fölvételezés egy olyan időszakban készült, amikor a búza és a repce eléggé el volt már öregedve. A különböző növényeknek a fenofázisai ugyanis nem esnek egybe. Ez a megfigyeléseket nehezíti, viszont a gyakorlati munka szempontjából előnyös, mert folyamatossá lehet tenni a kínálatot több növényfaj bevonásával.

Ezzel az előregedéssel is összefügg a repce és a búza használatának a dinamikája. Az 5. ábrán az is látható, hogy a repcét azonos időpontban általában preferálják a nyulak a búzával szemben, és jól látszik, hogy májustól egyiket sem igazán használják. Mivel a két növény együtt 1,3-1,4 millió ha vetésterülettel bír, ezért ezt figyelembe kell venni, mert így azt mondhatjuk, hogy nem a korábban sokszor hangoztatott időpontban, az aratással csökken le drasztikusan a kínálat, hanem már májustól kiesik a mezeinyulak számára egy meghatározó rész. Tehát érdemes elgondolkozni a vadföldek ide történő időztésén. Ez magyarázza a vadgazdálkodóknak azt az általános megfigyelését is, hogy májusban még sok kisnyúllal találkoztak a területen, amelyek a vadászati szezonra szőrén-szálán eltűntek.

A nagygombosi mérés

A nagygombosi mérés alapján megállapíthatjuk, hogy a mezeinyúl válogat a búza fajták között. A szak- és népszerűsítő irodalomban is sok helyen megemlékeznek róla, hogy a kalászos gabonák esetén a hosszú száлка zavarja az állatokat a legelésben (Heltay és Kabai 2006), de itt nem erről van szó, hiszen még bokrosodás előtti állapotban volt a búzáink a megfigyelés idején (ráadásul mind arisztált fajta). Ez valószínűleg a különböző fajták eltérő íz és illatanyagaival magyarázható, melynek okát az egyes búzafajták között nagy genetikai különbségekre vezethetjük vissza. Ezek oly mértékűek is lehetnek, hogy fajon belül nagyobb varianciát is mutathat, mint néha más, rokon fajokkal összevetve, ezt ki is használják például a búza kényszerű monokultúrában tartása során (Antal 2005).

A terméseredmények alapján viszont arra következtethetünk, hogy ez a korai fenofázisban megfigyelt rágás nem jelent vadkárt. Így a megfelelő fajtaválasztással ezt a szempontot nem annyira a nyúl okozta vadkár megelőzésénél tudjuk érvényesíteni, sokkal inkább akkor, ha a vadföldünkre búzát is tervezünk. Ez esetben oda olyan fajtát kell választani, amit a nyúl szeret.

Minthogy a mezeinyúlnak a búzában okozott kára korántsem a legjelentősebbek közül való, érdemes más növényeknél is és más vadfajoknál is megvizsgálnunk ezeket az összefüggéseket, mert föltételezhető, hogy a válogatás nem egy egyedi eset.

Országos adatok

A statisztikai adatbázisok adataiból számított eredményeink is sok érdekességre hívják föl a figyelmet. A 4. táblázatban a mortalitás és a hasznosítás részarányát vizsgálva az összes elhulláson belül, láthatjuk, hogy ha az elméletileg kiszámolt

összes nyulat figyelembe vesszük, akkor az esetek többségében a nyulak 90-99%-át nem hasznosítják, hanem ezek különböző okok miatt elpusztulnak. A hasznosítás törzsállományra vetített aránya alapján látható, hogy néhol a törzsállomány majdnem 45%-áig fölmennek a hasznosítással, és minthogy ezt a legintenzívebben gazdálkodó megyéknél figyelhetjük meg, nyilvánvaló, hogy nem az ilyen magas hasznosítási arányt mutató nyúlállományok vannak a legnagyobb bajban. Tehát a korábban hangoztatott alacsonyabb hasznosítási arányok átgondolandók, illetve a terület sajátosságaihoz kell őket igazítani. A 7. ábra szép példája a kompenzációs mortalitásnak, mert látszik, hogy ha a törzsállománynak csak nagyon kis részét hasznosítjuk, akkor a mortalitás növekvő ütemben veszi át a részesedést a teljes halálozások számában. Ezért nagyobb arányú hasznosítás nem föltétlenül jelenti az állomány kizsarolását, természetesen ésszerű határok között.

Az 5. táblázatban nagy és szignifikáns hatásokat láthatunk. Jellemző, hogy a nagyvadnak kedvező vadgazdálkodási beavatkozások a nyúllétszámmal negatívan függenek össze, illetve hogy a szőlő kifejezetten nem jó élettere a nyúlnak, pláne, ha intenzíven művelik (például gyommentes sorközök). Tápot, mint feltételezhető, olyan területen használnak, ahol általában törődnek a vadállománnyal. A szántóterületek magas r^2 értéke azt mutatja, hogy ennek varianciája nagyban befolyásolja a nyulak túlélésének varianciáját.

A zab, mint kiemelkedő hatású növény, egy viszonylag extenzív körülmények között használt kultúra, főleg olyan helyeken vetik, ahol extenzív körülmények között gazdálkodnak, és ez már magában is jó a nyúlnak. Ráadásul nálunk jellemzően tavaszi zabot használnak, és ez kicsit hátrébb van a fenofázisban a többi kalászosnál, így értékes hatású.

Érdeemes újból kiemelni az erdős területeket, mert ez a viszonylag erős hatásúak közt az egyetlen, ami negatívan korrelál. Ez adja a lehetőséget, hogy ahol nyúllal akarnak foglalkozni, ott ne az utóbbi időkben tulajdonképpen programként kezelt erdősítést válasszák, hanem valami alternatívát.

A lucerna és a kalászos gabonák a mezeinyúlnak elsődleges életterei, így ezeknek területváltozása érthetően nagy hatást gyakorol a nyulak populációdinamikájára. A kapás kultúrák nem kedvező élőhelyei a nyúlnak, de ez sok tényezőtől függ, mint például az állományok gyomossága, lévén a nyúl inkább gyomot fogyaszt, ha teheti. Tehát ha az extenzívebb művelés felé megy el a gazdálkodás struktúrája, akkor még akár pozitív összefüggésekkel is találkozhatunk.

A 6. táblázatban láthatjuk azoknak a megyéknek az adatait elkülönítve, amelyekben a nyúlgazdálkodás jelentős kérdésként merül föl, és kezelhetőek egységes területként a növénytermesztés oldaláról is. Ezeknek az adatoknak az elemzése még inkább releváns a nyulak szempontjából. A 6. táblázatban látható, hogy a vadgazdálkodással kapcsolatos mutatók itt is megjelennek, de

pozitív hatással. Ez ebben az esetben magyarázható, ugyanis ezek apróvadas területek, így az ott végrehajtott beavatkozások az apróvad igényeit elégítik ki. Föltűnő, hogy nagyon erős hatással vannak azok az élőhelyi elemek, amelyek a mezeinyúlak számára kedvezőek. Emellett, a számára kedvező elemek, mint a gabona vetésterülete, nagyon erős pozitív korrelációt mutatnak.

Összességében

Fontos, hogy a vadgazdálkodási beavatkozásokat speciálisan a mezeinyúlra, vagy legalábbis az apróvad állományra kell igazítani, mert mint látható volt, a nagyvadnak kedvező vadgazdálkodási beavatkozások a nyúl számára lehetnek negatívak is. Ez már csak azért is így van, mert a nyúlak a mezőgazdasági élettér kedvez, az erdei nem, emellett még a kertészeti (tehát a szőlő, gyümölcs) sem kifejezetten. Eszerint az apróvadas területeken az erdősítést el kell kerülni, de ez persze a fasorokat és facsoportokat nem érinti, amelyeknek sok (itt nem tárgyalt) szempontból kedvező hatása van.

A növénytermesztés által használt tér, mint élettér a mezeinyúl számára ugyan használható, de csak megkötésekkel. Például az intenzív mezőgazdálkodás a nyúllétszámra negatívan hat. Itt elsődleges okként a teljes rendszer diverzitásának csökkenését kell feltételeznünk. Ezzel összefüggésben lényeges, hogy a nyulak lassabban előregedő növényeket találjanak, vagy legalábbis találjanak olyant is. Kifejezetten kedvezőek a hosszú borítást adó növények, mint az őszi kalászosok, repce, pillangós szálak, pláne ha egymással, és más kultúrákkal vegyesen találhatóak. Ezek a mai gazdálkodási szerkezetben rendszerint kétmillió hektárnál is nagyobb területet fednek le, tehát ezek alkalmazása a termesztési struktúrába könnyen illeszthető. De itt nem kizárólag a búzára, repcére kell gondolni, hanem a kisebb jelentőségű növényekre is, mert a palettát színesítő növények hatása kedvező. Például ha kicsit későbbi fenofázisban van valamelyik kultúra (például a zab), azt meghálálja a nyúl állomány. Viszont ha mindenképpen egy bizonyos növényfaj termésére van szükségünk, még mindig van lehetőség a fajtaválasztásban is. A fajtaválasztással bizonyos mértékig a nyúl populációt „mozgatni” is lehet, mert vannak fajták, amelyikeket kedvelnek, vannak, amelyikeket nem.

Összességében a legkedvezőbbnek az tűnik, ha egy nagy diverzitású rendszert tartunk fenn. Ez némileg változtatást igényel a növénytermesztés szerkezetén is, amennyiben egy nagytáblás monokultúrás termesztésre berendezkedett egységről van szó, de helyes munkaszervezéssel nem feltétlenül esik ki bevétel a monokultúra megtörésével. Ráadásul nem kell az egész területet átalakítani, mert elég, ha úgy oldjuk meg, hogy a nyúl számára jó térbeli struktúra alakuljon ki, és minden egyes nyúl otthonterületén belül mindig találjon kellő

mennyiségű élelmet és életteret. Ez a terület többi, lényegesen nagyobb részén folyó mezőgazdasági termelést nem kell, hogy befolyásolja.

A legjobb eredményt akkor érhetjük el, ha az agroökoszisztémánkat rendszerként kezeljük, és ezt a rendszert próbáljuk meg fönntartani. Tehát ha figyelembe vesszük mind a növénytermesztés, mind a vadgazdálkodás szempontjait. Ez, mintegy „mellékesen”, a teljes társadalomnak is kedvező, mert mivel rendszerről van szó, ez az egyéb szervezeteknek is kedvező, így a ritka és védett fajok populációinak is.

Komolyabb egyeztetésre akkor kell sort keríteni, amikor a növénytermesztő és a vadgazdálkodó nem azonos, de mivel mindkét félnek érdeke, hogy a gazdálkodás a lehető legmagasabb szinten folyjék, ezért nyilvánvalóan meg lehet találni a közös nevezőt.

Új tudományos eredmények

A fönntiek alapján a következő megállapításokat tettem:

1. Minthogy a kísérletek részben metodikai jellegűek, így voltak ezzel kapcsolatban jelen dolgozatban nem tárgyalt kísérletek is, amelyekkel nem vezettek értelmezhető eredményekre. A dolgozatban tárgyalt három esetben viszont értelmezhető eredményekre jutottunk, tehát ezek módszertana a továbbiakban is alkalmazható, kiterjeszhető.
2. A mezeinyúl a növényállományokat csak azok bizonyos fenofázisában használja. Ami a legszembetűnőbb, hogy az előregedő állományokat már nem látogatja, így azok nem a betakarításuktól nem adnak élőhelyet, hanem már jóval előbbtől. Viszont a fenológiai stádiumok a különböző növényeknél nem esnek azonos naptári időszakra, így ezzel egy folyamatos kínálat alakítható ki.
3. Két nagy területen termesztett növényünk, az őszi búza és az őszi káposztarepce részletes összehasonlítására nyílt mód. Megállapítottam, hogy a repcét tulajdonképpen a teljes időszakban preferálja a mezeinyúl a búzával szemben, bár mindkettőt csak májusig használja.
4. A mezeinyúl válogat a búzafajták között. A kora tavaszi időszakban a különböző fajtákat más-más mértékben rágja meg. Ezt elsősorban a vadföldek telepítésénél lehet kihasználni.
5. A megyei hasznosítási adatok és populációdinamikai számítások összevetése alapján megállapítottam, hogy lehetőség lenne a mezeinyúl állományok nagyobb mértékű hasznosítására, ezzel nem veszélyeztetnénk az állományokat.
6. A mezeinyúl számára a mezőgazdaság intenzivitásának emelése nem kedvező. A táplálékkínálat, ha nem éri el a nyúlpopuláció által megkívánt szintet, akkor az nem a termésátlagok alacsony szintjének tudható be, hanem a

vetésszerkezetnek. Így az intenzivitás fokozásával ezen nem segíthetünk, ellenben a több zavarás károsan hat.

7. A pillangós szálások és a gabonák agronómiai csoportjába tartozó kultúrák jó élőhelyet biztosítanak a mezeinyúl számára.

8. Azoknak a földhasználati módoknak a térnyerése, amelyeket a nyúl nem használ élőhelyként, a nyúl számára erőteljes negatív hatást adnak. Leginkább szántóföldi környezetben érzi jól magát, a többi földhasználati módot nem tudja megszokni.

Publikációk

Lektorált angol nyelvű

1. Tarnawa, Á. – Klupács, H. – Jolánkai, M.: (2010.) Effect of agro-ecosystem components on the population dynamics of European brown hare (*Lepus europaeus* PALLAS). Acta Agronomica Hungarica, Vol 58 No 4, pp. 419-429
2. Tarnawa, Á. – Jolánkai, M.: (2010.) Resilience within agro-ecosystems (A review on the 9th Alps Adria Scientific Workshop, Spicák, Czech Republic, 12-17 April 2010). Agrokémia és Talajtan vol. 59 no. 1, pp: 207-210 pp.
3. Klupács, H. – Tarnawa, Á. – Balla, I. – Jolánkai, M.: (2010.) Impact of water availability on winter wheat (*Triticum aestivum* L.) yield characteristics. Agrokémia és Talajtan vol. 59 no. 1 (2010), pp. 151-156
4. Szentpétery, Zs. – Kleinheincz, Cs. – Tarnawa, Á. – Jolánkai, M.: (2006.) Herbicide residues' changes in wheat samples in late weed control. Acta Alimentaria, Vol. 35 No. 1 pp 25-31, IF:0,253, CIT:1

Lektorált magyar nyelvű

5. Tarnawa Á. – Klupács H. – Balla I. – Jolánkai M.: (2010.) A termésstabilitás klimatikus tényezői a szántóföldi növénytermesztésben. Klíma-21 füzetek vol 62, pp. 39-43
6. Tarnawa Á.: (2009.) Biotikus és abiotikus stressz. Agrokémia és Talajtan vol. 58 no. 1 (2009), pp. 175-178
7. Tarnawa Á.: (2007.) Az apróvad helye és szerepe az agroökológiai rendszerekben. Acta Agronomica Óváriensis Volume 49. Number 2. 2007
8. Jolánkai M. – Gyuricza Cs. – Tarnawa Á. (2011): A termőhely és a földhasználat szinergizmusa. Agrokémia és Talajtan. 60. 291-294 pp.
9. Jolánkai M. – Gyuricza Cs. – Tarnawa Á.: (2010.) Agro-ökoszisztémák megújuló képessége. Agrokémia és Talajtan, vol 59, No 2, pp 407-408
10. Klupács H. – Tarnawa Á. – Szentpétery Zs. – Ambrus A. – Jolánkai M.: (2010.) Agrotechnika elemek változásának hatásai az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) vetőmagtermesztésére. Növénytermelés Vol. 59, No. 1. pp. 47-59
11. Szentpétery Zs. – Klupács H. – Tarnawa Á. – Jolánkai M.: (2007.) Késői posztemergens gyomirtás hatása az őszi búza termésére. Acta Agronomica Óváriensis Volume 49. Number 2. 2007

Konferencia kiadvány angol nyelvű

12. Tarnawa, Á. –Sallai, A. –Pósa, B. –Klupács, H. –Surányi, Sz.: (2012) Evaluation of climatic factors influencing yield stability using long term statistical databases. Növénytermelés Vol. 61, 2012, Suppl. pp 385-388

13. Tarnawa Á. – Klupács H. – Balla I. – Jolánkai M.: (2011.) Environmental and geographical determination of water availability impacts on winter wheat (*Triticum aestivum* L.) yield characteristics. Columbia University Seminars. 40. 83-89 pp.
14. Tarnawa, Á –Nyárai H., F. –Máté, A.: (2011) Statistical assessment of climatic impacts on the nitrogen nutrition of maize (*Zea mays* L.) crop. Növénytermelés Vol. 60, 2011, Suppl. pp 45-48
15. Tarnawa, Á. – Klupács, H. – Kassai K. – Sallai. A.: (2011.) Crop year × crop site interaction for weediness of winter wheat. 19th International Poster Day, Bratislava, 10.11.2011. Proceedings of peer-reviewed contributions, In: Transport of water, chemicals and energy in the soil-plant-atmosphere system. Ed: A. Celková. Institute of Hydrology, Bratislava, 755-758 pp.
16. Tarnawa, Á. – Nyárai, H. F.: (2010.) Stress influences on the performance of European brown hare (*Lepus europaeus* PALLAS, 1778) populations in Hungary. Növénytermelés vol 59 Suppl. 5 pp. 575-578
17. Tarnawa, Á. – Klupács, H. – Sallai, A. – Szalay, K. – Kassai, M. K. – Nyárai H., F. – Jolánkai, M.: (2010.) Study on the impact of main climatic factors of crop production in a mathematical model. 18th International Poster Day, Bratislava, 11.11.2010. Proceedings of peer-reviewed contributions, In: Transport of water, chemicals and energy in the soil-plant-atmosphere system. Ed: A. Celková. Institute of Hydrology, Bratislava, 566-571 pp.
18. Tarnawa, Á. – Klupács, H. – Jolánkai, M.: (2009.) The effect of environmental factors on the population dynamics of european brown hare (*Lepus europaeus* PALLAS, 1778). 17th International Poster Day, Bratislava, 12.11.2009. Proceedings of peer-reviewed contributions, In: Transport of water, chemicals and energy in the soil-plant-atmosphere system. Ed: A. Celková. Institute of Hydrology, Bratislava, 671-682 pp.
19. Tarnawa, Á. – Kassai, M. K. – Máté, A. – Szentpétery, Zs.: (2009.) Precipitation and temperature stress impacting weed-crop coenology performance. Cereal Research Communications Vol. 37, 2009, Suppl. pp 149-152, IF:0, CIT:0
20. Tarnawa, Á. – Klupács, H. – Kassai, K. – Szentpétery, Zs.: (2008.) Crop year × crop site interaction for weediness of winter wheat. Cereal Research Communications Vol. 36. Supplement. pp 875-878, IF:0, CIT:0
21. Tarnawa, Á. – Klupács, H.: (2006.) Element and energy transport model for an agricultural site. Cereal Research Communications, Vol. 34 No. 1 pp 85-89, IF:1,037, CIT:9
22. Szalay, K. D. – Balla, I. – Tolner, I. T. – Tarnawa, Á. – Fenyvesi, L.: (2010.) Spectral analysis of the effect of various foliar fertilizer of winter wheat variey 'Alföld 90' (*Triticum aestivum* L.). 18th International Poster Day, Bratislava, 11.11.2010. Proceedings of peer-reviewed contributions, pp. 501-507

23. Szalay, K. D. – Tarnawa, Á. – Balla, I. – Tolner, I. T. – Fenyvesi, L.: (2010.) Improvement in evaluation methodology of small plot trial nutrient supply. 3rd IFSDAA International Seminar on Crop Science for Food security, Bio-energy and Sustainability, Szeged, Book of Abstracts 58. pp.
24. Szalay, K. D. – Tarnawa, Á. – Balla, I. – Tolner, I. T. – Fenyvesi, L.: (2010.) Evaluating the effects of environmentally sound foliar fertilizers in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) according to quantity and quality parameters without additional nitrogen fertilizer. Tudoc-Kárpát-medencei doktoranduszok nemzetközi konferenciája, Gödöllő, Konferencia kiadvány, 208-214. pp. ISBN: 978-963-269-186-2
25. Farkas, I. – Tarnawa, Á. – Nyárai H., F. – Jolánkai, M.: (2009.) Energy conversion of plant products. 17th International Poster Day, Bratislava, 12.11.2009. Proceedings of peer-reviewed contributions, In: Transport of water, chemicals and energy in the soil-plant-atmosphere system. Ed: A. Celková. Institute of Hydrology, Bratislava, 101-108 pp.
26. Klupács, H. – Tarnawa, Á. – Balla, I. – Jolánkai, M.: (2009) The effect of water availability for quantity and quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) yield. 17th International Poster Day, Bratislava, 12.11.2009. Proceedings of peer-reviewed contributions, In: Transport of water, chemicals and energy in the soil-plant-atmosphere system. Ed: A. Celková. Institute of Hydrology, Bratislava, 286-289 pp.
27. Klupács, H. – Tarnawa, Á. – Szentpétery, Zs. – Ambrus, A. – Jolánkai, M.: (2008.) Agronomic effects on production and quality of wheat seed. In: Proceedings of the III. International Scientific Conference of PhD. Students (the 28th November 2008 at SUA in Nitra) 213-216. pp.
28. Klupács, H. – Tarnawa, Á. – Szentpétery, Zs. – Ambrus, A. – Jolánkai, M.: (2008.) Agronomic effects on production and quality of wheat seed. Cereal Research Communications Vol. 36. Supplement. pp 871-874, IF:0, CIT:0
29. Jolánkai, M. – Nyárai H., F. – Tarnawa, Á. – Klupács, H. – Farkas, I.: (2008.) Plant and soil interrelations. Cereal Research Communications Vol. 36. Supplement. pp 7-10, IF:0, CIT:6
30. Varró, P. – Tarnawa, Á. – Világi, I. – Banczerowski-Pelyhe, I.: (2007.) Tolerable pesticide contamination in food - motility changes of rat ileum as a new biomarker of toxicity testing. Cereal Research Communications Vol. 35. No. 2. pp 1281-1284, IF:1,19, CIT:3
31. Kassai, M. K. – Nyárai H., F. – Klupács, H. – Tarnawa, Á.: (2007.) Sustainability and weediness at winter wheat production. Cereal Research Communications Vol. 35. No. 2. pp 585-588, IF:1,19, CIT:0
32. Klupács, H. – Tarnawa, Á.: (2007.) Phosphorus and Potassium utilization in a winter wheat nutrition experiment. Cereal Research Communications, Vol. 35. No. 2. pp 625-628, IF:1,19, CIT:2

Konferencia kiadvány magyar nyelven

33. Tarnawa Á. – Kassai M. K. – Nyárai H. F. – Máté A. – Szentpétery Zs. – Jolánkai M.: (2010.) A növényi produktum mennyiségét meghatározó klimatikus tényezők. In: A termesztési tényezők szerepe a fenntartható szántóföldi növénytermesztésben, Debreceni Egyetem, Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, 2010. szeptember 23-i ülés
34. Tarnawa Á. – Klupács H. – Balla I. – Jolánkai M.: (2010.) Szántóföldi növények termésstabilitásának klimatikus tényezői. XX. Keszthelyi növényvédelmi fórum 2010., Keszthely, pp 154
35. Tarnawa Á. – Klupács H. – Balla I. – Szentpétery Zs. – Kassai M. K. – Nyárai Horváth F. – Jolánkai M.: (2009.) Az időjárás egyes faktorainak hatása a főbb szántóföldi növények termésstabilitására. V. Növénytermesztési Tudományos Nap, 2009., Keszthely, pp 233
36. Tarnawa Á. – Ambrus A. – Klupács H.: (2007.) Vadföldgazdálkodás, mint a kedvezőtlen termőhelyi foltok ésszerű hasznosítása. In: Földminősítés, földértékelés és földhasználati információ (Keszthely-Budapest 2007.) MTA-TAKI pp. 153-158
37. Szentpétery Zs. – Tarnawa Á. – Balla I. – Jolánkai M. (2011): Növényvédelmi kezelések hatása a búza minőségére. XXI. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, PE Georgikon, Keszthely, 117-121 pp.
38. Szalay D. K. – Tarnawa Á. – Balla I. – Tolner I. T. – Fenyvesi L.: (2010) Tápanyag-utánpótlási szintek elkülönítésének lehetősége az őszi búzában (*Triticum aestivum* L.). spektrális vizsgálatok alapján. Az Élhető Vidékért 2010 Környezetgazdálkodási Konferencia Siófok (2010.09.22-24.) Absztrakt kötet 91 p.
39. Klupács H. – Kassai M. K. – Nyárai Horváth F. – Tarnawa Á. – Jolánkai M.: (2009.) Az alkalmazott agrotechnika hatása az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) vetőmagtermesztésére. V. Növénytermesztési Tudományos Nap, 2009., Keszthely, In: Növénytermesztés: gazdálkodás- klímaváltozás – társadalom. Ed: Harcsa M. Akadémiai Kiadó, Budapest. 117-120 pp.
40. Balla I. – Milics G. – Klupács H. – Tarnawa Á. – Kovács G. P. – Nagy L. – Neményi M. – Jolánkai M.: (2009.) Búzafajták fehérjetartalmának vizsgálata a kijuttatott nitrogénmennyiség függvényében. V. Növénytermesztési Tudományos Nap, 2009., Keszthely, In: Növénytermesztés: gazdálkodás- klímaváltozás – társadalom. Ed: Harcsa M. Akadémiai Kiadó, Budapest. 39-42 pp.
41. Jolánkai M. – Kovacevic, V. – Tarnawa Á. – Szentpétery Zs.: (2009.) A csapadék és a hőmérséklet hatása a gyomosodásra tartamkísérletben. XIX. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, 2009. február 4-6., Keszthely, pp 82-85
42. Jolánkai M. – Szentpétery Zs. – Tarnawa Á.: (2006.) Klimatikus tényezők hatása a *Diabrotica virgifera virgifera* LECONTE terjedésére. XVI. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, 2006. január 26-27., Keszthely, pp 37-40. CIT:1

Könyvrészletek

43. Jolánkai M. – Birkás M. – Kassai K. – Nyárai H. F. – Szentpétery Zs. – Tarnawa Á.: (2010.) Mezőgazdasági földhasználat, élelmiszer-ellátás és –biztonság. In: Környezeti jövőkép – Környezet és klímabiztonság. Ed.: Bozó L. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest. 38-40 pp.
44. Jolánkai M. – Nyárai H. F. – Tarnawa Á. – Klupács H. – Farkas I.: (2009.) Plant and soil interrelations, Chapter 3. In: Advanced soil science – Theory and practice. Eds.: Marton L. – Németh T. – Tamás J. European Commission - Tempus, RISSAC, Budapest. 139-142 pp.

Szakfolyóirat cikkek

45. Balla I. – Tarnawa Á.: (2011.) Energetikai célú kukoricatermesztés. Agrofórum 22. évf. 11. szám pp 57-60
46. Tarnawa Á.: (2008.) Apróvadas vadföldek a gyakorlatban. Agro Napló XII. évfolyam - 2008/01
47. Tarnawa Á. – Klupács H.: (2006.) A vadföldgazdálkodás és a búzatermesztés. Mag kutatás, fejlesztés és környezet, In press
48. Tarnawa Á. – Klupács H. – Jolánkai M.: (2006.) A búzatermesztés és a vadföldgazdálkodás. Agroinform 15.5.8.

Kiadványok

49. Energetikai növénytermesztés környezet- és talajvédelmi aspektusai, MTA-SZIE Agronómiai Kutatócsoport, Gödöllő, AKAPRINT kiadó, Budapest, 2009
50. Jolánkai Márton – Tarnawa Ákos: 2008 értékelése a növénytermesztés szempontjából. OMSZ – Beszámoló a 2008-as tevékenységről, In press

Szakmai előadás

51. Evaluation of climatic factors influencing yield stability using long term statistical databases (11th Alps-Adria Scientific Workshop, 26-31 March 2012, Smolenice, Slovakia)
52. Klimatikus tényezők hatása a növényi produktum mennyiségére és a termésstabilitásra (37. Meteorológiai Tudományos Napok, 2011. november 24-25., MTA, Budapest)
53. Szántóföldi növények termésstabilitásának klimatikus tényezői (XX. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, 2010. január 27-29., Keszthely)
54. Az évjárat hatása a búza mennyiségi és minőségi paramétereire, valamint gyomosodási viszonyaira. (Szakmai előadás az MTA Élelmiszertudományi Komplex Bizottságának Élelmiszerfehérje-kémiai Munkabizottságának ülésén, 2007. november 13.)