



ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS



VOLUME 51.

NUMBER 2.

**Mosonmagyaróvár
2009**

UNIVERSITY OF WEST HUNGARY
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár
Hungary

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
közleményei

Volume 51.

Number 2.

Mosonmagyaróvár
2009

Editorial Board/Szerkesztőbizottság

Varga Zoltán PhD Editor-in-chief	Pinke Gyula PhD
Alvincz József CSc	Porpáczy Aladár DSc
Benedek Pál DSc	Reisinger Péter CSc
Kovács Attila József PhD	Salamon Lajos CSc
Kovácsné Gaál Katalin CSc	Schmidt János MHAS
Kuroli Géza DSc	Schmidt Rezső CSc
Nagy Frigyes PhD	Tóth Tamás PhD
Nagy Krisztián	Varga László PhD
Neményi Miklós DSc	Varga-Haszonits Zoltán DSc

Reviewers of manuscripts/A kéziratok lektorai

Acta Agronomica Óváriensis Vol. 51. No. 1–2.

Anda Angéla, Bodó Imre, Bősze Zsuzsanna, Csányi Sándor, Cseh Sándor, Csengeri István, Dubblecz Károly, Fenyvessy József, Hancz Csaba, Holló István, Kajdi Ferenc, Kalmár Sándor, Kalocsai Renátó, Kardos Zoltánné, Lukács János, Makray Sándor, Marselek Sándor, Nemessályi Zsolt, Némethy Zoltánné Uzoni Hanna, Porpáczy Aladár, Pribenszky Csaba, Rátky József, Rieger László, Schmidt Rezső, Sugár László, Szabó Ferenc, Szabó László, Szász Gábor, Szőke Éva, Szűcs István, Szűcsné Péter Judit, Takácsné György Katalin, Tóth Zoltán, Turcsán Judit, Vágyi Ferenc Róbert, Zöldág László

Address of editorial office/A szerkesztőség címe
H-9201 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

Publisher/Kiadja
University of West Hungary Press/Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó
9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4.



Az őszi árpa (*Hordeum vulgare* L.) termesztésének agroklimatológiai jellemzői hazánkban

ENZSÖLNÉ GERENCSÉR ERZSÉBET

Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

A napjainkban tapasztalt éghajlati ingadozások időszakában célszerűnek látszik megvizsgálni azt, hogy a termesztett fontos gazdasági növényeink, így köztük a második legjelentősebb takarmánynövényünk, az őszi árpa milyen agroklimatológiai jellemzőkkel bír. Tanulmányoztuk a növény teljes vegetációs periódusa és fenológiai fázisai (vetés–kelés, kelés–szárbaindulás, szárbaindulás–kalászás, kalászás–viaszérés) tartamára, illetve a fenológiai jelenségek bekövetkezésére jellemző statisztikailag kimutatható törvényszerűségeket, valamint az őszi, az áttelelési és a tavaszi időszakra jellemző termikus és higrikus viszonyokat hazánkban az 1951–2000 időszak adatai alapján, ezek minimum, átlag és maximum értékeit, extrém értékeinek gyakoriságát.

Vizsgálataink mutatják, hogy az őszi árpa vegetációs periódusa egybevetve az egynyári növények periódusával, annál hűvösebb és nedvesebb, így egy éghajlatváltozás hatására bekövetkező – leggyakrabban feltételezett – felmelegedési, száradási tendencia várhatóan kevésbé szélsőséges viszonyokat okozna, mint az egynyári gabonáknál.

Kulcsszavak: őszi árpa, fenológia, sugárzás, hőmérséklet, csapadék, éghajlat.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az árpát az emberiség ősidők óta termesztí. A történeti Közél-Keleten és a mai Törökország területén már 8000–10000 évvel ezelőtt termesztették. A klíma ekkor a mainál ott sokkal csapadékosabb volt. A folyamvölgyi kultúrákban az ókorban az öntözéses gazdálkodás miatt bekövetkezett szikesedést jobban bírta, mint a búza, így válhatott uralkodó termesztett gabonafélévé. Nagyjából az időszámításunk kezdetétől – a búza jobb beltartalmi és sütőipari tulajdonságai miatt, a fejlettebb tetraploid és hexaploid búzák megjelenése után – az emberi táplálkozásból fokozatosan kiszorult, megmaradt azonban a jelentősége az állatok takarmányozásában és a sörgyártásban. Ázsiában, Kínában 4000–5000 éve vonták be a termesztésbe (Zohary és Hopf 2001).

Európában a neolitikor óta termesztik, termőterülete 6000–7000 évvel ezelőtt már a Pireneusi-félszigetig jutott (*Szkazkin* 1979). A magyarországi neolitikum kezdete és az atlantikus klímafázis kezdete egybeesett (*Ferenczy* 1958), amikor is megváltozott a növénytermesztés szempontjából kedvezőtlen meleg, száraz, szélsőséges időjárás. Az új, szubmediterránhoz hasonló, meleg és humid klíma miatt a Kárpát-medencének híd-szerepe volt abban, hogy a Közel-Kelet „termékeny félhold”-nak nevezett vidékéről a növénytermesztési ismeretek Közép-Európába jussanak. Ebben a korban az árpa volt az itt élők legfontosabb gabonaféléje. A neolitikum végén az addigi kedvező, szélsőségektől mentes időjárás fokozatosan rosszabbra fordult. A rézkor első felében a neolitikumban kialakult gazdálkodó életmód megváltozott, a növénytermesztés jelentősége visszaesett, mivel a klíma hűvösebbre és csapadékosabbra fordult. Az árpa termesztése azonban még ilyen körülmények között is lehetséges volt. Változás csak a klíma melegeedésével a késő réz korban következett be. A régészetileg bronzkornak nevezett időszakot szubboréális fázisnak nevezzük (*Willerding* 1983). Ekkor kezdetben hűvös és csapadékos időjárás a korszak közepére szárazabbá vált.

A késő bronzkorral újabb klímaváltozás következett be. A kenyérgabonák között az alakor továbbra is vezetett, de megmaradt az árpa jelentősége is. I. e. 800–600 táján a jelenkor, a szubatlantikus fázis kezdődött és ez tart napjainkban is. A klíma szárazabb lett, felerősödött a kontinentális jelleg (*Gyulai* 2004).

A római korban megváltozott a növénytermesztés jellege. Az árpa jelentősége a korábbi korokhoz képest csökkent. A honfoglalás időszakában volt az elmúlt két évezred legmelegebb időszaka. A középkori lelőhelyvizsgálatokból arra lehet következtetni, hogy az árpa a harmadik, negyedik legfontosabb termesztett gabonafélének volt (*Torma* 1996).

Az őszi árpa termesztése hazánkban a múlt században vált általánossá. A tavaszi, úgy nevezett sörárpa agrotechnikáját *Cserháti Sándor* alapozta meg az 1900-as évek elején. Az őszi árpa fontos takarmánygabonánk. Az őszi búza és a kukorica után az árpa a legnagyobb vetésterületet foglalja el hazánkban. Világméretben is előkelő helyet foglal el a vetésterület nagyságát illetően. Az árpatermesztés északi határa – hasonlóan az őszi búzáéhoz – valamivel a 60. szélességi kör felett van. Ezek a területek azonban már csak a rövid tenészszeleű tavaszi fajták teremnek. Itt az árpa a legfontosabb kenyérgabona. Délen még az egyenlítő környékén is termesztik.

A fent leírt történeti áttekintést agroklimatológiai szempontból hasznosnak tartottuk ismertetni, mivel ez mutatja meg igazán ennek, az emberiség által mintegy tízezer év óta termesztett növénynek a különböző meteorológiai hatásokra adott válaszait. Úgy gondoltuk, hogy mindez nagyon tanulságos lehet a mostani – egy esetlegesen éghajlatváltozással járó – időszak vizsgálatokor.

Davis és *Simmons* (1994) a növényállomány sűrűsége által okozott fényviszonyok és fényösszetétel-változás hatását tanulmányozta az árpanövények bokrosodására és megállapították, hogy a tenészszeleű korai szakaszában a szomszédos növényekről történő főként hosszú hullámú vörös sugarak visszaverődése jelentős mértékben befolyásolja az árpanövények bokrosodását szántóföldi körülmények között.

Az őszi árpa a hűvösebb éghajlat növénye. Mivel éréséhez nem kíván nagyobb meleget ezért június második felében már aratható, elsőként a gabonafélék közül. A télállósága

kisebb, mint az őszi búzáé vagy az ugyancsak őszi vetésű rozsé. Különösen a hótakaró nélküli hidegekre érzékeny. Az őszi árpa a száraz tavaszt jobban elviseli, mint a tavaszi árpa. Az aszály ritkábban károsítja, mert június közepére többnyire beérik.

Az általunk elvégzett vizsgálatnak az a célja, hogy feltárja hazánkban az őszi árpa tenyészidőszakának éghajlati viszonyait, összekapcsolva azokat az őszi árpa fenológiai jelenségeivel és az őszi árpa életjelenségeit befolyásoló meteorológiai küszöbértékekkel. Az ilyen jellegű vizsgálatokra most azért van lehetőség, mert viszonylag hosszabb, párhuzamosan mért meteorológiai és fenológiai adatsorok állnak rendelkezésünkre.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az ősziárpa-termesztés agroklimatológiai jellemzőinek vizsgálatához a Nyugat-magyarországi Egyetem mosonmagyaróvári Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának agroklimatológiai adatbankját használtuk fel. Az adatbank az Országos Meteorológiai Szolgálat meteorológiai és fenológiai megfigyelő hálózata, a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal (régiben az Országos Mezőgazdasági Minőség Intézet) fenológiai megfigyelő hálózata, valamint az Országos Statisztikai Hivatal termésjelentő hálózata által mért adatokat tartalmazza. Ezek nevezetesen a napi átlaghőmérséklet, minimum és maximum hőmérséklet, napfénytartam, globálsugárzás, csapadék, relatív nedvesség értékek, az ezekből származtatott meteorológiai jellemzők, valamint az őszi árpa fenológiai fázisai bekövetkezési időpontjai és terméseredményei. A kisebb állomások adatainak ismertebb nagyvárosokhoz való rendelését az indokolta, hogy a fenológiai állomások általában kisebb helyeken, a meteorológiai állomások pedig nagyobb városokhoz rendelve álltak rendelkezésünkre.

A bemutatott ábrák azért vonatkoznak több esetben is Mosonmagyaróvárra, mivel általában nagyobb területi eltéréseket nem tapasztaltunk (ha igen, akkor azt jelezzük), így a vizsgált jelenséget ez a város (megye) is jól reprezentálja.

Az agroklimatológiai elemzés az 1951 és 2000 közötti 50 esztendő 7 állomáson Miskolc (Heves megye), Kaposvár (Somogy megye), Kecskemét (Bács-Kiskun megye), Mosonmagyaróvár (Győr-Moson-Sopron megye), Nyíregyháza (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye), Békéscsaba (Csongrád megye), Szolnok (Jász-Nagykun-Szolnok megye) mért és számított napi meteorológiai adataira épül.

Füzesabony fenológiai megfigyeléseit a Miskolcon mért meteorológiai adatokkal, Orosháza fenológiai adatait a Békéscsabán mért meteorológiai adatokkal, Tiszaroff fenológiai adatait pedig a Szolnokon mért meteorológiai adatokkal társítottuk. A többi megfigyelőhelyen a fenológiai és meteorológiai megfigyelések párhuzamosan folytak. A fenológiai adatgyűjtés az 1984 és 1997 közötti időszakra terjedt ki, ez alól csak Kaposvár volt kivétel, ahol a megfigyelések 1990-ben befejeződtek.

Az egyes fenológiai időpontok naptári dátumait az év napjainak a sorszámává alakítottuk oly módon, hogy a napok sorszámozását minden esetben január 1-től kezdtük és folyamatosan sorszámoztuk az év végéig, azaz normál évben december 31. az év 365. napja, szökő évben pedig a 366. napja lett.

Az őszi árpa tenyészidőszakának egy adott helyen történő agrometeorológiai jellemzéséhez ismernünk kell a növényre ható meteorológiai elemek küszöbértékeit. Ezek az adatok (bázishőmérséklet, optimum hőmérséklet, vízigény stb.) általában ismertek, de rendszerint bizonytalan eredetű mérési adatokból származnak. A bázishőmérséklet esetében pl. általában nem lehet megtudni az irodalmi adatokból, hogy talaj- vagy léghőmérsékletet jelentenek-e, napi középértékekből, maximum értékekből vagy csupán alkalmi mérésekből származnak. De a többi meteorológiai adatról sem lehet sokszor megállapítani, hogy milyen mérési adatokból származnak. Mégis úgy gondoltuk, mivel ezek az adatok széleskörűen használatosak, így valamelyest támpontot adhatnak vizsgálatainkhoz, ezért használtuk mi is azokat. A jelen munkában a napi középértékek, a napi maximumok és a minimumok figyelembe vételével elemezzük az árpa meteorológiai jellemzőit. Bázishőmérsékletül az 5 °C-os napi átlaghőmérsékletet, az alacsony hőmérsékleti minimumok gyakoriságánál a 0, -5, -10, -15, -20 °C közötti és a -20 °C alatti minimum hőmérsékleteket, a magas hőmérsékleti maximumok gyakoriságánál pedig a 30 és a 35 °C feletti napi maximum értékeket tekintettük mérvadónak.

A havi középértékek ismeretében meg lehet határozni, hogy az egyes növények számára szükséges bázishőmérsékletnél magasabb középhőmérsékletű időszakok az egyes években mikor kezdődtek, mikor fejeződtek be és mennyi ideig tartottak. (Varga-Haszonits és Boncz 1985).

Az adatbankban a potenciális evapotranszpiráció adatainak a számítása a Dunai *et al.* (1968, 1969) által kidolgozott módszerrel, a tényleges evapotranszpiráció adatai pedig Varga-Haszonits (1987) módszerével történt.

A fenológiai megfigyelésekre vonatkozó feldolgozásokat már publikáltuk (Enzsölné 2007), így azoktól most eltekintünk.

EREDMÉNYEK

Az őszi árpa fenofázisainak statisztikai jellemzői

Az őszi árpát – mint magyar elnevezése is mutatja – szeptember végén, október elején vetik és a növény a következő év júniusában érik. A tenyészidőszaka ezért átnyúlik az év hideg időszakán, amikor a napi középhőmérsékletek a növény bázishőmérséklete alá csökkennek, ezért ez az időszak a növény nyugalmi időszaka. Majd a tavaszi felmelegedés során a napi középhőmérsékletek ismét a bázishőmérsékletek fölé emelkednek, s folytatódik a növény vegetatív tevékenysége.

Ahhoz, hogy az árpa tenyészidőszakának meteorológiai jellemzőit elemezhessük, mindekelőtt meg kell ismernünk az árpa vetéstől az érésig terjedő tenyészidőszakának időbeli és térbeli változásait, ezen belül pedig az egyes fenofázisainak az alakulását. Az egyes megfigyelő állomások adatai alapján az 1. táblázatban látható idő- és térbeli eloszlás a jellemző hazánk területén.

Az őszi árpa tenyészidőszakát meteorológiai szempontból három nagyobb időszakra oszthatjuk. Az első az őszi időszak, amely a vetéstől a hőmérséklet 5 fok alá süllyedésének

időpontjáig tart. A második, a téli nyugalmi időszak, amely a hőmérséklet őszi 5 fok alá süllyedésének időpontjától a hőmérséklet tavaszi 5 fok fölé emelkedésének időpontjáig tart. A harmadik a tavaszi időszak, amely a hőmérséklet 5 fok fölé emelkedésének tavaszi időpontjától az érésig tart.

Az őszi időszak. Az 1. táblázatban láthatjuk, hogy hazánk területén – az 1984 és 1997 közötti 14 év fenológiai adatai alapján – az őszi árpát általában szeptember utolsó dekádjában vetik és október második felében kel ki. A bokrosodás az évek többségében már november hónapban bekövetkezik, egyes esetekben azonban áttolódik a következő év tavaszára, sőt kivételes esetben még az is előfordulhat, hogy a kelés is csak a következő évben megy végbe (pl. Orosháza 1987). Ha ezt a kivételes évet kivesszük a számításainkból, akkor az átlagos vetés–kelés időtartamra már a többi állomáshoz hasonló értékeket, 17 napot kapunk.

Az őszi árpa bázishőmérséklete 3–5 fok, ezért ha az 5 fokos értéket vesszük figyelembe, akkor a napi középhőmérsékletek november közepe táján a bázishőmérséklet alá süllyednek. A vetés időpontja és a napi középhőmérsékletek 5 fok alá süllyedésének időpontja között – amint a 2. táblázatból látható – átlagos 40–50 nap áll a növény rendelkezésére, hogy megerősödve menjen át a nyugalmi időszakba.

Az első időszak tehát a vetéstől a napi középhőmérsékleteknek a bázishőmérséklet (5 fok) alá süllyedésének időszakáig tart. Ezt az őszi időszakot a napi középhőmérsékletek fokozatos csökkenése jellemzi. Ekkor a növény szempontjából az elsőrendű fontosságú, hogy a nyugalmi időszak beállta előtt kellő mértékben megerősödjön, mert a téli alacsony hőmérsékleteket fejlettebb állapotban jobban el tudja viselni. Ez az időszak átlagosan Szolnok, Békéscsaba és Kecskemét megfigyelőhelyeken – azaz az ország középső és déli területein – a leghosszabb, tehát itt áll a legtöbb nap a növény rendelkezésére, hogy megerősödjön a tél beállta előtt.

Az áttelelési időszak. Az az időszak, amikor a napi középhőmérsékletek 5 fok alatt vannak, a növény nyugalmi időszaka. Az időszak átlagosan november közepétől március közepéig tart, azaz hozzávetőlegesen négy hónap, valamennyivel több, mint 120 nap (2. táblázat), amelynek folyamán a növény számára az a fontos, hogy képes legyen elviselni az ebben az időszakban előforduló alacsonyabb hőmérsékleteket. Az alacsony hőmérsékletek és azok előfordulási gyakorisága nemcsak magukra a növényekre, hanem azok kórokozóinak és kártevőinek az áttelelésére is hatással vannak. Az őszi időszakhoz hasonlóan ugyancsak a déli megyékben átlagosan a legrövidebb a téli, hideg időszak hossza.

A tavaszi időszak. Ez az időszak a napi középhőmérsékletek tavaszi 5 fok fölé emelkedésének időpontjától a növény éréséig tart. Tavasszal a napi középhőmérsékletek március közepe táján emelkednek 5 fok fölé és a növény viaszérése pedig június közepe körül következik be (2. táblázat).

Ez a tavaszi időszak az, amelynek folyamán a növény növekedése és fejlődése során a virágzás időpontjára eléri a fajtára általánosan jellemző növekedési szintet, majd a virágzás után létrehozza és megérleli a szemtermést.

1. táblázat Az őszi árpa fénológiai jelenségei bekövetkezésének és fázisstartamainak statisztikája (1984–1997)

Table 1. Statistics of phenological events and length of phenophases of winter barley (1984–1997)

- (1) station, (2) date of phenological event in ordinal number of day of year, (3) sowing, (4) emergence, (5) shooting, (6) heading, (7) ripening, (8) average, (9) length of phenophase, (10) sowing-ripening, (11) shooting-ripening, (12) shooting-ripening, (13) heading-ripening, (14) growing season

Állomás (1)	Fénológiai jelenség bekövetkezési időpontjának sorszáma (2)														
	Vetés (3)			Kelés (4)			Szárbaindulás (5)			Kalászolás (6)			Viaszerés (7)		
	min	átl	max	min	átl	max	min	átl	max	min	átl	max	min	átl	max
Füzesabony	266	275	285	276	296	324	91	110	131	118	131	142	145	164	181
Kaposvár*	269	273	276	275	283	290	90	101	111	111	124	133	155	166	177
Kecskémét	247	272	286	264	288	314	79	100	131	107	122	145	143	157	182
Mosonmagyaróvár	260	274	295	271	289	309	90	105	121	116	126	135	156	162	174
Nyíregyháza	270	279	299	281	291	313	96	112	124	121	132	140	155	171	187
Orosháza	265	276	289	82	278	321	69	98	131	108	129	144	146	165	172
Tiszarófi	263	271	276	275	288	309	91	108	121	118	127	135	150	162	176
	Fázisstartam (9)														
Állomás	Vetés-kelés (10)			Kelés-szárbaindulás (11)			Szárbaindulás-kelés (12)			Kalászolás-viaszerés (13)			Vegetációs periódus (14)		
	min	átl	max	min	átl	max	min	átl	max	min	átl	max	min	átl	max
	5	21	57	164	179	203	11	21	43	11	33	48	227	254	279
Füzesabony	5	11	14	172	183	196	11	23	32	33	42	53	251	259	272
Kaposvár*	6	17	28	143	177	193	11	22	35	21	35	51	233	251	267
Kecskémét	7	15	24	147	182	201	7	21	32	26	36	45	227	254	274
Mosonmagyaróvár	7	12	16	173	187	199	11	20	30	16	39	49	222	257	280
Nyíregyháza	6	28	168	32	160	206	8	31	55	25	36	48	234	255	268
Orosháza	10	17	38	173	185	201	10	19	37	27	35	47	247	256	272
Tiszarófi															

* Kaposvár 1984–1990

2. táblázat Az őszi árpa fenológiai fázisainak és a természetes időszakok kezdetének statisztikája (1984–1997)
 Table 2. Statistics of phenophases and the beginning of natural periods of winter barley (1984–1997)

(1) ordinal number of appearance time of the phase, (2) station, (3) length of period between sowing and autumn date when temperature goes down under 5 Celsius degree, (4) length of period colder than 5 Celsius degree, (5) length of wperiod between autumn date when temperature goes down under 5 Celsius degree and ripening

Állomás (2)	Az időszakok bekövetkezési időpontjainak sorszáma (1)									
	Vetés–D ₀₅ időszak hossza (3)			D ₀₅ –D ₁₅ közötti időszak hossza (4)			D ₀₅ –érés időszak hossza (5)			
	min	átl (6)	max	min	átl	max	min	átl	max	
Miskolc	23	37	51	109	132	145	59	83	102	
Kaposvár*	21	40	55	110	130	148	70	98	154	
Kecskemét	22	45	73	98	124	138	70	82	95	
Mosonmagyaróvár	15	43	60	99	125	138	76	86	102	
Nyíregyháza	25	36	49	106	129	143	72	92	111	
Békéscsaba	33	44	60	94	121	136	77	90	104	
Szolnok	36	47	60	96	122	135	72	84	110	

* Kaposvár 1994–1990

3. táblázat Alacsony hőmérsékleti minimumok gyakoriságai (1951–1990, november 1.– március 31.)

Table 3. Frequency of low minimum temperature values (1951–1990, 1st November–31st March)

(1) station, (2) frequency of low minimum temperature values, (3) between 0 and –5 Celsius degree, (4) –5 and –10 Celsius degree, (5) between –10 and –15 Celsius degree, (6) between –15 and –20 Celsius degree, (7) below –20 Celsius degree

Állomás (1)	Alacsony hőmérsékleti minimumok gyakoriságai (2)														
	0 és –5 fok között (3)			–5 és –10 fok között (4)			–10 és –15 fok között (5)			–15 és –20 fok között (6)			–20 fok alatt (7)		
	min	átl (8)	max	min	átl	max	min	átl	max	min	átl	max	min	átl	max
Miskolc	42	62	82	4	26	51	0	10	29	0	3	15	0	1	9
Kaposvár	27	57	113	2	18	43	0	7	26	0	3	15	0	1	6
Kecskemét	33	56	75	1	21	39	0	8	26	0	2	18	0	1	6
Mosonmagyaróvár	31	57	78	4	19	51	0	7	30	0	2	12	0	0	5
Nyíregyháza	29	60	81	8	23	48	0	10	35	0	3	16	0	1	8
Békéscsaba	24	55	78	2	22	40	0	9	31	0	4	22	0	1	5
Szolnok	24	57	80	2	22	38	0	8	26	0	3	18	0	1	8
Minimum	24	55	75	1	18	38	0	7	26	0	2	12	0	0	5
Átlag	30	58	84	3	21	44	0	8	29	0	3	17	0	1	7
Maximum	42	62	113	8	26	51	0	10	35	0	4	22	0	1	9

Az őszi árpa termesztésének éghajlati feltételrendszere

A meteorológiai elemek a növényekre gyakorolt alapvető hatásuk szempontjából két nagy csoportra oszthatók: termikus elemekre (napsugárzás, hőmérséklet) és higrikus elemekre (légnedvesség, csapadék, párolgás, talajnedvesség). Ezek a növényi életjelenségek fő befolyásoló tényezői, amelyeket mindig együttthatásuk alapján célszerű vizsgálni. Ugyanis a napsugárzás energiájára van szükség ahhoz, hogy a növény szerves anyagokból szerves anyagot állítson elő és növekedni, fejlődni tudjon. De ha nem áll a növény rendelkezésére víz, akkor a kapott energia a növényt csak felmelegíti, az stressz állapotba kerül és elpusztul. Ha viszont nem állna rendelkezésére energia, csak víz, akkor a vizet nem tudná felvenni és elszáradna.

Ezért először e két elemcsoport elemeinek az adott területen való idő- és térbeli változásait fogjuk megvizsgálni, hogy lássuk, az adott terület meteorológiai viszonyai milyen feltételrendszert jelentenek az őszi árpa termesztése számára.

Az őszi árpa tenyészidőszakának termikus jellemzői

Az őszi árpa tenyészidőszaka hazánkban általában szeptember utolsó dekádjától június utolsó dekádjáig tart. Természetesen előfordulhat, hogy az őszi árpát már szeptember első felében elvetik, s az is, hogy csak július első dekádjában aratják. Meteorológiai szempontból tehát a szeptember és július közötti időszakot kell megvizsgálni, hogy láthassuk hazánkban milyenek az őszi árpa termesztésének éghajlati feltételei. Először vizsgáljuk meg a termikus viszonyokat, vagyis azt, hogy a napsugárzás energiája térben és időben hogyan jut el a növényhez, s hogyan alakulnak az energia viszonyokhoz szorosan kapcsolódó hőmérsékleti viszonyok.

Napsugárzás. Az őszi árpa vetése – amint az *1. táblázat* adatai is mutatják – az őszi napéjegylenlőség időpontja után történik, azaz a vetés után a nappalok hossza fokozatosan csökken, s ennek következtében egyre kevesebb energia éri el a földfelszínt.

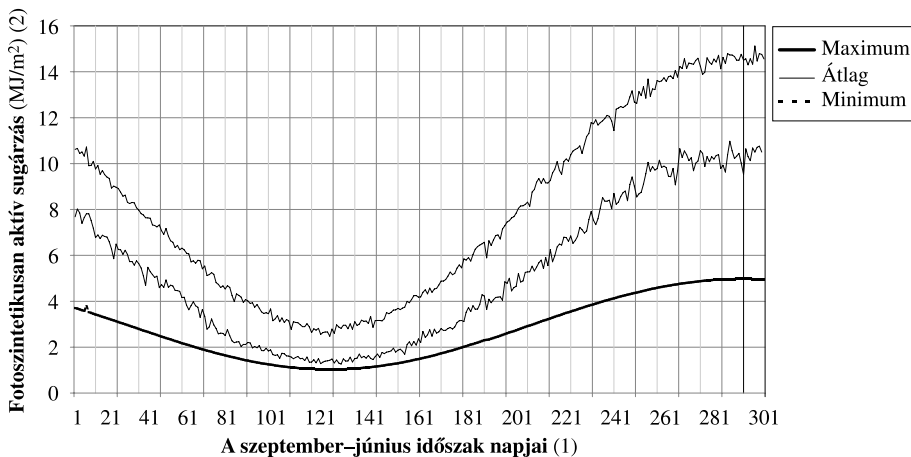
Az *1. ábrán* látható, hogy ebben az időszakban a földfelszínre érkező hasznosítható energiának nemcsak a mennyisége csökken, hanem a mennyiségének az ingadozása is. A napi maximumok és minimumok közötti intervallum egyre szűkül, egészen a téli napfordulóig, amikor a legrövidebbek a nappalok, s ennek megfelelően a napsugárzás mennyisége is minimumban van. Ettől kezdve a földfelszínre érkező napsugárzás mennyisége növekszik, a tavaszi napéjegylenlőség után pedig nemcsak a mennyisége, de a napi ingadozása is jelentősen meghaladja az őszi értékeket. Ebből az ábrából is látszik, hogy a fotoszintetikusan aktív sugárzás nagysága a szeptember elejére jellemző 8 MJ/m^2 átlagos értéket körülbelül 230 nap után éri el ismét.

A napsugárzás mennyisége az őszi árpa tenyészidőszaka alatt sohasem válik a növény fejlődését korlátozó tényezővé. A napsugárzás összetételét tekintve, az ultraibolya sugárzás jelenthet veszélyt olyan időszakokban, amikor a Földet védőpajzsként körülvevő ózonréteg megritkul (Larcher 2003). A nagyenergiájú ultraibolya sugarak ugyanis sejtroncsoló hatásúak.

1. ábra A fotoszintetikusan aktív sugárzás minimum, átlag és maximum értékeinek időbeli alakulása a szeptember–júniusi időszak ideje alatt Mosonmagyaróváron 1950/1951–1999/2000 évek között

Figure 1. Temporal changes of minimum, average and maximum photosynthetically active radiation values during period of September–June in Mosonmagyaróvár between 1950/1951–1999/2000

(1) days of period of September–June (2) photosynthetically active radiation (MJ/m²)



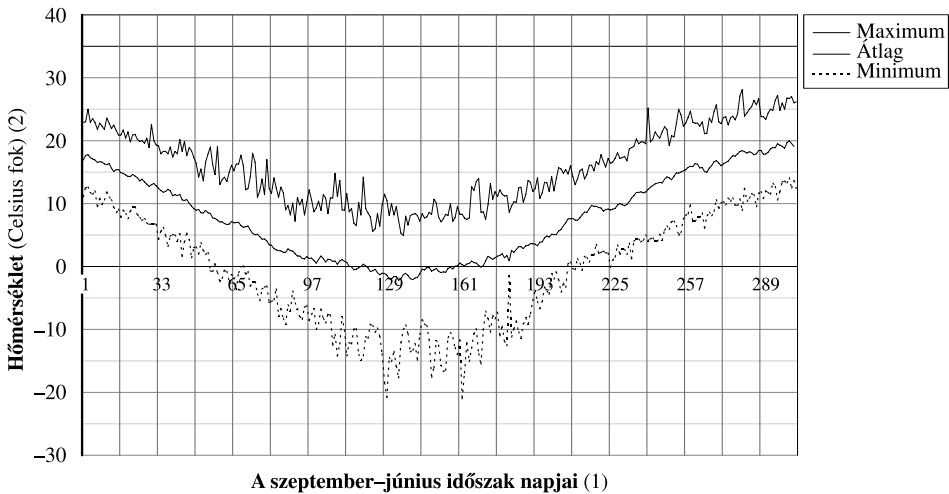
Hőmérséklet. A hőmérséklet alakulása természetesen követi a földfelszínre érkező napsugárzás energiájának évi menetét (2. ábra). Az őszi vetés után a napsugárzás energiájának csökkenése következtében a napi középhőmérsékletek is fokozatosan csökkennek. Miközben azonban a napsugárzás mennyiségének csökkenésével annak napi ingadozása is csökken, a hőmérsékletnél éppen fordítva történik, azaz az őszi napi hőmérsékleti ingadozáshoz képest napi középhőmérsékletek csökkenésével az ingadozás napi intervalluma télen inkább kissé növekszik. Ez annak a következménye, hogy a téli időszakban megerősödik a ciklonális tevékenység, s ezért a hideg és meleg időjárási helyzetek gyakran váltják egymást. A tavaszi felmelegedés során a napi középhőmérsékletek emelkedésével a napi hőmérséklet-ingadozás ismét valamivel kisebbé válik, mint ahogy a téli időszakban tapasztaltuk (2. ábra).

Bázishőmérséklet. Különböző publikációkban közölt adatok alapján ismerjük azokat a hőmérsékleti küszöbértékeket, amelyek az őszi árpa növekedését, fejlődését és produktivitását befolyásolják. Ezeknek az adatoknak a használatánál sok esetben nehézséget jelent azonban, hogy nem ismerjük a mérési adatok eredetét. Nem tudjuk hol történt a mérés, szántóföldön vagy zárt helyiségben (laboratórium, üvegház, fitotron, klímakamra stb.), egyetlen növényen vagy növényállományban, azt sem tudjuk, hogy egyetlen mérés eredménye volt-e, vagy több mérés átlaga, vagy a nap folyamán mért maximum-e. Ezeket az értékeket azonban széleskörűen használják, ezért mi is ezeket az adatokat vetjük össze a hazai meteorológiai hálózatban mért napi középhőmérséklet és maximum hőmérséklet értékekkel.

2. ábra A napi átlaghőmérséklet minimum, átlag és maximum értékeinek időbeli alakulása a szeptember-júniusi időszak ideje alatt Mosonmagyaróváron 1950/1951–1999/2000 évek között

Figure 2. Temporal changes of minimum, average and maximum daily temperature during period of September–June in Mosonmagyaróvár between 1950/1951–1999/2000

(1) days of period of September–June, (2) temperature (°C)



Az őszi árpa bázishőmérséklete 3–5 fok, vetése azonban szeptember második felében történik, amikor a napi középhőmérsékletek többnyire még 10 felett vannak. Fokozatosan csökkenő napi középhőmérsékletek mellett megy végbe a kelés és sok esetben a bokrosodás is. November közepére a napi középhőmérsékletek csökkenése eléri az 5 fokot. Mivel azonban a talajok őrzik a hőt, az őszi lehűlés során még az 5 fok alatti értékek esetén is tapasztalható vegetatív tevékenység. Ősszel ezért inkább a 3 fok átlépése jelenti a nyugalmi időszak kezdetét. Általánosan elfogadott azonban az, hogy az őszi gabonák esetében 5 fokok bázishőmérsékletekkel számolunk. A 2. ábrából kitűnik, hogy az őszi 5 fokok hőmérsékletre való lehűlés és a tavaszi 5 fok fölé emelkedés Mosonmagyaróváron átlagosan november közepén illetve március közepén (50 év átlagában november 14-én valamint március 16-án) következik be. Varga-Haszonits et al. (2004) vizsgálta, hogyan alakult 13 állomás és 120 év átlagában az 5 °C-nál magasabb középhőmérsékletű időszak kezdeti időpontja. Jelentős mértékű változást csak az 1980-as évek utáni hőmérséklet-emelkedés hozott, ez az időpont előbbre tolódott.

Alacsony hőmérsékletek. Az 5 fok őszi átlépése és tavaszi átlépése közötti nyugalmi időszakban elsősorban az alacsony hőmérsékletek (a különböző erősségű fagyok) vannak hatással a növényre. Ezért megvizsgáltuk a 0, –5, –10, –15 és –20 fokok közötti és a –20 fok alatti minimumok előfordulásának a gyakoriságát (3. táblázat).

A 0 és –5 fok közötti napok száma átlagosan közel 60, ezek száma 5 fokok csökkenést nézve osztályonként harmadolódik. Az összes vizsgált állomás esetén volt legalább egy olyan év,

amikor nem volt –10, vagy annál hidegebb nap a vizsgált időintervallumban. Extrém (–20 fok vagy az alatti) hideg egy állomás (Mosonmagyaróvár) kivételével az összes állomáson előfordult, de ezen napok maximális gyakorisága 5–10 között volt.

Optimum hőmérséklet. A fotoszintézis szempontjából a 20 és 25 fok közötti hőmérsékletek a kedvezőek. Ekkor képződik a legnagyobb mennyiségű szerves anyag. Ha a 2. ábrára tekintünk, láthatjuk, hogy az 50 évi napi középhőmérsékletek az őszi árpa tenyészidőszaka folyamán nem emelkednek 20 fölé. A maximumok is csak május vége felé. Ha azonban a napi középértékben a 15 fokot tekintjük optimumnak, akkor májusban már kedvezőek a napi középhőmérsékletek az őszi árpa számára. Ez már a virágzás és a magképződés időszaka.

Maximum hőmérsékletek. A növény számára a 30 fok feletti értékek már nem kedvezőek, a 35 feletti értékek esetén pedig az asszimiláció jelentős mértékben visszaesik. Az ilyen napok átlagosan 10 körüli, illetve 0–1 gyakorisággal fordulnak elő, átlagosan a legtöbb 30 fok fölötti értéket az Alföldön, a legkevesebbet Nyugat-Magyarországon mérték, 35 feletti érték pedig a Dunántúlon nincs is ebben az időszakban (4. táblázat).

4. táblázat Magas hőmérsékleti maximumok gyakoriságai 1951–1990
(október 1.–május 31.)

Table 4. Frequency of high maximum temperature 1951–1990
(1st October–31st March)

(1) station, (2) frequency of high maximum temperature values,
(3) above 30 Celsius degree, (4) above 35 Celsius degree, (5) average

Állomás (1)	Magas hőmérsékleti maximumok gyakoriságai (2)					
	30 fok felett (3)			35 fok felett (4)		
	min	átl (5)	max	min	átl	max
Miskolc	0	8	21	0	1	7
Kaposvár	0	8	23	0	0	5
Kecskemét	0	9	24	0	1	8
Mosonmagyaróvár	0	7	23	0	0	5
Nyíregyháza	0	8	19	0	1	8
Békéscsaba	1	12	30	0	1	9
Szolnok	0	10	23	0	1	8

A tenyészidőszakok középhőmérsékletei. Az őszi árpa tenyészidőszakának termikus jellemzői, elsősorban a hőmérséklete, összehasonlítva az egynyári növények tenyészidőszakának termikus jellemzőivel és az év átlagos termikus jellemzőivel azt mutatja, hogy ez az időszak hűvös időszak. Varga-Haszonits et al. (2004) kukoricára vonatkozó vizsgálatait analógiaként figyelembe véve egy esetleges felmelegedés hatására a hosszabb tenyészidejű és nagyobb terméshozamú fajták elterjedtebb termesztését feltételezhetjük (5. táblázat). Mivel a hőmérséklet és a növényfejlődés közötti összefüggés lényege az, hogy minél magasabb a hőmérséklet, annál gyorsabban fejlődnek a növények, ezért magasabb hőmérsékleten rövidebb lesz a tényleges tenyészidőszak.

5. táblázat Öt évtized hőmérsékleti átlagértékei (országos átlag)

Table 5. Averages of daily temperature during period of five decade (nation-wide average)

(1) average of daily temperature (nation-wide average)

(2) growing season of winter barley, (3) annual averages of daily temperature,

(4) growing season of maize

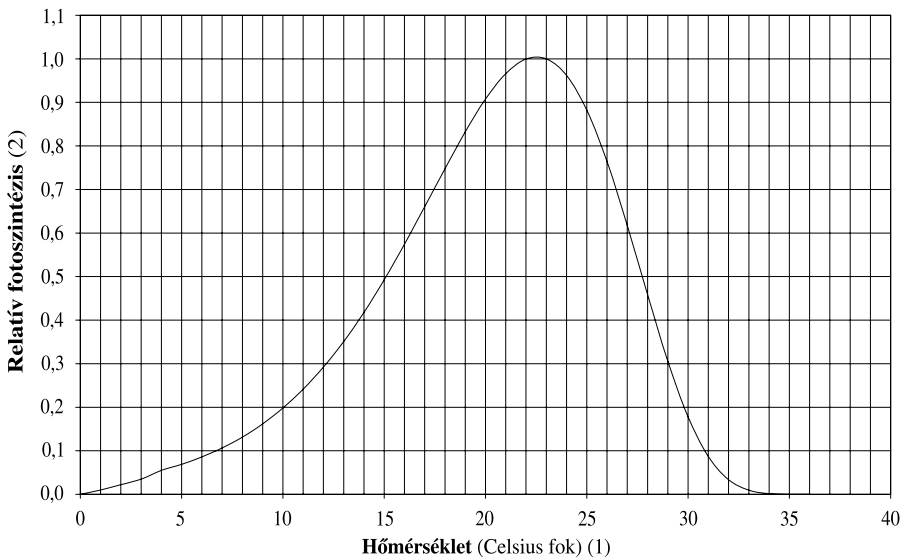
	Napi középhőmérsékletek országos átlagai (°C) (1)				
	1951–1960	1961–1970	1971–1980	1981–1990	1991–2000
Őszi árpa tenyészidőszaka (2) (szeptember 1.–június 30.)	8,2	7,9	7,9	7,9	8,3
Évi középhőmérséklet (3) (január 1.–december 31.)	10,4	10,0	9,9	10,1	10,5
Kukorica tenyészidőszaka (4) (április 1.–október 31.)	16,3	16,2	15,3	16,0	16,4

A hőmérsékletekről elmondottakat jól reprezentálja az a hőmérsékleti hatásgörbe (Larcher 2003), amely jó közelítéssel a növény egész tenyészidőszakára jellemző (3. ábra).

3. ábra A hőmérséklet hatása az őszi árpa fotoszintézisére

Figure 3. Effect of temperature upon photosynthesis of winter barley

(1) Temperature (°C), (2) Relative photosynthesis



Az őszi árpa tenyészidőszakának higrikus jellemzői

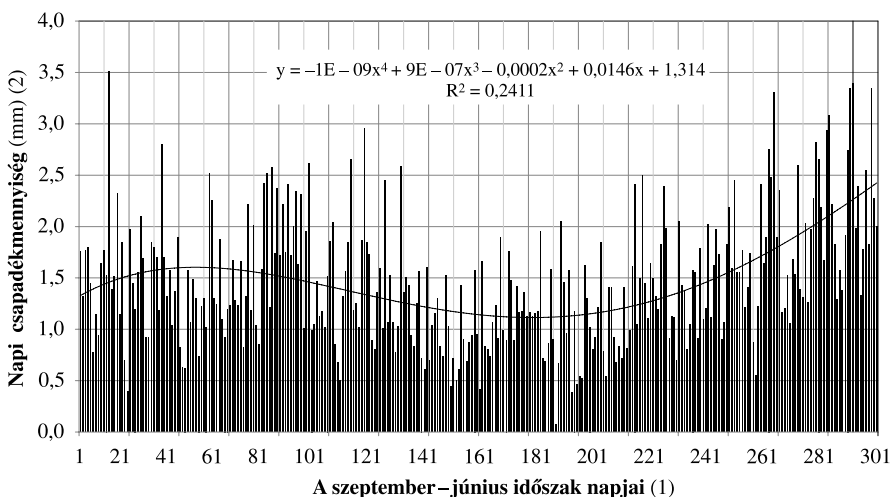
A növények vízellátottságának tanulmányozásához a vízháztartás legfontosabb tényezőit kell figyelembe venni. A vízháztartás tényezői közül a legjelentősebb vízbevételi forrást

a csapadék jelenti. A víztárolás a talajban történik, onnét veszi fel a növény a vizet. A talajban lévő víz tehát egyrészt a növényen keresztül távozik a levegőbe, másrészt a növény alatti talaj is párologtatja a vizet. A kettőt együtt nevezzük evapotranszpirációnak. A talajban lévő vízben oldódnak a talajban található tápanyagok is, ezért a víz nemcsak szervesanyagforrása a fotoszintézisnek, hanem egyéb tápanyagokat is szállít az asszimiláció színhelyére. A víz tehát az energiával együtt nélkülözhetetlen környezeti eleme a növényi életnek.

Csapadék. Az őszi árpa vetése utáni időszakban a csapadék mennyisége megnövekszik (4. ábra). Mediterrán hatásra novemberben hazánkban a csapadékban másodmaximum alakul ki, ami rendkívül előnyös abból a szempontból, hogy ennek a lehullott csapadéknak nagy része a talajban fog tárolódni, mivel a téli alacsony párolgási viszonyok miatt kevés a vízveszteség.

4. ábra A napi csapadék átlagértékeinek időbeli alakulása a szeptember–júniusi időszak ideje alatt Mosonmagyaróváron 1950/1951–1999/2000 évek között

Figure 4. Temporal changes of average daily precipitation during period of September–June in Mosonmagyaróvár between 1950/1951–1999/2000
(1) Days of period of September–June, (2) Daily precipitation (mm)



A téli hónapokban hullik hazánkban a legkevesebb csapadék. Februárban van a csapadék minimuma. A kevés párolgás miatt azonban ennek a csapadéknak a jelentős része is képes a talajba szivárogni, ha nem fagyott a talaj.

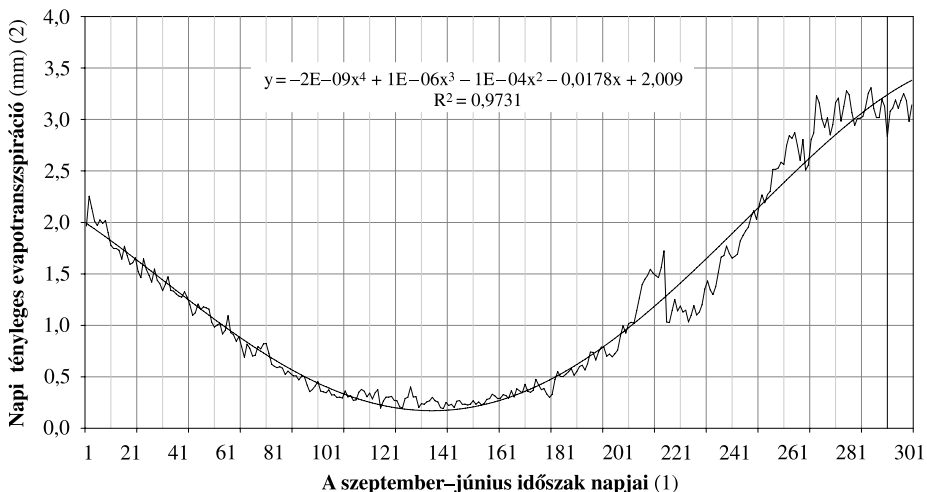
Amint az a 3. ábrán látható, a csapadék napi mennyisége a vizsgált szeptember–júniusi időszakban nagy ingadozást mutat. A tized millimétertől a 3,5 mm-ig váltakoznak az értékek, de a január–márciusi időszakban majdnem mindig 2 mm alatt marad. Márciustól júniusig a havi csapadékösszegek fokozatosan növekszenek. Júniusban van a csapadék főmaximuma.

Evapotranszpiráció. Mint ismeretes a párolgásnak két formáját szoktuk megkülönböztetni: a szabad vízfelszínről történő párolgást, ezt nevezzük potenciális párolgásnak és valamilyen egyéb felszínről (talaj, növény) történő párolgást, ezt nevezzük tényleges párolgásnak. A tényleges párolgás történhet a csupasz talajról és történhet a növényen keresztül (transzspiráció). A növényállományokról történő párolgás esetében nehéz a talajról elpárolgó vizet és a növényen keresztül elpárolgó vizet egymástól elkülönítve meghatározni, ezért a kettő együttesét mérik, s ezt evapotranszspirációnak nevezzük.

A növényállományokról történő párolgás esetén, amíg a talajban lévő vizet a növény könnyen fel tudja venni, addig az evapotranszspiráció alapvetően a napsugárzás energiájától és a levegő párabefogadó képességétől függ. Amikor a talaj felső rétegei szárazabbá válnak, akkor a talajnak a fizikai tulajdonságai (szerkezete, vízvezető képessége stb.) egyre fontosabbá válnak, mert a vizet a felső rétegekbe kell vezetni ahhoz, hogy elpárologhasson. Ezt mutatja a 5. ábra, amelyen az evapotranszspiráció tenyészidőszak alatti menete látható. Összehasonlítva a 2. és 5. ábrát, kitűnik, hogy a hőmérséklet és a napi tényleges evapotranszspiráció görbe lefutása hasonló. Nagyobb eltérést csak akkor tapasztalunk, amikor a csapadék mennyisége májustól nőni kezd, így az evapotranszspiráció értéke meghaladja a szeptemberi értéket.

5. ábra A napi tényleges evapotranszspiráció átlagértékeinek időbeli alakulása a szeptember–júniusi időszak ideje alatt Mosonmagyaróváron 1950/1951–1999/2000 évek között

Figure 5. Temporal changes of average daily evapotranspiration during period of September–June in Mosonmagyaróvár between 1950/1951–1999/2000 (1) days of period of September–June, (2) actual value of daily evapotranspiration (mm)

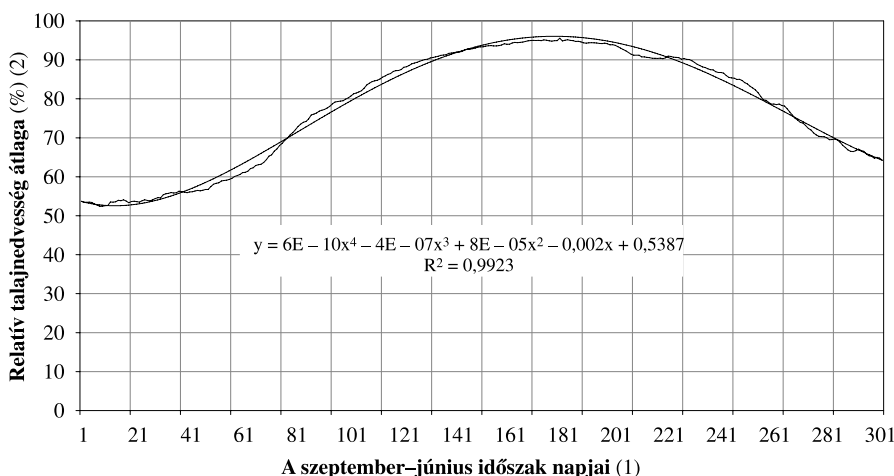


A növénynek ahhoz, hogy szerves anyagot tudjon előállítani, meghatározott mennyiségű víz elpárologtatására van szüksége. Ezt a vízmennyiséget a talajban tárolt víz biztosítja.

Talajnedvesség. A talajba jutó víznek jelentős részét a talaj a nehézségi erővel szemben képes visszatartani, s a talaj felső rétegeiben tárolni. Ennek a vízmennyiségnek a szántóföldi vízkapacitás és a hervadási pont közötti része a hasznos víztartalom, amelyet a növények képesek felvenni és az asszimiláció során hasznosítani. Ennek megfelelően *Ruzsányi* (1992) a csapadékkal szemben az eltárolt vízmennyiség, a talajnedvesség termékalakító szerepét hangsúlyozta. Ennek a víztartalomnak van egy alsó határa, amely felett a növény a vizet könnyen felveszi. Ezért az ezen érték feletti vízmennyiséget kedvező víztartalomnak nevezzük. Ez a határérték az őszi árpa esetében a maximális hasznos víztartalom 45%-nál van (*Szalóky* 1991). Amint ez az 6. ábrán jól megfigyelhető, az 50 évi középértékek ezen érték felett vannak.

6. ábra A relatív talajnedvesség átlagértékeinek időbeli alakulása a szeptember–júniusi időszak ideje alatt Mosonmagyaróváron 1950/1951–1999/2000 évek között

Figure 6. Temporal changes of average relative soil moisture during period of September–June in Mosonmagyaróvár between 1950/1951–1999/2000 (1) Days of period of September–June, (2) Relative soil moisture (%)



A talajnedvesség ábra jól mutatja, hogy a csapadék alapján nem lehet megfelelő képet kialakítani a növények vízellátottsági viszonyairól. Amint a 4. és 6. ábrákon bemutatott időbeli menetek mutatják, a talajnedvességnek éppen akkor van maximuma, amikor a csapadéknak minimuma. Ez úgy lehetséges, hogy a csapadék másodmaximumából, a télen lehullott csapadékból és a hóolvadásból a talajba jutó víz a téli alacsony párolgási energia miatt jelentős részben a talajban marad, és ott felhalmozódik.

A tenyészidőszak nedvességi jellemzői. Az őszi árpa tenyészidőszaka összehasonlítva az egynyári növények nedvességi viszonyaival és az évi átlagos nedvességi viszonyokkal, az év nedves időszakának tekinthető. A július–augusztus időszak magas párolgási értékei után csökken a vízkidadás, így nő a talajnedvesség, amely márciusig növekvő tendenciát mutat, majd a hőmérséklet és a párolgás növekedésével egyre csökken. Az őszi vetésű növények vegetációs ideje az egynyárikkal ellentétben az év nedvesebb időszakára esik.

ÖSSZEFOGALALÓ ÉRTÉKELÉS ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Az elmondottak alapján megállapíthatjuk, hogy hazánkban az őszi árpa tenyészidőszakát a napi középhőmérsékletek alapján három részidőszakra oszthatjuk.

Az őszi időszak a vetéstől a napi középhőmérsékletek 5 fok alá süllyedésének időpontjáig tart. A vetés idején (szeptember 3. dekádjában) a napi középhőmérsékletek még többnyire meghaladják a 15 fokot. Azonban a napi középhőmérsékleteket már a fokozatos csökkenés jellemzi, s november közepe táján az őszi árpa bázishőmérséklete (5 fok) alá csökkennek. Ugyanakkor a növekvő őszi csapadék hatására a talajnedvesség pedig fokozatosan növekedni kezd. Ez a viszonylag hosszú, kedvező hőmérsékletű és fokozatosan javuló vízellátottságú őszi időszak (átlagosan 40–50 nap) lehetővé teszi az őszi árpanak, hogy megfelelő fejlettséget érjen el a téli időszak alacsony hőmérsékleteinek az elviseléséhez.

A téli időszakot az 5 fok alatti napi középhőmérsékletek, s a gyakori erős negatív napi minimumhőmérsékletek jellemzik. Ezek – különösen hótakaró nélküli napokon – kedvezőtlen hatással vannak a növényekre, s ez befolyással van a terméshozamokra is. Látható a 6. ábrán, hogy átlagosan évente nulla és –15 fok közötti minimumok előfordulásával kell számolni. Ezek minél nagyobb számban fordulnak elő, annál kedvezőtlenebbül hatnak a növényre.

A talaj víztartalma ebben az időszakban – bár ekkor van hazánkban a csapadék minimuma – a nagyon alacsony párolgási értékek miatt fokozatosan emelkedik. S ha a hóolvadás nem fagyott talajon történik, akkor további vízbevételt jelent a talaj számára.

A tavaszi időszakban a hőmérséklet és a havi csapadékösszegek is fokozatosan növekszenek, ami kedvező a növény növekedése és fejlődése szempontjából.

Azt mondhatjuk tehát, hogy hazánkban az őszi árpa tenyészidőszakában kedvezőek a talajnedvességi viszonyok, mivel október eleje és május közepe között az évek többségében a talaj nedvességtartalma nem süllyed a kedvező szint alsó határát jelentő 45% alá.

Hőmérsékleti szempontból kiemelt jelentőségűek a téli alacsony hőmérsékletek (különböző erősségű fagyok), valamint a jó vízellátottságú tavaszi hónapokhoz kapcsolódó magasabb hőmérsékletek, amelyek a növény növekedéséhez, fejlődéséhez és produktivitásához kedvező feltételeket biztosítanak.

Agroclimatological analysis of winter barley (*Hordeum vulgare* L.) production in Hungary

ERZSÉBET ENZSÖLNÉ GERENCSÉR

University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

In this time of climatic fluctuation it seems to be practical to examine the agroclimatologic characteristics of our main cultivated crops, such as the winter barley, that is the second most important crop among them. We have examined the statistically demonstrable laws described by phenologic phenomena, based on the whole vegetation period and phenologic phase (sowing–emergence, emergence–shooting, shooting–heading, heading–ripening) and the thermal and hygical relations in Hungary characterised by autumn, overwintering and spring on the bases of the data between 1951–2000, these minimum, average and maximum values, and the frequency of extreme values.

Our surveys highlight, that the vegetation period of winter barley compared with the period of annual crops is cooler and wetter, so a – mostly presumable – warming and drying tendency due to the climate change would likely cause less extreme relations than in the case of annual crops.

Keywords: winter barley, phenology, radiation, temperature, wet, climate.

IRODALOM

- Davis, M. H. – Simmons, S. R. (1994): Tillering Response of Barley to Shifts in Light Quality Caused by Neighboring plants. *Crops Sci.* **34**, 1604–1610.
- Dunai S. – Posza I. – Varga-Haszonits Z. (1968): Egyszerű módszer a tényleges evapotranszpiráció és a talaj vízkészletének meghatározására. I. A párolgás meteorológiája. *Öntözéses Gazdálkodás.* **6**, (2): 39–48.
- Dunai S. – Posza I. – Varga-Haszonits Z. (1969): Egyszerű módszer a tényleges evapotranszpiráció és a talaj vízkészletének a meghatározására. II. Tényleges párolgás. *Öntözéses gazdálkodás.* **7**, (2): 27–38.
- Enzsölné G. E (2007): A termikus meteorológiai elemek hatása az őszi árpa (*Hordeum vulgare* L.) fejlődésére. *Acta Agronomica Óváriensis.* **49**, (2): 281–286.
- Ferenczy E. (1958): A magyar föld népeinek története a honfoglalás koráig, Gondolat Kiadó, Budapest. 191. (Stúdium könyvek 3.)
- Gyulai F. (2004): Az árpa biotechnológiája. In Magyarország Kultúrflórája. VIII/14. *Tomcsányi A. – Turcsányi G.* (eds.) Az árpa – *Hordeum* L., Akadémiai Kiadó, Budapest. 53–76.
- Larcher, W. (2003): *Physiological Plant Ecology.* Fourth Edition. Springer Verlag, Berlin. 513.
- Ruzsányi L. (1992): A főbb növénytermesztési tényezők és a vízellátás kölcsönhatásai. Akadémiai doktori értekezés, Debrecen.

- Szalóky S.* (1991): A növények vízigénye és öntözésigényessége. Öntözés a kisgazdaságokban. Szerk.: *Lelkes J. és Ligetvári F.*, Fólium Könyvkiadó Kft. Budapest, 21–42.
- Szkazkin Sz. D.* (1979): A parasztság a középkori Nyugat-Európában. Gondolat, Budapest
- Torma A.* (1996): Archeobotanikai maradványok a középkorból. *Agrártörténeti Szemle*. **38**, 317–342.
- Varga-Haszonits Z – Boncz J.* (1985): A hőmérsékletileg lehetséges vegetációs periódus Magyarországon. *Földrajzi Közlemények*. 318–327.
- Varga-Haszonits Z.* (1987): Agrometeorológiai információk és hasznosításuk, Mezőgazdasági kiadó, Budapest. 248.
- Varga-Haszonits Z. – Varga Z. – Lantos Zs.* (2004): Az éghajlati változékonyság és a kukorica tenyészidőszakának a hossza. *Növénytermelés*. **53**, (1): 11–22.
- Willerding, U.* (1983): Zum ältesten Ackerbau in Niedersachsen; in: *Wegner, G.* (ed.): Frühe Bauernkultur in Niedersachsen. *Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland*, Oldenburg. Beiheft 1. 179–219.
- Zohary, D. – Hopf, M.* (2001): Domestication of plants in the Old World. The origin and spread of cultivated plants in West-Asia, Europe and in the Nile Valley. 3rd ed. Oxford University Press, Oxford. 328.

A szerző levélcíme – Address of the author:

ENZSÖLNÉ GERENCSÉR Erzsébet
Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.



A kislevelű hárs (*Tilia cordata* L.) fejlődésének bioklimatológiai elemzése

VARGA ZOLTÁN – VARGA-HASZONITS ZOLTÁN –
ENZSÖLNÉ GERENCSÉR ERZSÉBET – MILICS GÁBOR

Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Az éghajlatingadozás jelenlegi, számos bizonytalansággal terhelt szakaszában különböző élőszervezetek – s nem kizárólag a leginkább vizsgált gazdasági növények – fenológiai vagy bioklimatológiai elemzése segítségével információkat gyűjthetünk az éghajlati rendszer változékonyságáról és hatásairól. Az ország nagy részét lefedő állomáshálózat több mint egy évtizedes (kislevelű) hárs fenológiai adatok és az azokkal társítható termikus meteorológiai adatok felhasználásával elemeztük:

- a hárs fenológiai jelenségeiben megnyilvánuló törvényszerűségeket, területi és időbeli anomáliákat,
- a hárs különböző fenofázisai alatti termikus meteorológiai viszonyok statisztikai jellemzőit és változási tendenciáit,
- a termikus elemek és indexek hatását a hárs fázistartamaira és fejlődési ütemeire.

Eredményeink adalékot jelenthetnek az éghajlatváltozással kapcsolatos komplex jelenségek vizsgálatahoz és – különösen a radiotermikus indexszel kapcsolatos eredmények – segíthetnek a hársfejlődés numerikus előrejelzésében.

Kulcsszavak: hárs, fenológia, sugárzás, hőmérséklet, éghajlatváltozás.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Egy esetleges éghajlatváltozás hatása a teljes bioszférát, a legkülönbözőbb fejlettségű és rendszertani besorolású szervezeteket érinti. A hatások jellege és mértéke fajoként jelentősen eltérhet, de ez a komplex és globális érintettség lehetőséget nyújt arra, hogy az éghajlatingadozás jelenlegi, számos bizonytalansággal terhelt szakaszában különböző élőszervezetek – s nem kizárólag a leginkább vizsgált gazdasági növények – fenológiai vagy bioklimatológiai elemzése segítségével információkat gyűjtsünk az éghajlati rendszer változékonyságáról és hatásairól. Egy viszonylag kevésbé vizsgált terület a vadon termő, fás szárú növényekre gyakorolt éghajlati hatás számszerűsítése.

A várható hatások tekintetében vannak figyelembe vehető analógiák. *Sukopp és Wurzel* (2000) szerint, mivel az európai nagyvárosok vegetációja jól dokumentált és a hőmérséklet-emelkedési tendencia jellemzője e területeknek, ezért a belvárosi körzetek mikroklimatikus viszonyai (alacsony légnedvesség, magas léghőmérséklet) alkalmasak a globális felmelegedés szimulációjára. Számos faj, köztük a hárs hőmérsékletemelkedésre adott reakciója válik így tanulmányozhatóvá, szem előtt tartva, hogy a körülmények sok tekintetben eltérnek a természetes termőhelyi viszonyoktól.

Chmielewski et al. (2005) kutatásai alapján a fás szárú évelők várhatóan a tavaszi és a nyári fenofázisaikkal reagálnak a legérzékenyebben az éghajlati viszonyok változásaira, s különösen a tavaszi lombosodás és virágzás korábbi bekövetkezése várható. 2050-re a szerzők a fenofázisok akár több héttel korábbi bekövetkezését is elképzelhetőnek tartják. Ezzel egybecsengenek *Donnelly et al.* (2006) írországi fenológiai megfigyelései, melyek szerint a legszembetűnőbb változás a fás növények, köztük a hárs vegetációjának korábbi megindulása. Nyugat- és közép-európai területeken a hárs nyári virágzása évtizedenként 1–3 nappal jelentkezett korábban a 20. század második felében (*Ahas et al.* 2002).

Az őszi fenofázisok kisebb változásai miatt *Chmielewski et al.* (2005) a vegetációs időszak meghosszabbodását valószínűsítik. Más környezeti (meteorológiai) hatások is befolyásolhatják a képet. Például, ha nagyobb aszálygyakoriság is jelentkezik, akkor a lomb elszíneződése, s lehullása szintén több héttel korábban jelentkezhet, s így a vegetációs periódus nem meghosszabbodik, csupán előbbre tolódik.

Ennél drasztikusabb változások csak hosszabb idő alatt mennek végbe, köszönhetően e fajok sok évtizedes élettartamának is. *He et al.* (1999) modellezték az éghajlatváltozás növénytakaróra gyakorolt hosszú távú hatásait. Eredményeik szerint a boreális területek őshonos fajainak eltűnése és a délibb lombhullató fajok betelepülése – fokozatos felmelegedést feltételezve – 2–3 évszázad alatt mehet végbe. *Bradshaw et al.* (2000) ugyanakkor a hárs európai elterjedési területének változásait elemezve úgy találták, hogy napjainkban a korábbinál gyorsabb változások várhatók. Árnyalja a helyzetet, hogy a fajösszetételt nem kizárólag a klimatikus adottságok határozzák meg: *Cowling et al.* (2001) 1500 éves paleoklimatológiai adatbázis elemzésével arra a következtetésre jutottak, hogy a hárs jelenlegi aránya nyugat-dániai erdőkben alacsonyabb az éghajlati viszonyok által indokoltnál, s háttérben a 17. század eleje óta számottevő mértékű antropogén hatások állhatnak.

Összességében az éghajlati viszonyok változásai várhatóan a fás társulások diverzitásának csökkenését okozzák (*Chen* 2001), s e versenyben a hárs jó eséllyel indul. *Chen et al.* (2003) elemzése szerint a hársfajok által borított terület Északkelet-Kínában a 20. század utolsó éveiben növekedett, amiben a felmelegedéssel szembeni jó tűrőképességük is szerepet játszhat. *Liu és Jin* (2005) vizsgálatai szerint a hőmérsékletemelkedés és a magasabb szén-dioxid szint hatására a hárs levélfelület indexe növekszik. *Deng et al.* (2000) szerint a szén-dioxid szint megkétszereződése az erdők biomasszájának növekedését és a fajösszetétel megváltozását, pl. a hársfajok arányának növekedését vonná maga után Kína hegyvidéki területein.

He et al. (2005) vizsgálatai szerint a felmelegedés fás szárú vegetációra gyakorolt hatásai az elterjedési terület szegélyén jelentkeznek a legnyilvánvalóbban. Ilyen szempontból a hazai állományok adatai alapján kevésbé várható az éghajlatváltozás detektálása. Európa

északi országaiban a hárs elterjedési területe északi határán mozog, s jelenleg csak elszórtan fordul elő. Egy esetleges melegedés közvetlen módon e vidékeken számottevően javíthatja a hárs helyzetét, bár a hőmérséklet emelkedése új kártevő fajok megjelenésének is teret adhat, ami viszont ezzel ellentétesen hatna (Ranta 1996).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A hársfejlődés bioklimatológiai jellemzőinek vizsgálatához a Nyugat-magyarországi Egyetem mosonmagyaróvári Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának agroklimatológiai adatbankját használtuk fel. Az adatbank az Országos Meteorológiai Szolgálat meteorológiai megfigyelő hálózata és az Országos Fajtaminősítő Intézet – a mai Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal – fenológiai megfigyelő hálózata által mért meteorológiai és fenológiai adatokat tartalmazza.

Az elemzés az 1984 és 1997 közötti 14 esztendő, 8 állomáson (Badacsony, Eger, Kaposvár, Mosonmagyaróvár, Pápa, Romhány, Szeged, Tiszaroff) észlelt fenológiai adataira és a hozzájuk rendelhető azonos vagy szomszéd megyéből származó, hasonló természetföldrajzi adottságok mellett gyűjtött (a fenológiai állomások fenti sorrendjének megfelelően a meteorológiai adatok származási helyei: Zalaegerszeg, Kompolt, Iregszemcse, Mosonmagyaróvár, Győr, Miskolc, Szeged, Szolnok) mért és számított napi termikus meteorológiai adatokra épül. A növények fejlődésével az adott időszak átlaghőmérsékletét, pozitív hőmérsékleti összegét, napfénytartam összegét és globálsugárzás összegét – illetve a később bemutatandó indexeket – hoztuk összefüggésbe.

Az egyes fenológiai időpontok naptári dátumait az év napjainak a sorszámává alakítottuk oly módon, hogy a napok sorszámozását minden esetben január 1-től kezdtük és folyamatosan sorszámoztuk az év végéig, azaz normál évben december 31. az év 365. napja, szökőévben pedig a 366. napja lett. Ez lehetővé tette, hogy a fenofázisok dátumai segítségével meghatározzuk a fázisstartam hosszát, s ennek a meteorológiai elemekkel való kapcsolatát elemezzük:

$$n = F_2 - F_1 = f(m_1, m_2, \dots, m_k) \quad (1)$$

ahol n a fázisstartam hossza napokban, F_1 és F_2 pedig az egymás utáni fenofázisok bekövetkezésének az időpontjai, az m_1, m_2, \dots, m_k pedig az egyes meteorológiai elemeket jelölik. A fenofázis tartamából az átlagos fejlődési ütemet úgy számíthatjuk, hogy az n napból álló fázisstartam egy napra eső hányadát ($1/n$) vesszük, ugyanis ha ezt n napon át összegezzük, abban az esetben:

$$\sum \frac{1}{n} = \left(\frac{1}{n}\right)_1 + \left(\frac{1}{n}\right)_2 + \dots + \left(\frac{1}{n}\right)_n = n \frac{1}{n} = 1 \quad (2)$$

és akkor bekövetkezik az újabb fenofázis. Ezt a napi átlagos fejlődési ütemet ugyancsak összefüggésbe lehet hozni a meteorológiai elemekkel, azaz

$$\frac{1}{n} = f(m_1, m_2, \dots, m_k) \quad (3)$$

Az (1) és (3) egyenletbe foglalt meteorológiai hatásfüggvényeket először egyetlen elem alapján határoztuk meg, majd a legerősebb összefüggést mutató elemeket indexként egybe foglaltuk. A használt indexek (fototermikus index, radiotermikus index) bemutatása az Eredmények fejezetben történik.

A matematikai–statisztikai elemzésekhez Excel 2003 és Statistica 6.0 szoftvereket, a területi változékonyságot megjelenítő térképek megrajzolásához pedig ArcView 9.1 szoftvert használtunk.

EREDMÉNYEK

A hárs fenofázisainak statisztikai jellemzői

Az 1. táblázat a hárs fenológiai jelenségeinek legkorábbi, átlagos és legkésőbbi bekövetkezési időpontját, illetve a fenológiai fázisok legrövidebb, átlagos és leghosszabb tartamát mutatja be állomásonként az 1984–1997-es időszak adatai alapján.

1. táblázat A hárs fenológiai jelenségeinek és fázisstartamainak statisztikája (1984–1997)

Table 1. Statistics of phenological events and phenophases of linden (1984–1997)

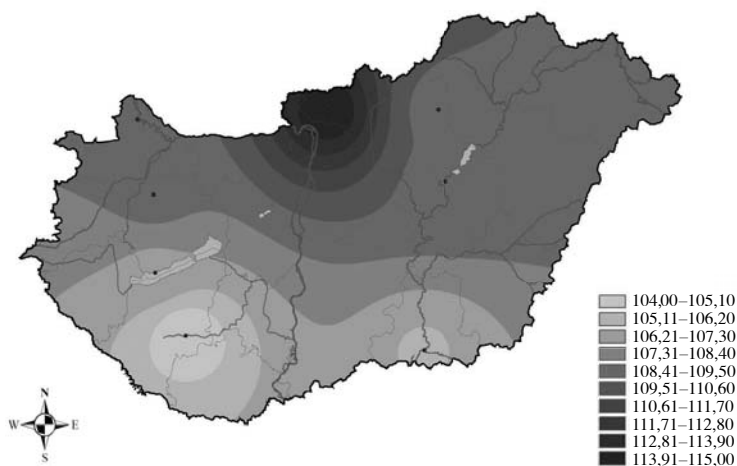
(1) station, (2) date of phenological event in ordinal number of day of year, (3) leafing, (4) flowering, (5) leaf fall, (6) average, (7) length of phenophase, (8) leafing–flowering, (9) flowering–leaf fall, (10) growing season

Állomás (1)	Fenológiai jelenség bekövetkezési időpontjának sorszáma (2)								
	Lombosodás (3)			Virágzás kezdete (4)			Lombhullás (5)		
	min	átl (6)	max	min	átl	max	min	átl	max
Badacsony	95	107	119	145	157	170	279	299	313
Eger	95	109	116	128	150	172	273	290	304
Kaposvár	85	104	115	150	161	178	294	302	322
Mosonmagyaróvár	92	109	122	146	160	173	268	297	314
Pápa	95	109	117	139	166	179	270	303	313
Romhány	103	115	122	135	168	183	251	280	296
Szeged	93	106	116	140	157	171	277	294	319
Tiszaróff	92	110	130	147	157	168	291	307	320
Állomás	Fázisstartam (7)								
	Lomb.–virágzás kezd. (8)			Virágz. kezd.–lombhull. (9)			Vegetációs periódus (10)		
	min	átl	max	min	átl	max	min	átl	max
Badacsony	29	49	68	127	143	168	162	192	207
Eger	18	42	65	114	139	165	160	181	204
Kaposvár	41	58	77	128	141	157	181	199	221
Mosonmagyaróvár	32	51	70	95	137	159	155	188	212
Pápa	26	57	73	91	137	171	154	194	208
Romhány	13	53	67	82	112	161	136	165	191
Szeged	24	51	69	113	137	163	168	188	217
Tiszaróff	29	47	71	135	151	166	167	198	216

A lombosodás átlagosan 10 napon belül következik be az egész országban; a Dunántúl közép- és déli részén, valamint az Alföldön április közepe tájékán, míg az északi, északkeleti országrészben inkább április harmadik dekádjában várható legvalószínűbben a lombosodás kezdete. E fenofázis bekövetkezési idejének a földrajzi szélességtől (és ezáltal a hőmérséklettől) való függését jól szemlélteti az 1. térkép. Az állomások viszonylag kis száma miatt természetesen csak jelzésértékűek a térképen bemutatott anomáliák, s az állomásszámhoz képest nagyszámú alkalmazott fenológiai kategória is mindösszesen a különbségek még jobb kihangsúlyozásának célját szolgálja. A térképről leolvasható területi elrendeződés egybeesik *Chmielewski et al.* (2005) megállapításával a fás szárú évelők lombosodásának fokozott hőmérsékleti érzékenységről. A hárs levélképződése legkorábban április első felében, legkésőbb április végén, május első dekádjában várható a vizsgált időszak adatai alapján. Tendenciaszerűen e statisztikai jellemzőkben is kimutathatók a földrajzi fekvés által kiváltott fenológiai különbségek – a déli területeket korábbi, az északiakat későbbi lombosodási dátumok jellemzik e tekintetben is.

1. térkép A hárs lombosodás átlagos kezdőnapjának sorszáma (1984–1997)

Map 1. Average date of leafing of linden (ordinal number of day of year, 1984–1997)

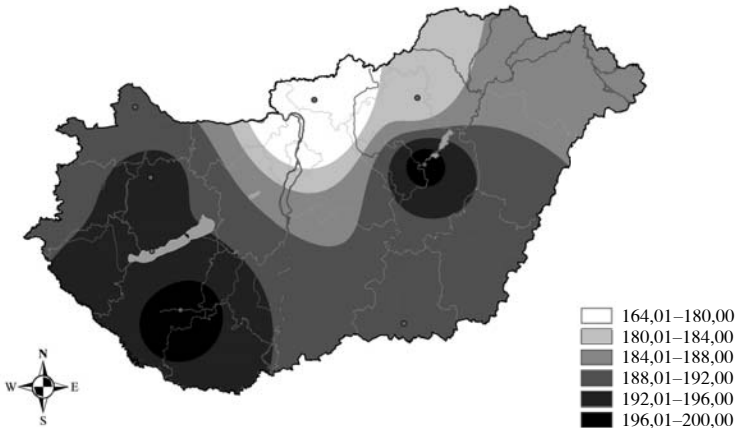


A virágzás átlagos kezdési időpontja országosan már csaknem 20 napos különbségeket mutat, május végétől június második feléig számíthatunk egy átlagos évben ennek bekövetkeztére. Előfordult a 20. század végén olyan év is, amikor Egerben már május első dekádjában, s olyan is, amikor Romhányban csak július elején kezdődött meg a virágzás. E fenológiai jelenség tekintetében kevésbé mutatható ki szabályos területi eloszlás. A lombhullás átlagosan október első dekádjától november elejéig várható – már csaknem egy hónapos az országon belüli területi eltérés, de szeptember első dekádjától november közepéig van esély az előfordulására. A lombhullás – ellentétben a lombosodással – általában a hűvösebb északi területeken következik be előbb, míg a melegebb országrészeken későbbre tolódik.

Az előzőek következménye, amint az az 1. táblázat alsó felének utolsó oszlopaiban és a 2. térképen is látható, hogy a hárs lombosodástól lombhullásig terjedő aktív időszaka az ország középső és déli megyéiben hosszabb, s az északi hűvösebb vidékeken a legrövidebb. A különbség sokévi átlagban az 1 hónapot is meghaladhatja (2. térkép): a hárs aktív időszaka átlagosan 5,5–6,5 hónapig tart, de Nógrádban előfordult alig 4,5 hónapos, míg Somogyban 7 hónap körüli vegetációs időszak is. A tenyészidőszak virágzásig terjedő első fele átlagosan 1,5–2 hónapos (42–58 nap), a virágzással kezdődő második szakasz pedig általában 4–5 hónap (112–151 nap) hosszúságú, a teljes vegetációs periódust is jellemző területi anomáliákkal.

2. térkép A hárs vegetációs periódusának átlagos hossza (nap, 1984–1997)

Map 2. Average length of growing season of linden (days, 1984–1997)



Vizsgáltuk a hárs fenológiai jelenségek bekövetkezési dátumainak és fázisstartamainak tendenciózus, az éghajlatváltozással összefüggésbe hozható lineáris megváltozását (korábbi vagy későbbi időpontra tolódását, illetve rövidülését vagy hosszabbá válását) is. A 8 megfigyelőhely állomásonkénti 6 (lombosodás, virágzás, lombhullás időpontja, illetve a lombosodás–virágzás, virágzás–lombhullás és a vegetációs periódus hossza), mindösszesen 48 jellemzőjét elemezve csak Badacsony és Romhány adatai alapján tudtunk összesen négy gyengén szignifikáns összefüggést kimutatni. A fenológiai jelenségek bekövetkezését tekintve a hárs Badacsonyban és Romhányban 1984 és 1997 között 10%-os szignifikancia szinten igazolhatóan korábban lombosodott, a fázisstartamok vonatkozásában pedig – a korábbi lombosodásnak is köszönhetően – Badacsonyban 5%-os szignifikanciával a vegetációs periódus hosszabbodását tudtuk igazolni, Romhányban viszont a hasonlóan gyenge szignifikanciájú kapcsolat a lombos időszak hosszának rövidülését jelezte. A 48-ból mindössze 4 gyengén szignifikáns összefüggés nem látszik alátámasztani egy esetleges hőmérsékletváltozási trend – az annak következményeként megváltozó – hárs fenológiai adatok segítségével való kimutathatóságát a 20. század utolsó két évtizedében.

A hárs fenológiai fázisstartamait jellemző termikus meteorológiai viszonyok

A 2. táblázat a hárs fenológiai szakaszait jellemző termikus viszonyok átlagos és szélsőséges alakulását mutatja be. A hárs vegetációs periódusának átlaghőmérséklete 15,5–17,6 °C között van, s a területi eloszlást mosonmagyaróvári minimum, szegedi maximum és délkeletről északnyugat felé haladva csökkenő értékek jellemzik. Mosonmagyaróváron észleltek 14,1 °C-os, Romhányban ellenben csaknem 20 °C-os (19,7 °C) átlaghőmérsékletű vegetációs periódust is. Ez utóbbi – romhányi – szélsőérték, hasonlóképpen az északkelet-magyarországi sokéves tenyészidőszaki átlaghőmérsékletek viszonylag magasabb értékeihez, döntően annak tulajdonítható, hogy Nógrád megyében a hűvös idő jelentősen lerövidíti az aktív vegetációs időszakot (*lásd a 2. térképet!*), amely ilyen módon az év melegebb periódusára tolódik el. Ezt támasztja alá az is, hogy a tenyészidőszak hőmérsékleti összegének minimuma 2860 foknapos értékkel pontosan ezen a területen található, a legmagasabb vegetációs periódus alatti hőmérsékleti összeg értékek (Tiszaroff: 3379, Mosonmagyaróvár: 3297 és Szeged: 3293 foknap) pedig a leghosszabb vegetációs periódusok esetén adódtak.

A vegetációs periódusbeli összeg jellegű sugárzási elemeknél is hasonló területi eloszlás rajzolódik ki: a minimum (napfénytartam összeg: 1220 óra, globálsugárzás összeg: 2916 MJ/m²) Romhányhoz köthető, a maximum (napfénytartam összeg: 1539 óra, globálsugárzás összeg: 3441 MJ/m²) pedig Tiszaroffhoz, ahogy ez a 2. táblázat alsó harmadából leolvasható. Az összegszerű meteorológiai elemek viszonylag magasabb értékeiben a hosszabb vegetációs periódus (pl. Kaposvár) és/vagy a délibb fekvés (pl. Szeged) hatása nyilvánulhat meg. Országos összehasonlításban a termikus meteorológiai elemek területi ingadozása – akár ezen elemek átlagos, akár szélső értékeiket tekintjük – viszonylag alacsony, ±20%-on belül marad az átlaghoz képest – mind a vegetációs periódus egészében, mind a virágzás–lombhullás időszakban. A kezdeti fejlődés időszakában viszont jelentősebb területi ingadozások tapasztalhatók.

Az egész vegetációs periódust jellemző meteorológiai értékek esetén tapasztalt összefüggések és területi anomáliák meglehetősen hasonlóan alakulnak a virágzás kezdete–lombhullás vegetációs részidőszakra is (2. táblázat középső harmada), ami nem meglepő, hiszen az átlagosan 4–5 hónapos virágzás kezdete–lombhullás szakasz viszonyai határozzák meg leginkább a teljes lombos időszak jellemzőit. E fenológiai fázis átlaghőmérséklete országosan kb. 1 °C-kal magasabb, mint a teljes tenyészidőszaké (Mosonmagyaróvár: 16,8 °C – Szeged 18,3 °C). A virágzás utáni vegetációs időszak összegszerű termikus jellemzői a teljes időszak értékeinek kb. kétharmadát, négyötödét teszik ki, ez is jelzi ezen időszak meghatározó súlyát. Ezen meteorológiai elemek területileg csaknem teljesen a vegetációs periódusnál tapasztalttal azonosan adódó minimumai (Romhány) és maximumai (általában Tiszaroff) a hőmérsékleti összeg esetén 2027 és 2809 foknap, napfénytartam összegnél 830 és 1180 óra, illetve globálsugárzás összegnél 1923 és 2557 MJ/m² (3. térkép). A térkép által bemutatott kép az állomások kis száma miatt természetesen ebben az esetben is vázaltszerű.

2. táblázat A hars fénológiai fázisstartamait jellemző meteorológiai értékek statisztikája (1984–1997)

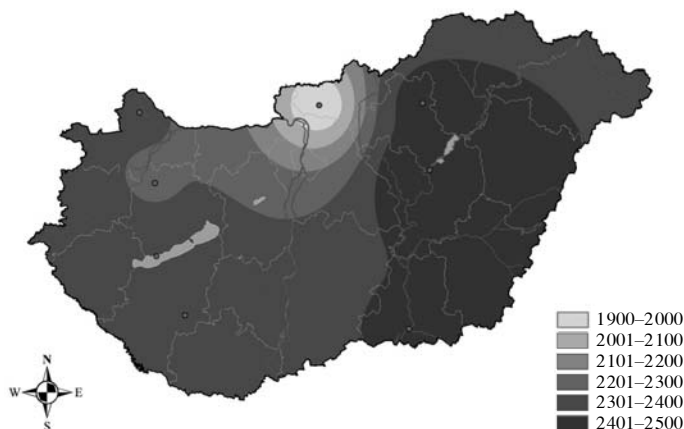
Table 2. Statistics of meteorological conditions during phenophases of linden (1984–1997)

- (1) leafing-flowering, (2) station, (3) average temperature, (4) sum of positive temperatures, (5) sum of sunshine duration, (6) sum of global radiation, (7) average, (8) flowering-leaf fall, (9) growing season

Állomás (2)	Lombosodás–virágzás kezdete (1)											
	Átlaghőmérséklet (°C) (3)			Hőmérsékleti összeg (foknap) (4)			Napfénytartam összeg (óra) (5)			Globálsugárzás összeg (MJ/m ²) (6)		
	min	átl (7)	max	min	átl	max	min	átl	max	min	átl	max
Badacsony	12,2	13,9	16,6	364	677	867	162	343	450	470	881	1182
Eger	12,0	14,7	17,7	229	611	895	143	301	472	330	754	1161
Kaposvár	13,3	14,9	18,2	638	844	1046	295	413	517	773	1042	1368
Mosonmagyaróvár	6,4	10,9	14,7	211	488	635	162	388	479	500	952	1213
Pápa	12,9	15,3	18,5	336	861	1015	172	485	534	446	1074	1358
Romhány	13,6	15,7	18,8	177	833	1049	75	391	470	211	993	1176
Szeged	13,2	15,6	18,7	416	799	1138	220	374	548	500	945	1305
Tiszaróff	13,2	15,6	19,2	428	723	1074	175	359	507	508	884	1269
Virágzás kezdete–lombhullás kezdete (8)												
Badacsony	15,9	16,8	18,0	2201	2402	2815	892	1037	1215	2114	2387	2687
Eger	16,7	18,1	19,5	2092	2518	3058	859	1069	1290	1960	2440	2907
Kaposvár	15,7	17,2	18,3	2141	2421	2698	874	1045	1199	1999	2349	2648
Mosonmagyaróvár	14,6	16,8	19,4	2466	2809	3236	782	1030	1193	1770	2307	2578
Pápa	16,1	17,1	18,0	1637	2343	2751	709	1052	1388	1638	2289	2978
Romhány	16,3	18,3	22,2	1800	2027	2625	681	830	1018	1630	1923	2546
Szeged	16,1	18,3	21,0	2153	2495	2819	841	1074	1283	2098	2418	2795
Tiszaróff	16,1	17,6	18,6	2357	2656	3063	999	1180	1341	2198	2557	2819
Vegetációs periódus (9)												
Badacsony	15,0	16,1	16,9	2590	3079	3442	1075	1379	1568	2756	3268	3563
Eger	16,0	17,3	18,8	2736	3129	3358	1154	1371	1542	2930	3194	3518
Kaposvár	14,9	16,5	17,3	2906	3265	3584	1247	1459	1618	3051	3391	3631
Mosonmagyaróvár	14,1	15,5	17,5	2970	3297	3594	1143	1418	1622	2871	3259	3638
Pápa	15,6	16,6	17,4	2592	3204	3537	1165	1487	1693	2821	3363	3710
Romhány	15,7	17,4	19,7	2684	2860	3183	1063	1220	1395	2684	2916	3144
Szeged	15,2	17,6	19,3	2899	3293	3530	1243	1448	1630	3035	3363	3607
Tiszaróff	15,7	17,1	18,2	3037	3379	3797	1395	1539	1710	3086	3441	3757

3. térkép A hárs virágzás kezdete–lombhullás kezdete fenofázisának globálisugárzás összege (MJ/m², 1984–1997)

Map 3. Global radiation sum of flowering–leaf fall phenophase of linden (MJ/m², 1984–1997)



A lombosodás–virágzás kezdete fenofázis átlaghőmérséklete általában 1–2 °C-kal alacsonyabb a teljes vegetációs időszakénál; kivétel az ebben az időszakban kirívóan hűvös (10,9 °C) Mosonmagyaróvár, mely esetén az anomália meghaladja a 4,5 °C-ot. A tenyészidőszak első fele átlagosan Romhányban a legmelegebb (15,7 °C, 2. táblázat felső része). A vegetációs periódus ezen 1,5–2 hónapos első fele a Közép–Dunántúlon Kaposváron és Pápán a leghosszabb, az északkeleti fekvésű Egerben a legrövidebb. Ez determinálja az egyszerű termikus elemek területi alakulását, melyeknek átlagos értékei 611–861 foknap, 301–435 óra, illetve 754–1074 MJ/m² tartományban mozognak a hőmérsékleti összeg, a napfénytartam összeg, illetve a globálisugárzás összeg esetén.

A hárs fázisstartamait jellemző termikus meteorológiai viszonyok időbeli menetét – lineáris változásokat feltételezve – is vizsgáltuk. Ilyen – éghajlati léptékben – viszonylag rövid időszak alatt bonyolultabb (nem-lineáris) időbeli menetet feltételezni nem láttuk célszerűnek. A 8 állomás három fenológiai időszaka (lombosodás–virágzás, virágzás–lombhullás és a vegetációs periódus) alatti átlaghőmérséklet, hőmérsékleti összeg, napfénytartam összeg és globálisugárzás összeg értékek időbeli alakulása segítségével próbáltunk tendenciózus változásokat detektálni.

Az egyirányú időbeli anomáliák hiányát jellemzi, hogy a mindösszesen 96 összefüggésvizsgálatból 0,1%-os szinten szignifikáns nem akadt, 1%-os szinten szignifikáns 1, 2%-os szinten szignifikáns 2, 5%-os szinten szignifikáns 4, 10%-os szinten igazolható szignifikáns összefüggés pedig 8 volt található. 81 összefüggésvizsgálat, az összes elemzett lehetőség csaknem 85%-a még a 10%-os szinten sem bizonyult szignifikánsnak. A szignifikáns összefüggések listáját a 3. táblázat tartalmazza. Látható, hogy az összes szignifikáns változás az adott termikus elem értékének emelkedését jelenti. Az anomáliák viszonylag jelentősnek mondhatók: az átlaghőmérséklet 10 évre vetített emelkedési mértéke 1,3–2,5 °C

között mozog, a hőmérsékleti összeg 192–249 foknapos évtizedenkénti emelkedést mutat, a napos órák számának növekedése 117–141 óra/10 év, a beérkező sugárzás összegé pedig 249–292 MJ/m². Megjegyezzük, hogy ezek a változások különböző fenofázisokra, azaz eltérő hosszúságú naptári időszakokra vonatkoznak.

3. táblázat A hárs fenológiai fázisai alatti meteorológiai viszonyok megváltozása az 1984–1997 közötti időszakban – szignifikáns lineáris összefüggés vizsgálatok listája

Table 3. Change of meteorological conditions during phenophases of linden between 1984–1997 – list of significant linear relationships

(1) level of significance (%), (2) station, (3) phenophase, (4) meteorological element, (5) type of change, (6) change/10 years, (7) flowering–leaf fall, (8) growing season, (9) leafing–flowering, (10) average temperature, (11) sum of sunshine duration, (12) sum of global radiation, (13) sum of positive temperatures, (14) increasing

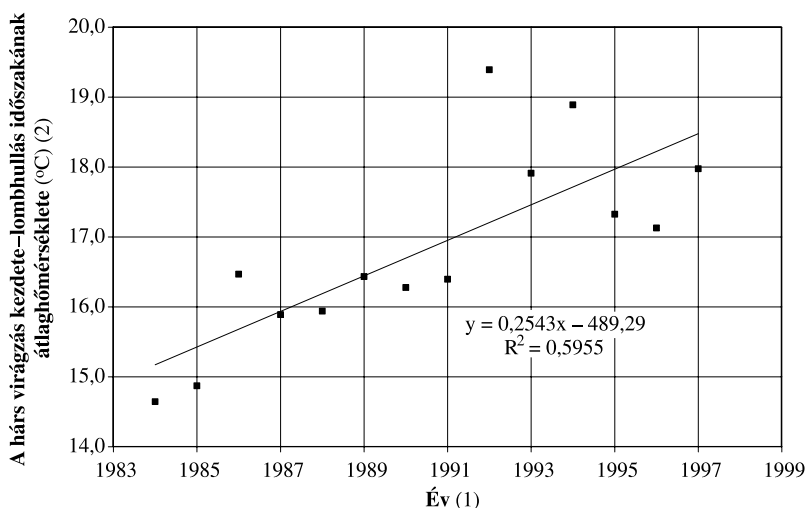
Szignifikancia szint (%) (1)	Állomás (2)	Fenológiai fázis (3)	Meteorológiai elem (4)	Változás iránya (5)	Változás mértéke (6)
1	Mosonmagyaróvár	virágzás–lombhullás (7)	átlaghőmérséklet (10)	emelkedés (14)	2,5 °C/10 év
2	Mosonmagyaróvár	vegetációs periódus (8)	átlaghőmérséklet	emelkedés	1,6 °C/10 év
2	Badacsony	lombosodás–virágzás (9)	napfénytartam össz. (11)	emelkedés	141 óra/10 év
5	Badacsony	lombosodás–virágzás	globálsugárzás össz. (12)	emelkedés	292 MJ/m ² /10 év
5	Pápa	lombosodás–virágzás	hőmérsékleti összeg (13)	emelkedés	229 foknap/10 év
5	Pápa	lombosodás–virágzás	napfénytartam össz.	emelkedés	117 óra/10 év
5	Szeged	lombosodás–virágzás	átlaghőmérséklet	emelkedés	1,9 °C/10 év
10	Badacsony	lombosodás–virágzás	hőmérsékleti összeg	emelkedés	192 foknap/10 év
10	Badacsony	vegetációs periódus	hőmérsékleti összeg	emelkedés	248 foknap/10 év
10	Badacsony	vegetációs periódus	globálsugárzás össz.	emelkedés	249 MJ/m ² /10 év
10	Kaposvár	vegetációs periódus	hőmérsékleti összeg	emelkedés	221 foknap/10 év
10	Pápa	vegetációs periódus	hőmérsékleti összeg	emelkedés	249 foknap/10 év
10	Pápa	lombosodás–virágzás	globálsugárzás össz.	emelkedés	259 MJ/m ² /10 év
10	Romhány	lombosodás–virágzás	átlaghőmérséklet	emelkedés	1,3 °C/10 év
10	Romhány	vegetációs periódus	átlaghőmérséklet	emelkedés	1,7 °C/10 év

Legtöbbször a lombosodás–virágzás tavaszi időszakában volt a véletlent meghaladó mértékű emelkedés: az erre az időszakra vonatkozó vizsgálatok 25%-a (8/32) szignifikáns változást mutatott. A vegetációs periódus egészére vonatkozó elemzések csaknem 20%-a (6/32) is pozitív eredményt hozott. Ellenben a nyári és az őszi időszakot lefedő virágzás–lombhullás időszak alatt csak elvétve találtunk bizonyítható meteorológiai elemérték változást (1/32 = 3%). Az elemek tekintetében elmondható, hogy a hőmérsékleti elemek esetén kétszer gyakrabban volt kimutatható emelkedés, mint a sugárzási elemeknél. Területileg a Közép-Dunántúl állomásainak adatai mutattak kiemelkedő hajlamot szignifikáns változásra (Badacsony: 5/12 = 42%, Pápa: 4/12 = 33%), az északkeleti Eger és Tiszaroff adatai alapján viszont egyáltalán nem tudtunk változást bizonyítani. Az 1. ábra egy hőmérsékleti elem erősen szignifikáns megváltozását mutatja be Mosonmagyaróváron.

1. ábra A hárs virágzás kezdete–lombhullás időszakának átlaghőmérsékletében megnyilvánuló időbeli trend Mosonmagyaróváron 1984–1997 között

Figure 1. Temporal trend of average temperature of flowering–leaf fall phenophase in Mosonmagyaróvár between 1984–1997

(1) years, (2) average temperature of flowering–leaf fall phenophase of linden (°C)



A TERMIKUS METEOROLÓGIAI TÉNYEZŐK HATÁSA A HÁRS FEJLŐDÉSÉRE

A meteorológiai tényezők hatása a fenofázisok tartamára

Vizsgáltuk a fentiekben említett termikus elemek, illetve az ezekből képzett kettő termikus index hatását a hárs fenofázisainak hosszára. Az összefüggéseket szorosságát jellemző r -értékeket a 4. táblázat foglalja össze. A lombosodás–virágzás időszakban – *Chmielewski et al.* (2005) megállapításával egybehangzóan – az átlaghőmérséklet kivételével a másik három termikus elem nagyon erősen, egy kivételtől eltekintve a legmagasabb szinten szignifikánsan befolyásolta a fázistartamok hosszát. A 2. ábra Eger esetén mutatja be a globálsugárzás rendkívül erős hatását a hárs kezdeti fejlődésére. A virágzás kezdete és a lombhullás közötti időszakban viszont már csak a hőmérsékleti összeg és a globálsugárzás összege mutatott az esetek nagyobbik felében 0,1%-os szinten megbízható befolyást a fejlődésre. Még ritkábban kaptunk szignifikáns összefüggéseket, ha a teljes tenyészidőszakra végeztük el a lineáris összefüggés-vizsgálatot. Így már nem volt olyan meteorológiai elem, amely a vizsgált állomások nagyobbik részénél erősen szignifikáns kapcsolatot mutatott a fejlődéssel, bár a globálsugárzás összeg gyengébb szinten valamennyi állomásra szignifikáns eredményt adott.

Ezért vizsgáltuk meg két olyan indexnek a hársejlődés egyértelmű meghatározására való alkalmaságát, melyek a hőmérsékleti és sugárzási elemek befolyását együttesen képesek kifejezni. A fototermikus index az adott időszak átlaghőmérsékletének és napfénytartam-összegének hányadosa, míg a radiotermikus index az adott időszak átlaghőmérsékletének és fotoszintetikus aktív sugárzás (a globálsugárzás fele) összegének elosztásával számszerűsíthető.

4. táblázat Termikus meteorológiai tényezőknek a hárs fázisstartamaira gyakorolt hatása (lineáris összefüggés r-értékei, 1984–1997)

Table 4. Effect of thermal elements on length of phenophases of linden (r-value of linear relationships, 1984–1997)

- (1) leafing–flowering, (2) station, (3) average temperature, (4) sum of positive temperatures, (5) sum of sunshine duration, (6) sum of global radiation, (7) photothermal index, (8) radiothermal index, (9) flowering–leaf fall, (10) growing season, (11) level of significance, (12) non-significant relationship

Állomás (2)	Lombosodás–virágzás kezdete (1)					
	átlhőm. (3)	hőmössz. (4)	napf.össz. (5)	sug.össz. (6)	fot.ind. (7)	rad.ind. (8)
Badacsony	0,422	0,944	0,909	0,980	0,910	0,963
Eger	0,032	0,950	0,921	0,981	0,956	0,964
Kaposvár	0,694	<u>0,843</u>	<u>0,812</u>	<u>0,929</u>	0,939	0,947
Mosonmagyaróvár	0,484	0,077	0,840	0,930	0,797	0,871
Pápa	0,249	0,907	0,930	0,976	0,945	0,972
Romhány	0,055	0,938	0,812	0,950	0,888	0,925
Szeged	0,330	0,894	0,849	0,952	0,935	0,932
Tiszaroff	0,476	0,922	0,847	0,958	0,879	0,953
Virágzás kezdete–lombhullás kezdete (9)						
Badacsony	0,077	0,880	0,632	0,818	0,654	0,775
Eger	0,032	0,904	0,711	0,833	0,773	0,904
Kaposvár	0,298	0,756	<u>0,540</u>	0,675	0,667	0,804
Mosonmagyaróvár	0,239	0,114	0,661	0,811	0,744	0,826
Pápa	0,474	0,951	0,889	0,942	0,933	0,967
Romhány	0,689	0,868	0,634	0,877	0,877	0,941
Szeged	0,618	0,738	0,657	0,747	0,845	0,906
Tiszaroff	0,084	0,868	0,480	0,639	0,534	0,711
Vegetációs periódus (10)						
Badacsony	0,253	0,822	0,730	0,857	0,799	0,851
Eger	0,727	<u>0,547</u>	0,155	0,460	<u>0,583</u>	0,845
Kaposvár	<u>0,587</u>	0,749	0,417	0,693	0,681	0,866
Mosonmagyaróvár	0,455	0,245	0,496	0,696	0,758	0,846
Pápa	0,308	0,871	0,840	0,918	0,875	0,893
Romhány	0,761	0,613	0,071	0,467	0,708	0,939
Szeged	0,738	0,498	0,319	0,529	0,710	0,852
Tiszaroff	0,486	0,848	0,582	0,809	0,778	0,886

Szignifikancia szint (11):

0,958: P < 0,1%

0,658: P < 1%

0,608: P < 2%

0,558: P < 5%

0,458: P < 10%

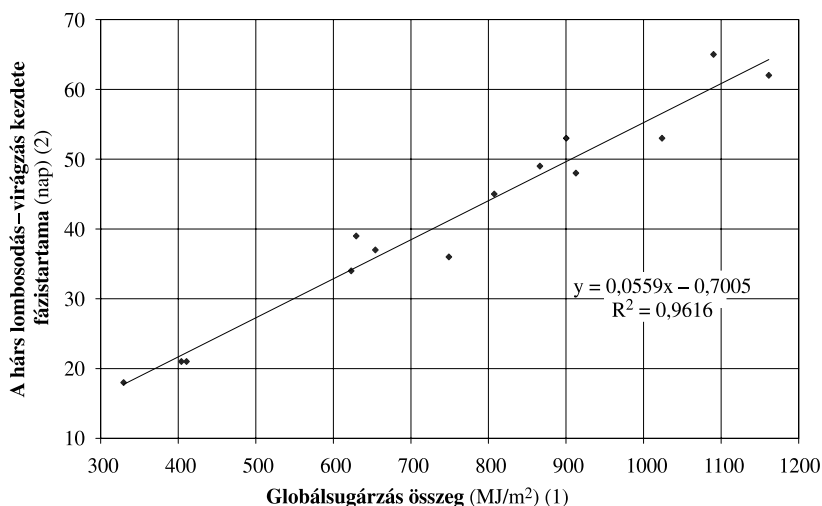
0,358: nem szignifikáns kapcsolat (12)

A 4. táblázat utolsó két oszlopa mutatja be ezen indexek fázisstartamra gyakorolt hatásának szorosságát. Látható, hogy a fototermikus index is jó eredményeket ad, bár főlénye a globálisugárzással szemben nem egyértelmű, de a radiotermikus index alakulása szinte minden esetben a legszorosabb befolyást mutatja a növények fejlődésére.

2. ábra A globálisugárzás összeg hatása a hárs lombosodás–virágzás kezdete időszakának fázisstartamára Egerben 1984–1997 között

Figure 2. Effect of global radiation sum on length of leafing–flowering phenophase in Eger between 1984–1997

(1) sum of global radiation (MJ/m²), (2) length of leafing–flowering phenophase of linden (days)



Az 5. táblázatban a lineáris összefüggések b-értékeit (regressziós együtthatóit), azaz az egységnyi meteorológiai tényező változásra eső fázisstartam módosulást jelenítettük meg. Jelöltük azt is, hogy a változások milyen mértékű szignifikáns kapcsolat esetén adódtak. Minél erősebben szignifikáns egy kapcsolat, b-értéke annál megbízhatóbban informál a fejlődési időszak megváltozásának mértékéről. Mivel az átlaghőmérséklet általában csak gyengébben befolyásolta a fázisstartamokat, ezért erre az elemre inkább csak tájékoztató jellegű értékeket tudunk megadni. Az átlaghőmérséklet 1 fokos emelkedése a lombosodás–virágzás szakaszt 3–4 nappal, a virágzás–lombhullás fenofázist – nagy szórással – 6–7 nappal, a teljes vegetációs periódust pedig 9–11 nappal rövidítette le állomástól függően. 100 foknapos hőmérsékleti összeg emelkedés hatása a vegetációs periódus első szakaszában 6–8 napos, a második szakaszban 4–7 napos, a teljes tenyészidőszakban – viszonylag kevés szignifikáns eredmény alapján – szintén 4–6 napos fázisstartam növekedés. 100-zal több napsütéses óra az 1. szakaszban 10–15 nappal, a 2. szakaszban 4–12 nappal, a vegetációs periódus egészében 6–8 nappal nyújtja meg a hárs aktív időszakát. 100 MJ/m²-es energiatöbblet a virágzásig 5–6 napos, azután 3–7 napos, a vegetációs periódusban pedig

4–6 nappal hosszabb fenofázist eredményez. A fototermikus index 0,001-es növekedése (azaz 100 napsütéses órára jutó 0,1 °C-os átlaghőmérséklet emelkedés) az első szakaszban 0,3–1,2 nappal, a második szakaszban 3,5–5,5 nappal, a tenyészidőszak egészében 8–12 nappal rövidítené le a fázisstartamot. A radiotermikus index esetében 0,001-es növekedés (azaz 100 MJ/m² beérkező energiára jutó 0,1 °C-os átlaghőmérséklet emelkedés) a lombosodás–virágzás szakaszban 0,5–1,5 napos, azt követően 5,5–7,5 napos, a teljes lombos időszakban pedig 12,5–15,5 napos fejlődés-gyorsulást idézhet elő.

5. táblázat Termikus meteorológiai tényezőknek a hárs fázisstartamaira gyakorolt hatása (lineáris összefüggés b-értékei, 1984–1997)

Table 5. Effect of thermal elements on length of phenophases of linden (b-value of linear relationships, 1984–1997)

- (1) leafing-flowering, (2) station, (3) average temperature, (4) sum of positive temperatures, (5) sum of sunshine duration, (6) sum of global radiation, (7) photothermal index, (8) radiothermal index, (9) flowering–leaf fall, (10) growing season, (11) level of significance, (12) non-significant relationship

Állomás (2)	Lombosodás–virágzás kezdete (1)					
	átlhőm. (3)	hőmössz. (4)	napf.össz. (5)	sug.össz. (6)	tot.ind. (7)	rad.ind. (8)
Badacsony	-4,00	0,08	0,13	0,06	-822,99	-1202,3
Eger	-0,32	0,07	0,15	0,06	-773,29	-792,1
Kaposvár	-4,40	0,08	0,12	0,06	-1212,00	-1452,6
Mosonmagyaróvár	-2,71	-0,01	0,10	0,05	-626,82	-1072,6
Pápa	1,96	0,07	0,14	0,06	-988,38	-1275,4
Romhány	-0,50	0,06	0,12	0,05	-314,51	-469,2
Szeged	-2,52	0,06	0,12	0,05	-874,62	-935,9
Tiszaroff	-3,59	0,07	0,12	0,06	-748,12	-1111,4
	Virágzás kezdete–lombhullás kezdete (9)					
Badacsony	-1,23	0,05	0,07	0,05	-4216,30	-6900,3
Eger	0,51	0,04	0,07	0,04	-5480,20	-7595,4
Kaposvár	-3,39	0,04	0,04	0,03	-3510,50	-5971,7
Mosonmagyaróvár	-2,67	-0,01	0,08	0,06	-4901,30	-6806,4
Pápa	-12,42	0,06	0,09	0,05	-5045,90	-6823,5
Romhány	-7,64	0,07	0,12	0,07	-5026,40	-5546,5
Szeged	-6,74	0,05	0,06	0,05	-4806,20	-6684,8
Tiszaroff	1,14	0,04	0,04	0,03	-4472,20	-7462,1
	Vegetációs periódus (10)					
Badacsony	-5,09	0,05	0,07	0,05	-7766,40	-13058,0
Eger	-9,09	0,05	0,02	0,04	-6503,40	-12769,0
Kaposvár	<u>-10,95</u>	0,06	0,05	0,05	-8738,30	-15982,0
Mosonmagyaróvár	-6,59	0,02	0,06	0,05	-10596,00	-15302,0
Pápa	-7,29	0,05	0,08	0,06	-9202,20	-14492,0
Romhány	-8,98	0,05	0,01	0,04	-8259,90	-12921,0
Szeged	-9,29	0,04	0,04	0,04	-7868,00	-13231,0
Tiszaroff	-10,52	0,06	0,08	0,05	-12381,00	-15640,0

Összefüggés r értékének szignifikancia szintje (11):

P < 0,1%

P < 1%

P < 2%

P < 5%

P < 10%

nem szignifikáns kapcsolat (12)

A meteorológiai tényezők hatása a hárs fejlődési ütemére

Ugyanezen termikus elemeknek és indexeknek a hárs fejlődési ütemére gyakorolt hatását is elemeztük (6. táblázat). A kapott eredményeink nagyon hasonlítanak a 4. táblázat eredményeire. Az elemek közül legjobban a globálsugárzás, legkevésbé az átlaghőmérséklet használható a hárs fejlődési ütemének meghatározására. A fototermikus index alkalmazásakor hasonlóan jó eredményeket kaptunk, mint a globálsugárzás esetén. A radiotermikus index bizonyult egyértelműen a legpontosabb eszköznek a hárs fejlődési ütemére gyakorolt termikus

6. táblázat Termikus meteorológiai tényezőknek a hárs fejlődési ütemére gyakorolt hatása (lineáris összefüggés r -értékei, 1984–1997)

Table 6. Effect of thermal elements on development rate of linden (r -value of linear relationships, 1984–1997)

- (1) leafing–flowering, (2) station, (3) average temperature, (4) sum of positive temperatures, (5) sum of sunshine duration, (6) sum of global radiation, (7) photothermal index, (8) radiothermal index, (9) flowering–leaf fall, (10) growing season, (11) level of significance, (12) non-significant relationship

Állomás (2)	Lombosodás–virágzás kezdete (1)					
	átlhőm (3)	hőmössz (4)	napf.össz. (5)	sug.össz. (6)	fot.ind. (7)	rad.ind. (8)
Badacsony	0,324	0,953	0,914	0,970	0,936	0,974
Eger	0,122	0,936	0,884	0,928	0,962	0,981
Kaposvár	0,729	0,803	0,778	0,899	0,957	0,977
Mosonmagyaróvár	0,422	0,110	0,894	0,954	0,876	0,913
Pápa	0,032	0,965	0,964	0,974	0,993	0,983
Romhány	0,283	0,972	0,941	0,980	0,995	0,999
Szeged	0,336	0,849	0,764	0,873	0,960	0,984
Tiszaroff	0,425	0,910	0,863	0,946	0,942	0,984
	Virágzás kezdete–lombhullás kezdete (9)					
Badacsony	0,084	0,869	0,657	0,831	0,684	0,796
Eger	0,000	0,888	0,696	0,817	0,782	0,912
Kaposvár	0,311	0,740	0,538	0,658	0,673	0,797
Mosonmagyaróvár	0,122	0,114	0,663	0,805	0,690	0,762
Pápa	0,445	0,942	0,834	0,879	0,929	0,956
Romhány	0,772	0,795	0,577	0,806	0,906	0,975
Szeged	0,597	0,755	0,675	0,761	0,852	0,908
Tiszaroff	0,063	0,856	0,491	0,640	0,559	0,727
	Vegetációs periódus (10)					
Badacsony	0,237	0,827	0,739	0,861	0,809	0,853
Eger	0,691	0,586	0,148	0,456	0,551	0,815
Kaposvár	0,570	0,760	0,421	0,694	0,675	0,858
Mosonmagyaróvár	0,362	0,228	0,508	0,696	0,713	0,782
Pápa	0,298	0,871	0,837	0,909	0,873	0,886
Romhány	0,789	0,581	0,045	0,443	0,705	0,947
Szeged	0,696	0,553	0,345	0,541	0,706	0,831
Tiszaroff	0,486	0,847	0,577	0,804	0,777	0,884

Szignifikancia szint (11):

0,958: $P < 0,1\%$

0,658: $P < 1\%$

0,608: $P < 2\%$

0,558: $P < 5\%$

0,458: $P < 10\%$

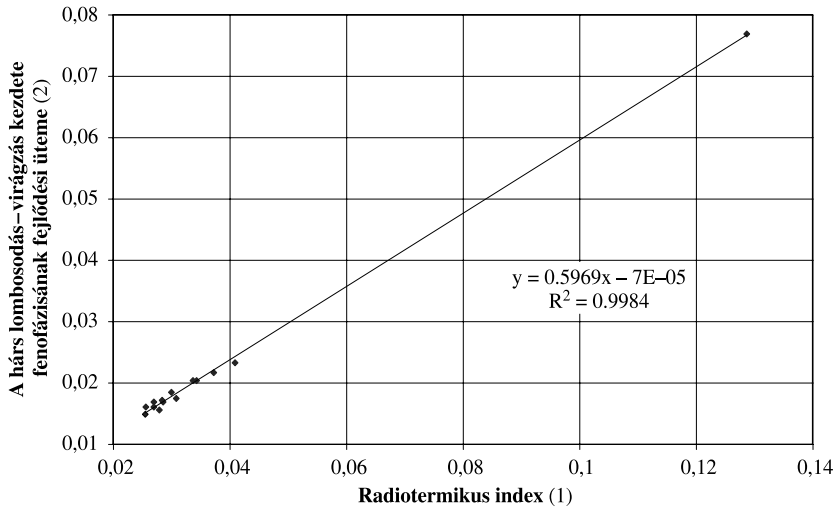
0,358: nem szignifikáns kapcsolat (12)

hatás leírására, ez az index feltételezhetően akár előrejelzési célokra is felhasználható. A radiotermikus indexnek a hárs lombosodás–virágzás fejlődési ütemére gyakorolt csaknem determinisztikus hatását a romhányi értékek alapján a 3. ábra mutatja be.

3. ábra A radiotermikus index hatása a hárs lombosodás–virágzás kezdete fenofázisának fejlődési ütemére Romhányban 1984–1997 között

Figure 3. Effect of radiothermal index on development rate of leafing–flowering phenophase in Romhány between 1984–1997

(1) radiothermal index, (2) development rate of leafing–flowering phenophase of linden



Bioclimatological analysis of linden (*Tilia cordata* L.) development

ZOLTÁN VARGA – ZOLTÁN VARGA-HASZONITS –
ERZSÉBET ENZSÖLNÉ GERENCSÉR – GÁBOR MILICS

University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

Phenological or bioclimatological analysis of living organisms differing from well-studied cultivated plants can give additional information about variability and effects of climatic system. It can be extremely useful in this doubtful stage of climatic fluctuation. On the base of several year long linden phenological data and associated (thermal) meteorological data from stations all over the country the following issues were examined:

- variability, regional and temporal anomalies of linden phenology,
- statistics and trends of meteorological conditions during phenophases of linden and
- effects of thermal elements and indice on length of phenophases and development rates of linden.

Results of our studies can help to answer some aspects of the question of climate change and our results related to radiothermal index can help numerical prediction of linden development.

Keywords: linden, phenology, radiation, temperature, climate change.

IRODALOM

- Ahas, R. – Aasa, A. – Menzel, A. – Fedotova, V. G. – Scheifinger, H. (2002): Changes in European spring phenology. *International Journal of Climatology*. 22 (14): 1727–1738.
- Bradshaw, R. H. W. – Holmqvist, B. H. – Cowling, S. A. – Sykes, M. T. (2000): The effects of climate change on the distribution and management of *Picea abies* in southern Scandinavia. *Canadian Journal of Forest Research*. 30 (12): 1992–1998.
- Chen, X. W. (2001): Change of tree diversity on Northeast China Transect (NECT). *Biodiversity and Conservation*. 10 (7): 1087–1096.
- Chen, X. W. – Zhou, G. S. – Zhang, X. S. (2003): Spatial characteristics and change for tree species along the North East China Transect (NECT). *Plant Ecology*. 164 (1): 65–74.
- Chmielewski, F. M. – Muller, A. – Kuchler, W. (2005): Possible impacts of climate change on natural vegetation in Saxony (Germany). *International Journal of Biometeorology*. 50 (2): 96–104.
- Cowling, S. A. – Sykes, M. T. – Bradshaw, R. H. W. (2001): Palaeovegetation-model comparisons, climate change and tree succession in Scandinavia over the past 1500 years. *Journal of Ecology Oxford*. 89 (2): 227–236.
- Deng, H. P. – Wu, Z. F. – Zhou, D. W. (2000): Response of broad-leaved/*Pinus koraiensis* forests in Xiaoxinganling Mountain to global climate change – a dynamic modeling. *Chinese Journal of Applied Ecology*. 11 (1): 311–314.

- Donnelly, A. – Salamin, N. – Jones, M. B.* (2006): Changes in tree phenology: an indicator of spring warming in Ireland? *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy, Section B.* 106B (1): 49–56.
- He, H. S. – Hao, Z. Q. – Mladenoff, D. J. – Shao, G. F. – Hu, Y. M. – Chang, Y.* (2005): Simulating forest ecosystem response to climate warming incorporating spatial effects in north-eastern China. *Journal of Biogeography.* 32 (12): 2043–2056.
- He, H. S. – Mladenoff, D. J. – Crow, T. R.* (1999): Linking an ecosystem model and a landscape model to study forest species response to climate warming. *Ecological-Modelling.* 114 (2–3): 213–233.
- Liu, F. – Jin, S.* (2005): The influence of climate change on the secondary deciduous broad-leaved mixed forests in the temperate zone of Northeast China. *Journal of Northeast Forestry University.* 33 (3): 16–17, 19.
- Ranta, H.* (1996): Tammen ja eraiden muiden lehtipuiden tuholaiset Suomessa ja Euroopassa; lajisto, merkitys ja ilmastonmuutoksen seuraukset. *Metsänjalostussäätiön Tiedonantoja.* (12): 32.
- Sukopp, H. – Wurzel, A.* (2000): Changing climate and the effects on vegetation in central European cities. *Arboricultural Journal.* 24 (4): 257–281.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

VARGA Zoltán – VARGA-HASZONITS Zoltán –
ENZSÖLNÉ GERENCSÉR Erzsébet – MILICS Gábor
Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.



Soil conservations tillage methods

KATALIN BENCSIK

Szent István University
Institute of Crop Production
Gödöllő

SUMMARY

There are several arable sites in Hungary where the soil structure is degraded and damaged by erosion; therefore, successful farming cannot be achieved. Inspired by this fact, reduction and prevention of these harmful processes are essential. The tillage methods directly modify the structure of soil and the process of water and wind erosion. The soil conservation land use within agronomical protection provides facilities to prevent and to reduce harmful soil degradation and erosion. Hereby, the safety of agricultural activity and crop production in sloping area can be increased.

According to the researches, one of the main reason of global warming is that green house gases – especially carbon dioxide – get into the atmosphere and their concentration increases. Agricultural activities contribute to the increase of atmospherical quantity of greenhouse gases. The international commitments encourage for reducing the emission of carbon dioxide. Concerning crop production, the solution could be the application of conservation and sustainable land use.

The aims of the research were as follows:

1. Comparison of conventional and ridge tillage based on the amount of runoff soil, the eroded humus and the runoff water and on the effect on soil structure in sloping area.
2. Evaluation of different soil tillage treatments' effect on carbon dioxide emission from the soil, in connection with the changing of the humus content of soil.

It is proved that the application of the soil conservation and sustainable tillage methods are highly recommended. The soil structure and the humus content can be protected and the emission of carbon dioxide – emitted from agriculture – can be reduced with the application of conservation tillage. Preservation of the soil surface is highly recommended especially in sloping production site.

Keywords: tillage systems, CO₂ emission, climate change, erosion, agronomical texture of soil.

INTRODUCTION AND REVIEW OF LITARATURE

In our days one of the most important topics is rational utilization, protection, conservation and function's maintenance of our soil resources, which is a fundamental element of sustainable development. Unfortunately this rightful expectation is not fulfilled or just occasionally realized. Soil degradation has speeded up because of human activity to such an extent that soil forming processes are no longer able to compensate the damages caused by the erosion.

The physical condition can be directly modified by tillage. Extreme clodding can occur by using inappropriate tools for tillage in dry and severe compacted soil. Natural and human induced degradation processes and long lasting mechanical stresses can produce the dust formation of the soil. In a conventional tillage system both cold and dust formation are typical and go through annual cycles as a consequence of using equipments unsuitable for soil condition. These two soil agronomical texture degradations are the most typical problems in Hungary (*Beke et al. 2005*). These problems can be solved through conserving and soil protecting land use (including reduced, improving or maintaining tillage, using mulch and catch crop).

The physical and biological condition of the soil can be degraded in consequence of inadequate land use and tillage, usually apart from soil type. The soil condition can be quantified by its environmental impacts and suitability to crop production. Soil through the favourable physical and biological features, can be simultaneously the main factor for the cultural environment and crop production (*Birkás 2001*).

Soil erosion by water is a major worldwide problem with both on-site effects for agriculture and off-site effects regarding sedimentation problems (*Schwertmann et al. 1987*). Surface runoff influences soil erosion and the amount of nutrients and pesticides lost from agricultural fields to surface waters (*Ulen 1997*). This runoff of nutrients can reduce the yields of crops and to lower the productivity of soil.

Water and wind erosion occurred mainly on arable slope sites and light, sandy soils. Nowadays as a result of traditional multitraffic tillage and intensive management erosion spreads to heavier plain soils too. Where soil conservation is difficult and expensive the solution for prevention can be the change of land use (*Birkás et al. 2006*).

Our Earth's climate is changing continuously and human activity has a role in this changing. The effect of human activities (industry, traffic, agriculture) exercises a demonstrable influence not only on the micro- and macro-, but also on the global climate. Agricultural production has a great effect on atmosphere quantity of the greenhouse gases. Soil is one of the main source and at the same time the potential sink of greenhouse gases (e.g. CO₂, CH₄). It is widely known that the mean annual temperature has been increasing (in Europe the temperature is 0.3–0.6 °C higher than ten years ago) and the main cause of this trend is that the CO₂ concentration of the atmosphere has been rising too (EEA 1998). The rising CO₂ concentration has an influence on plants. The intensity of photosynthesis is depending on the CO₂ concentration of atmosphere too. If the soil moisture and nutrient content is appropriate the higher carbon dioxide concentration can be advantageous for growth of

plants (this is the so-called carbon dioxide manuring). But, if other environment factor is changing (for example moisture content of soil) this positive effect can decrease or not happened (Veisz *et al.* 1996, Anda és Lőke 2006). The prognosis for Hungary connection with the global climate change is that the climate will be warmer and arid (Várallyay 2006).

Five percent of annual CO₂ emission originates from soil tillage (Cole 1996). It is a well-known fact that the conventional land use, including tillage, may influence even in climatic changes (Gyuricza 2004). The soil inversion by ploughing regularly induces a great carbon dioxide emission from the croplands. There is scientific evidence that intensive soil tillage has been a significant component of the increase in atmospheric CO₂, which has occurred in the last decades. Intensive tillage results in the reduction of carbon resources by 30–50 %, mainly due to the breaking of the soil (Birkás *et al.* 2006). The carbon dioxide evolving during the increased mineralization of the organic matter can vanish into the atmosphere. In opposition to this the conservation tillage technologies (inversion free technologies, no-tillage etc.) can increase the humus content of the soil by 1 ton per year (Gyuricza 2004). The humus content of the soil has an effect on the plants. If the soil humus and nutrient content is appropriate the yield of agricultural crops is higher (Blazenka *et al.* 2007).

MATERIAL AND METHODS

We participated in a research program of the Department of Soil Management (Szent István University) to examine different tillage systems. One of the objectives of this program was to study the interaction between tillage systems and CO₂ emission from soil.

The other main objectives of this program are to compare ridge tillage and conventional tillage based on the amount of runoff soil, the eroded humus and the runoff water and on the effect on soil structure in sloping area.

The agronomical texture of soil and the damages of water erosion were examined in a long-term experiment. The investigations were carried out on the experimental field, which was set up in 2003 in Józsefmajor, in the region of Hatvan, Northern-Hungary, which represents two different tillage treatments, which are the followings:

1. Conventional (ploughing 22–25 cm), surface and seed-bed preparation, sowing
2. Ridge tillage – ploughing, preparation of ridges, sowing into median plane of ridge (2004) and forming of ridges after sowing (2005)

The ridge tillage experiment is situated on a sloping field, exposed to soil erosion. Plot-area is adjusted to the character of terrain and width of tillage/sowing implements. The plot area in 2004 was 75 m² (10 m x 7,5 m), and total area 600 m², in 2005 plot area was 160 m² (20 m x 8 m), and total area 1280 m². Plots have been formed at right angles to slope. Number of replications: 4, split-plot design (2004), strip-design (2005). NPK mineral fertilizer was used, according to the nutrient content of soil. Since April 2003 to November 2005 maize was grown in the field.

The amount of runoff soil and water was measured on 1 m² surface in examined plots. The agronomical texture was defined by dry screening (Várallyay 1993). The agronomical

texture was classified by the size of aggregates, which were measured and divided into three fractions (> 10 mm clod; 10–0.25 crumb; < 0.25 dust) (Stefanovits 1992.). The physical condition of soil is better, if the rate of crumb fraction is higher (Tóth 2001).

The CO₂ emission from soil and the humus content were examined in an other long-term experiment. The experiment was set up in 2002 in Hatvan region (Józsefmajor) in Hungary. The experimental site is loam soil, the type is Calcic Chernozem. The size of the experimental site is 312 x 50 m= 4,68 ha, with 4 replications in split-plot design. The experiment represents six different tillage treatments, which are the followings: a1: ploughing (26–30 cm); a2: direct drilling; a3: French cultivation (8–10 cm); a4: cultivation (16–20 cm); a5: disking (16–20 cm); a6: loosening (35–40 cm) and disking (16–20 cm). The crop sequence is as follows: 2002: white mustard (*Sinapis alba* L.), 2002/2003: winter wheat (*Triticum aestivum* L.), 2003/2004: rye (*Secale cereale* L.) (catch crop and forage), 2004: pea (*Pisum sativum* L.) (forage), 2004/2005: winter wheat (*Triticum aestivum* L.), 2005: white mustard (*Sinapis alba* L.), 2005/2006: winter wheat (*Triticum aestivum* L.). The CO₂ emission of soil was measured in situ, by means of an INNOVA 1312 (Multi-gas monitor), after cultivation and after sowing, in case of five different tillage treatments (a1, a2, a4, a5, a6). We covered the soil surface with a plastic chamber, and we measured the changing of the CO₂ concentration after determined time. The INNOVA 1312 multi-gas monitor measure the CO₂ emission in mg/kg. To calculate maximum CO₂ emissions from soil in flux the following formula was used (Zsembeli *at al.* 2006):

$$F = d * V/A * (c_2 - c_1)/t * 273/(273 + T)$$

$$F = \text{CO}_2\text{-flux (kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}\text{)}$$

$$d = 1,96 \text{ kg m}^{-3} \text{ (density of CO}_2\text{)}$$

$$V = \text{volume of head space of chamber (m}^3\text{) } / = 0,00366 \text{ m}^3/$$

$$A = \text{area of chamber (m}^2\text{) } / = 0,0314 \text{ m}^2/$$

$$c_1 = \text{CO}_2 \text{ concentration at time of start (m}^3 \text{ m}^{-3}\text{)}$$

$$c_2 = \text{CO}_2 \text{ concentration at time o fend (m}^3 \text{ m}^{-3}\text{)}$$

$$t = \text{duration of measurement (h)}$$

$$T = \text{air temperature (}^\circ\text{C)}$$

RESULTS AND DISCUSSION

Soil erosion is one form of soil degradation. Rain and wind induced soil degradation is a natural process, which can be accelerated because of the human intervention. In general, geological erosion removes soil at roughly the same rate as soil is formed. But 'accelerated' soil erosion – loss of soil at a much faster rate than it is formed – is a far more recent problem. It is always a result of mankind's unwise actions, such as overgrazing or unsuitable cultivation practices. These leave the land unprotected and vulnerable. Then, during times of erosive rainfall or windstorms, soil may be detached, transported, and (possibly travelling a long distance) deposited.

Accelerated soil erosion by water or wind may affect both agricultural areas and the natural environment, and is one of the most widespread of today's environmental problems. It has impacts which are both on-site (at the place where the soil is detached) and off-site (wherever the eroded soil ends up).

Table 1. shows the amount of runoff soil, humus content and the amount of runoff water in case of ridge tillage and conventional tillage in 24. August 2005. Before sampling 191 mm rain was measured (during period of 8. July 2005–24. August 2005).

It can be concluded that ridge tillage gave better results in the three examined factors than conventional tillage method. The amount of runoff soil and eroded humus content was significant lesser in case of protection tillage. At top of the slope 9.6 kg more, at the bottom of the slope 3 kg more humus content stayed in cropland thanks to the protection effect of ridge, which is a big amount if we consider that the humus content need long time (years, decades) to arise.

Table 1. The amount of runoff soil, humus content and the amount of runoff water (Józsefmajor, 24. 08. 2005.)

	Ridge tillage		Conventional tillage		SZD ₅ %
	Top of the slope	Bottom of the slope	Top of the slope	Bottom of the slope	
Runoff soil (g/m ²)	52,70	46,30	67,30	57,90	9,110
Runoff humus (g/m ²)	1,16	1,29	2,12	1,59	0,437
Runoff humus (kg/ha)	11,60	12,90	21,20	15,90	4,370
Runoff water (l)	8,75	7,20	9,82	8,10	nsz

* non significant

Next sampling was 8. November 2005, before harvesting when 73 mm precipitation was measured (during period of 8 November 2005–24 August 2005). *Figure 1–3.* show similar tendencies as the date of August. The amount of runoff soil was higher in the summer, because the wetter was rainier and thunderstorms were more often. Runoff volume and intensity depend on the interaction between rainfall amount, intensity and seasonal distribution. The amount of runoff soil, humus content and water was statistically proved lesser in case of ridge tillage compared to conventional tillage.

According to our experiences the ridge tillage supports the soil protection as the conservation method could be the solution for the prevention of the erosion. It has a big importance, because soil and wind erosion endanger more than 43% of the land in Hungary.

The agronomical structure of soil has an effect on erosion. Well structured soil can resist the hitting effect of rain. Aggregates, which have bigger size (crumb) can be hardly removed by water than dust fraction. The agronomical structure is closely related to tillage methods. *Figure 4.* shows the changes of agronomical texture during 3 year (between 2002 and 2005) in different tillage treatments. It can be concluded that ridge tillage has a favourable effect on soil structure, the rate of dust fraction decreased and the rate of crumb fraction increased during the examination time. In case of application of conventional tillage system

the soil structure declined, namely the rate of crumb fraction reduced and compared to the characteristic agronomical texture of soil. The rate of clod fraction increased in case of both tillage treatments using. This unfavourable results can be the consequence of the lack of crop rotation (in the experimental site maize was applied from April 2003 to November 2005). The ridge tillage treatment gave statistically proved better results than conventional tillage concerning clod and dust fraction of soil.

Figure 1. The amount of runoff soil at ridge and conventional tillage methods (Józsefmajor, 08. 11. 2005.)

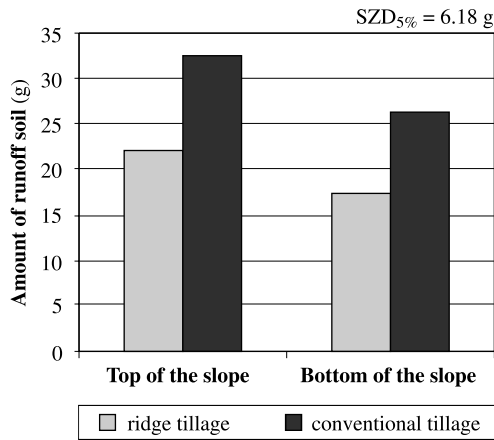


Figure 2. The amount of runoff water (l) at ridge and conventional tillage methods (Józsefmajor, 08. 11. 2005.)

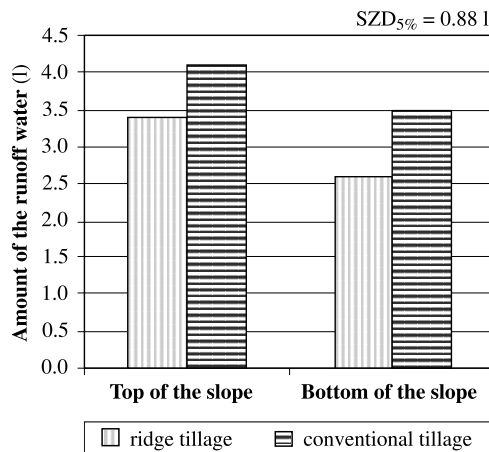


Figure 3. The amount of runoff humus content at ridge and conventional tillage methods (Józsefmajor, 08. 11. 2005.)

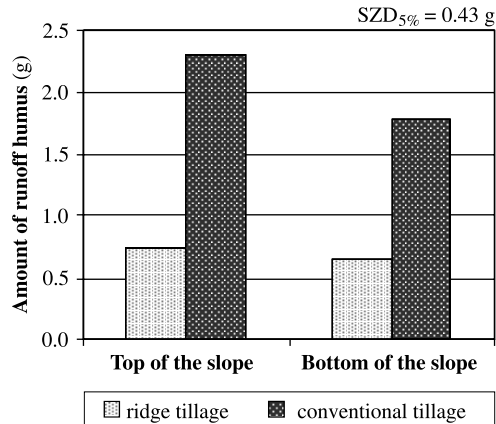
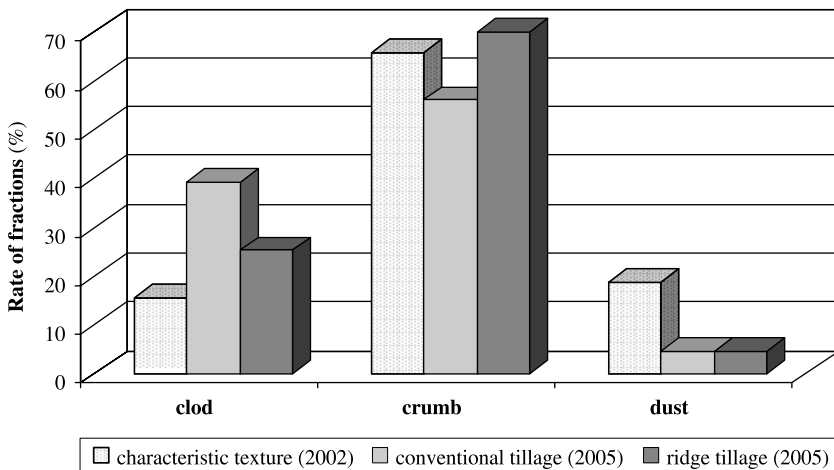


Figure 4. Trends in agronomical texture at conventional and ridge tillage methods between 2002 and 2005 (Józsefmajor)



Finally it can be concluded that soil conservation and protection tillage have prosperous effect on the agronomical texture and the physical condition of the soil. And it can be stated that ridge tillage can reduce the amount of runoff soil, humus content and water in a sloping area. This tillage can provide the crop production under unfavourable field condition in sloping area.

Figure 5. shows the CO₂ emission at different tillage methods after cultivation in mg/kg.

Figure 5. CO₂ emission at different soil tillage practices after cultivation
(Józsefmajor, 13. 09. 2004)

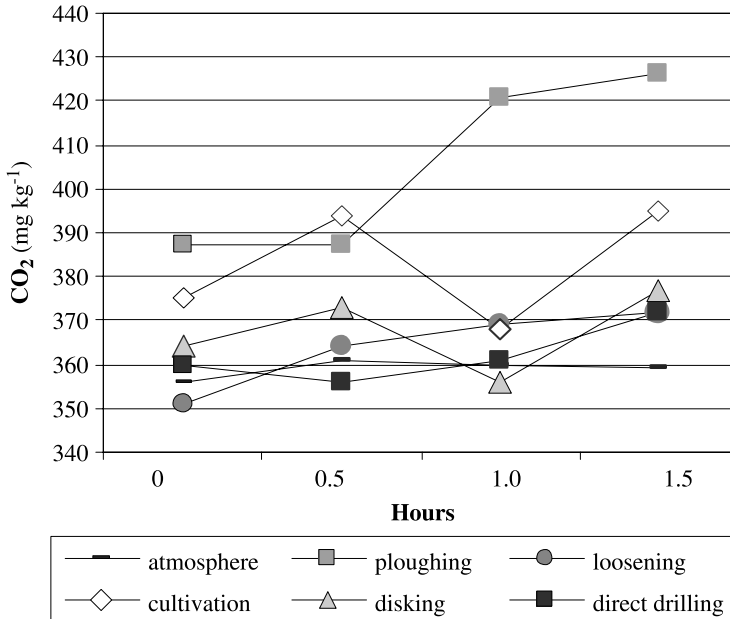


Figure 6. presents the maximum CO₂ flux using different tillage treatments, in kg m⁻² h⁻¹. The most CO₂ emission from soil was measured in a ploughing plot both during the experiment time and in case of maximum emission too. The range of treatments based on maximum carbon dioxide emission (kg m⁻² h⁻¹): ploughing (5.63); loosening and disking (3.03); cultivation (2.89); disking (1.88); direct drilling (1.73). The range of treatments is different a little bit if we consider the complete measure time, loosening combined disking plot has less CO₂ emission than using cultivation and same as in case of disking treatment. It can be concluded that the conventional and intensive tillage treatments cause more carbon dioxide loss than the soil conservation tillage technologies.

Figure 7. shows the change of CO₂ emission from soil at five different tillage methods after sowing. Immediately after sowing the most carbon dioxide emission from soil was measured in direct drilled plot, but during the period of examination it have not increased significantly. If we consider Figure 8., it can be concluded that the maximum CO₂ flux was the least in case of direct drilling. The most carbon dioxide emission was measured in case of using ploughing. But this results is more better compared with another ploughing plots' emission (in Hungary), thanks to the suitability of tools and the quality of the soil surface drilling. Loosening combined disking and disking plots gave similar results, which were followed by cultivation tillage treatment.

Figure 6. Maximum CO₂ flux at different tillage methods after cultivation (Józsefmajor, 13. 09. 2004.)

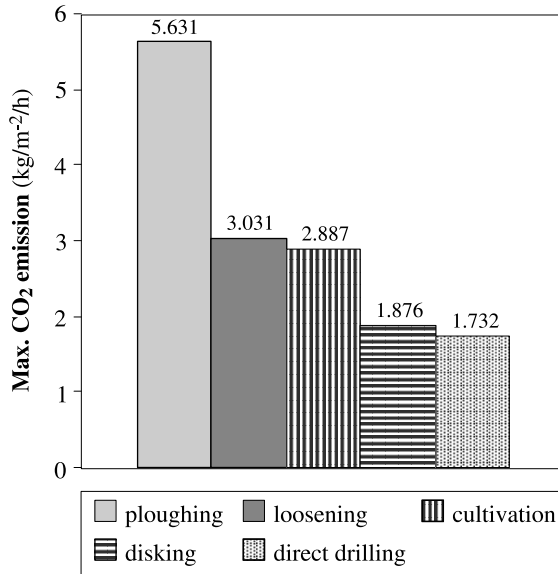


Figure 7. CO₂ emission at different soil tillage practices after sowing (Józsefmajor, 04. 10. 2004.)

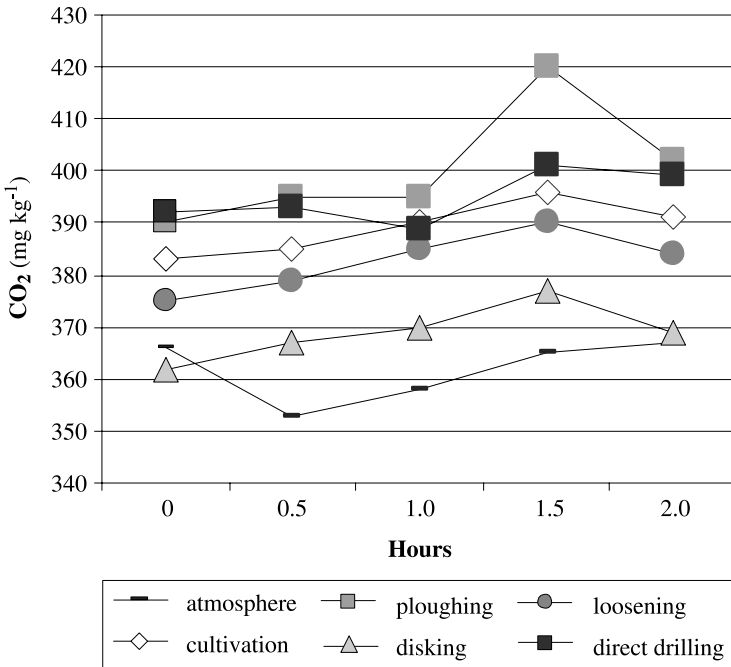
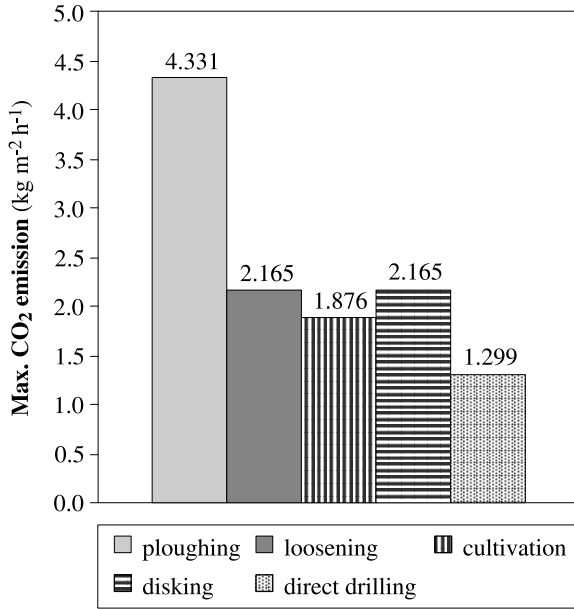


Figure 8. Maximum CO₂ flux at different tillage methods after sowing
(Józsefmajor, 04. 10. 2004.)



The humus content and the intensity of tillage methods closely related to each other, because the airing of soil provide facilities for the increased aerobmicrobiological activity, which go hand in hand with consumption of humus content.

Figure 9. The organic matter content in case of different tillage methods
in the year of 2003 and 2006

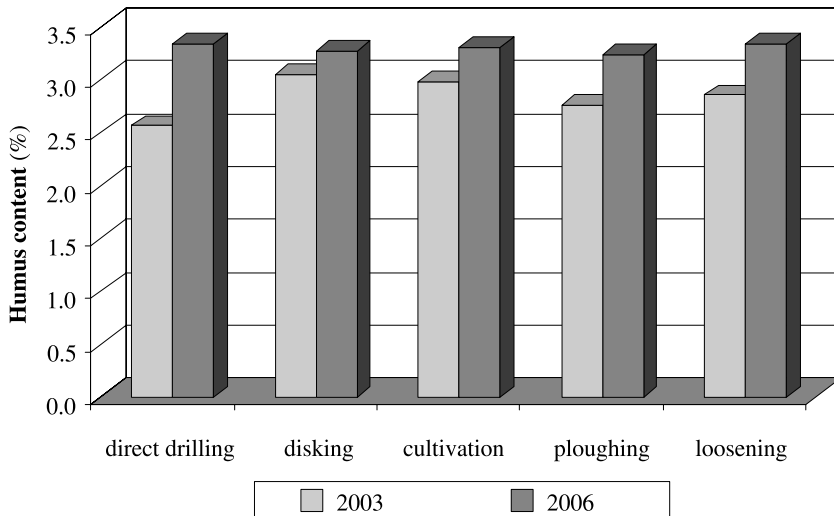


Figure 9. shows the changing of organic matter content in case of different tillage methods during the examination's period. In our experiment the humus content increased in each plots, and the rise was significant in case of application of direct drilling compared to other treatments.

According to our experiment, which examines the carbon dioxide emission from soil at different land use, it can be concluded that the conservation tillage gave the best results compared with the conventional tillage treatments. The carbon dioxide emission is in connection with humus content, it decreases the carbon resources of soil and this is unfavourable for plants and crop production too.

CONCLUSIONS

We have proved that in sloping area the protection of soil surface has a favourable effect not only on the soil structure but on the reduction of erosion damages as well. According to the results obtained in case of ridge tillage, it can be concluded that rainwater holding in croplands has an important role just as the prevention of soil, water and humus runoff.

The results of the examination confirmed, that there is a strong relationship between soil tillage methods and soil agronomical texture. It can be concluded, that clodding and dusting can be positively modified by conservation tillage.

The results of soil carbon dioxide emission examinations showed that the lowest emission level was measured in case of conservation tillage. With the reduction of the excessive soil disturbance (intensive soil tillage) the airing of the soil can be decreased, which has favourable effect on humus content.

The results of the examinations confirmed that we have to consider (in case of proper land use) not only the tillage methods' effect on soil but also the suitability of tools and the quality of the soil surface drilling.

Talajkímélő művelési módok

BENCSIK KATALIN

Szent István Egyetem

Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar

Gödöllő

Magyarország több termőhelyén fordulnak elő olyan degradált szerkezetű, erózió által károsodott talajok, amelyeken eredményes gazdálkodás nem folytatható. Ez arra ösztönöz, hogy a káros folyamatokat mérsékeljük, illetve megakadályozzuk. A talajhasználati módok közvetlenül befolyásolják a talaj szerkezetét és az eróziós és deflációs folyamatokat. Az agronómiai védelem, ezen belül is a talajkímélő talajhasználat lehetőségeit kihasználva megelőzhető, illetve csökkenthető a talaj lepusztulása. Ezáltal a veszélyeztetett, lejtős területeken növelni lehetne a gazdálkodás, benne a növénytermesztés biztonságát.

A globális felmelegedés egyik fő oka – a kutatások szerint – az üvegházhatást okozó gázok, különösen a szén-dioxid légkörbe jutása, koncentrációjának növekedése. Az üvegházgázok légköri koncentrációjának emelkedéséhez a mezőgazdaság is hozzájárul. A nemzetközi állásfoglalások a szén-dioxid kibocsátás csökkentését sürgetik. A megoldást – a szántóföldi növénytermesztésre vonatkoztatva – a környezetkímélő és fenntartható talajhasználat alkalmazása kínálja.

Az kutatás célkitűzései a következők:

1. Lejtős területen a hagyományos és a bakhátas termesztési mód összehasonlítása a csapadék által lehordott talaj, a lemosott humusz és az elfolyó víz mennyiségének alapján és a talaj agronómiai szerkezetére gyakorolt hatásuk alapján.
2. Eltérő talajművelési eljárások hatásának értékelése a talaj szén-dioxid kibocsátására, valamint ezzel összefüggésben a talaj humusztartalmának változására.

Az eredmények a talaj- és környezetkímélő művelési mód alkalmazásának szükségszerűségét igazolják. A kímélő talajhasználat segítségével a talaj szerkezete és humusztartalma megóvható, a légkör mezőgazdaságból származó szén-dioxid terhelése csökkenthető. Fontos szempont lehet lejtős termőhelyen a talajtakaró megőrzése, legalábbis a termesztésre, gazdálkodásra alkalmas szinten.

Kulcsszavak: talajművelés, szén-dioxid kibocsátás, klímaváltozás, erózió, a talaj agronómiai szerkezete.

REFERENCES

- Anda A. – Lőke Zs.* (2006): A növény–légkör rendszer kölcsönhatásai kétszeres CO₂-koncentrációnál. *Növénytermelés* **55**, (3–4) 54–68.
- Beke D. – Kismányoki T. – Tóth Z.* (2005): Különböző művelési módok hatása a talajtömörödéssel. *Növénytermelés* **54**, (5–6) 411–425.
- Birkás M.* (2001): A fenntartható talajművelés talajfizikai és biológiai alapjai. In: *Talajművelés a fenntartható gazdálkodásban* In *Birkás M.* (szerk.) Akaprint Kiadó, Budapest
- Birkás, M. – Dexter, A. R. – Kalmár, T. – Bottlik, L.* (2006): Soil quality – soil condition – production stability. *Cereal Research Communication* **34**, (1) 135–138.
- Blazenka, B. – Lončarić, Z. – Vukadinović, V. – Vukobratović, Z. – Vukadinović, V.* (2007): Winter wheat yield responses to mineral fertilization. *Cereal Research Communications* **35**, (2) 245–248.
- Cole, C. V.* (1996): Intergovernmental Panel on Climate Change. Agricultural options for mitigation of greenhouse gas emissions IPCC Working Group 11, Chapter 23, Washington DC.
- European Environment Agency* (1998) Soil Degradation, chapter 11. p. 231–246.; chapter 2, climate change, p. 37-59. In: *Europe's Environment: The Second Assessment*, Elsevier Science Ltd. 293.
- Gyuricza Cs.* (2004): A szántóföldi talajhasználat és az üvegházhatás összefüggései mért adatok alapján. In *Birkás M. – Gyuricza Cs.* (szerk.) Talajhasználat, Műveléshatás, Talajnedvesség. Quality-Press Nyomda & Kiadó Kft.
- Schwertmann, U. – Vogt, W. – Kainz, M.* (1987): Bodenerosion durch wasser: Vorhersage des Abtrages und Bewertung von Gegenmassnahmen. Ulmer, Stuttgart, 2. Auflage
- Stefanovits P.* (1992): Talajtan, Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Tóth Z.* (2001): A talajtermékenység vizsgálata vetésforgóban és monokultúrában, Doktori (Ph.D) értekezés, Keszthely.
- Ulen, B.* (1997): Nutrient losses by surface runoff from soils with winter cover crops and spring-ploughed soils in the south of Sweden. *Soil and Tillage Research* **44**, 165–177.

- Várallyay Gy. (1993): A talaj szerkezeti állapotának jellemzése. In *Buzás I.* (szerk.) Talaj és agrokémiai vizsgálati módszertan 1. A talaj fizikai, vízgazdálkodási és ásványi vizsgálata. INDA 4231 Kiadó, Budapest.
- Várallyay, Gy. (2006): Life quality – soil – food chain. *Cereal Research Communications*. **34**, (1) 335–339.
- Veisz O. – Tischner T. – Harnos N. (1996): A növekvő szén-dioxid koncentráció hatása a kalászos gabonákra. *Biotechnológia és Környezetvédelem* 1996. **2**, 38–40.
- Zsembeli, J. – Tuba, G. – Kovács, Gy. (2006): Development and extension of CO₂-emission measurements for different soil surfaces. *Cereal Research Communications* **34**, (1) 359–362.

A szerző levélcíme – Address of the author:

BENCSIK Katalin
Szent István Egyetem
H-2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1.
E-mail: Bencsik.Katalin@mkk.szie.hu



Adatok aubrac és charolais hízó bikák ultrahanggal mért hosszú hátizom területéről és bőr alatti faggyúvastagságáról

TÓZSÉR JÁNOS¹ – DOMOKOS ZOLTÁN² – SZENTLÉLEKI ANDREA¹ –
CLAUDIO BOTTURA³ – ALBERTI MASSIMILIANO³ – KOVÁCS ALFRÉD¹ –
BALOGH PÉTER¹ – BUNDSCHUH ATTILA¹

¹ Szent István Egyetem
Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
Állattenyésztés-tudományi Intézet
Gödöllő

² Magyar Charolais Tenyésztők Egyesülete
Miskolc

³ La Garonnaise Kft.
Sajólászlófalva

ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen tanulmány célja volt, hogy vizsgálja a mérést végző személyek hatását az ultrahang mérési eredményekre, valamint meghatározza az aubrac (AUB) és a charolais (CH) hízó bikák rostélyos területe és a fartájék bőr alatti faggyúvastagsága (P8) közötti különbséget. 18 AUB (életkor: $570 \pm 5,92$ nap, élősúly: $627,2 \pm 66,90$ kg) és 8 CH (életkor: $568 \pm 7,58$ nap, élősúly: $660,2 \pm 35,41$ kg) hízó bika esetében készítettek ultrahang képeket a rostélyos területről és a P8-ról, az állatok vágása előtt, egy olasz vágóhídon. Az ultrahang képeket két kezelő mérte meg két alkalommal, egymástól függetlenül. Az eredmények azt mutatták, hogy az aubrac bikák rostélyos területe nagyobb (AUB: $98,40$ cm², CH: $94,12$ cm², $P < 0,020$), míg P8 értéke alacsonyabb volt (AUB: $0,661$ cm, CH: $0,817$ cm, $P < 0,001$), mint charolais társaiknak. Megállapítható, hogy kellő gyakorlottsággal rendelkező személyek hasonló mérési eredményre jutnak, továbbá a mérést elegendő csak egyszer elvégezni.

Kulcsszavak: rostélyos, P8, fajta, személy, UH mérés.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Több kutató is javasolta az ultrahangkészülék alkalmazását a húsmarhatartás gyakorlatában, a hizulás befejezésének optimális időpontja, illetve a vágóérték előrejelzésére (Wilson 1992, Robinson et al. 1993, Herring et al. 1994, Wilson et al. 2000), de egyúttal felhívják a figyelmet a mérést és a képfeldolgozást végző személy gyakorlottságára, vala-

mint a technikai feltételek meglétére. A nemzetközi eredmények azt támasztják alá, hogy – többek között az ultrahangos mérések eredményeire alapozva – különböző jellemzőkkel kombinálva, de eltérő determinációs együtthatóval (R^2) rendelkező regressziós modellek alkalmasak lehetnek a hasított féltest összetételének jellemzésére, pl. színhús%, eladható hús a hasított féltest %-ban, fehérjetartalom a 9–11. borda között stb. (Wallance *et al.* 1977, Miller *et al.* 1988, Griener *et al.* 1995, Griffin *et al.* 1999, Hassen *et al.* 1999, Wolcott 2003).

Magyarországon a szarvasmarha vágóértékére vonatkozó első ultrahangos vizsgálatot az angus és hereford fajtákon 1999-ben ANISCAN-100 készülékkel Márton István és munkatársai végezték az STV zárásakor, a tenyészbikajelöltek bőr alatti faggyúvastagságának meghatározására a fartájékon. Tózsér *et al.* (2003) beszámoltak arról, hogy a fekete és a vörös angus színváltozat ebben a tulajdonságban nem tér el egymástól. Az angus és hereford tenyészbikajelöltek minősítő indexébe (szelekciós index) 2003-ban építették be a bőr alatti faggyúvastagság tulajdonságot (Balázs 2003).

Az elsősorban 18 cm-es real-time ultrahangfejjel (Falco 100, Pie Medical) végzett eddigi hazai mérések eredményeit az alábbiakban összegezzük.

Magyar szürke hízóbikák esetében, Tózsér *et al.* (2004a) a rostélyos becslt területe és a csontozási paraméterek között közepes, illetve szoros összefüggéseket számítottak (hús, kg: I. vizsgálat, $r = 0,88$, $P < 0,05$; II. vizsgálat, $r = 0,66$).

A charolais fajtában megállapították, hogy az azonos környezetben nevelt bikák (életkor: 545 nap) és üszők (életkor: 540 nap) becslt rostélyos területe nem különbözött egymástól ($86,4 \text{ cm}^2$, illetve $80,2 \text{ cm}^2$) (Tózsér *et al.* 2004b).

A charolais fajtában – a nemzetközi eredményeket megerősítve – Tózsér *et al.* (2005) igazolták, hogy a szarvalt ($n = 13$) és szarvatlan ($n = 23$) tenyészbikajelöltek vizsgált jellemzői (pl. P8, m. longissimus dorsi területe, herekörméret) azonosak.

Különböző fajtájú ($n = 51$, angus, limousin, magyartarka, charolais és charolais x magyartarka keresztezett) hízóbikák különböző testtájain (P8: far, Rump fat: far, Back fat thickness: rostélyos) mért bőr alatti faggyúvastagsági adatok között hazánkban elsőként Török *et al.* (2007) számítottak összefüggéseket, pl. a P8 és a Rump fat eredmények közötti kapcsolat: $r = 0,93$, $P < 0,01$.

Harangi *et al.* (2007) limousin, charolais, magyartarka x limousin, valamint magyartarka x charolais keresztezett, választás előtt álló borjak ($n = 31$, életkor: 165 nap, élősúly: 188 kg) hosszú hátizom területe között szignifikáns eltérést nem tapasztaltak ($42,35 \text{ cm}^2$, $41,22 \text{ cm}^2$, $39,99 \text{ cm}^2$, $38,99 \text{ cm}^2$; $P > 0,10$).

Kovács *et al.* (2007) red angus anyatehenek (összesen $n = 106$) kondícióváltozását értékelték a bőr alatti faggyúvastagság változásának mérésével. Megállapították, hogy a tehenek közepes kondícióban (háti faggyú vastagság: $3,49 \pm 0,57 \text{ cm}$) kezdték meg a legeltetési időnyt, amely a nyári hónapokban kismértékben leromlott (háti faggyú vastagság: $3,41 \pm 0,55 \text{ cm}$). Kondíciójuk szeptemberre azonban feljavult (háti faggyú vastagság: $3,82 \pm 0,51 \text{ cm}$).

A P8 mérések megbízhatóságát (magyartarka és holstein-fríz fajtákban), az egymástól független négy kezelő, két ismétlésben végzett mérései alapján, igen jónak találták Tózsér *et al.* (2006): összes kezelő, $n = 248$, $r = 0,993$, $P < 0,001$, ismételhetőség, $R^2 = 0,999$.

Harangi et al. (2008) charolais növendék bikákkal végzett vizsgálatában két ultrahangfelvétel elkészítésének ismételtetésére a rostélyos keresztmetszet esetében $R^2 = 0,961$, a fartájéki faggyúvastagságnál (P8) pedig $R^2 = 0,910$ értéket határoztak meg, összesen 360 mérés alapján.

Jelen vizsgálatunk célja az volt, hogy megállapítsuk, milyen hatással van az ultrahangmérések eredményeire (P8, rostélyos terület) az, hogy az ultrahang képeket több személy, több ismétlésben értékeli ki, illetve az aubrac (AUB) és charolais (CH) hízó bikák ultrahangmérési paraméterei érdemben különböznek-e egymástól.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatokat 2007 februárjában, az Állattenyésztés-tudományi Intézet és a Magyar Charolais Tenyésztők Egyesülete 18 aubrac (életkor: $570 \pm 5,92$ nap, élősúly: $627,2 \pm 66,90$ kg) és 8 charolais (életkor: $568 \pm 7,58$ nap, élősúly: $660,2 \pm 35,41$ kg) hízó bikán ($n = 26$, életkor: 570 nap, élősúly: 639 kg), egy olasz vágóhidon végezte a vágás előtt. A takarmányozás mind a két csoport esetében azonos, tömegtakarmányra alapozott volt. A bikák beállításától vágásig, ugyanabban az arányban és összetételben, *ad libitum* kapták a homogenizált takarmányt az olaszországi hizlaldában.

Az ultrahang mérés helyei az alábbiak voltak:

- *rostélyos területe* a 12–13. borda között, cm^2 (mérés: *Falco 100*, Pie Medical ultrahangkészülék, lineáris fej: 18 cm, hullámhossz: 3,5 MHz, mélység: 23 cm) (1. kép).
- *P8, fartájéki faggyúvastagság*, cm: a 3. ágyékcsigolya magasságában a gerincoszlopra bocsátott merőleges és az ülőgumótól a gerincszloppal párhuzamos egyenes metszéspontján, mely a valóságban kb. 1 tenyérszerű távolságot jelent a gerincszloptól. (mérés: *Falco 100*, Pie Medical ultrahangkészülék, lineáris fej: 18 cm, hullámhossz: 3,5 MHz, mélység: 5 cm) (2. kép).

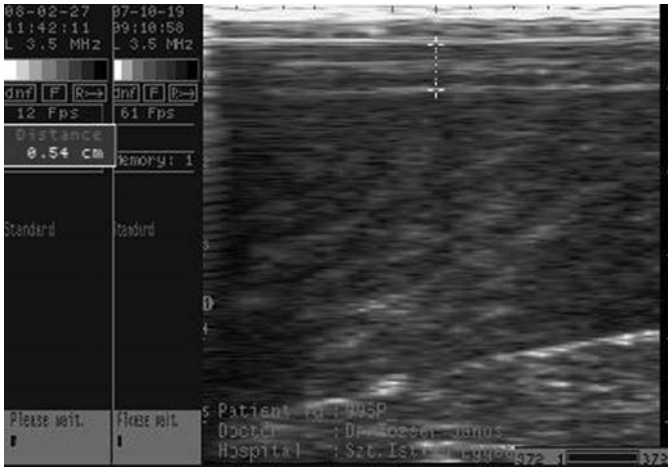
1. kép A rostélyos területe

Picture 1. Longosimis dorsi area



2. kép Fartájéki faggyúvastagság (P8 érték)

Picture 2. Rump fat thickness (P8)



A vágás előtt készített ultrahang képeket két kezelő (A, B) mérte meg egymástól függetlenül. Mindkét kezelő két mérést (I., II.) végzett. A második mérésre 1 óra szünet után került sor véletlenszerűen kiválasztott képsorrend szerint. Az adatstruktúrát az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat Az adatstruktúra

Table 1. Data structure

Hatások (1)		Mérések száma (2)
Személy (3)	A	52
	B	52
Mérési alkalom (4)	I.	52
	II.	52
Fajta (5)	aubrac (AUB)	72
	charolais (CH)	32

(1) effects, (2) number of measurement, (3) person, (4) case of measurement, (5) breed

Az adatok kiértékelését az SPSS 14.0 programcsomaggal végeztük a GLM modellt használva, az alábbi elrendezésben: $Modell = intercept + személy + mérés + fajta$. A teljes korrigált modellben fix hatásként a mérést végző személyt, a mérések számát és a fajtát vettük figyelembe. A függő változók a *rostélyos terület* és a *P8-érték* voltak. A vizsgált paraméterek normál eloszlást mutattak (Kolmogorov-Smirnov próba). Az átlagértékeket páronként *Bonferroni-féle* módszerrel hasonlítottuk össze.

EREDMÉNYEK

Kísérletünkkel megegyezően, 550–600 kg-ig – ún. *nagy súlyra* – történő hizlalást alkalmazott *Polgár et al.* (2005) vizsgálatukban. A red angus F1 és R1 hízó bikák (életkor: 568 nap, élősúly: 615 kg) átlagos életkora szinte azonos, élősúlyuk pedig hasonló volt a jelen vizsgálatunkban szereplő fajták adataihoz. Ezzel szemben viszont jelentős különbség mutatkozik *Holló* és *Holló* (2008) kísérletében szereplő magyartarka hízó bikákhoz képest (életkor: 540 nap, élősúly: 580 kg). Az előzőleg említett két vizsgálatban a meleg hasított felek súlya 42–43 kg-mal kisebb volt, mint esetünkben. Ezek a példák is mutatják, hogy nehéz találni olyan közleményt, amelynek adatait „teljes mértékben” fel lehetne használni az összehasonlításra. Ez nem véletlen, hiszen minden kísérlet körülménye más és más: a fajta, az egyedek életkora, a hizlalási végsúly, a takarmányozás intenzitása stb. A rostélyos és a P8 tekintetében *Török et al.* (2007) adatai ugyancsak kisebbek voltak (charolais és keresztezett egyedek, rostélyos: 82,3 cm², P8: 0,46 cm), mint saját adataink.

A Box's tesztrel a kovariancia mátrixok egyenlőségét ellenőriztük és igazoltuk is (12.906, F: 0,563, P < 0,944). A Levene's próba eredménye a hibavarianciák egyenlőségét igazolta mindkét tulajdonság esetében: rostélyos területe (F: 0,995, P < 0,440), P8-érték (F: 0,106, P < 0,998), vagyis a független változók varianciái homogének. A többváltozós teszt (Wilks' Lambda érték) – a vizsgált három hatás közül – egyedül csak a fajta esetében bizonyult szignifikánsnak (P < 0,0001). A variancia-analízis eredményeit a 2. táblázat összegzi. A táblázat utolsó oszlopában az olvasható, hogy egyedül csak a fajta esetében igazolható a csoportok közötti különbség a rostélyos területe (P < 0,020) és a P8-érték (P < 0,001) tekintetében.

Az ún. *parciális eta négyzet értékek* azt mutatták, hogy a rostélyos területét a személy 2%-ban, a mérési alkalom száma 0,1%-ban és a fajta pedig 5%-ban határozta meg. Ugyanezen értékek a P8 tekintetében az alábbiak voltak: 0,2%, 0% és 9,8%.

A vizsgált három hatás szerint számított átlagértékek a 3. táblázatban olvashatók. A személy és a mérési alkalmak száma szerinti értékelés az átlagértékek tekintetében érdemi eltérést nem eredményezett egyik vizsgált paraméter esetében sem. Ezek az adatok egybevágóak a korábbi vizsgálatok eredményeivel (*Tózsér et al.* 2006, *Harangi et al.* 2008), megerősítvén azt, hogy kellő gyakorlottsággal rendelkező, mérést végző személyek hasonló mérési eredményre jutnak, továbbá, hogy a mérést elegendő csak egyszer elvégezni. A charolais fajtára vonatkozó hazai ultrahangmérési eredményeket bemutató közlemények az elmúlt években megsokasodtak (*Tózsér et al.* 2005, *Harangi et al.* 2007, 2008, *Török et al.* 2007), azonban az aubrac fajta hazai állományában először végeztünk ilyen méréseket.

Úgy tűnik, hogy a hasonló életkorú és élősúlyú, azonos módon tartott és takarmányozott aubrac fajtájú hízó bikák rostélyosa nagyobb (AUB: 98,40 cm², CH: 94,12 cm², P < 0,020), fartájéki bőr alatti faggyúvastagsága (AUB: 0,661 cm, CH: 0,817 cm, P < 0,001) pedig kisebb lehet a kortárs charolais csoporthoz viszonyítva. Pontosabb elemzések elvégzése érdekében további adatgyűjtésekre és mérésekre van szükség.

2. táblázat A variancia-analízis eredményei
Table 2. Results of variance analysis

Variancia források (1)	Függő változók (2)	Négyzetes összeg (Type III) (3)	df	Variancia (4)	F-érték (5)	Szignifikancia (6)
Korrigált modell (7)	Rostélyos (cm ²) (8)	564,352(a)	3	188,117	2,603	0,056
	P8 (cm) (9)	0,553(b)	3	0,184	3,679	0,015
Állandó (10)	Rostélyos	821199,690	1	821199,690	11364,420	0,000
	P8	48,387	1	48,387	965,195	0,000
Személy (A, B) (11)	Rostélyos	150,987	1	150,987	2,089	0,151
	P8	0,010	1	0,010	0,192	0,662
Mérési alkalom (I., II.) (12)	Rostélyos	6,238	1	6,238	0,086	0,770
	P8	0,001	1	0,001	0,022	0,882
Fajta (AUB, CH) (13)	Rostélyos	407,128	1	407,128	5,634	0,020
	P8	0,543	1	0,543	10,822	0,001
Hiba (14)	Rostélyos	7226,059	100	72,261		
	P8	5,013	100	0,050		
Teljes variancia (15)	Rostélyos	988137,268	104			
	P8	57,823	104			
Korrigált összes (16)	Rostélyos	7790,411	103			
	P8	5,566	103			

a (Adjusted R Squared = 0,045)

b (Adjusted R Squared = 0,072)

(1) variance sources, (2) dependent variables, (3) sum of squares (Type III), (4) variance, (5) F value, (6) significance level, (7) corrected model, (8) longissimus muscle area (cm²), (9) rump fat thickness, P8 (cm), (10) constant, (11) person (A, B), (12) case of measurement (I., II.), (13) breed (AUB, CH), (14) error, (15) total variance, (16) total corrected

3. táblázat A rostélyos területének és a P8 átlagértékei, valamint hibái hatásonként
Table 3. Mean values and standard errors of longissimus muscle area and P8 by effects

Függő változók (1)	Személy (2)	Átlag (3)	SE (4)
Rostélyos (cm ²) (5)	A	95,060	1,229
	B	97,470	1,229
P8 (cm) (6)	A	0,729	0,032
	B	0,749	0,032
	Mérési alkalom (7)	Átlag (3)	SE (4)
Rostélyos (cm ²) (5)	I.	96,510	1,229
	II.	96,020	1,229
P8 (cm) (6)	I.	0,742	0,032
	II.	0,736	0,032
	Fajta (8)	Átlag (3)	SE (4)
Rostélyos (cm ²) (5)	AUB	98,409 ^a	1,002
	CH	94,122 ^a	1,503
P8 (cm) (6)	AUB	0,661 ^b	0,026
	CH	0,817 ^b	0,040

a, b = P < 0,05

(1) dependent variables, (2) person, (3) mean value, (4) standard error, (5) longissimus muscle area (cm²), (6) rump fat thickness, P8 (cm), (7) case of measurement, (8) breed

KÖVETKEZTETÉSEK

Kellő gyakorlottsággal rendelkező, mérést végző személyek hasonló mérési eredményre jutnak. A mérést elegendő csak egyszer elvégezni.

A hasonló életkorú és élősúlyú, azonos módon tartott és takarmányozott aubrac fajtájú hízó bikák REA értéke nagyobb (AUB: 98,40 cm², CH: 94,12 cm², P < 0,020), P8 értéke (AUB: 0,661 cm, CH: 0,817 cm, P < 0,001) pedig kisebb lehet a kortárs charolais csoport-hoz viszonyítva.

Methodical study of assessing the longissimus muscle area and rump fat thickness of Aubrac and Charolais fattening bulls

JÁNOS TÓZSÉR¹ – ZOLTÁN DOMOKOS² – ANDREA SZENTLÉLEKI¹ – CLAUDIO BOTTURA³
– ALBERTI MASSIMILIANO³ – ALFRÉD KOVÁCS¹ – PÉTER BALOGH¹ – ATTILA BUNDSCHUH¹

¹ Szent István University
Faculty of Agricultural and Environmental Sciences
Institute of Animal Husbandry
Gödöllő

² Hungarian Charolais Breeders Association
Miskolc

³ La Garonnaise Ltd.
Sajólászlófalva

SUMMARY

The aims of present study were to detect the effect of handlers on the ultrasound measurements and the difference between the longissimus muscle area (LMA) and rump fat thickness (P8) of the Aubrac and Charolais fattening bulls. The ultrasound pictures were taken of the LMA and P8 on 18 Aubrac (age: 570 ± 5.92 days, live weight: 627.2 ± 66.90 kg) and 8 Charolais (age: 568 ± 7.58 days, live weight: 660.2 ± 35.41 kg) fattening bulls before slaughter in an Italian slaughterhouse. The pictures were measured by two handlers twice separately. Based on the results, the LMA of Aubrac bulls was larger (AUB: 98.40 cm², CH: 94.12 cm², P < 0.020), and the P8 value was lower (AUB: 0.661 cm, CH: 0.817 cm, P < 0.001) than those of Charolais companions. Furthermore, handlers with due practice get similar measuring results and the measurement is sufficient to be taken only once.

Keywords: longissimus dorsi area, P8, breed, person, UH measurement.

IRODALOM

- Balázs F. (2003): Személyes közlés.
- Griener, S. P. – Rouse, G. H. – Wilson, D. E. – Cundiff, L. V. (1995): Prediction beef carcass retail product using real time ultrasound and live animal measures. Progress report. Kansas City International Airport, 67–68.
- Griffin, D. B. – Savell, J. B. – Recio H. A. – Garrett, R. P. – Cross, H. R. (1999): Predicting carcass composition of beef cattle using ultrasound technology. J. Anim. Sci. **77**, 889–892.
- Harangi S. – Béri B. – Czeglédi L. (2008): Ultrahangos mérés technika reprodukálhatóságának vizsgálata növendék bikáknál. Acta Agraria Debreceniensis, megjelenés alatt.
- Harangi S. – Czeglédi L. – Béri B. (2007): Különböző genotípusú húsmarha borjak növekedési jellemzőinek vizsgálata. XLIX. Georgikon Napok, Keszthely.
- Hassen, A. – Wilson, D. E. – Rouse, G. H. (1999): Evaluation of carcass, live and real time ultrasound measures in feedlot cattle: II. Effects of different age endpoints on the accuracy of predicting the percentage of retail product, retail product weight, and hot carcass weight. J. Anim. Sci. **77**, 283–290.
- Herring, W. O. – Miller, D. C. – Bertrand, J. K. – Benyshek, L. L. (1994): Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures of back fat and longissimus muscle area in beef cattle. J. Anim. Sci. **72**, 2216–2226.

- Holló I. – Holló G. (2008): Magyartarka hízó bikák húsmínősége eltérő tömegtakarmány és arány, valamint lenmagdara kiegészítés esetén. XXXII. Óvári Tudományos Napok, 2008. október 2. (CD: 5. oldal).
- Kovács A. Z. – Papp R. – Zsoldos R. – Véghseő R. – Szabari M. (2007): A kor és a termelés hatása red angus anyatehenek háti faggyú vastagságára. *Acta Agraria Kaposváriensis* **11**, (1) 9–21.
- Miller, M. F. – Cross, H. R. – Baker, J. K. – Buyers, F. M. (1988): Evaluation of live and carcass techniques for prediction beef carcass composition. *Meat Sci.* **23**, 111–129.
- Polgár P. – Wagenhoffer Zs. – Grubics Zs. – Hornyák Z. – Török M. – Lengyel Z. – Szabó F. (2005): Red angus F1 és R1 hízómarhák vágási és csontozási eredményeinek értékelése. *Állattenyésztés és Takarmányozás* **54**, (2) 109–120.
- Robinson, D. L. – Hammond, K. – McDonald, C. A. (1993): Live animal measurement of carcass traits: estimation of genetic parameters of beef cattle. *J. Anim. Sci.* **71**, 1128–1135.
- Török M. – Kocsis Gy. – Bene Sz. – Kiss B. – Farkas V. – Szabó F. (2007): Hízóbikák különböző test-tájain ultrahanggal mért bőr alatti faggyúvastagsága és azok összefüggései. *Állattenyésztés és Takarmányozás* **56**, (2) 117–124.
- Tőzsér J. – Balázs F. – Márton I. – Zándoki R. (2003): Red és aberdeen angus tenyészbika-jelöltek teljesítményei egy tenyészetben. *Állattenyésztés és Takarmányozás* **52**, (1) 39–50.
- Tőzsér J. – Domokos Z. – Bujdosó M. – Szentléleki A. – Bakus G. – Zándoki R. – Minorics R. (2004b): Hosszú hátizom területének mérése real-time ultrahangkészülékkel a charolais fajtában. *Acta Agraria Kaposváriensis* **8**, (2) 11–21.
- Tőzsér J. – Domokos Z. – Bujdosó M. – Wolcott M. L. (2005): Szarvalt és szarvatlan charolais tenyészbikajelölteken a hosszú hátizom területének és a far bőr alatti faggyúvastagságának értékelése real-time ultrahangkészülékkel. *Magyar Állatorvosok Lapja* **127**, (3) 131–138.
- Tőzsér J. – Holló G. – Holló I. – Seregi J. – Repa I. (2004a): A szarvasmarha hosszú hátizom területének mérése real-time ultrahangkészülékkel. *Állattenyésztés és Takarmányozás* **53**, (6) 539–553.
- Tőzsér J. – Szentléleki A. – Zándoki R. – Sipos M. – Holló G. – Holló I. – Gábrrielné Tőzsér Gy. – Zsigmond K. (2006): A fartájék bőr alatti faggyúvastagság (P8) mérésének megbízhatósága real-time ultrahang-készülékkel. *Állattenyésztés és Takarmányozás* **55**, (5) 451–457.
- Wallance, M. A. – Stouffer, J. R. – Westervelt, R. G. (1977): Relationships of ultrasonic and carcass measurements with retail yield in beef cattle. *Livestock Prod. Sci.* **4**, 153–164.
- Wilson, D. E. (1992): Application of ultrasound for genetic improvement. *J. Anim. Sci.* **70**, (3) 973–983.
- Wilson, D. E. – Rouse, G. H. – Haya, C. L. – Hassen, A. (2000): Carcass expected progeny differences using real-time ultrasound measures from developing Angus heifers. *Ann. Meeting of ADSA-ASAS*, July 24–28, Baltimore, Maryland, *J. Anim. Sci.* **78**, (suppl) 58.
- Wolcott, M. L. (2003): The prediction of percent retail beef yield from live animal ultrasound measurements. Thesis of Master of Rural Sciences, The University of New England, Armidale, Australia, 126.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

TŐZSÉR János – SZENTLÉLEKI Andrea – KOVÁCS Alfréd – BALOGH Péter – BUNDSCHUH Attila
Szent István Egyetem
Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
Állattenyésztés-tudományi Intézet
H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.
E-mail: Tozser.Janos@mkk.szie.hu

DOMOKOS Zoltán
Magyar Charolais Tenyésztők Egyesülete
H-3525 Miskolc, Vologda u. 3.

Claudio BOTTURA – Alberti MASSIMILIANO
La Garonnaise Kft.
H-3773 Sajólászlófalva



Első laktációs jersey tehenek tőgymorfológiai jellemzői

ORBÁN MARTINA – GULYÁS LÁSZLÓ – NÉMETH SZABINA – TÓTH TAMÁS

Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők 268 első laktációs jersey tehen tulajdonságait vizsgálták egy hazai tenyészetben. Kutatásunk célja a tőgy morfológiai tulajdonságainak felvételezése és a tőgy különböző morfológiai paraméterei, a tőgymélység (TM), a két elülső (E–E), a két hátulsó (H–H), az elülső–hátulsó (E–H) tőgybimbók közötti távolság, a tőgybimbók hosszúsága (HOSSZ) és átmérője (ÁTM), valamint a tej szomatikus sejt száma (Scc) közötti kapcsolat vizsgálata volt. Kiszámították a tőgybimbók által határolt tőgyterületet (cm²) és a tőgybimbók térfogatát (cm³), a szerzők által kialakított képlet segítségével. A vizsgált állomány tőgymélység esetén 37,2–39,0 cm, két elülső bimbó távolságnál 15,24–16,70 cm, hátulsó bimbóknál ezen méret 8,16–10,43 cm, elülső és hátulsó bimbók között 12,60–14,17 cm, bimbó hosszában 5,03–5,43 cm és bimbó átmérőnél 18,12–18,8 mm értékeket mutatott. Az átlagos Scc 238 ezer/ml volt. Statisztikailag igazolt ($P < 0,05$) negatív összefüggést tapasztaltak állomány szinten és bika ivadékcsoportok esetén is, a szomatikus sejt szám és a tőgymélység ($r = -0,123$), – a két elülső tőgybimbó távolság ($r = -0,215$), – két hátulsó tőgybimbó távolság ($r = -0,261$), az elülső és hátulsó tőgybimbó távolság ($r = -0,247$), és a tőgybimbó átmérője ($r = -0,207$) között.

A vizsgálati eredmények felhívják a figyelmet arra, hogy a szomatikus sejt szám alakulására sok más befolyásoló tényező (takarmányozás, fejési- és tartástechnológia, menedzsment) mellett a tőgymorfológiai sajátosságok is szerepet játszhatnak.

Kulcsszavak: jersey, tőgymorfológia, tőgybimbó távolság, tőgybimbó hosszúság, tőgybimbó térfogat, szomatikus sejt szám.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Hazánkban koncentráltabb tej termelésére az 1950-es, 60-as, valamint a 80-as években próbálkozások történtek, azonban az akkori, „liter szemléletű” tej árrendszer miatt ez a szakmailag egyébként teljesen megalapozott elképzelés nem tudott elterjedni. A megváltozott fogyasztói szokások, a kvótarendszer korlátozó szerepe miatt, valamint a kisüzemi

állattartásban bekövetkező változások eredményeként újra előtérbe kerülhet a koncentráltabb tejet termelő fajták tenyésztése. Közülük is kiemelkedik a jersey fajta, amely a világ tejpiacán egyre nagyobb szerepet betöltő Új-Zéland szarvasmarha állományának egyharmadát teszi ki (Béri 2002). A tejtermék előállítás szempontjából a lényegesen gazdaságosabban termelő fajták tenyésztése Európában is teret nyert. A klasszikusan holstein-frízt tenyésztő országokban (pl. Hollandia, Olaszország) is igyekeznek fajtán belül növelni a tej zsír- és fehérjetartalmát. Elsődleges cél hosszú időn át magas beltartalmi értékekkel rendelkező tej kinyerése úgy, hogy folyamatosan fenntartsuk a tőgy egészséges állapotát. Minden tenyésztő egyetért abban, hogy a megfelelő szintű tejtermeléshez jó tőgyalakulás szükséges. Éppen emiatt, főleg a tejtermelésre kitenyésztett fajták esetében, a szabályos alakú, jól fejlett és gépi fejesre alkalmas tőgyforma kialakítása alapvető tenyésztési célkitűzés (Gere *et al.* 1999). Általánosan elfogadott az is, hogy a küllemi bírálatot a hasznosítási iránytól függetlenül, nagyon jól kiegészítik a testméret-felvételezésből származó eredmények (Tózsér *et al.* 2000), így a tőgy morfológiai ismerete hasznos információt adhat. Bár a küllemi bírálatok kétségtelenül nélkülözhetetlenek, és megbízhatóan tájékoztatnak a tőgy morfológiai jellemzőiről, de nem tekinthetünk el tényleges méréseken alapuló vizsgálatoktól sem. Sipos *et al.* (2006) a tőgy VIA módszerrel történő értékelését javasolták bevezetni a küllemi bírálatok rendszerébe. A tőgymorfológiai tulajdonságok jól öröklődnek ($h^2 = 0,5-0,7$), így már egy-két nemzedék alatt is jelentősen javíthatók (Gulyás 2002). A legtöbb méretet elég adott laktációban egyszer megállapítani, míg az 1. és 2. laktációban felvett adatok, a tehén egész életére mérvado információkat szolgáltatnak (McDaniel 1984). Thomas *et al.* (1984) azt találták, hogy a mély hátulsó tőgyfél, a szélesen helyezkedő bimbók, a túlzottan hátra helyezkedő hátulsó bimbók és a rövid, széles bimbók elleni szelekció szerény méreteken, de segíthetik a tőgygyulladás elleni küzdelmet. Hámori (1971) szerint könnyebben sérül a 6,5 cm-nél hosszabb és 2,5 cm-nél vastagabb tőgybimbó, különösen, ha tölcserformájú bimbóvégződést, vagy egyéb rendellenességet mutat. A túl kicsi tőgybimbó a fejhetőség szempontjából ugyancsak nem kívánatos. Iváncsics és Kovácsné Gaál (1998) szerint a tőgybimbó méretek (hosszúság, átmérő) jól öröklődő ($h^2 = 0,7-0,8$) tulajdonságok. Lojda *et al.* (1980) szignifikáns összefüggéseket mutattak ki a bimbóvég tölcseres, kráteres alakja és a tőgygyulladás gyakorisága között. Ryniewicz (1980) is hasonló következtetésre jutott, miszerint a hibás tőgymorfológiai tulajdonságokat hordozó tehének érzékenyebbek a tőgygyulladásra. A tőgygyulladás megelőzésének, a fejési technológia és a környezeti, illetve menedzsment tényezők összehangolása mellett, sarkalatos pontja a tőgyalakulás javítását célzó szelekció is (Dohy 1985, 1999, Monardes *et al.* 1990, Katona 1991). A fejhetőség szempontjából lényeges tényező lehet a tőgybimbó és a tőgybimbó-csatorna (*ductus papillaris*) mérete, amely befolyásolhatja a szomatikus sejtszámot is (Gulyás 2002). Iváncsics (1991) a tőgybimbó hossza és a ductus papillaris hossza között $r = +0,35-0,68$ értékeket állapított meg. Iváncsics és Kovácsné Gaál (1998) a tőgybimbó hossza és a fejési sebesség között $r = -0,29$ korrelációs értékeket írt le. A tejtermelő képesség növelésére irányuló szelekció eredményeképpen az elmúlt évtizedekben látványosan nőtt szinte minden tejelő és kettőshasznú fajtában a fajlagos tejtermelés. Ezzel párhuzamosan azonban a tőgy fiziológiai megterhelése is növekedett, márpedig a tőgy egészségi állapota a minő-

ségi tejtermelés egyik alapvető tényezője. A jelentős gazdasági kárt okozó tőggyulladás közismerten polifaktoriális eredetű, amelynek kiváltó, illetve hajlamosító okai között a nem megfelelő fejhetőség is szerepel (Húth 2004). A minőségi tejtermelés egyik sarkalatos pontja a szomatikus sejtszám, mely a szakirodalom által elfogadott tőggyulladás jelzőszámaként is használt tényező. A tőgybimbó vizsgálatának fontosságát alátámasztja az a tény is, hogy fejéskor a tőgybimbó közvetlen kapcsolatba kerül a fejőgéppel, és így a tejleadásban külső alakulásának és belső szöveti szerkezetének meghatározó jelentősége van. Unger (1993) szerint optimális az, ha a tőgybimbók 5–6 cm hosszúak, 20–22 mm vastagok. A kerek tőgybimbók pontszerű, csak kismértékben besüllyedt bimbócsatorna nyílással képviselik a legjobb bimbóalakot. Berke (1958) a tőgybimbók egymástól való átlagos távolságát illetően az alábbi kívánatos méreteket jelölte meg: az elülső tőgybimbóknál 6–12 cm, a hátulsó tőgybimbóknál 4–9 cm, a két jobb és baloldali tőgybimbóknál legalább 4 cm. Illés (1968) szerint a tőgybimbók átlagos tengelytávolsága elöl 13 cm, hátul 8 cm, oldalt, pedig 7 cm. Ezek a 40–50 évvel ezelőtti vizsgálatok természetesen a magyar tarka fajtára vonatkoztak. Báder *et al.* (1988a) hazai, első laktációs holstein-fríz keresztezett állományokban végzett vizsgálataikban az elülső tőgybimbók között 14,22–18,22 cm, a hátulsó tőgybimbóknál 12,71–10,23 cm, a két jobb és baloldali tőgybimbóknál 12,31–13,32 cm értékeket kaptak. A tőgybimbók egymástól való távolságának jelentősége a gépi fejés szempontjából azért lényeges, mert nem mindegy hogyan helyezkednek el a fejőkelyhek. A nem megfelelő távolságban lévő kelyhek csökkenthetik a tejkinyerés hatásfokát. Továbbá az is bizonyított tény, hogy a tőggyulladások jelentős részének a tőgybimbó nem megfelelő alakja, felépítése a kiinduló pontja (Báder *et al.* 1988b).

Vizsgálataink során arra kívántunk választ kapni, hogy egy hazai jersey tenyészetben hogyan alakulnak a tőgy morfológiai tulajdonságai (tőgybimbó hosszúság, -átmérő, két elülső, két hátulsó, elülső–hátulsó tőgybimbók távolsága) és a tej szomatikus sejtszáma közötti összefüggések.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatainkat 2008-ban egy Győr-Moson-Sopron megyei, 350 férőhelyes jersey tenészteti telepen végeztük. Az állomány vemhes üsző importként 2007-ben Dániából került hazánkba. A tartás kötetlen, mélyalmos, a takarmányozás silókukorica-szilázsra alapozott monodiétás rendszerű. A tehenek fejése 2x12 állásos SAC fejőházban, napi 2 alkalommal történik.

Mérések időpontjában a vizsgált egyedek ($n = 268$) az első laktációjuk 30–120. napja között termeltek. A tőgymorfológiai tulajdonságok közül a tőgymélység (TM), a két elülső (E–E), a két hátulsó (H–H), az elülső és hátulsó tőgybimbók (E–H) távolságát, valamint a bimbók hosszúságát (HOSSZ), átmérőjét (ÁTM) mértük. Méréseinket tőgybimbó középtől tőgybimbó közepig a tőgybimbó alapnál cm-es, illetve a tőgybimbó méreteket (hosszúság) cm-es, (átmérő) mm-es pontossággal végeztük. A mérésekre minden alkalommal az esti fejés előtt került sor. Bika ivadékcsoportokat 1–4 számmal jelöltük. Az alapadatokból megállapítottuk a

morfológiai tulajdonságok és a szomatikus sejtszám közötti összefüggéseket, továbbá az általunk kialakított képlet alapján kiszámítottuk a tőgybimbók által határolt tőgyterületet (cm²) és a tőgybimbók térfogatát (cm³) is. Felhasználtuk a befejések alkalmával vett tejminták szomatikus sejtszámát (10³/ml) és beltartalmi (zsír %, fehérje %) értékeit is. A tőgymorfológiai vizsgálatok eredményei, valamint a tej beltartalmi és Scc értékei statisztikai elemzés keretében bika ivadékcsoportonként is összehasonlításra kerültek.

A kísérleti eredmények statisztikai értékelését egytényezős varianciaanalízissel (one-way ANOVA), továbbá Spearmen-féle korreláció-analízissel az SPSS 12.0. for Windows program (SPSS Inc., Chicago, USA) segítségével végeztük el. A szórások homogenitás vizsgálatát a Levene-teszt segítségével értékeltük. A statisztikai programban választható post hoc tesztek közül az LSD és a Games-Howell próbákat alkalmaztuk (szignifikancia szint valamennyi esetben: P < 0,05).

A kutatás méretfelvételi és számítási módszerei

Tőgybimbó térfogat (V) kiszámítása (cm³)

ÁTM: tőgybimbó átmérője

$$V = \pi \left(\frac{\text{ÁTM}}{2} \right)^2 \times \text{HOSSZ} \times K$$

HOSSZ: tőgybimbó hossza

K: korrekciós tényező (jersey fajta esetén 0,94)

Tőgyalap (tőgyterület) kiszámítása (cm²)

$$\text{TÁV-1} \times \text{TÁV-2}$$

TÁV-2: az elülső és hátulsó (E–H) tőgybimbók közötti átlagos távolság; kiszámítása:

$$\text{TÁV-1} = \frac{E - E \text{ (cm)} + H - H \text{ (cm)}}{2}$$

$$a^2 + b^2 = c^2 \quad \text{azaz} \quad c^2 = E - H$$

b² = átlagos távolság

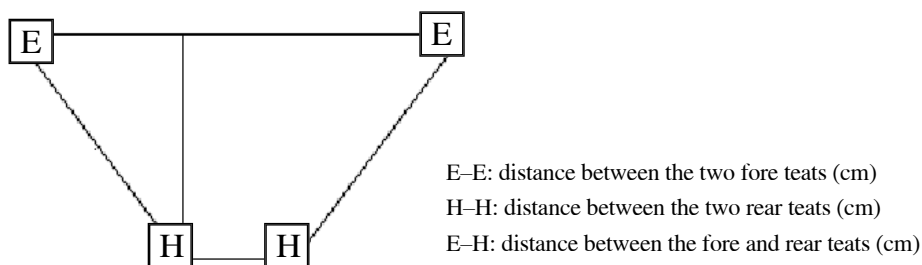
$$a^2 = \frac{E - E \text{ (cm)} - H - H \text{ (cm)}}{2}$$

Méretfelvétel a tőgybimbó távolságnál

Ezt az 1. ábra szemlélteti.

1. ábra Méretfelvétel a tőgybimbó távolságnál

Figure 1. Measuring methods used in udder buds onto a distance



EREDMÉNYEK

A vizsgált állomány tőgy-, tőgybimbó méreteit az 1. táblázatban tüntettük fel.

Az ott szereplő adatok azt mutatják, hogy az általunk vizsgált jersey állománynál a tőgy-mélység (TM) $38,68 \pm 4,88$ cm; a két elülső (E-E) $15,84 \pm 3,23$ cm; a két hátulsó (H-H) $9,45 \pm 3,25$ cm; az elülső és hátulsó tőgybimbók közti távolság (E-H) $13,08 \pm 3,09$ cm; a tőgybimbó hosszúság (HOSSZ) $5,24 \pm 0,78$ cm; tőgybimbó átmérő (ÁTM) $18,54 \pm 1,07$ cm értékeket kaptunk. Kapott eredményeink összhangban vannak Báder *et al.* (1988a) holstein-fríz fajtára kapott adataival.

1. táblázat A vizsgált állomány tőgymorfológiai tulajdonságai (n = 268)

Table 1. The udder morphology characteristics of the examined substance

Tulajdonság (9)	Tőgymélység (cm) (1)	E-E (cm) (2)	H-H (cm) (3)	E-H (cm) (4)	HOSSZ (cm) (5)	Átmérő (mm) (6)
Átlag (7)	38,68	15,84	9,45	13,08	5,24	18,54
Szórás (8)	4,88	3,23	3,25	3,09	0,78	1,07
CV%	12,61	20,39	34,39	23,62	14,88	5,77

(1) udder depth, (2) distance between the two fore teats (cm), (3) distance between the two rear teats (cm), (4) distance between the fore and rear teats (cm), (5) length of teats (cm), (6) diameter of teats (mm), (7) mean, (8) SD value, (9) trait

A 2. táblázat a tőgy méreteit, és a tej fontosabb összetevőit tartalmazza a különböző bika ivadékcsoportokba sorolt első laktációs teheneknél. Az egyes bikákat (apákat) 1–4. számmal jelöltük. Az 1. bika ivadékainál a tőgybimbók távolsága a kortársakhoz képest kisebb (E-E: 15,24 cm; H-H: 8,16 cm; E-H: 12,60 cm) értékeket mutatott, az átlagos Sec pedig a legnagyobb ($366,88 \times 10^3$ /ml) volt.

A tőgy területének (cm²) és a tőgybimbók térfogatának (cm³) eredményeit a 3. táblázatban foglaltuk össze.

A 3. táblázat adataiból látható, hogy a tőgybimbók által határolt terület 141,5–181,5 cm² között, míg a tőgybimbók térfogata 12,92–14,28 cm³ volt, ami alacsonyabb, mint a holstein-fríz fajta esetén Orbán és Gulyás (2008) által kapott átlagos 196,1 cm², illetve 21,43 cm³ érték.

2. táblázat Tőgymorfológiai tulajdonságok a különböző ivadékcsoportokban

Table 2. Udder morphology characteristics the different sire offspring in groups

Apa száma (10)	Ivadék (n)	Tőgymélység (cm) (1)	E–E (cm) (2)	H–H (cm) (3)	E–H (cm) (4)	HOSSZ (cm) (5)	Átmérő (mm) (6)	Scs (10 ³ /ml) (7)	Zsír % (8)	Fehérje % (9)
1.	34	37,76	15,24	8,16	12,60	5,29	18,12	366,88	5,83	4,18
2.	23	39,00	16,70	9,83	14,11	5,28	18,43	100,04	5,48	4,08
3.	15	37,20	15,27	10,43	14,17	5,43	18,80	296,46	5,15	4,01
4.	20	38,95	16,15	9,18	13,95	5,03	18,70	186,16	4,89	3,79

(1) udder depth, (2) distance between the two fore teats (cm), (3) distance between the two rear teats (cm), (4) distance between the fore and rear teats (cm), (5) length of teats (cm), (6) diameter of teats (mm), (7) somatic cell count (10³/ml), (8) fat %, (9) protein %, (10) sire 1–4.

3. táblázat A tőgyterület és a tőgybimbó térfogat alakulása különböző ivadékcsoportokban

Table 3. The udder area and the udder bud the establishment of volume different sire offspring in groups

Apa száma (10)	Ivadék (n)	Tőgymélység (cm) (1)	E–E (cm) (2)	H–H (cm) (3)	E–H (cm) (4)	HOSSZ (cm) (5)	Átmérő (mm) (6)	Scs (10 ³ /ml) (7)	Tőgyterület (cm ²) (8)	Tőgybimbó térfogat (cm ³) (9)
1.	34	37,76	15,24	8,16	12,60	5,29	18,12	366,88	141,48	12,92
2.	23	39,00	16,70	9,83	14,11	5,28	18,43	100,04	181,55	13,34
3.	15	37,20	15,27	10,43	14,17	5,43	18,80	296,46	179,25	14,28
4.	20	38,95	16,15	9,18	13,95	5,03	18,70	186,16	153,04	13,08

(1) udder depth, (2) distance between the two fore teats (cm), (3) distance between the two rear teats (cm), (4) distance between the fore and rear teats (cm), (5) length of teats (cm), (6) diameter of teats (mm), (7) somatic cell count (10³/ml), (8) udder area (cm²), (9) teat volume (cm³), (10) sire 1–4.

A tőgybimbók hosszúsága 5,03–5,43 cm, átmérője 18,12–18,80 mm volt, amely tőgybimbó hosszúság esetében megegyezik a holstein-fríz fajtára vonatkozó adataival, a bimbó átmérőnél viszont 2–3 mm-rel kisebbek. A laktációk előrehaladtával a tőgybimbók hosszúsága, illetve átmérője néhány mm-rel várhatóan növekedni fog.

A 4. táblázatban a tehének tőgybimbó méreteit, továbbá a Scs értékeit foglaltuk össze. Az első laktációs bika ivadékcsoportok (1–4.) tőgybimbóinak távolsága a következőképpen alakult: E–E távolsága átlagosan 15,2–16,7 cm; H–H távolsága 8,2–10,4 cm; E–H távolsága 12,6–14,2 cm. A tőgybimbók hosszának, átmérőjének alakulásánál figyelhető meg a legkisebb eltérés.

A 2. ábrán az apák a két hátulsó (H–H) tőgybimbók közötti távolságra gyakorolt hatását mutatjuk be. A kapott adatok azt igazolják, hogy a kisebb hátulsó (H–H) tőgybimbók közötti távolság magasabb szomatikus sejtszám értékeket eredményezett. A mély hátulsó tőgyfél és szélesen elhelyezkedő bimbók, a túlzottan hátrahelyezkedő hátulsó bimbók és a rövid, széles bimbók elleni szelekció szerény mértékben, de segítheti a tőgygyulladás, illetve a magas szomatikus sejtszám elleni küzdelmet (Thomas et al. 1984, Báder et al.

1988a,b, Unger 1993). Említettük, hogy a tőgy tulajdonságok többsége jól ($h^2 = 0,7-0,8$) öröklődik (Iváncsics és Kovácsné Gaál 1998), így akár 1–2 nemzedék alatt jelentős javulás érhető el a vizsgált tejelő szarvasmarha állományban.

4. táblázat A tehének tőgybimbó méreteinek átlag- és szórásértékei ivadékcsoportonként

Table 4. Mean and standard deviation of teat measurements by sires

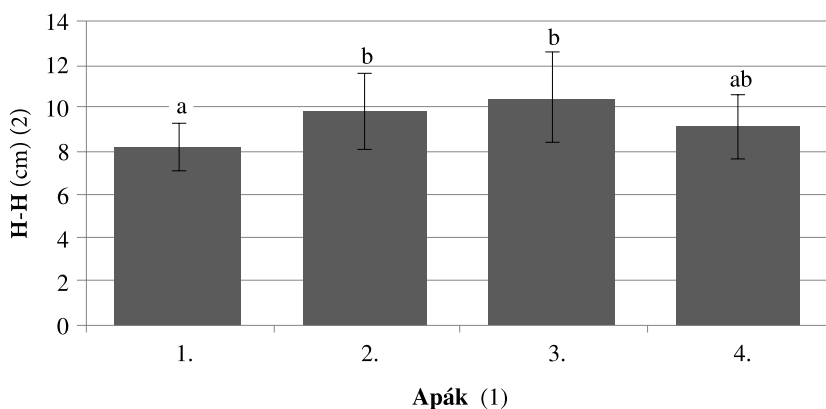
Apa száma (8)	1.	2.	3.	4.
Ivadék (n)	34	23	15	20
Tőgymélység (cm) (1)	37,76 ± 5,14	39 ± 4,93	37,2 ± 7,41	38,95 ± 3,36
E–E (cm) (2)	15,23 ± 2,47	16,69 ± 3,53	15,26 ± 4,44	16,15 ± 2,83
H–H (cm) (3)	8,16 ± 2,17	9,82 ± 3,41	10,43 ± 4,19	9,17 ± 2,91
E–H (cm) (4)	12,6 ± 2,17	14,11 ± 2,68	14,16 ± 6,92	13,95 ± 3,03
HOSSZ (cm) (5)	5,29 ± 0,7	5,28 ± 0,67	5,43 ± 0,72	5,02 ± 0,76
Átmérő (mm) (6)	18,11 ± 0,47	18,43 ± 1,03	18,8 ± 1,01	18,7 ± 1,49
Sc (10 ³ /ml) (7)	356,08 ± 728,7	100,04 ± 98,5	296,46 ± 340,18	176,85 ± 263,06

(1) udder depth, (2) distance between the two fore teats (cm), (3) distance between the two rear teats (cm), (4) distance between the fore and rear teats (cm), (5) length of teats (cm), (6) diameter of teats (mm), (7) somatic cell count (10³/ml), (8) sire 1–4

2. ábra Apák hatása a két hátulsó (H–H) tőgybimbók közötti távolságra (cm)

Figure 2. Effect of sire on the two posterior udder buds onto a distance (cm)

(1) 1–4. sire, (2) distance between the two rear teats a, b P < 0,05



Az 5. táblázatban az apák hatását mutatjuk be, a vizsgált tőgymorfológiai paraméterekre. Statisztikailag igazolt ($P < 0,05$), negatív összefüggést tapasztaltunk állomány szinten és bika ivadékcsoportokban is, a szomatikus sejtszám – és tőgymélység ($r = -0,123$), – a két elülső tőgybimbó távolság ($r = -0,215$), két hátulsó tőgybimbó távolság ($r = -0,261$), az elülső és hátulsó tőgybimbó távolság ($r = -0,247$), és a tőgybimbó átmérője ($r = -0,207$, mindenesetben $P < 0,05$) között. Az 1. számú apától származott ivadékok esetében a

hátulsó bimbó távolság vizsgálatakor átlag alatti (8,2 cm) értékeket mértünk, amely egy esetleges tőgygyulladás kialakulásának nagyobb lehetséges valószínűségét vetítette elő. Ez igazolja az átlagtól ($238 \times 10^3/\text{ml}$) magasabb szomatikus sejtszám ($366 \times 10^3/\text{ml}$) is (4. és 5. táblázat).

A tejelő tenyészetek számára az lenne az elvárható, ha az állományuk tőgymorfológiai szempontból is homogén képet mutatna.

5. táblázat Apák hatása a tőgymorfológiai paraméterekre (4 apa, 92 ivadék)

Table 5. Effect of sire on udder morphology teat parameters

Tulajdonság (8)	Tőgymélység	E–E	H–H	E–H	HOSSZ	Átmérő	Scc
Tőgymélység (1) cm							
E–E (2) cm	0,275**						
H–H (3) cm	0,308**	0,466**					
E–H (4) cm	0,140	0,184	0,101				
HOSSZ (5) cm	0,145	0,154	0,112	–0,020			
Átmérő (6) mm	0,078	0,194	0,208*	0,078	0,085		
Scc (7) $10^3/\text{ml}$	–0,123	–0,215*	–0,261*	–0,247*	–0,013	–0,207*	

* $P < 0,05$, ** $P < 0,01$

(1) udder depth, (2) distance between the two fore teats (cm), (3) distance between the two rear teats (cm), (4) distance between the fore and rear teats (cm), (5) length of teats (cm), (6) diameter of teats (mm), (7) somatic cell count ($10^3/\text{ml}$), (8) trait

KÖVETKEZTETÉSEK

Az elvégzett vizsgálat eredményei – összhangban az irodalmi adatokkal – arra utalnak, hogy a magas szomatikus sejtszám kialakulásában a tőgymorfológiai tulajdonságok szerepet játszanak. Vizsgálatunkban a tőgymélység, a két elülső, a két hátulsó, az elülső és hátulsó tőgybimbók közötti távolság, a tőgybimbók hosszúsága és átmérője közötti tapasztalt korrekciós együtthatók alapján az a következtetés vonható le, hogy az említett tőgymorfológiai tulajdonságok kapcsolata apai ivadékcsoportonként eltérő lehet.

Statisztikailag igazolt ($P < 0,05$), negatív összefüggést tapasztaltunk állomány szinten és a bika ivadékcsoportokban is a szomatikus sejtszám – és tőgymélység ($r = -0,123$), – a két elülső tőgybimbó távolság ($r = -0,215$), – két hátulsó tőgybimbó távolság ($r = -0,261$), az elülső és hátulsó tőgybimbó távolság ($r = -0,247$) és a tőgybimbó átmérője ($r = -0,207$) között.

Eredményeink alapján az összehasonlíthatóság érdekében javasoljuk, a jersey tehének további laktációinak, illetve más fajták – holstein-fríz és magyar tarka – állományainak hasonló vizsgálatát.

Udder morphology characteristics of the one parity Jersey cows

MARTINA ORBÁN – LÁSZLÓ GULYÁS – SZABINA NÉMETH – TAMÁS TÓTH

University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

The authors held an udder morphology characters of 286 first parity jersey cows were studied. The objective of the the study was to take different udder and teat measurements and evaluate the relationship as udder depth, distances of the two forwards, two backwards, forward-backwards teats, length and diameter of the teats, as well as the milk's somatic cell number. The udder area bordered by teats (cm²) and the teats' volume (cm³) were calculated with using the formulas created by the authors.

The examined cow flock showed in cases of udder depth 37.2–39.0 cm, of the distance of the two forward teats 15.24–16.70 cm, in case of the backward teats the same distance was 8.16–10.43 cm, of the forward and the backward teats 12.60–14.17 cm, of the length of teat 5.03–5.43 cm and of the teat's diameter 18.12–18.8 cm rates. The average somatic cell count was 238 thousand/ml.

Statistically proved ($P < 0.05$) negative coherence was observed on the flock level as well as in case of troops of bull descendants between the somatic cell count and the udder depth ($r = -0.123$), – the distance of the two forward teats ($r = -0.215$), – the distance of the two backward teats ($r = -0.261$), the distance of the forward and the backward teats ($r = -0.247$) and between the diameter of udder teats ($r = -0.207$).

The results of the inquiries call attention to the fact, that the somatic cellnumber's fluctuation can be determinated beside by many other influential facts (eg. feeding, milking and farming technology, management) also by the udder morfology.

Keywords: jersey, udder morphology, teat's distance, teat's length, teat's diameter, somatic cellnumber.

IRODALOM

- Báder E. – Kiss I. – Horváth S. (1988a): Tőgybimbók elhelyeződésének összehasonlító vizsgálata különböző keresztezési konstrukciókba tartozó teheneknél. Mosonmagyaróvári Mezőgazdaságtudományi Kar Közleményei, XXX. évfolyam 1. szám, 27–36.
- Báder E. – Kiss I. – Horváth S. (1988b): Tőgybimbó méretek- tőgybimbó hossza- összehasonlító vizsgálata különböző keresztezési konstrukciókba tartozó teheneknél. Mosonmagyaróvári Mezőgazdaságtudományi Kar Közleményei, XXX. évfolyam 1. szám, 5–15.
- Berke P. (1958): A tőgy működésének értékelésére szolgáló módszer kidolgozása. Állattenyésztés. Budapest, 7, 2. 101–112.
- Béri B. (2002): Koncentrált Tejű Fajták Tenyésztő Egyesülete, Tenyésztési Program. Debrecen. 2–3.
- Dohy J. (1985): A tőgygyulladás elleni védekezés genetikai lehetőségei. Tudomány és Mezőgazdaság, 4, 24–27.

- Dohy J.* (1999): A tőgyegészségügy genetikai kérdései. A minőség időszerű kérdései a tejgazdaságban. III. Tejtermelési tanácskozás. Keszthely.
- Gere T. – Pettner K. – Tóth S. – Amin A.* (1999): A szomatikus sejtszám összefüggései különböző tejtermelési mutatókkal. Állattenyésztés és Takarmányozás, **5**, 525–540.
- Gulyás L.* (2002): A nyerstej szomatikus sejtszámát befolyásoló néhány biológiai és környezeti tényező vizsgálata. Doktori (PhD) értekezés, Mosonmagyaróvár. 163.
- Hámori D.* (1971): A gépi fejhetőség tenyésztési és tőgyegészségügyi összefüggései. Állattenyésztés, **20**, 2. 127–138.
- Húth B.* (2004): A gépi fejhetőség javítására irányuló szelekció lehetőségei a magyartarka fajtában. Doktori (PhD) értekezés, Kaposvár. 124.
- Illés A.* (1968): A gépi fejés elterjesztése érdekében szükséges fejéstechnikai vizsgálatok. ÁKI Közleményei, Budapest 33–39.
- Iváncsics J.* (1991): A tejtermelés a szarvasmarha-tenyésztésben. MTA doktori értekezés. Mosonmagyaróvár. 168.
- Iváncsics J. – Kovácsné Gaál K.* (1998): Tanulmányi segédlet az általános állattenyésztéshez. PATE, Mosonmagyaróvár. **45**.
- Katona F.* (1991): A gépi fejés technológiája a fejés tőgyegészségügyi aspektusai. Előadás a ATE Szakmérnöki kurzusán.
- Lojda, L. – Staviková, M. – Zaková, M.* (1980): In: *Bassalik-Chabielska, L.- Ryniewicz, Z.* (ed) (1980): Resistant factors and genetic aspects of mastitis control. Proc. Int. Conf. Jablona-Poland. 261–276.
- McDaniel, B. T.* (1984): Progeny testing of disease resistance and stayability. In: Progeny testing methods in dairy cattle. Bulletin of IDF/EAAP Symp. Prauge. 173–176.
- Monardes, H. G. – Ceu, R. I. – Hayes, J. F.* (1990): Relationship of calving ease with type traits. J. Dairy Sci., **73**, 1337–1342.
- Orbán M. – Gulyás L.* (2008): Különböző szarvasmarhafajták tőgymorfológiai vizsgálata. Előadás. L. Georgikon Napok, Keszthely (szeptember 25–26.)
- Ryniewicz, Z.* (1980): In: *Bassalik-Chabielska, L.- Ryniewicz, Z.* (ed) (1980): Resistant factors and genetic aspects of mastitis control. Proc. Int. Conf. Jablona-Poland. 285–303.
- Sipos M. – Szentléleki A. – Zándoki R. – Mag L. – Tőzsér J.* (2006): Holstein-fríz tehének tőgybimbó alakulásának értékelése digitális videokép-analízissel egy tenyészetben. Állattenyésztés és Takarmányozás, **55**, 1. 1–11.
- Thomas, C. L. – Vinson, W. E. – Pearson, R. E.* (1984): Relationships between Linear Type Scores, Objective Type Measures, and Indicators of Mastitis. J. Dairy Sci. **67**, 1281–1292.
- Tőzsér J. – Sutta J. – Bedő S.* (2000): Videókép-analízis alkalmazása a szarvasmarhák testméretének értékelésében. Állattenyésztés és Takarmányozás, **49**, 5. 385–392.
- Unger A.* (1993): Tejtermelési és tejhigiéniai ismeretek. Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet kiadványa. Mosonmagyaróvár. **54**.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

ORBÁN Martina – GULYÁS László – NÉMETH Szabina
Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Állattudományi Intézet
Általános Állattenyésztési Intézeti Tanszék
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 4.

TÓTH Tamás
Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Állattudományi Intézet
Takarmányozási Tanszék
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 4.



Előkíséreltek a prolaktin receptor gén alomszámra gyakorolt hatásának vizsgálatához a mangalica sertésekben

PATAKI RENÁTA – GAJDÓCSI ERZSÉBET – KISS RÉKA – TEMPFLI KÁROLY –
VARGA ERIKA – KONRÁD SZILÁRD – BALI PAPP ÁGNES

Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Állattudományi Intézet
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Több kutatócsoport (*Kmiec et al. 2001, Linville et al. 2001, Putnova et al. 2002, Rothschild et al. 1998, Vincent et al. 1997*) foglalkozott a prolaktin receptor gén (PRLR) szerepével az alomméret alakulásában. Kísérleteink célja az volt, hogy tanulmányozzuk a prolaktin receptor gén különböző alléljainak hatását az alomméret alakulására mangalica egyedekben.

Az analízist PCR-RFLP módszerrel végeztük mangalica egyedeken. Vizsgálatainkban azt találtuk, hogy a prolaktin receptor génje összefüggésbe hozható az alomszám alakulásával. Az alomszám tekintetében az A allél kedvezőbb, mivel az AA genotípust hordozó egyedeknél több malac született. A mangalica állományban alacsonyabb A allél frekvenciát találtunk.

Kutatásaink eredményeit a gyakorlatban is hasznosítani lehet. A kocák genotípusának ismeretében kiválogathatjuk a nekünk megfelelő allélokkal rendelkező egyedeket, és ezen allélok gyakoriságát növelhetjük a populációban, így várhatóan az alomszámok is növekedni fognak.

Kulcsszavak: mangalica, prolaktin receptor gén, alomszám, sertés.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Azok a kutatócsoportok, melyek a prolaktin receptor gén és az alomszám közötti összefüggésekkel foglalkoztak, arra az eredményre jutottak, hogy az AA genotípus és egyes fajták, mint pl. a duroc esetében a BB genotípus összefüggést mutat az alomszámmal. A legtöbb esetben az AA genotípus függ össze a magasabb alomszámmal (*Kmiec és Terman 2006, Rothschild 1998, Vincent et al. 1998, Southwood et al. 1999*), azonban a duroc esetében a BB genotípusú egyedeknél született több malac (*Árnyasi 2001, Hamann et al. 2000*).

Ezen tanulmány célja, hogy kapcsolatot keressen a prolaktin receptor gén polimorfizmusa és az alomszám között mangalica sertések esetében. A sertésben az alomméret egyike a gazdaságilag legfontosabb tulajdonságoknak (*Linville et al.* 2001). Az alomszám vizsgálatok azért is indokoltak a mangalica fajtacsoportban, mert a II. világháború és az utána következő időszak súlyos csapást mért ezen fajtakörre. A kihalás szélére taszította. Kevés számú egyed élte túl ezt az időszakot. Ez a különleges fajta hazánkban őshonos. Zsír hasznú sertés, melynek 4 típusa létezett: szőke, vörös, fekete (kihalt), fecskehasú. E fajta számos értékes tulajdonsággal rendelkezik: kiváló az ellenálló képessége a betegségekkel szemben, kiemelkedő anyai tulajdonságokkal rendelkezik és ízletes a húsa. (*Kovácsy és Monostori* 1890, *Enesei-Dorner* 1908, 1921, 1925, *Hankó* 1940, *Matolcsi* 1975) A mangalica esetében az átlagos szaporulat 6–7 malac/alom (<http://alt.date.hu>, <http://konyvtar.univet.hu>). A háború utáni helyzetet csak rontotta a mai korszerű húsertések kialakítása, melyekkel sem színhús kihozatalban, sem a vágósúly elérésének gyorsaságában, sem pedig szaporulatban nem tudta felvenni a versenyt a mangalica. A spanyol piac Serrano sonka igénye, valamint a fajtakör hazai újranevelésének révén ismét fellendült a mangalica-tenyésztés Magyarországon. Annak érdekében, hogy versenyképesebb legyen a korábban említett tulajdonságok terén, a hazai kutatók Herceghalomban reprodukciós vizsgálatokat (*Egerszegi et al.* 2003, *Rátky et al.* 2005) és a húsminőséggel összefüggésben folytatnak vizsgálatokat. (*Anton et al.* 2006) Krioprezervációs kísérleteket végeztek többek közt Mosonmagyaróváron is (*Varga et al.* 2008, 2009).

A sertésben a prolaktin receptor gén (PRLR) a 16. kromoszómán található. A gén pontos elhelyezkedése a kromoszómán 16q1.4 vagy 16q2.2-2.3. A prolaktin hormon receptor fehérje ugyanahhoz a családhoz tartozik, mint a növekedési hormon receptor és része a citokín receptorok nagy családjának. Számos emlősfaj esetében detektálták különböző szövetekben. (*Boutin et al.* 1988, *Kmiec és Terman* 2006, *Kelly et al.* 1991, *Bole-Feysot et al.* 1998, *Vincent et al.* 1998). A prolaktin receptornak létezik egy 310 aminosavból álló rövid formája, melyet először patkány májából *Boutin et al.* (1988) detektáltak, és egy 610 aminosavból álló hosszú formája, melyet patkány petefészekben találtak először (*Zhang et al.* 1990, *Lesueur et al.* 1991). A későbbiekben az immunrendszer sejtjeiben is megtalálták a prolaktin receptort (*Boutin et al.* 1998). *Vincent et al.* (1997) a sertés PRLR gén 157 bp hosszú szakaszában azonosítottak egy Alu I PCR-RFLP polimorfizmust. *Rothschild et al.* (1998) tártak fel először összefüggést a PRLR és az alomszám között. Azonban még ismeretlen az a mechanizmus, ahogyan a PRLR hat az alomszám alakulására (*van Rens és van der Lende* 2002a). Legújabb vizsgálatok szerint (*Tomas et al.* 2006) jelentős aminosav polimorfizmus van a különböző sertésfajták esetében a PRLR gén 10 exonjában, mely a prolaktin hormon fehérje teljes intracitoplazmás doménjét meghatározza. Megállapították, hogy a PRLR polimorfizmus szignifikáns összefüggést mutatott az ovulációs rátával (*van der Lende et al.* 1994), és jelentős összefüggést jelzett a malacok korai, születés utáni metabolizmusa és szopási viselkedésével is.

ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

Vegyszerek

A vizsgálatokat Promega termékekkel végeztük, a primerek az Integrated DNA Technologies Inc-től származnak. A DNS tisztítása Wizard Genomic DNA Purification Kit (Cat# A1120) segítségével történt.

Kísérleti elrendezés

A kísérletben mangalica egyedek fagyaszott fül-, illetve szőrtüszőmintáit használtuk (*I. táblázat*). A DNS szakasz sokszorosításához polimeráz láncreakciót (PCR) alkalmaztunk. A reakciót termocyclerben (thermohybaid Px2) futtattuk.

A reakció összeállítása a következő volt: Gotaq polimeráz enzim (Cat# M3001) 0,25 µl (5 u/µl), 5x puffer 10 µl, dNTP (Cat# U1515) 1 µl (200 µM/1 µl minden nukleotid esetében), primer (XX IDT) 1 µl (1 µM/µl mindkét primer esetében), MgCl₂ (Cat# A3511) 2 µl (25 mM), víz 33,75 µl, DNS 1 µl (< 0,5 µg/50µl). A reakció teljes mennyisége 50 µl volt.

A PRLR primerek (*Linville 2001*):

PRLR4 5' CGG CCG CAG AAT CCT GCT GC 3'

PRLR5 5' ACC CCA CCT TGT AAC CCA TCA TCC 3'

PCR program: 1 ciklus 95 °C-on 2 percig; 30 ciklus 95 °C-on 1 percig, 62 °C-on 1 percig, 72 °C-on 1 percig; 1 ciklus 72 °C-on 10 percig, és 4 °C-on tárolás.

A PCR terméket 2%-os agaróz (Cat# V3121) gélen futtattuk. A várt fragmenthossz 170 bázispár (*Linville et al. 2001*).

Emésztés

A terméket restriktációs enzim segítségével emésztettük 37 °C-on 4 órán át. A emésztéshez az Alu I enzimet használtuk.

Az emésztési reakció összetétele a következő volt: 0,5 µl Alu I restriktációs enzim (Cat# R6281) 10 u/µl, RE 10x puffer 2 µl, 0,2 µl acetilált BSA 10 µg/µl, 10,3 µl steril, deionizált víz, 7 µl PCR termék.

Szeeparálás

Az emésztés után a fragmentek szeeparálása 3%-os agaróz gélen történt. Az agaróz gélhez fluoreszkáló festéket adtunk (etidium bromid, Cat# H5041). Az UV fény segítségével a fragmentek láthatóvá váltak, és ez lehetővé tette a géldokumentációt.

A szeeparálás után a következő fragmenteket kaptuk: A allél: 127 bp, B allél: 92, 35 bp. (*Linville et al. 2001*)

Statisztikai analízis

A statisztikai analízist a Duncan's multiple range teszt (StatSoft Statistica) segítségével végeztük ($P < 0,05$). Az átlagos alomszámokat Excel 2003 táblázatkezelő segítségével számoltuk ki.

1. táblázat Fialásonkénti alomszámok a különböző genotípusú kocák esetében

Table 1. Litter sizes of each sows with different genotypes

Sorszám (1)	Koca típusa (2)	Genotípus (3)	Fialásonkénti malacsám (4)				
			1	2	3	4	5
1	F1*	AB	9	10	8	9	9
2	F1	BB	7	9			
3	F1	BB	8	8			
4	F1	AA	9	8			
5	szőke mangalica (5)	BB	7	7	7		
6	szőke mangalica	AA	8	8	8	9	6
7	szőke mangalica	BB	8	7	8	6	7
8	szőke mangalica	BB	7	8	7		
9	vörös mangalica (6)	BB	7				
10	szőke mangalica	BB	6	7	6	8	8
11	szőke mangalica	AB	4				
12	szőke mangalica	AB	3				
13	szőke mangalica	AB	3				
14	szőke mangalica	AB	3				
15	szőke mangalica	AB	7				
16	szőke mangalica	AB	7				
17	szőke mangalica	BB	4				
18	szőke mangalica	BB	7				
19	szőke mangalica	AB	8				
20	szőke mangalica	BB	4				
21	vörös mangalica	BB	5	6	6		
22	szőke mangalica	AB	6	7	10		
23	szőke mangalica	BB	5				
24	szőke mangalica	BB	3				
25	szőke mangalica	BB	5	8	4		
26	szőke mangalica	BB	7	3			
27	szőke mangalica	AB	6	8	10		
28	szőke mangalica	AB	6	5			
29	szőke mangalica	AB	4	5			
30	szőke mangalica	BB	7	3	6		
31	szőke mangalica	AB	4	7	6	6	
32	szőke mangalica	BB	7	4	4		
33	szőke mangalica	AB	5	2			
34	szőke mangalica	BB	4	4	6	7	3
35	szőke mangalica	BB	3	5	5		

* F1 = szőke mangalica x duroc (Blond Mangalica x Duroc)

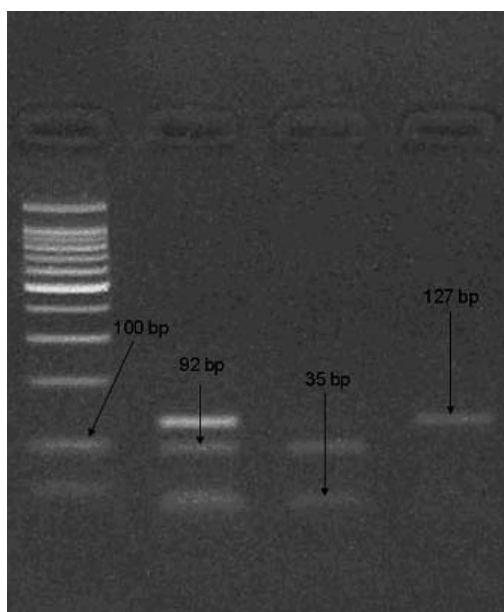
(1) number, (2) type of the sow, (3) genotype, (4) number of piglets in each litter, (5) Blond Mangalica, (6) Red Mangalica

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

Az emésztés utáni gélelektroforézis képen jól látható (*1. kép*), hogy az allélok tulajdonképpen különböző hosszúságú fragmentek. Az allélok hossza: A allél: 127 bp, és B allél: 92 bp és 35 bp. A képen jelöltük a különböző allélok fragment hosszát, és viszonyítás képpen a létra 100 kb hosszú szakaszát. A gél dokumentációs képen láthatunk olyan egyedet, mely homozigóta és csak az A allélt tartalmazza, olyat is, amelyben csak a B allél fordul elő, és láthatunk heterozigóta egyedeket is.

1. kép Emésztés utáni gél dokumentáció, a különböző hosszúságú fragmentekkel

Picture 1. Geldocumentation after digestion with fragments



A 2. táblázat 35 egyed genotípus adatait mutatja. Látható, hogy a mangalica egyedek között előfordultak AA, BB és AB genotípusú egyedek is. Az általunk vizsgált kocák esetében az A allél frekvenciája 26%, míg a B allél frekvenciája 74% volt. Populációnk esetében a B allél gyakorisága meghaladja az A allél gyakoriságát. A genotípus-gyakoriság a következőképpen alakult. Az AA 5,71%, az AB genotípus előfordulása 40%, a BB genotípus előfordulási aránya 54,29% volt. BB genotípusú kocák fordultak elő legnagyobb számban a csoportban, és szintén nagy számban fordultak elő AB genotípust hordozó egyedek is. Azonban sajnálatos módon AA genotípussal rendelkező kocákat, igen kis számban találtunk.

2. táblázat A populáció allél- és genotípus gyakorisága

Table 2. Genotype- and allele frequency of the population

	Gentotípus gyakoriság (1)	Allélgyakoriság (2)
AA	0,0571	0,26
BB	0,5429	0,74
AB	0,4000	

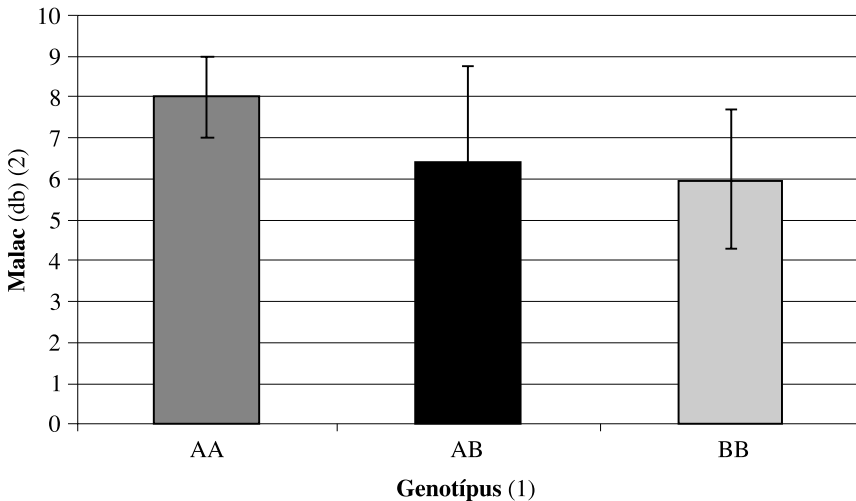
(1) genotype frequency, (2) allele frequency

A Duncan's multiple range teszt (StatSoft Statistica) eredménye alapján, az AA genotípusú kocák a BB genotípusúaknál több malacot fialtak, közöttük szignifikáns különbség kimutatható ($8,00 \pm 1; 5,97 \pm 1,68; P < 0,05$). Az AA kocák az AB kocáknál is szignifikánsan többet fialtak ($8,00 \pm 1; 6,41 \pm 2,34; P < 0,05$). Az AB és BB genotípus alomszámait között szignifikáns különbség nem mutatható ki ($P < 0,05$).

1. ábra Különböző genotípusok átlagos alomszáma

Figure 1. Average litter size of different genotypes

(1) Genotype, (2) Piglets



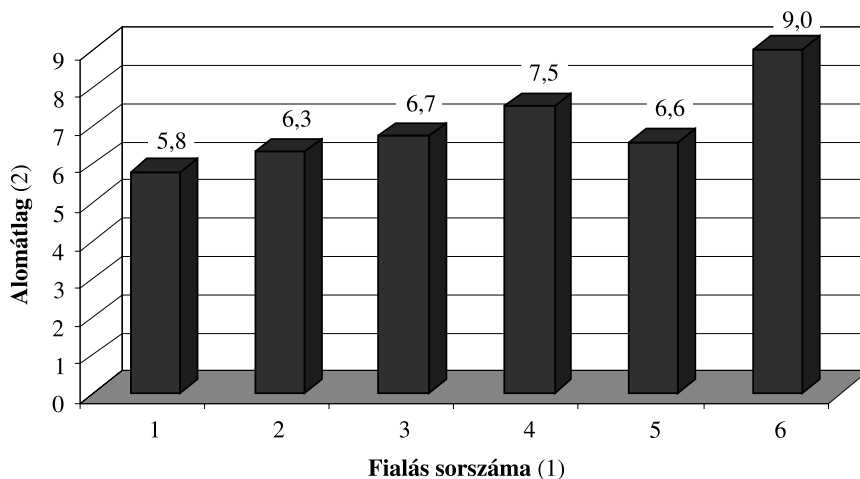
Az 1. ábra mutatja az állomány átlagos alomszám alakulását, genotípusokra lebontva. Itt látható, hogy az AA genotípust hordozó egyedek átlagos alomszáma volt a legmagasabb. A BB genotípusú kocák alomszámát átlagban 2,1 malaccal kevesebbet fialtak, mint az AA genotípust hordozó állatok. Az AB genotípus esetében ez 1,6 malaccal jelentett kevesebbet. Az AB és BB genotípusú egyedek között 0,5 malac különbséget tapasztaltunk, azonban ez nem adott szignifikáns különbséget.

Vizsgáltuk továbbá a fialásonkénti átlagos alomméretet is, mivel a sertésnél általában az első fialáskor születik a legkisebb alom, míg a továbbiakban emelkedik. Ez a tendencia figyelhető meg a 2. ábrán is.

2. ábra A fialások számának hatása az alomméretre

Figure 2. The effect of the number of the farrow on the litter size

(1) ordinal number of the farrow, (2) average litter size



KÖVETKEZTETÉSEK

Az AA genotípus és egyes fajták, mint pl. a duroc esetében a BB genotípus összefüggést mutat az alomszámmal, tehát a BB genotípussal mutatott pozitív kapcsolatot (Árnyasi 2001, Hamann *et al.* 2000). Azonban, a legtöbb eddig vizsgált fajta esetében az AA genotípus magasabb malacszámmal van összefüggésben. (Kmiec és Terman 2006, Rothschild 1998, Rothschild *et al.* 1998, Vincent *et al.* 1998, Southwood *et al.* 1999). Az előkísérleti eredményeinkben az AA genotípust hordozó egyedek a mangalica állományban magasabb malacszámot produkáltak, mint a többi genotípus.

Van Rens és van der Lende (2002a,b) valamint van Rens *et al.* (2003) szerint az AA genotípusú kocák nagyobb számú malacnak adtak életet, mint a BB genotípusú társaik. A lengyel lapály esetében szignifikánsan nagyobb számú malacot produkáltak az AA genotípussal rendelkező egyedek (Kmiec *et al.* 2001, Kmiec és Terman 2006). Vincent *et al.* (1998) 5 PIC vonalat teszteltek (2 nagy fehér, 1 lapály, 1 duroc x nagy fehér, 1 nagy fehér x meishan vonal). Az AA genotípusú kocák vonalai nagy fehér fajtában átlagosan 0,66 malaccal többet adtak, mint a heterozigóta AB kocák.

Alacsonyabb A allél frekvenciát figyeltek meg lapály (Kmiec *et al.* 2001, Drogemüller *et al.* 2001, Linville *et al.* 2001) és nagy fehér kocáknál (Putnova *et al.* 2002). A keresztezett és a mangalica állományban alacsonyabb A allél frekvenciát találtunk. Duroc esetében az A allél magasabb frekvenciát mutatott (Drogemüller *et al.* 2001).

Vizsgálataink eredménye alapján úgy gondoljuk, hogy összefüggés lehet a prolaktin receptor génje és az alomszám alakulása között. Ebből a szempontból az A allélt találtuk kedvezőnek a mangalica állományban, mivel az AA genotípust hordozó egyedeknél magasabb volt a született malacok száma.

Eddigi eredményeink alapján is úgy látjuk, hogy az állományban az AA genotípus gyakoriságának növelésével emelhető lenne a malacok száma. Több mintára kiterjedő vizsgálatok végzése után segítséget nyújthatunk a tenyésztőknek a tenyészcélnak megfelelő allélok kiválogatásában.

Effect of prolactin receptor gene on litter size in Mangalica swine

RENÁTA PATAKI – ERZSÉBET GAJDÓCSI – RÉKA KISS – KÁROLY TEMPFLI –
ERIKA VARGA – SZILÁRD KONRÁD – ÁGNES BALI PAPP

University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Institute of Animal Breeding
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

Many researcher teams dealt with the contact between prolactin receptor gene (PRLR) and litter size (*Kmiec et al.* 2001, *Linville et al.* 2001, *Putnova et al.* 2002, *Rothschild et al.* 1998, *Vincent et al.* 1997). The intention of our experiments was to study the impact of different alleles of the prolactin receptor gene on the litter size in Mangalica swine.

The analysis was made by PCR-RFLP method in Mangalica. We found in our examination that prolactin receptor gene correlates to the litter size. Concerning the number of piglets the A allele is much better, because the swine carries an AA genotype have been observed, and their piglets born number was definitely higher. The A allele frequency was lower in the Mangalica.

The results of our research can be applied in practice. Being aware of the genotype of these sows we can select those sows which have appropriate alleles for our purpose. This way we can increase the frequency of those alleles and the probability of the growing litter size will increase with it.

Keywords: mangalica, prolactin receptor gene, litter size, swine.

IRODALOMJEGYZÉK

- Anton, I. – Zsolnai, A. – Komlósi, I. – Király, A. – Fésüs, L.* (2006): Effect of MYOG genotypes on growth rate and production traits in Hungarian Large White pigs. *Acta Vet. Hung.* **54**, 393–397.
- Árnyasi M.* (2001): Molekuláris genetikai vizsgálatok a gazdasági állatfajok termelési eredményének javítása érdekében. Debreceni Egyetem Agrártudományi Közlemények. 1. 92–96.
- Bole-Feysot, C. – Vincent, G. – Edey, M. – Binart, M. – Kelly, P. A.* (1998): Prolactin (PRL) and its receptor: actions, signal transduction pathways and phenotypes observed in PRL receptor knockout mice. *Endocr. Rev.* **19**, 225–268.

- Boutin, J. M. – Jolicoeur, C. – Okamura, H. – Gagnon, J. – Edery, M. – Shirota, M. – Banville, D. – Dusanter-Fourt, I. – Djiane, J. – Kelly, P. A. (1988): Cloning and expression of the rat prolactin receptor, a member of the growth hormone/prolactin receptor gene family. *Cell* **53**, 69–77.
- Boutin, J. M. – Jolicoeur, C. – Okamura, H. – Gagnon, J. – Edery, M. – Shirota, M. – Clevenger, C. V. – Freier, D. O. – Kline, J. B. (1998): Prolactin receptor signal transduction in cells of the immune system. *J. Endocr.* **157**, 187–97.
- Drogemüller, C. – Hamann, H. – Distl, O. (2001): Candidate gene markers for litter size in different German pigs lines. *J. Anim. Sci.* **79**, 2565–2570.
- Egerszegi, I. – Schneider, F. – Rátky, J. – Soós, F. – Solti, L. – Manabe, N. – Brüssow, K. P. (2003): Comparison of luteinizing hormone and steroid hormone secretion during the peri- and post-ovulatory periods in Mangalica and Landrace gilts. *J. Reprod. Dev.* **49**, 291–296.
- Enesei Dorner B. (1908): A sertés Magyarországon. 42–48.
- Enesei Dorner B. (1921): Sertéstenyésztés. Pátria Irodalmi Vállalat és Nyomdai Részvénytársaság Budapest. 1–15.
- Enesei Dorner B. (1925): A sertés tenyésztése és hizlalása. Az Athenaeum Irodalmi és Nyomdai R.T. Kiadása. Budapest. 81–84, 134–141.
- Hamann, H. – Drogemüller, C. – Krieter, J. – Presuhn, U. – Wallenburg, J. – Distl, O. (2000): Genetic markers for litter size in German pig breeds. 51th Annual meeting of EAAP, Haga, Netherlands.
- Hankó B. (1940): Ősi magyar háziállataink Tiszántúli Mg-i Kamara. Debrecen.
- Kelly, P. A. – Djiane, J. – Postel-Vinay, M. C. – Edery, M. (1991): The prolactin/growth hormone receptor family. *Endocr Rev* **12**, 235–251.
- Kmiec, M. – Dybus, A. – Terman, A. (2001): Prolactin receptor gene polymorphism and its association with litter size in Polish Landrace. *Arch Tierz Dummerstorf* **44**, 547–551.
- Kmiec, M. – Terman, A. (2006): Associations between the prolactin receptor gene polymorphism and reproductive traits of boars. *J. Appl. Genet.* **47**, 139–141.
- Kovácsy B. – Monostory K. (1890): A sertés, annak tenyésztése és hizlalása. Kocziányi és Vitéz Kiadó, Kassa.
- Lesueur, L. – Edery, M. – Ali, S. – Paly, J. – Kelly, P. A. – Djiane, J. (1991): Comparison of long and short forms of the prolactin receptor on prolactin-induced milk protein gene transcription. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* **88**: 824–828.
- Linville, R. C. – Pomp, D. – Johnson, R. K. – Rothschild, M. F. (2001): Candidate gene analysis for loci affecting litter size and ovulation rate in swine. *J. Anim. Sci.* **79**, 60–67.
- Matolcsi J. (1975): A háziállatok eredete. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 170–174.
- Putnova, L. – Knoll, A. – Dvorak, J. – Cepica, S. (2002): A new Hpa II PCR-RFLP within the porcine prolactin receptor (PRLR) gene and study of its effect on litter size and number of teats. *J. Anim. Breed. Genet.* **119**, 57–63.
- Rátky, J. – Brüssow, K. P. – Egerszegi I. – Torner, H. – Schneider, F. – Solti, L. – Manabe, N. (2005): Comparison of follicular and oocyte development and reproductive hormone secretion during the ovulatory period in Hungarian native breed, Mangalica, and Landrace gilts. *J. Reprod. Dev.* **51**, 427–432.
- Rothschild, M. F. (1998): The prolactin receptor gene is associated with increased litter size in pigs. *Proceedings 6th World Cong. Genet. App. Livest Prod.* **27**, 15–18.
- Rothschild, M. F. – Vincent, A. L. – Tuggle, C. K. – Evans, G. – Short, T. H. – Southwood, O. I. *et al.* (1998): A mutation in the prolactin receptor gene is associated with increased litter size in pigs. *Anim. Genet.* **29**, 60–74.
- Southwood, O. I. – Short, T. H. – Plastow, G. S. – Rothschild, M. F. (1999): A genetic marker for litter size in Landrace based pig lines. *EAAP Zurich 22–26 August 5*: 1.
- Tomas, A. – Casellas, J. – Ramirez, O. – Munoz, G. – Noguera, J. L. – Sanchez, A. (2006): High amino acid variation in the intracellular domain of the pig prolactin receptor (PRLR) and its relation to ovulation rate and piglet survival traits. *J. Anim. Sci.* **84**, 1991–1998.

- van der Lende, T. – Soede, N. M. – Kemp, B.* (1994): Embryo mortality and prolificacy in the pig. Principles of pig science. Nottingham University Press. 297–317.
- van Rens, B. – van der Lende, T.* (2002a): Litter size and piglet traits of gilts with different prolactin receptor genotypes. *Theriogen*. **57**, 883–893.
- van Rens, B. – van der Lende, T.* (2002b): Piglet and placental traits at term in relation to the estrogen receptor genotype in gilts. *Theriogen*. **57**, 1651–67.
- van Rens, B. – Evans, G. J. – van der Lende, T.* (2003): Components of litter size in gilts with different prolactin receptor genotype. *Theriogen*. **59**, 915–926.
- Varga, E. – Petz Makkosné, B. – Gajdócsi, E. – Salamon, I. – Bali Papp, Á.* (2008): Vitrification of in vitro matured oocytes of Mangalica (Hungarian native breed pig) and Large White pig. *Acta Vet. Hung.* **56**, 399–410.
- Varga E. – Egerszegi I. – Rátky J. – Kiss R. – Pataki R. – Bali Papp Á.* (2009): Mangalica petesejtek és embriók krioprezervációja. *Állatteny. és Tak.* 58/2
- Vincent, A. L. – Wang, L. – Tuggle, C. K. – Robic, A. – Rothschild, M. F.* (1997): Prolactin receptor maps to pig Chromosome 16. *Mamm. Gen.* **8**, 793–794.
- Vincent, A. L. – Evans, G. – Short, T. H. – Southwood, O. I. – Plastow, G. S. – Tuggle, C. K. – Rothschild, M. F.* (1998): The prolactin receptor is associated with increased litter size in pigs. *Proc. 6th World Cong. Genet. App. Livest. Prod.* **27**, 15–18.
- Zhang, R. – Buczko, E. – Tsai-Moris, C. H. – Hu, Z. Z. – Dufau, M. L.* (1990): Isolation and characterization of two novel rat ovarian lactogen receptor cDNA species. *Biochemistry and Biophysics Research Communications* **168**, 415–422.
- <http://alt.date.hu/kutat.htm>
<http://konyvtar.univet.hu/praxis/vetkonf6/mangalica.pps#23>

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

BALI PAPP Ágnes
Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Állattudományi Intézet
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.
E-mail: bali@mtk.nyme.hu



Reproduction traits of Thoroughbred mares in a Hungarian studfarm (Short communication)

JUDIT PARÉJ – ERIKA LENCSES-VARGA –
ÁGNES BALI PAPP – LÁSZLÓ PONGRÁCZ

University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Institute of Animal Sciences
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

This study was made in the Thoroughbred studfarm called Telivér Farm Ltd. in Sárbogárd-Mindszentpuszta. We have made records of the stuff, equipment, assistants and the time of covering, applied veterinary surgeries if needed. At the end of the breeding season and so later on we made a monthly follow-up study. We recorded the successful mating, the occurrence of embryo absorption-, abortion- and premature, and the applied surgeries, as well. Then we calculated different parameters, like pregnancy rate, foaling rate, frequency of embryo absorptions and failure of conception. At last, we made notes of the used hormones and the applied treatment as well, if needed.

The farm operates with 32 mares and 2 stallions. We have data of 2 years (2005, 2006). The foaling rate was 61 and 69%, respectively. By the racer mares this rate was 63% and 78% by the non racer mares. The foaling rate of the mares which haven't had foals in the previous year was 82%. In reference to whole herd, 9% of the covers happened embryonic death and 6% abortion. The absence of the fertilization was occurred in 46% out of the total covers and 39% produced healthy foals. Twin pregnancy happened in 6%, but twins were never born because if the foetus doesn't absorbed itself, pregnancy was interrupted. 42% out of the first covers produced healthy foals, and so 43% and 25% out of the second or third covers. Considering the rate of the successful and unsuccessful covers March was the most fortunate. Although, the activity of ovaries doesn't follow this "claim", accordingly they often use hormone treatments.

All in all, reproduction parameters of the examined stud are really fortunate. The used thoughtful reproduction biological care and the perfect conditions are good examples to follow.

Keywords: Thoroughbred, reproduction, fertility.

INTRODUCTION AND BIBLIOGRAPHY

Scotti (1775) and *Csekonics* (1817) have already been reported so early that fertility is very important feature in a horse stud because it is the limitation factor of all the values. However, the selection of Thoroughbred horses based on its maximum output of speed and endurance from the beginning (*Kovácsy* and *Monostori* 1892, *Halász* 1944, *Döhrmann* 1922, *Fehér* 1990, *Bodó* and *Hecker* 1992, *Bokor* 2006). It is known that the increasing performance on the racetrack accompanies with worse fertility. According to national and international papers, the foaling rate of Thoroughbred herds in England/Ireland and in Hungary was around 65 and 50% (*Cunningham* 1991, *Pongrácz* 1997). *Wrangel* (1910) and many others reported that breeding of Thoroughbreds started out of a relatively small stock so, inbreeding should provide an explanation for the low fertility. However, different parameters of reproduction (pregnancy rate, foaling rate, embryo absorption, abortion or failure of conception) of Thoroughbred horses caused by remarkable inbreeding do not show significant increase in the past years (*Cunningham* 1991, *Bokor* 2006).

Fertility is influenced by many factors. Sexual transmission of genital infections among horses can lead to infertility after endometritis, early embryonic death, abortion or birth of weak and sick foals which die during the neonatal period (*Couto* and *Hughes* 1993, *McKinnon* and *Voss* 1993). The importance of feeding, the ingredients of the feed (especially the vital amino acids, some minerals and vitamins), the teasing and mating procedure, the health status of the broodmares and stallions, the age and the previous story of life etc. are those factors which have a great influence on the quality of germ cells (*Pickett* 1993, *Nagy et al.* 1999, *Squires et al.* 2003, *Betteridge* 2007). Thus, without a proper technology of breeding and keeping hygiene it is just a dream to raise up longlife and endurance horses (*Kovácsy* and *Monostori* 1892, *Mészáros* and *Ócsag* 1978, *Szenczi* 1984, *Becze* 1990, *Haraszi* and *Zöldág* 1993, *Pongrácz* 1997, *Bokor et al.* 2003).

Since mares usually have only one foal and their value is rather high, it is very important to keep our broodmares bred every year; as long as possible. So, further researches are needed for clearing up of the results of fertility under Hungarian circumstances and to compare nowadays breeding results with the former and up-to-date national, and so the international literature.

MATERIALS AND METHODS

This study was carried out in the Thoroughbred studfarm called Telivér Farm Ltd. of Sárbogárd-Mindszentpuszta. The breeding goes on with 32 mares and 2 stallions. Covering season takes from 15th of February until 15th of June. By this breed only the controlled (or hand) mating is permitted. Free (or pasture) mating, mating in group or in harem and some advanced methods like artificial insemination (AI) or embryo transfer (ET) are strictly prohibited.

Data were available from 2005 and 2006. We have made records of the stuff, equipment, assistants and the time of covering, applied veterinary surgeries if needed, and at last

we took some pictures, too. At the end of the breeding season and so later on we made a monthly follow-up study in order to get more data. We recorded the successful mating, the occurrence of embryo absorption-, abortion- and premature, and the applied surgeries, as well. Then we calculated different parameters, like pregnancy rate, foaling rate, frequency of embryo absorptions and failure of conception. Age of the mares and their race results are important factors that were taken into consideration. At last, we made notes of the used hormones and the applied treatment as well, if needed.

RESULTS AND DISCUSSION

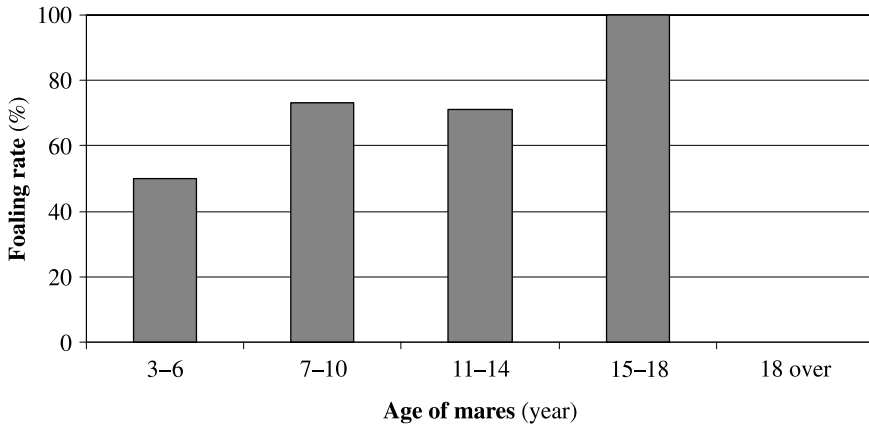
Condition of the stallions and the broodmares was appropriate. Safety regulations and hygienic requirements are considered very well. Teasing and mating is carried out by the same appearances every day. The breeding shed crew consists of five members as it is prepared in the literature (*Kovácsy and Monostori 1892, Mészáros and Ócsag 1978, Bodó and Hecker 1989*). Both mares and stallions are handled as individuals. Some mares do not show significant signs of oestrus during training period and short after their racing carrier; others require more attention after covering. The breeding area is large enough to allow safe movement for horses and stuff. The floor covering is consisting of sand. That provides non slippery, safe surface for the stallion, mare and people. Teasing is widely used and properly speaking it is essential to know the signs of oestrous behaviour of mares. They tease every day depending on the status of the cycle and use ultrasound equipment every other day. A small percentage doesn't show classic signs of oestrous and they have to be handled differently. Adequate time must be allowed for the mare to respond. There cannot be found a teaser stallion used for only this reason. After teasing, preparation of mares before mating means that external genitalia and perineal area is washed with thin Betadine solution and the mare's tail was wrapping. After covering, penis is always washed with Betadine solution. Mating is usually repeated two days later. Keeping of "Teasing and mating diary" is very important and it is very exact. After 16 days the reproduction status of mares are checked by ultrasounography and when necessary (by nonpregnant mares) the procedures start again. When abortion occurs progesterone is applied. At last, bacteriological and blood test is made. Anyhow, the whole stock is immunised against equine influenza and herpes virus by *Equilis Resequin and Duvaxin EHVI.4*.

The breeding records consist of 2 years (2005 and 2006). The calculated foaling rate was 61 and 69%, respectively. By the racer mares this rate was 63% and 78% for the non racer mares. The foaling rate of the mares which haven't had foals in the previous year was 82%.

Because of the age of the mare is a significant influencing factor of reproduction results we created five groups based on the age of mares and evaluated the foaling rate according to the groups. *Figure 1.* presents these results. *Horn (1976 cit. Pécsi 2007)* reported that mares in age of 6–12 show the best fertility and it reduces over 15 years largely. Nevertheless, in 2006 we couldn't notice exactly this.

Figure 1. Foaling rate according to the age of mares in 2006.

($n_{3-6} = 4$, $n_{7-10} = 15$, $n_{11-14} = 7$, $n_{15-18} = 5$, $n_{18\text{over}} = 1$)



In reference to whole herd, 9% of the covers happened embryonic death and 6% abortion. The absence of fertilization was occurred in 46% of the total number of covers and 39% produced healthy foals. Twin pregnancy happened in 6%, but twins were never born because if the foetus doesn't absorbed themselves, they interrupted the pregnancy. The mentioned ratios are presented in Figure 2. 42% of the first covers produced healthy foals, and so 43% and 25% out of the second or third covers (Figure 3.).

Figure 2. Rates of foaling, failure of conception, abortion and embryo absorption in reference to all coverings (2005 and 2006)

($n_{3-6} = 6$, $n_{7-10} = 28$, $n_{11-14} = 9$, $n_{15-18} = 6$, $n_{18\text{over}} = 1$)

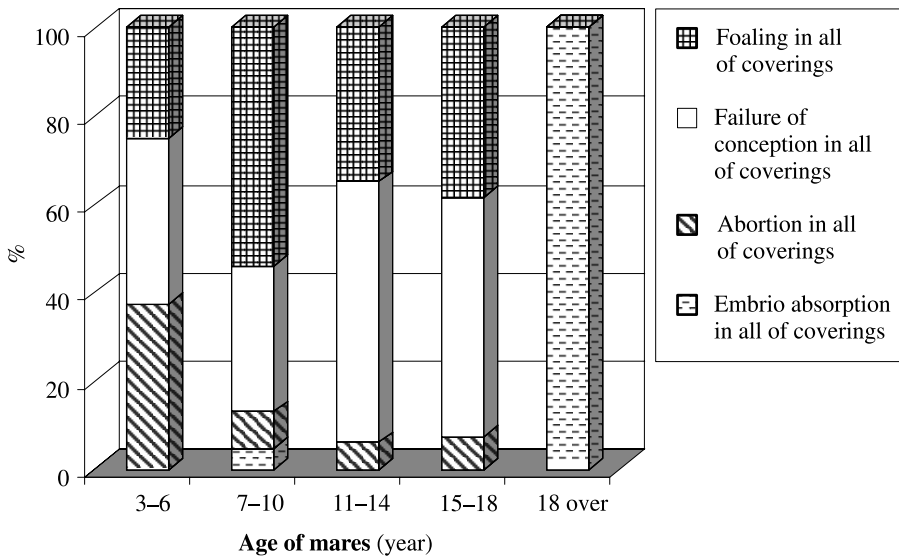


Figure 3. Rate of coverings resulted viable foals in case of 1st, 2nd and 3rd mating in the studied period

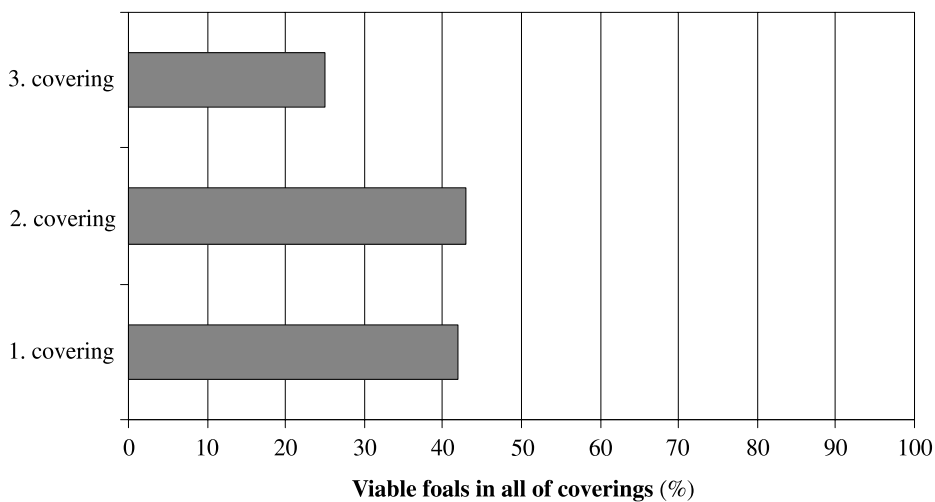
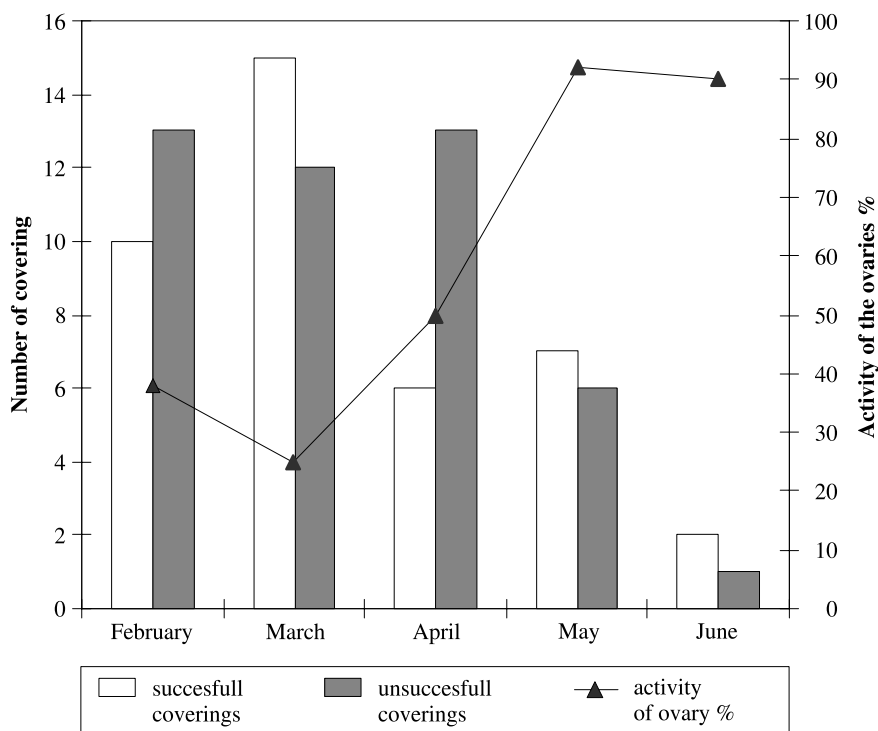


Figure 4. Successful and unsuccessful coverings in the administered stock in different months of the covering season, and the activity of ovary (according to *Becze 1990*)



Ovaries start functioning more actively early spring and these processes are influenced by the weather and the length of the sunny hours, and also the characteristics of the mare (Becze 1987, Haraszi and Zöldág 1993, Gentry *et al.* 2002, Bokor *et al.* 2003). The most successful covering rate was observed in March (Figure 4.). Although, the activity of the ovaries doesn't follow this "claim", accordingly hormone treatments are often used. All in all, the thoughtful reproduction biological care and the perfect conditions resulted reasonable reproduction results on the examined farm.

CONCLUSIONS

Rising the quality of Hungarian horse breeding, among other things, we have to catch reasonable reproduction results. The hygiene of horse keeping, the method of covering and the order of exact recording was excellent on the investigated Thoroughbred farm. The stud provides a good example that is worth to be followed. Statistics, like foaling rate etc. confirm this, too. Data are more favourable than the domestic mean and comparable with the international results. The reason of the poor results in younger mares should be the physical activity by races since the better results of the elder mares are based on conditioning, used thoughtful reproduction biological care and the perfect conditions. The used thoughtful reproduction biological care and the perfect conditions are the reasons of the good results.

ACKNOWLEDGEMENT

Appreciation is extended to Ms. Melinda Hajba and Mr. Zsolt Gimesi DVM for fruitful discussion concerning practical work in the studfarm. We wish to express our thanks to Mr. Balázs Szemere DVM (Thoroughbred Fun Club) for critically reviewing the English manuscript of this article.

Szaporodásbiológiai tulajdonságok vizsgálata egy magyarországi angol telivér méneseben

PARÉJ JUDIT – LENCSES-VARGA ERIKA – BALI PAPP ÁGNES – PONGRÁCZ LÁSZLÓ

Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Állattudományi Intézet
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Vizsgálatainkat a Telivér Farm Kft. Sárbogárd-mindszentpusztai angol telivér méneseben végeztük, ahol a tenyésztés 32 kancával és 2 ménnel folyik. Két év adatai álltak rendelkezésre (2005 és 2006) A csikózási százalék 2005-re vonatkozóan 61%, 2006-ban pedig 69% volt; a két év adatait együtt kezelve 66%-os értéket kaptunk. A versenyzett kancák esetében 63, a nem versenyzett kancáknál 78 volt a csikózási százalék. Az egész állományra vonatkozóan a fedeztetések 9%-ában történt embriófelszívódás, 6%-ában pedig vetelés. A fogamzás elmaradása 46%-ban fordult elő. A fedeztetések 39%-ból született életképes csikó. Ikervemhesség 6%-ban fordult elő, de ebből ikercsikók egyetlen esetben sem születtek, mivel ha a vehem nem szívódott fel magától, akkor vemhesség-megszakítást végeztek. A vizsgált állományban az életképes csikót eredményező fedeztetések aránya az első fedeztetés alkalmával 42%, a második fedeztetésnél 43%, a harmadik fedeztetés esetében pedig 25% volt. A fedeztetést megelőző évben üresen maradt kancák csikózási százaléka 82 volt. Adataink alapján a sikeres és sikertelen fedeztetések arányát tekintve a március hónap a legkedvezőbb. A szakirodalom szerint ebben az időszakban a petefészkek működése még nem elég aktív, ezért az eredményes fedeztetés érdekében gyakran hormonkezeléseket alkalmaznak.

A vizsgált állomány szaporulati mutatói magyarországi viszonylatban összességében igen kedvezőek. Az alkalmazott figyelmes szaporodásbiológiai gondozás és a kitűnő tartási körülmények követendő példaként szolgálhatnak a hazai tenyésztőknek.

Kulcsszavak: angol telivér, reprodukció, termékenység.

REFERENCES

- Becze J. (1987): Kérdések és válaszok a szaporodásbiológia gyakorlatából. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Becze J. (1990): Szaporodásbiológia. Kari jegyzet, Mosonmagyaróvár.
- Betteridge, K. J. (2007): Equine embryology: An inventory of unanswered questions. *Theriogenology*, **68**, 9–21.
- Bodó I. – Hecker W. (1992): Lótenyésztők kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

- Bokor Á. – Csicsek A. – Hecker W. – Stefler J. – Petrovics E.* (2003): Fényprogramok alkalmazásának lehetőségei a kanca ivarzásának indukálásában. *Acta Agraria Kaposvariensis*. 7.2. 1–8.
- Bokor Á.* (2006): Az akadályversenyeken mért versenyteljesítmény javításának lehetőségei angol telivér populációkban. Ph.D. disszertáció, Kaposvár.
- Couto, M. A. – Hughes, J. P.* (1993): Sexually transmitted diseases of horses. In *McKinnon, A. O. – Voss, J. I.* (ed.): *Equine Reproduction*. Lea and Febiger, Philadelphia.
- Cunningham, E. P.* (1991): A telivérek genetikája. *Tudomány*, 52–58.
- Csekonics J.* (1817): *Praktische Grundsätze die Pferdezucht betreffend*. Pesth.
- Döhrmann H.* (1922): *Lótenyésztés II. Pátia*, Budapest.
- Fehér D.* (1990): Az angol telivér Magyarországon. *Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest.
- Gentry, L. R. – Thompson, Jr. D. L. – Gentry, Jr. G. T. – Davis, K. A. – Godke, R. A. – Cartmill J. A.* (2002): The relationship between body condition, leptin, and reproductive and hormonal characteristics of mares during the seasonal anovulatory period. *J. Anim. Sci.* **80**, 2695–2703.
- Halász Gy.* (1944): *Telivérek*. Vajna és Bokor Kiadó, Budapest.
- Haraszti J. – Zöldág L.* (1993): A háziállatok szülészete és szaporodásbiológiája. *Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest.
- Kovácsy B. – Monostori K.* (1892): *A ló és tenyésztése*. Pátia, Kassa.
- McKinnon, A. O. – Voss, J. I.* (1993): *Equine reproduction*. Lea and Febiger, Philadelphia.
- Mészáros I. – Ócsag I.* (1978): *A kanca sárlása és fedeztetése*. Állattenyésztési Kutatóintézet, Herceghalom.
- Nagy Sz. – Kovács A. – Szász F. – Merész L. – Sinkovics Gy. – Iváncsics J.* (1999): A rutin spermavizsgálatok fejlesztési lehetőségei. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, **48**, 6, 660.
- Pécsi T.* (2007): *Házi emlősállatok mesterséges termékenyítése*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Pickett, B. W.* (1993): Factors affecting sperm production and output. In *McKinnon, A. O. – Voss, J. I.* (ed.): *Equine Reproduction*. Lea and Febiger, Philadelphia.
- Pongrácz L.* (1997): Method and hygiene of covering mares in different places of north-west Hungary. *Acta Agronomica Óváriensis*. **39**, 1–2., 59–66.
- Scotti, L.* (1775): *Vollkommenes Pferdrt Arzteyney Buch...* Wien.
- Squires, E. L. – Carnevale, E. M. – McCue, P. M. – Bruemmer, J. E.* (2003): Embryo technologies in the horse. *Theriogenology*, **59**, 151–170.
- Szenczi O.* (1984): *A háziállatok szaporodása és mesterséges termékenyítése*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Wrangel, C. G.* (1910): *Das Buch vom Pferde I-II*. Verlag von Schickhard und Ebner, Stuttgart.

Address of the authors – A szerzők levélcíme:

PONGRÁCZ László
 University of West Hungary
 Faculty of Agricultural and Food Sciences
 Institute of Animal Sciences
 H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.
 E-mail: pongracz@mtk.nyme.hu



Effects of boron glycerinate supplementation on some tibia and femur characteristics in broilers

FERENC KELEMEN¹ – ZSUZSA RIGÓ² – TAMÁS TÓTH³

¹ Novartis Hungary Ltd.

² Budapest and Pest County Agricultural Administrative Authority
Directorate for the Safety of the Food Chain and Animal Health

³ University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Science
Department of Animal Nutrition
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

Our feeding trials were conducted with a total of 1,500 *Cobb-500* broiler cocks. Two treatments and three replicates (250 cocks/replicate) were used. The birds had free access to feed and water and were fed with a basal diet supplemented with 0 and 2.5 mg boron glycerinate for 38 days. After the 38-day-rearing period 15–15 cocks of similar weight ($2,100 \pm 50$ g) were exterminated from both groups. The following parameters were determined: length and weight of tibia and femur, ash, calcium (Ca) and phosphorus (P) content of the tibia. The length and weight of tibia and femur in the group supplemented with boron glycerinate were significantly higher ($P < 0.05$). Ash percentages in the tibia of broilers were slightly higher due to boron glycerinate supplementation (control group: 36.04 g/kg dry matter, experimental group: 38.15 g/kg dry matter, NS). Calcium and phosphorus content of tibias were significantly higher ($P < 0.05$) in the experimental group fed with 2.5 mg boron glycerinate (calcium content: 13.25 g/kg dry matter and 14.21 g/kg dry matter, phosphorus content 6.58 g/kg dry matter and 7.04 g/kg dry matter, respectively). According to our preliminary data it is concluded that boron supplementation can be a useful additive in developing the strength of skeleton in quick growing broilers.

Keywords: boron glycerinate, boron supplementation, broiler, tibia, femur.

INTRODUCTION

The beneficial effects of boron supplementation in plants have been well recognized and documented. Boron can be found in fruits and vegetables, in oily seeds and in legumes, as well (Kelly 1977). Although the essentiality of boron has not been proven, an increasing

number of studies conducted during recent years presumed that boron could be essential in animals, since its deprivation in both experimental animals and humans causes changes in biological function.

The indirect evidence of its effectiveness is that boron as proton-donor influences the structure and function of cell-membrane (Barr *et al.* 1996). It has been conducted that boron supplementation influences the metabolism of minerals and functions of some hormones in human (Nielsen *et al.* 1987, Nielsen 1994). The beneficial effects of boron supplementation on calcium metabolism have been investigated in humans. It was stated that boron supplementation helped reducing the excretion of calcium via urea, especially if the intake magnesium was low (Nielsen *et al.* 1987).

In livestock animals there is no accepted level of boron demand, and the mode of action is not clarified. It has been sustained that boron in broilers supports calcium transfer; hereby promotes bone construction in case of lack of vitamin D and magnesium (Mézès 2003). The enzyme-activating (e.g. serine-proteases, oxidoreductases) effects of boron have been proved (Mézès 2003). In broilers, the beneficial effects of boron supplementation on natural characteristics were proved in several studies (Rossi *et al.* 1993, Kurtoglu *et al.* 2001, Lin and Ying 2003). Furthermore, it has been stated that 5–60 mg/kg dry matter boron supplementation positively influences the solidity and weight of tibia (Rossi *et al.* 1993). Boron excess is well-tolerated in broilers, the symptoms of toxicity can be observed over the dose of 300 mg/kg DM (Underwood and Suttle 1999). In laying hens, hatchability decreases due to boron over dosage, while the symptoms in calves are the decreasing of daily weight gain and appetite (Underwood and Suttle 1999).

In our previous study, the effects of dietary boron glycerinate supplementation on main characteristics and meat production were evaluated (Rigó *et al.* 2009). It was stated that 2.5 mg/kg feed boron glycerinate supplementation had no significant effect on the live weight of Cobb-500 cocks between the age of 21 and 38 days comparing to the control group. Meanwhile the energy- and protein utilization was observed to be slightly better in the broilers of the experimental group. There were no significant effects of dietary boron glycerinate supplementation noticed on the nutritional (dry matter, protein, fat, ash) content of breast and thigh meat, however, the fat content of thigh meat (105.4 g fat/kg meat) of cocks in the experimental group was higher than of the control group (94.1 g fat/kg meat).

Data are mainly available about boron acid (H_3BO_3). Kurtoglu *et al.* (2001) stated that 5 and 25 ppm, while Lin and Ying (2003) found that 20, 40, 60, 80, 100 and 120 mg/kg dietary boric acid supplementation had favourable effects on weight gain and feed conversion in broilers. In the latter case the most effective dose proved to be 60 mg/kg in the first 3 weeks of fattening period. Due to dietary boric acid supplementation a significant increase of boron content in tibia was observed. In the feeding trials with Leghorn laying hens (Wilson and Ruszler 1995) a proportional increase of boron content in meat and bone samples was assessed parallel to the increasing boric acid content of the diet (3.5, 7, 14, 28 and 56 mg/kg). The authors concluded that through 56 mg/kg boric acid supplementation (the highest rate) the boron content of liver was 3.3 times higher, breast and thigh meat was

1.8 and 2.7 times higher, while in bones it was 2.4 times higher comparing to the levels of boron in different tissues in the control group.

In another study of *Wilson and Ruszler* (1998) with laying hens it is summarized that boron content of breast and thigh meat, liver and bone increased after supplementing the basal diet with 50, 100, 200 and 400 mg/kg boric acid.

Lin and Ying (2003) conducted that 20, 40, 60, 80, 100 and 120 mg/kg dietary boric acid supplementation significantly increased the boron content of the tibia compared to that of the liver in broilers. *Rossi et al.* (1993) found that 60, 120, 240 and 300 mg/kg boron supplementation improved the boron content of breast meat and liver in broilers, but the doses under 240 mg/kg did not have remarkable effects in the first 3 weeks of age. By data of the regression analysis of *Fassani et al.* (2004) the most favourable dose of boric acid supplementation proved to be of 37.4 ppm from day 1 to 21, and 57 ppm between 1–42 days of age. In the same time 30, 60, 90, 120 and 150 ppm dietary boric acid supplementations did not show significant effect on main parameters of broilers. The two feeding trials of *Elliot and Edwards* (1992) resulted that 5, 10, 20, 40 and 80 mg/kg boron supplementation had no significant effects on weight gain, feed conversion and the level of minerals in blood serum in broiler chickens.

In the last decade the object of selection was increasing of lean meat production in broilers. The large scale broiler meat production is based on strong skeleton, to be able to sustain the rapid growing of lean body mass. Therefore it is essential to develop heavy-duty skeleton in broilers via feeding. The aim of this study was to investigate the effects of boron glycerinate supplementation on the length and weight of tibia and femur, the calcium, phosphorus and ash content of tibia.

MATERIALS AND METHODS

The feeding trial was conducted with a total of 1,500 Cobb-500 broiler cocks at University of West Hungary, Faculty of Agricultural and Food Science broiler stable. Three replicates (750 cocks/treatment) were used, 250 cocks were housed in each compartment.

The following treatments were used in the trial:

1. Control
2. B-supplemented (2.5 mg boron glycerinate*/kg feed)

* Note: The boron glycerinate was produced by the authors.

The birds were randomly divided into experimental groups. The composition and nutritional characteristics of the diets and complete premixes fed throughout the experimental period are summarized in *Table 1.* and 2. Boron glycerinate supplementation as premix was added to the basal diet. Broilers were fed in the growing phases (starter, grower and finisher) according to Cobb-technology guidelines (Cobb-Vantress Inc., USA, 2005).

By the end of the trial, after the 38-day-rearing period 15–15 cocks of similar weight were exterminated from control and experimental groups (2100 ± 50 g). The extermination was carried out humanely due to the Committee of Animal Welfare (MÁB), Regulation on Animal Tests (2006).

Table 1. Composition and nutrient content of broiler feeds

Feed and/or nutrient		Starter	Grower	Finisher
Corn	kg	332.0	378.5	391.5
Extracted soybean meal (46% CP-content)	kg	259.0	164.0	157.0
Wheat	kg	180.0	200.0	200.0
Full-fat soya	kg	80.0	95.0	100.0
Flour	kg	40.0	40.0	40.0
Fish meal (64% CP-content)	kg	35.0	25.0	
Energomix-40 (sunflower oil-based product)*	kg	30.0	30.0	40.0
Biometin* (DL-methionine based product)	kg	4.5	4.0	4.0
Biolizin* (L-lysine-HCL based product)	kg	4.5	8.5	12.5
Florisoy** (extracted sunflower meal, fine fraction)	kg		20.0	20.0
KBP-560-Maxiban/E* (premix)	kg	35.0	35.0	
KBP-562-E* (premix)	kg			35.0
Total	kg	1,000	1,000	1,000
Calculated nutrient content				
Dry matter	%	88.56	88.57	88.55
AME _n	MJ/kg	12.64	13.06	13.18
Crude protein	%	22.51	19.50	18.01
Ether extract	%	5.10	5.69	6.01
Crude fibre	%	3.44	3.21	3.23
Lysine	%	1.33	1.17	1.10
Methionine	%	0.62	0.56	0.50
Ca	%	1.02	0.96	0.89
P (total)	%	0.74	0.70	0.65
Na	%	0.17	0.16	0.15

Producer: * TENDRE Feed Ltd. (Nagyigmánd, Hungary), ** ABO MIX Co. (Nyíregyháza, Hungary)

Table 2. Guaranteed values of mineral, methionine and vitamin content of broiler premixes

Guaranteed values		KBP-560-Maxiban/E*	KBP-562-E*
Ca	%	21.5	22.5
P	%	7.0	7.5
Na	%	3.2	3.5
Methionine	%	4.5	4.0
Vitamin A	NE/kg	342,950	285,750
Vitamin D3	NE/kg	114,320	85,729
Vitamin E	mg/kg	1,143	914

Moreover: vitamin K3, B1, B2, B6 and B12, pantothenic acid, folic acid, niacin, biotin, betaine, iron, zinc, manganese, copper, selenium, cobalt, iodine, antioxidant and coccidiostatic

Producer: * TENDRE Feed Ltd. (Nagyigmánd, Hungary)

The right-leg-femur and tibia of broilers were prepared, cooked and cleaned mechanically. The bones were placed into 40 °C dryer case for 24 hours. The length of femur and tibia was determined with calliper, and were measured with scale METTLER PC 440 (Mettler Instrumente AG, Zürich, Switzerland).

Calcium and phosphorus content of tibia and experimental diets were determined by methods of *Hungarian Feed Codex* (2004)

Statistical analysis of results was carried out with independent-samples t-test, using *SPSS 12.0. for Windows* programme (*SPSS Inc.*, Chicago, USA). Homogeneity assay of variances was evaluated with *Levene-test*. Significance level was $P < 0.05$.

RESULTS AND DISCUSSION

The effects of 2.5 mg/kg dietary boron glycerinate supplementation on the length, weight of femur and tibia and the calcium, phosphorus content of tibia is summarized in *Table 3*. According to these data the length and weight of femur and tibia were significantly ($P < 0.05$) improved due to boron glycerinate supplementation.

In our feeding trial the effect of dietary boron glycerinate supplementation was not significant on ash content of the tibia. *Wilson and Ruzler* (1997) concluded that 50, 100 and 200 mg/kg boric acid supplementation significantly increased the ash content of tibia in *Leghorn* laying hens. The most favourable dose proved to be 50 mg/kg boric acid supplementation. The results of the studies of *Qin and Klandorf* (1991) showed that 100 ppm boron supplementation for one and two weeks, and/or 60 ppm for 3, 4 and 5 weeks had gained the ash content of the tibia in parent stock. Contrary, the conclusion of the feeding trials of *Rossi et al.* (1994) with Cobb broiler chickens was that 60 mg/kg boric acid dietary supplementation did not influence the ash content of the tibia.

Table 3. Effect of boron glycerinate supplementation on the length and weight of femur and tibia and on the ash, calcium and phosphorus content of tibia

Examined parameter	Control	Boron-glycerinate
Femur length (cm)	6.71±0.29 ^a	6.93±0.22 ^b
Femur weight (g)	6.14±1.04 ^a	7.58±1.14 ^b
Tibia length (cm)	8.60±0.42 ^a	9.24±0.26 ^b
Tibia weight (g)	8.07±1.28 ^a	9.76±2.03 ^b
Ash content of tibia (g/kg DM)	36.04±2.94 ^a	38.15±2.81 ^a
Calcium content of tibia (g/kg DM)	13.25±1.13 ^a	14.21±1.07 ^b
Phosphorus content of tibia (g/kg DM)	6.58±0.54 ^a	7.04±0.46 ^b

a, b: different superscripts within a row indicate significant differences ($P < 0.05$)

Boron glycerinate supplementation proved statistically ($P < 0.05$) beneficial effects on calcium and phosphorus content of tibia as shown in *Table 3*. Similarly, *Kurtoglu et al.* (2001) found that 5 and 25 ppm dietary boron supplementation positively influenced the calcium and phosphorus content of tibia in broiler chickens. Doses of boric acid between 50–250 ppm had significant effect on calcium content of blood plasma in laying hens (*Kurtoglu et al.* 2002). The same result can be found in the feeding trial report of *Wilson and Ruzler* (1997) that 50 ppm boric acid supplementation enhanced ash content. *Rossi et al.*

(1994) found that the ash content of tibia was slightly influenced by calcium, phosphorus and vitamin D3 (cholecalciferol) content of basal diet. 60 mg/kg boric acid dietary supplementation had neither effect on ash content of tibia, nor influence on frequency of occurrence of tibia-deformity (dyschondroplasia, TD). It was found that low levels of vitamin D3 (4, 8 and 100 IU/kg) had negative effect on live weight of animals and increased the frequency of occurrence of TD (Rossi *et al.* 1994). Contrary, in case of inadequate (125 IU/kg) and adequate (2000 IU/kg) vitamin D3 levels 5 and 25 ppm boron supplementation had favourable effects (Kurtoglu *et al.* 2001). In our study the vitamin D3 levels of feeds was the following: 4001 IU/kg in grower and 3000 IU/kg in finisher broiler diet. Fassani *et al.* (2004) also found that boric acid supplementation had no effects on the ash and calcium content of the tibia. The standpoint of latter authors is that the other microelements in feed interact with boron therefore they might modify the results.

CONCLUSION

In our feeding trial the starter, grower and finisher broiler feed had adequate levels of calcium (1.02, 0.96 and 0.89%, respectively), phosphorus (0.74; 0.70 and 0.65% total phosphorus, respectively) and vitamin D3 (4001 IU/kg in starter and grower and 3000 IU/kg in the finisher feed), and we found that 2.5 mg/kg boron glycerinate supplementation had beneficial effects on some parameters of tibia and femur. It is important to mention that boron supplementation for livestock animals has not been covered by EU legislation; it has not been registered yet as a feed additive. Irrespectively of EU legislation in force, the effects of boron supplementation on the production parameters of intensive growing broiler have been tested in many countries. According to our preliminary data it is concluded that boron supplementation can be a useful additive in developing the strength of skeleton in quick growing broilers.

A bór-glicerinát kiegészítés hatása a brojlercsirkék tibia és femur csontjának néhány paraméterére

KELEMEN FERENC¹ – RIGÓ ZSUZSA² – TÓTH TAMÁS³

¹ Novartis Magyarország Kft.
Budapest

² Fővárosi és Pest Megyei Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal
Élelmiszerlánc-biztonsági és Állategészségügyi Igazgatóság
Budapest

³ Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Állattudományi Intézet
Takarmányozástani Intézeti Tanszék
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

1500, *Cobb-500* genotípusú kakassal, 3 ismétlésben végzett etetési kísérletben (250 állat/ismétlés) a kezeletlen kontroll csoport mellett, 2,5 mg/takarmány kg bór-glicerinát kiegészítést alkalmaztak. A 38 napig tartó etetési kísérlet végén kezeléenként 15–15 átlagos testsúlyú (2100 ± 50 g) egyedeket levágtak és meghatározták a femur és a tibia csontok hosszát, súlyát, illetve a tibia Ca-, P- és hamutartalmát. A femur és a tibia hosszúsága és súlya a bór-glicerinát kiegészítésben részesülő egyedek esetében szignifikánsan ($P < 0,05$) nagyobb volt. A tibia csont nyershamu-tartalma kismértékben növekedett az alkalmazott bórkiegészítés hatására (kontroll: 36,04 g/kg szárazanyag, bór-glicerinát: 38,15 g/kg szárazanyag, NS különbség). A tibia Ca- és P-tartalma szignifikáns mértékben ($P < 0,05$) nagyobb volt a 2,5 mg/kg bór-glicerinát dózis hatására (Ca-tartalom: 13,25 g/kg sz.a. és 14,21 g/kg sz.a., P-tartalom: 6,58 g/kg sz.a. és 7,04 g/kg sz.a., az előző sorrendben). Előzete adataink azt igazolták, hogy a nagy növekedésű erélyű brojlerek esetében a csontváz megfelelő szilárdságának kialakításában a bórkiegészítés hatékony segítséget jelenthet.

Kulcsszavak: bór-glicerinát, bórkiegészítés, brojler, tibia, femur.

REFERENCES

- Barr, R. D. – Barton, S. A. – Schull, W. J. (1996): Boron levels in man: preliminary evidence of genetic regulation and some implications for human biology. *Med. Hypotheses*. **46**, 286–289.
- Cobb-technology guidelines* (Cobb-Vantress Inc., USA) (2005)
- Committee of Animal Welfare, Regulation on Animal Tests* (University of West Hungary) (2006)
- Elliot, M. A. – Edwards, H. M. (1992): Studies to determine whether an interaction exists among boron, calcium, and cholecalciferol on the skeletal development of broiler chickens. *Poult. Sci.* **71**, (4) 677–690.

- Fassani, E. J. – Bertechini, A. G. – Brito, J. AG. – Kato, R. K. – Fialho, E. T. – Geraldo, A.* (2004): Boron supplementation in broiler diets. *Rev. Brasil. Cienc. Avic.* **6**, (4), 213–217.
- Kelly, G. S.* (1997): Boron: A review of its nutritional interactions and therapeutic uses. *Alt. Med. Rev.* **2**, (1) 48–56.
- Kurtoglu, V. – Kurtoglu, F. – Coskun, B.* (2001): Effects of boron supplementation of adequate and inadequate vitamin D3-containing diet on performance and serum biochemical characters of broiler chickens. *Res. Vet. Sci.* **71**, (3) 183–187.
- Kurtoglu, V. – Kurtoglu, F. – Coskun, B. – Seker, E. – Balevi, T. – Cetingul, I. S.* (2002): Effects of boron supplementation on performance and some biochemical parameters in laying hens. *Rev. Med. Vet.* **153**, (12) 823–828.
- Lin, L. – Ying, Y.* (2003): Effect of boron on the performance and deposition of boron in tissues and organs of broilers. *Acta Zoonutrimenta Sinica.* **15**, (1) 49–53.
- Magyar Takarmánykódex* (Hungarian Feed Codex) (2004) (Budapest)
- Mézes M.* (2003): Mikroelemek. In: Schmidt, J. (szerk.): A takarmányozás alapjai. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 89–90.
- Nielsen, F. H. – Hunt, C. D. – Mullen, L. M.* (1987): Effect of dietary boron on mineral estrogen and testosterone metabolism in postmenopausal women. *FASEB. J.* **1**, 394–397.
- Nielsen, F. H.* (1994): Biological and physiological consequences of boron deprivation in humans. *Environ. Health Pers.* **102**, 59–63.
- Qin, X. – Klandorf, H.* (1991): Effect of dietary boron supplementation on egg production, shell quality, and calcium metabolism in aged broiler breeder hens. *Poult. Sci.* **70**, (10) 2131–2138.
- Rigó Zs. – Kelemen F. – Tóth T.* (2009): A bór- és krómkiegészítés hatása a brojlersirkék termelési mutatóira és a hús táplálékanyag összetételére. *Állattenyésztés és Takarmányozás.* **58**, (3) 255–264.
- Rossi, A. F. – Butcher, G. D. – Miles, R. D.* (1994): The interaction of boron with calcium, phosphorus and cholecalciferol in broilers. *J. Appl. Anim. Res.* **6**, (4) 151–160.
- Rossi, A. F. – Miles, R. D. – Damron, B. L. – Flunker, L. K.* (1993): Effects of dietary boron supplementation on broilers. *Poult. Sci.* **72**, (11) 2124–2130.
- Underwood, E. J. – Suttle, N. F.* (1999): Occasionally beneficial elements (boron, chromium, lithium, molybdenum, nickel, silicon, tin, vanadium). In: *Mineral Nutrition of Livestock. Third Edition.* CAB International. 514–517.
- Wilson, J. H. – Ruszler, P. L.* (1995): Effects of dietary boron on poultry bone strength. *Trans. ASAE.* **38**, (1) 167–170.
- Wilson, J. H. – Ruszler, P. L.* (1997): Effects of boron on growing pullets. *Biol. Trace Elem. Res.* **56**, (3) 287–294.
- Wilson, J. H. – Ruszler, P. L.* (1998): Long term effects of boron on layer bone strength and production parameters. *Br. Poult. Sci.* **39**, (1) 11–15.

Address of the authors – A szerzők levélcíme:

KELEMEN Ferenc
Novartis Hungary Ltd.
H-1114 Budapest, Bartók Béla u. 43–47.

RIGÓ Zsuzsa
Budapest and Pest County Agricultural Administrative Authority
Directorate for the Safety of the Food Chain and Animal Health
H-1135 Budapest, Lehel u. 43–47.

TÓTH Tamás
University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.
E-mail: ttamas@mtk.nyme.hu



Spórás baktériumok hőpusztulása 100 °C alatti hőkezelés esetében

SIPOS-KOZMA ZSÓFIA – ÁSVÁNYI BALÁZS – SZIGETI JENŐ – VARGA LÁSZLÓ

Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Élelmiszertudományi Intézet
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Munkánk során választ kívántunk kapni arra a kérdésre, hogy 100 °C alatti hőkezelés esetében milyen hosszú behatási idő szükséges a *Clostridium sordellii* (ATCC 9714) és a *Clostridium perfringens* (NCAIM-B-01417) spóráinak két nagyságrenddel történő csökkentéséhez. A hőkezelési kísérleteket 80 °C, 85 °C, 90 °C, 95 °C-on végeztük, eltérő hőtartási idők mellett.

Vizsgálataink során a *Clostridium sordellii* (ATCC 9714) spórák esetében 90 °C-on a 60. perc után három nagyságrendnyi spórapusztulás következett be, míg 95 °C -on a 36. percnél a spóraszám három nagyságrendnyi csökkenését tapasztaltuk.

Clostridium perfringens (NCAIM-B-01417) esetében 85 °C-on a 30. perc után, 90 °C-on a 10. perc után, míg 95 °C-on már a 6. perc után sikerült elérni a két nagyságrendnyi spórapusztulást, ezért ennél a mikroorganizmusnál lehetséges az alacsonyabb hőkezelési hőmérséklet alkalmazása a biztonságos spórapusztítás elérésére.

Kulcsszavak: *Clostridium sordellii*, *Clostridium perfringens*, hőkezelés.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Kísérletünkben két hőtűrő anaerob, patogén mikroorganizmus, a *Clostridium sordellii* (ATCC 9714) és a *Clostridium perfringens* (NCAIM-B-01417) spóráinak hőkezelés hatására bekövetkező pusztulását vizsgáltuk.

Clostridium perfringens, valamint *Clostridium sordellii* (Turcsán 2005) spórákat előzőleg már nyers hízott libamájából is izoláltak (Turcsán *et al.* 2001), melyek előfordulása ebben a nyersanyagban nagyban befolyásolja a májkészítmények előállításánál alkalmazott hőkezelési eljárások paramétereit, illetve a késztermék mikrobiológiai és organoleptikai minőségét.

A *Clostridium perfringens* Gram pozitív, nem mozgó, spórák, lekerekített végű, egyenes pálcák alakú baktérium, amely állhat egyesével vagy párosával. A baktérium előfordul a talajban, vízben, szennyvízben, az emberek és állatok bélsatornájában, különböző nyers és feldolgozott élelmiszerekben, főképp húsban és baromfiban (Rahman 1978, Rohrs 1994, Juneja et al. 2003).

A *Clostridium sordellii* Gram pozitív, obligát anaerob, rövid, vastos pálcika alakú peritrich csillós baktérium (Rode et al. 1971). Izolálták talajból (Smith 1975), egészséges ember székleteiből (Finegold et al. 1983), normál műtéti sebekből (Willis 1969, Sanderson et al. 1979), vérből (Lynch et al. 1980), valamint tályogokból, hüvelyből, fácán bélszakaszából (Mead et al. 1973), kutyák csontszövetéből csontvelőgyulladásnál (Walker et al. 1983), illetve csirkék hámszövetéről (Sneath 1986).

Kísérletünkben a víziszárnyas májából előállított félkonzervek tartósításához szükséges minimális hődózis értéket kívántuk meghatározni úgy, hogy a hőkezelési hőmérsékletek ne haladják meg a 100 °C-t. Erre azért lenne szükség, hogy a magyar víziszárnyas májából készült félkonzervek versenyképesek legyenek a hasonló francia termékekkel szemben, mivel a kevésbé szennyezett francia májakat alacsonyabb hőmérsékleten hőkezelik (95–98 °C), megőrizve a máj organoleptikus tulajdonságait, ezzel szemben a magyar májból készült félkonzervek esetében a magasabb, 105–108 °C hőmérsékletű hőkezelés szükséges.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Hőkezelési vizsgálatainkat a Mezőgazdasági és Ipari Mikroorganizmusok Nemzeti Gyűjteményéből (NCAIM), valamint a Pasteur Intézetből (Franciaország) beszerzett *Clostridium perfringens* (NCAIM-B-01417), illetve *Clostridium sordellii* (ATCC 9714) törzsekkel végeztünk.

A liofilezett, vákuumzárásos, dupla ampullában lévő törzseket Reinforced Clostridial Medium (RCM) (Merck KGaA, Darmstadt) táplevesben élesztettük fel és inkubáltuk anaerob körülmények között 37 ± 1 °C -on 7 napig.

Az inkubálási idő lejárta után tömény szuszpenziót állítottunk elő: az RCM táplevesben lévő tenyészetet 30 cm³-es steril centrifugacsövekbe adagoltuk és 10 °C-on 4500 g-n, 15 percig centrifugáltuk.

A centrifugálás után a felülúszót eltávolítottuk, majd 1/4-es erősségű Ringer oldattal való többszöri átmosás után tiszta szuszpenziót állítottunk elő.

Vegetatív sejtszám és spóraszám meghatározása

A tisztítást követően meghatároztuk a vegetatív sejtszámot és a kezdeti spóraszámot. Az előbbit Plate Count Agar (PC), illetve Tryptose Sulfite Cycloserine Agar (TSC) segítségével, az utóbbit pedig a minta 80 °C-on 10 percig tartó hőkezelése után ugyanezen táptalajokra történő leoltás segítségével. A lemezeket 37 ± 1 °C-on, 3 napig anaerob körülmények között inkubáltuk.

A spórázás elősegítése érdekében egy-egy centrifugacső tartalmát *Clostridium sordellii* (ATCC 9714) esetében 500 cm³ Norris és Ribbons (1971), míg *Clostridium perfringens* (NCAIM-B-01417) esetében 500 cm³ Duncan és Strong (1968) által ajánlott és azóta is alkalmazott (Byrne *et al.* 2006) spóráztató tápvelesbe helyeztük. Három napig 37 ± 1 °C-on, anaerob körülmények között inkubáltuk és az inkubációs idő lejártá után egy napra 4 ± 3 °C-os hűtőszekrénybe helyeztük.

Hőkezelési vizsgálatok

A spóraszám meghatározása céljából a mintákat 80 °C-on 10 percig tartó hőkezelésnek vetettük alá. A hőkezelési kísérletek során a *Clostridium sordellii* (ATCC 9714) és a *Clostridium perfringens* (NCAIM-B-01417) spóraszuszpenzió 10–10 cm³-ét steril kémcsőbe pipettáztuk és 80 °C, 85 °C, 90 °C, 95 °C hőmérsékletű vízfürdőben (1003; Gesellschaft für Labortechnik mbH, Burgnedel, Németország) hőkezeltük. *Clostridium sordellii* (ATCC 9714) esetében 80 °C-on és 85 °C-on 120 percig, 90 °C-on 96 percig, 95 °C-on pedig 36 percig végeztük a hőkezelési vizsgálatokat. 80 °C-on és 85 °C-on azért volt szükséges elvégezni a hőkezelési vizsgálatokat, hogy megállapítsuk, elérhető-e 2 nagyságrendnyi spórapusztulás a hőtartási idő 120. percére.

A *Clostridium perfringens* (NCAIM-B-01417) törzzsel 80 °C-on és 85 °C-on 45 percig, 90 °C-on 15, míg 95 °C-on 6 percig tartottak a hőkezelési vizsgálatok. A hőkezelt spóraszuszpenzióból lemezöntéses módszerrel PC táptalajon meghatároztuk a spóraszámot anaerob körülmények között 37 ± 1 °C-on, 2 napig inkubálva. Az inkubációs idő lejártá után a csíraszámot az értékelésbe bevont lemezekon megszámlált telepszámok súlyozott átlagaként adtuk meg a hígítás mértékének figyelembe vételével. A hőkezelési vizsgálatokat 3–3 független ismétléssel, 2 párhuzamos kísérletben végeztük.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Vegetatív sejtszám és spóraszám eredmények

Felszaporításkor a *C. sordellii* (ATCC 9714) és a *C. perfringens* (NCAIM-B-01417) vegetatív sejt- és spóraszámai az 1. táblázat szerint alakultak:

A spóráztatás után elért spóraszám *Clostridium sordellii* (ATCC 9714) esetében 4,21x10⁵ CFU/cm³, *Clostridium perfringens* (NCAIM-B-01417) esetében pedig 2,84 x10⁴ CFU/cm³ volt.

Hőkezelési kísérletek eredményei

A túlélő sejtek logaritmusát az idő függvényében ábrázolva a túlélési görbét kapjuk (Deák 2006). A túlélési görbe ideális esetben teljes egészében, attól eltérő esetekben csak egy bizonyos szakaszban lineáris, vagyis az élősejtszám változása nem mindig exponenciális jellegű (Deák *et al.* 1999) (1. és 2. ábra).

1. táblázat *Clostridium sordellii* (ATCC 9714) és a *Clostridium perfringens* (NCAIM-B-01417) vegetatív alakjainak és spóráinak száma közvetlenül felélesztés után

Table 1. Vegetative cell counts and initial spore counts of *Clostridium sordellii* (ATCC 9714) and *Clostridium perfringens* (NCAIM-B-01417)

	Vegetatív sejt (CFU/cm ³) (1)		Spóraszám (CFU/cm ³) (2)	
	PC táptalaj (3)	TSC táptalaj (4)	PC táptalaj (3)	TSC táptalaj (4)
<i>Clostridium sordellii</i> (ATCC 9714)	7,72x10 ³	6,80x10 ³	1,62x10 ³	1,51x10 ³
<i>Clostridium perfringens</i> (NCAIM-B-01417)	< 1,00x10 ⁰	< 1,00x10 ⁰	< 1,00x10 ⁰	< 1,00x10 ⁰

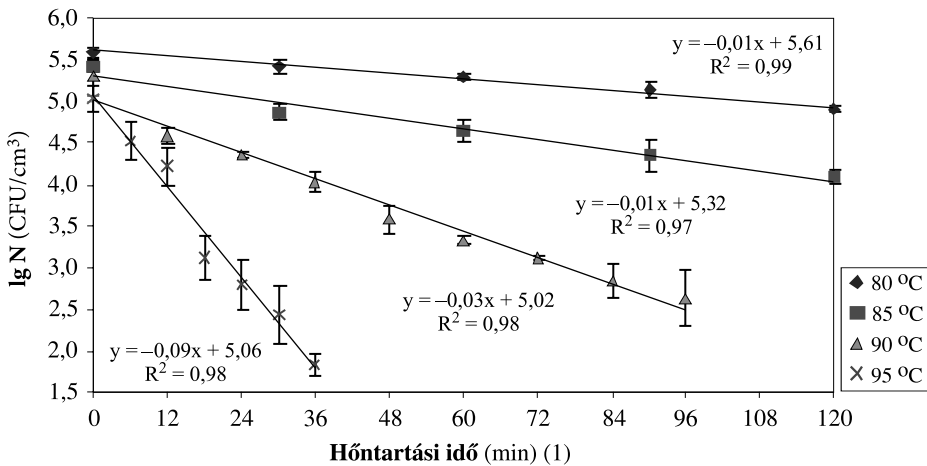
(1) vegetative cell count (CFU/cm³), (2) initial spore count (CFU/cm³), (3) PC agar, (4) TSC agar

1. ábra *Clostridium sordellii* (ATCC 9714) túlélési görbéje
80 °C, 85 °C, 90 °C, 95 °C-on

Figure 1. Survival curves of *Clostridium sordellii* (ATCC 9714)

at 80 °C, 85 °C, 90 °C and 95 °C

(1) time (min)



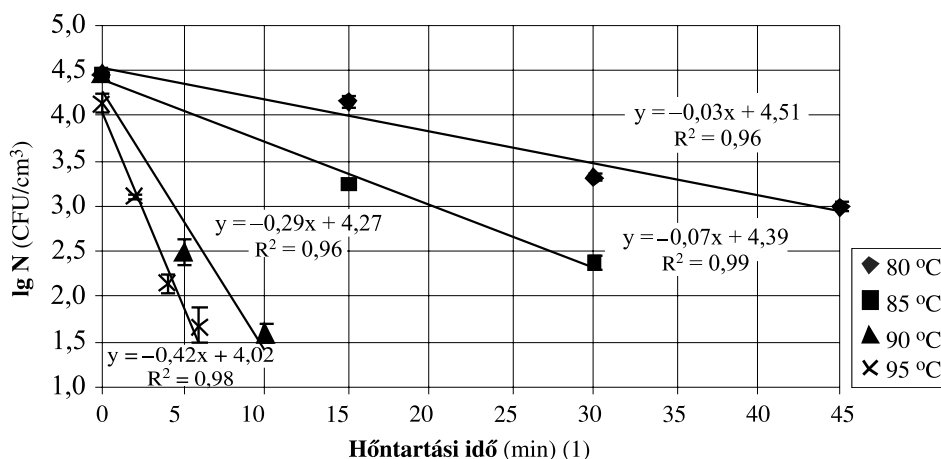
Az 1. ábrán látható *Clostridium sordellii* (ATCC 9714) túlélési görbéiből megállapítható, hogy 80 °C-on a kiindulási spóraszámában nem következett be lényegi csökkenés, ellenben 85 °C-on a 2,72x10⁵ CFU/cm³-es spóraszám egy nagyságrenddel csökkent (1,26x10⁴ CFU/cm³) a 120 percig tartó hőkezelés alatt. 90 °C-on a kezdeti 2,4x10⁵ CFU/cm³-es spóraszám a 96 perces hőntartási időtartam során két nagyságrenddel csökkent (5,19x10² CFU/cm³). 95 °C-on a hőntartás 36. percére a kiindulási 1,16x10⁵ CFU/cm³ mennyiségben lévő spóraszámában 3 nagyságrendnyi csökkenés következett be (7,06x10¹ CFU/cm³).

Clostridium perfringens (NCAIM-B-01417) túlélési görbéiből (2. ábra) megállapítható, hogy 80 °C-on a kiindulási 2,84x10⁴ CFU/cm³-es spóraszám a hőntartási idő 45. percére

egy nagyságrenddel csökkent ($9,97 \times 10^2$ CFU/cm³). A 85 °C-on végzett vizsgálat esetében 30 perc után a spóraszám $2,36 \times 10^2$ CFU/cm³ volt, a hűtési idő 45. percében pedig már nem volt kimutatható spóramennyiség. 90 °C-on a *C. perfringens* (NCAIM-B-01417) kiindulási élősejtszáma $2,78 \times 10^4$ CFU/cm³ volt, ami a hőkezelés 10. percére három nagyságrendet csökkent ($4,0 \times 10^1$ CFU/cm³), míg a 15 perces hűtési időnél már nem tudtunk spórás alakot kimutatni. 95 °C-on a hőkezelés 6 perce alatt a kezdeti $2,79 \times 10^4$ CFU/cm³-es spóraszám $5,00 \times 10^1$ CFU/cm³-re csökkent.

2. ábra *Clostridium perfringens* (NCAIM-B-01417) túlélési görbéje
80 °C, 85 °C, 90 °C, 95 °C-on

Figure 2. Survival curves of *Clostridium perfringens* (NCAIM-B-01417)
at 80 °C, 85 °C, 90 °C and 95 °C
(1) time (min)



A túlélési görbe lineáris szakaszáról a tizedelési idő (D) közvetlenül leolvasható, az az időtartam, amely alatt az egyenes egy logaritmikus ordináta-szakaszon halad át:

$$D = \frac{t}{\lg N_1 - \lg N_2}, \text{ ahol}$$

t az adott hőmérsékleten végzett teljes hőkezelési idő

$\lg N_1$ a kiindulási sejtszám logaritmikus értéke,

$\lg N_2$ a hőkezelés végi sejtszám logaritmikus értéke (Deák 1979).

A *Clostridium sordellii* (ATCC 9714) és a *Clostridium perfringens* (NCAIM-B-01417) tizedre csökkenési idejét (D) a 2. és a 3. táblázatban foglaltuk össze.

A tizedelési idő (D) a *C. perfringens* spórák esetében vizsgálatunk szerint 30,84 perc (D_{80}) és 2,45 perc (D_{95}) között alakult. Byrne et al. (2006) ugyanezen fajnál nagyobb D értékeket határoztak meg: 30,6 perc (D_{90}) és 1,9 perc (D_{100}). Bradshaw et al. (1977) által

publikált D érték 0,5 és 0,95 perc (D_{110}) között alakult marhahúslevesben. *Sarker et al.* (2000) 124 és 30 perc közötti D_{100} értékeket mértek levestenyészetben, *Juneja et al.* (2003) 15,5 és 28,1 perc közötti D_{100} értékeket tapasztaltak marhahúslevesben.

2. táblázat *Clostridium sordellii* (ATCC 9714) tizedelési, lg D és lg t értékei

Table 2. D, lg D and lg t values of *Clostridium sordellii* (ATCC 9714)

Hőkezelés hőmérséklete (°C) (1)	Tizedelési idő-D (min) (2)	lg D (3)	lg t
80 °C	175,60	2,24	3,32
85 °C	90,55	1,95	3,03
90 °C	36,24	1,56	2,64
95 °C	11,22	1,05	2,13

(1) temperature (°C), (2) D value (min), (3) lg D value

3. táblázat *Clostridium perfringens* (NCAIM-B-01417) tizedelési, lg D és lg t értékei

Table 3. D, lg D and lg t values of *Clostridium perfringens* (NCAIM-B-01417)

Hőkezelés hőmérséklete (°C) (1)	Tizedelési idő-D (min) (2)	lg D (3)	lg t
80 °C	30,84	1,49	2,57
85 °C	14,47	1,16	2,24
90 °C	3,51	0,54	1,62
95 °C	2,45	0,39	1,47

(1) temperature (°C), (2) D value (min), (3) lg D value

Amennyiben a tizedelési idők logaritmusát a hőmérséklet függvényében ábrázoljuk, ideális esetben egyenest kapunk. Ezt az egyenest rezisztencia vagy pusztulási görbének nevezzük. A gyakorlatban általában a hőmérséklet függvényében a többségi pusztulási időket szokták ábrázolni, ebben az esetben a többségi pusztulási görbét kapjuk (*Deák et al.* 1999) (3. és 4. ábra).

A 3. és 4. ábrán látható többségi pusztulási görbére illesztett egyenesek meredeksége alapján a z-érték és a hőmérsékleti együttható (Q_{10}) kiszámítható az alábbi képlet alkalmazásával:

$$Q_{10} = 10^{\frac{10}{z}} \quad (\text{Deák et al. 1999})$$

A z-érték és a többségi pusztulási görbe között függvényszerű kapcsolat van az alábbi összefüggés alapján:

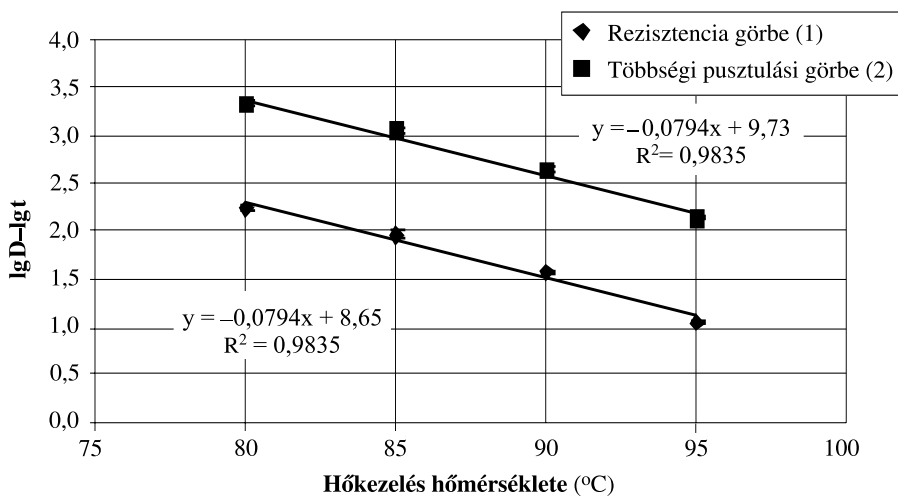
$$\text{tg}\alpha = -\frac{1}{z}$$

A számított z-érték *Clostridium sordellii* (ATCC 9714) esetében 12,59 °C, Q_{10} értéke pedig 6,22, azaz a hőmérséklet 10 °C-kal való emelése 6,22-szorosára növeli a törzs pusztulási sebességét. *Turcsán* (2005) ennél nagyobb z-értéket határozott meg (17,63 °C) a *C. sordellii* esetében.

3. ábra *Clostridium sordellii* (ATCC 9714)
hőrezisztencia- és többségi pusztulási görbéje

Figure 3. Thermal resistance and death time curves
of *Clostridium sordellii* (ATCC 9714)

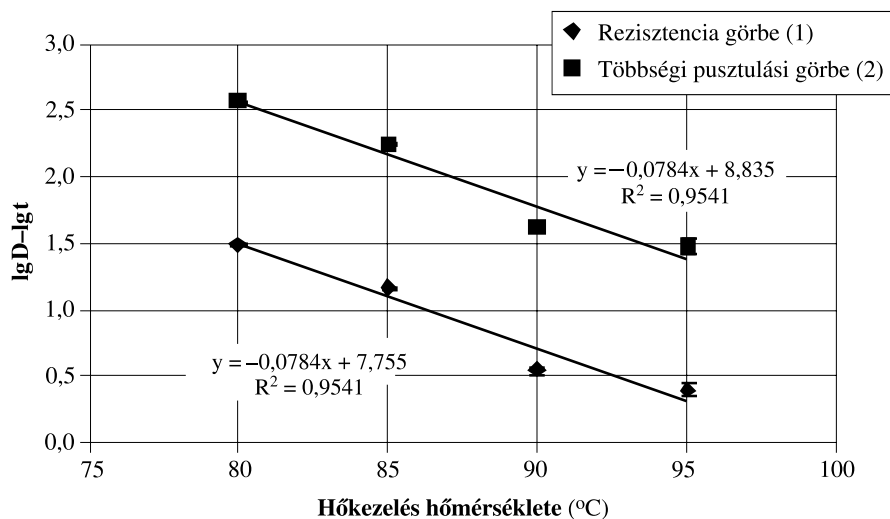
(1) thermal resistance curve, (2) death time curve, (3) temperature (°C)



4. ábra *Clostridium perfringens* (NCAIM-B-01417)
hőrezisztencia- és többségi pusztulási görbéje

Figure 4. Thermal resistance and death time curves
of *Clostridium perfringens* (NCAIM-B-01417)

(1) thermal resistance curve, (2) death time curve, (3) temperature (°C)



Clostridium pefringens (NCAIM-B-01417) esetében a z-érték 12,75, míg a Q_{10} érték 6,08. Byrne *et al.* (2006) ennél kisebb 8,30 °C-os z-értékről számoltak be, míg Asselt és Zwietering (2006) eredménye szerint 16,80 °C a *Clostridium perfringens* (NCAIM-B-01417) z-értéke.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az eltérő D értékek a *C. perfringens* spórák hőellenállására ható tényezőknél köszönhetőek. Ezek lehetnek az eltérő törzsek, a környezeti tényezők (pl. tenyésztési hőmérséklet, tápközeg, korábbi hőstressz stb.), a mátrix összetétele a hőkezelés során (szénhidrátok, fehérjék, zsírok mennyisége), a vízkaktivitás (a_w), a pH, a hozzáadott tartósítószer (sálsók, nitritek, só) és a kísérleti terv.

Az elvégzett vizsgálatokból és eredményekből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy *Clostridium sordellii* (ATCC 9714) esetében 80 °C-on a biztonságos spórapusztításhoz nem elegendő a 120 percig tartó hőntartási idő. Ugyanez vonatkozik a 85 °C-on végzett vizsgálatokra, tehát ezeken a hőntartási hőmérsékleteken nincs értelme a hőkezelésnek a *Clostridium sordellii* (ATCC 9714) spórák hőmérséklettel szembeni rendkívül nagy ellenállósága miatt.

A *Clostridium sordellii* (ATCC 9714) spórák esetében 95 °C-on 23 perc szükséges a spóraszám két nagyságrendnyi csökkenéséhez

Clostridium perfringens (NCAIM-B-01417) esetében 85 °C-on a 29 percre, míg 95 °C-on 5 percre van szükség a spórák két nagyságrendnyi csökkenéséhez, ezért ennél a mikroorganizmusnál lehetséges az alacsonyabb hőkezelési hőmérséklet alkalmazása a biztonságos spórapusztítás eléréséhez.

Azonban ahhoz, hogy megfelelő minőségű végterméket tudjunk előállítani nem elegendő a hőkezelés optimális hőmérsékletének meghatározása, vagy hosszabb hőntartási idő alkalmazása, fontos a megfelelő minőségű alapanyag felhasználása, a helyes gyártási gyakorlat betartása, valamint a termelés során alkalmazott jó higiéniai gyakorlat.

Mivel a félkonzervekben gyakran előfordulnak az általunk vizsgált mikroorganizmusok, ezért ajánlatos lenne további kísérleteket követően megfontolni a félkonzervek általunk is alkalmazott hőmérsékleten történő hőkezelését.

Heat destruction of spore-forming bacteria by thermal treatments below 100 °C

ZSÓFIA SIPOS-KOZMA – BALÁZS ÁSVÁNYI – JENŐ SZIGETI – LÁSZLÓ VARGA

University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Science
Institute of Food Science
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

The purpose of this study was to determine whether thermal treatments below 100 °C are capable of reducing spore populations of *Clostridium sordellii* (ATCC 9714) and *Clostridium perfringens* (NCAIM-B-01417) by 2 log cycles. With varying holding times, the temperatures tested ranged from 80 °C to 95 °C. As for the trials conducted with *C. sordellii* (ATCC 9714) at 90 °C and 95 °C, decreases of three and four orders of magnitude in spore counts were observed after 60 min and 36 min, respectively.

In the case of *C. perfringens* (NCAIM-B-01417), heating at 85 °C, 90 °C and 95 °C resulted in a decrease of 2 log cycles in spore counts after 30 min, 10 min and 6 min, respectively. In conclusion, as compared to *C. sordellii* (ATCC 9714) spores, decreased temperatures may be applied for the effective destruction of *C. perfringens* (NCAIM-B-01417) spores.

Keywords: *Clostridium sordellii*, *Clostridium perfringens*, heat-treatment.

IRODALOM

- Asselt, E. D. – Zwietering, M. H. (2006): A systematic approach to determine global thermal inactivation parameters for various food pathogens. *International Journal of Food Microbiology* **107**, 73–82.
- Bradshaw, J. G. – Peeler, J. T. – Twedt, R. M. (1977): Thermal inactivation of ileal loop-reactive *Clostridium perfringens* type A strains in phosphate buffer and beef gravy. *Applied and Environmental Microbiology* **34**, 280–284.
- Byrne, B. – Dunne, G. – Bolton, D. J. (2006): Thermal inactivation of *Bacillus cereus* and *Clostridium perfringens* vegetative cells and spores in pork luncheon roll. *Food Microbiology* **23**, 803–808.
- Deák T. (1979): Tartósítóiipari technológia. Kertészeti Egyetem, Budapest, 144–146.
- Deák T. – Lukosovics F. – Reichart O. – J. Román M. (1999): Mikrobiológiai gyakorlatok II. Interagent Kiadó és Nyomda Kft, Budapest, 67–72.
- Deák T. (2006): Élelmiszer-mikrobiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 47.
- Duncan, C. L. – Strong, D. H. (1968): Improved medium for sporulation of *Clostridium perfringens*. *Applied Microbiology* **16**, 67–89.
- Finegold, S. M. – Sutter, V. L. – Mathisen, G. E. (1983): Normal indigenous intestinal flora In Hentges D. J. (ed.), *Human Intestinal Microflora in Health and Disease*, Academic Press, New York, 3–31.
- Juneja, V. K. – Novak, J. S. – Huang, L. – Eblen, B. S. (2003): Increased thermotolerance of *Clostridium perfringens* spores following sublethal heat shock. *Food Control* **14**, 163–168.
- Lynch, J. M. – Anderson, A. – Camacho, F. R. – Winters, A. K. – Hodges, G. R. – Barnes, W. G. (1980): Pseudobacteremia caused by *Clostridium sordellii*. *Archives of Internal Medicine* **140**, 65–68.

- Mead, G. C. – Chamberlain, A. M. – Borland, E. D. (1973): Microbial changes leading to the spoilage of hung pheasants, with special reference to the clostridia. *Journal of Applied Bacteriology* **36**, 270–287.
- Norris, J. R. – Ribbons, D. W. (1971): *Methods in Microbiology*. Academic Press, London and New York, 331.
- Rahman, M. (1978): Free sporing *Cl. welchii* in ordinary laboratory media and conditions. *American Journal of Clinical Pathology* **31**, 359–360.
- Rode, L. J. – Pope, L. – Filip, C. – Smith, L. D. S. (1971): Spore appendages and taxonomy of *Clostridium sordellii*. *Journal of Bacteriology*, 1384–1389.
- Rohrs, B. (1994): *Clostridium perfringens*: Not the 24 hour flu. Center for Food Safety & Applied Nutrition, MMWR **43**.
- Sanderson, P. J. – Wren, M. W. D. – Baldwin, A. W. F. (1979): Anaerobic organisms in postoperative wounds. *Journal of Clinical Pathology* **32**, 143–147.
- Sarker, M. R. – Shivers, R. P. – Sparks, S. G. – Juneja, V. K. – McClane, B. A. (2000): Comparative experiments to examine the effects of heating on vegetative cells and spores of *Clostridium perfringens* isolates carrying plasmid genes versus chromosomal enterotoxin genes. *Applied and Environmental Microbiology* **66**, 3234–3240.
- Smith, L. D. S. (1975): Inhibition of *Clostridium botulinum* by strains of *Clostridium perfringens* isolated from soil. *Journal of Applied Bacteriology* **30**, 319–323.
- Sneath, P. H. A. (1986): Endospore-forming Gram-positive rods and cocci In *Sneath, P. H. A. – Mair, N. S. – Holt, J. G.* (eds) *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 2nd ed., Williams & Wilkins. Baltimore, Hong Kong, London, Sydney, 1190.
- Turcsán, J. – Varga, L. – Turcsán, Zs. – Szigeti, J. – Farkas, L. (2001): Occurrence of anaerobic bacterial spores, clostridial and *Clostridium perfringens* spores in raw goose livers from a poultry-processing plant in Hungary. *Journal of Food Protection* **64** (8), 1252–1254.
- Turcsán J. (2005): Minőségbiztosítás a hízott libamáj előállításában, különös tekintettel az élelmiszeripari feldolgozás folyamatára. Doktori (PhD) Értekezés, Mosonmagyaróvár, 88, 96.
- Walker, R. D. – Richardson, D. C. – Bryant, M. J. – Draper, C. S. (1983): Anaerobic bacteria associated with osteomyelitis in domestic animals. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **182**, 814–816.
- Willis, A. T. (1969): *Clostridia of wound infection*. Butterworth and Co., London.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

SIPOS-KOZMA Zsófia – ÁSVÁNYI Balázs – SZIGETI Jenő – VARGA László
Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Élelmiszertudományi Intézet
H-9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15–17.



A szalmapellet-előállítás és -felhasználás gazdaságossági kérdései

TESCHNER GERGELY – HEGYI JUDIT

Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Gazdaságtudományi Intézet
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Munkánk során megpróbáltuk néhány gazdaságossági mutatószám segítségével bemutatni azt, hogy a szalmapellet tüzelési technológiának van-e létjogosultsága a jelenleg elterjedt gáz- és faalapú háztartási fűtési rendszerek mellett. Irodalmi adatok alapján a magyar mezőgazdaság rendelkezik azon potenciális erőforrásokkal, amelyek alapanyagként szolgálnak a szalma tűzipelletként való alkalmazásához. Középtávra vonatkozó számításaink azt mutatják, hogy a jelenlegi árakon számolva, – az üzemeltetési költséget alapul véve – előnyös döntés a háztartások számára, ha a pellettüzelésű kazán használatát választják. Szalmapellet fűtőanyagként való alkalmazása esetén a tényleges megtérülés a 4. év során következik be a gázkazánnal történő fűtési megoldáshoz képest.

A sok tekintetben nehézségbe ütköző (csak néhány üzem működik Magyarországon és azok sem mutatnak adatszolgáltatási készséget) üzemgazdasági adatok megszerzése, és azok feldolgozása után kiszámításra kerültek egy komplett pelletáló gépsor gazdaságossági mutatói. A pelletáló üzemi gépsor beruházásának megtérülése a statikus megtérülési mutató alapján 4. évre, míg a dinamikus megtérülését figyelembe véve a 7. évre tehető.

A kapott eredményeket alapul véve arra a következtetésre jutottunk, hogy a szalmapellet-tüzeléses technológia felveheti a versenyt a hasonló komfortérzetű gáztüzeléssel szemben, továbbá kiépült piacot feltételezve, jó befektetési lehetőséget jelent a szalma pellet gyártása is, önálló vagy mint mezőgazdasági alaptevékenységeket kiegészítő tevékenység is.

Kulcsszavak: szalmapellet, megtérülés, fűtőanyag.

BEVEZETÉS

Az EU primer energiafogyasztásának 40%-át az épületek fűtése, a háztartási melegvíz előállítás, illetve az ipari folyamatokhoz alkalmazott fűtés teszi ki. A fűtésre felhasznált energia mennyisége meghaladja a közlekedésben felhasználtat. Hatalmas potenciál rejtőzik

a megújuló energiaforrásokban (biomassza, napenergia, geotermikus energia). Az ausztriai Wels-ben megrendezett, 2009-es Európai Pelletkonferencián a pelletpiac dinamikus fejlődését, a fogyasztás megkétszereződését prognosztizálták. A fapellet előállításához felhasznált alapanyag mennyisége szűkös, ezért ismét előtérbe kerültek azok a kutatások, amelyek az egyéb nyersanyagforrásokat – erdészeti és mezőgazdasági melléktermékeket, energiafűveket – tesztelik.

A fent jelzett irányvonalak, a fosszilis energiahordozóktól való függetlenedés igénye, illetve a gazdasági válság együttesen előtérbe helyezi a szalma pelletként való hasznosításának lehetőségét. A szalma a mezőgazdaság mellékterméke, melyet az idők során a növénytermesztés és az állattenyésztés mindig is felhasznált valamilyen (hagyományos) módon. Napjainkban a szalma új típusú – szalmapelletként történő – hasznosításával új termék jelenik meg a mezőgazdasági termékek piacán. A nagyobb feldolgozási szinttel nagyobb jövedelemre tehetnek szert a pelletet előállító gazdaságok. A tevékenységnek szerepe lehet a foglalkoztatásban is, mivel kihasználhatók azok az időszakok, amelyek kisebb emberi erőforrást igényelnek a primer termelésben.

Vizsgálatunk a szalma, mint növényi eredetű melléktermék pelletálásának lehetőségével, illetve a kész fűtőanyag felhasználásával foglalkozik. Arra kerestük a választ, hogy a pellet, mint energiaforrás, fel tudja-e venni a versenyt az egyéb – hagyományos – megoldásokkal szemben. Kutatásunk két oldalról közelíti meg a biomassza ilyen irányú hasznosítását. Egyrészt azt vizsgáltuk, hogy a háztartásoknak, mint fogyasztóknak, származnak-e előnyei a pellettüzeléses fűtési rendszer alkalmazásából, másrészt pedig azt, hogy a pelletelőállító tevékenységnek van-e létjogosultsága a hazai viszonyok között.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A szalma energetikai felhasználása

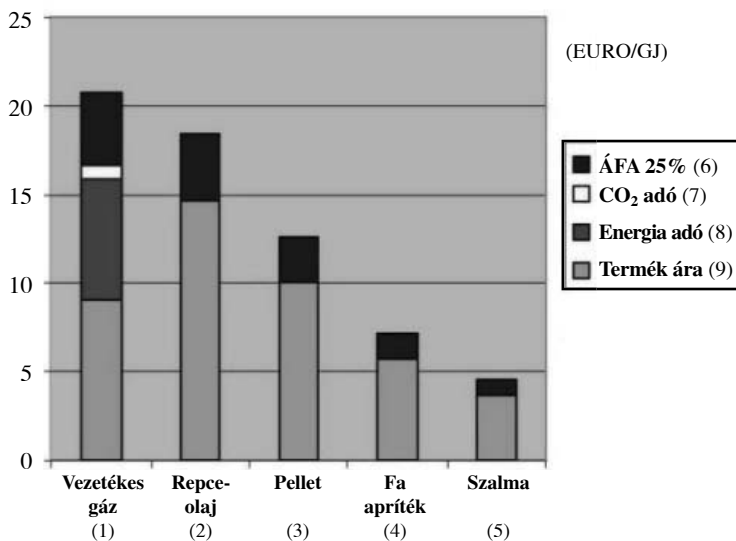
Dániában a pelletfelhasználás 450.000 tonna évente. Ebből 300.000 tonna faipari melléktermékekből származik, 150.000 tonna pedig szalma alapú. Dánia importra szorul, mivel a bútorgyártás volumene nem akkora, hogy az abból származó melléktermék fedezze az igényeket. Főként Skandináviából és Észak-Amerikából szállítják a fa aprítékot (Bjerg 2004). A dán kormány évi 1%-os részarány-növekedést célzott meg. Ez azt jelenti, hogy a megújuló energia részaránya 2030-ra eléri a 35%-ot. Jól tükrözi a kormány energiapolitikáját a különböző energiahordozókra kivetett adók (1. ábra) nagyságrendje. A szalma üzembe való szállítása során környezetterhelés következik be. Ennek mértéke függ a szállítási távolságtól, a jármű típusától és a szállítandó tömegtől. Egy átlagos szállító kamion 2–3 km-en 1 l dízelolajat fogyaszt, amelynek CO₂ kibocsátása 2,7 kg. Így a mérleg egyik oldalán a CO₂ kibocsátás becsült értékét, ami km-enként 1 kg, a mérleg másik oldalán a szállított alapanyag energiatartalmát érdemes feltüntetni. A raktérben elhelyezett 11–12 t szalma energiatartalma 170–180 GJ (Nikolaisen 2006).

Tehát például 15 km-es szállítási távolság esetében 170 GJ szalmában tárolt energia szállítása 15 kg CO₂ nagyságú terhet jelent a környezet számára.

1. ábra Fűtőanyagok árai és az azokra kivetett adók 2001-ben

(Forrás: Bjerg, J. 2004)

Figure 1. Prices and taxes of fuels in 2001

(1) natural gas, (2) rape seed oil, (3) pellet, (4) wood chips, (5) straw,
(6) VAT 25%, (7) CO₂ tax, (8) energy tax, (9) product price**Az alapanyag-ellátás**

Magyarországon a szántóföldi növénytermesztésben számos melléktermék keletkezik a termelés során. Ilyen a különböző gabonafélék szalmája, a kukoricaszár, kukoricacsutka és egyéb növények származékai. Ezek a termékek tüzelési célra is felhasználhatók.

A mezőgazdaságban keletkezett biomasszából a főtermék 29–30 millió tonnát, a melléktermék pedig 26–28 millió tonnát tesz ki.

A melléktermékek felhasználási szerkezetét a következő megoszlás jellemzi:

- takarmányozásra kerül 5,1%
- alom 6,9%
- tüzelő 3,2%
- gyökér és tarlómaradvány 15,0%
- földeken marad 63,3%
- egyéb 5,7%

A „földön fekvő” potenciális erőforrás a melléktermékek 63,3%-át teszi ki, amely 17 millió tonna biomassza mennyiséget jelent (URL¹). A növényi eredetű biomassza főtermékei közül 60%-ot, a melléktermékek közül nagyjából 90%-ot a gabonafélék képezik (URL², Réczey 2007).

A Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium 2009-es álláspontja alapján 5,4 millió tonna mezőgazdasági melléktermék gyűjthető be reálisan (Varga 2009).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A szalmapelletre, mint fűtési alapanyagra vonatkozó vizsgálatunkat két területen folytattuk le. Egyrészt a fogyasztói oldal lehetőségeit mértük fel a felhasználás szempontjából, másrészt a gyártói oldal tevékenységének gazdaságosságát elemeztük. Számításainkat primer és szekunder adatok felhasználásával végeztük.

A háztartások – mint potenciális fogyasztói kör – vizsgálatánál a fűtési módszereknél felmerülő bekerülési és üzemeltetési költségek összehasonlításának módszerét alkalmaztuk. Az eljárás feltétele, hogy a párhuzamba vont változók műszaki–technikai szempontból összevethetők legyenek. A költségek vizsgálatakor a fajlagos – teljesítményegységre jutó – költségek összehasonlítását végeztük el, mivel ezzel a műszaki–technikai analízis hiányosságaiból eredő hibák kiküszöbölhetőek. A felhasznált adatokat két, egymástól független fűtéstechnikai szakember személyes interjújából vontuk be az elemzésbe. (A szakemberek segítségével sikerült kiválasztani a vizsgált kazántípusokat is). A szekunder adatok a KSH-tól és a Szent István Egyetem Víz- és Környezetgazdálkodási Karától (Szarvas) származnak.

A pelletáló üzem gazdasági elemzése során az adatokat a Magyar Pellet Szövetség szolgáltatotta. A vizsgálathoz a beruházáshoz kapcsolódó értékadatokat, illetve a vizsgált termék előállítási költség-szerkezetének elemeit használtuk fel. A beruházás gazdaságosságának számításánál statikus, illetve dinamikus módszert alkalmaztunk és a megtérülési idő (PR), a jelenérték (PV) a nettó jelenérték (NPV), fedezeti volumen mutatószámok segítségével határoztuk meg az eredményeket.

EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

Pellet felhasználásának vizsgálata

A háztartások számára a fűtési rendszer kiválasztása nagy odafigyelést igényel, mivel ez a beruházás jelentős költséggel jár. A döntésnél figyelembe kell venni a kazán árát, hatásfokát, valamint az üzemeltetési költséget. A szalmapelletnek számos konkurense van jelen az energetikai piacon. Vizsgálatunkba versenytársakként a vezetékes gázzal és a tűzifával való fűtési megoldásokat vontuk be, mivel a háztartások esetében ezek a legelterjedtebb fűtési technológiák. A forgalomba hozott kazánfélések között a fogyasztói árat tekintve nagy a szóródás. A piaci kínálatban nehéz összehasonlítani a termékeket, mivel a gyártóknál nagyon széles a minőségi és árspektrum. A 2. ábrán az átlagos bruttó fogyasztói árat határoztuk meg egy cég azonos minőségi jellemzőkkel rendelkező termékei alapján és azt egységnyi teljesítményre vetítettük az egyes kazánfélésekhez kapcsolódóan.

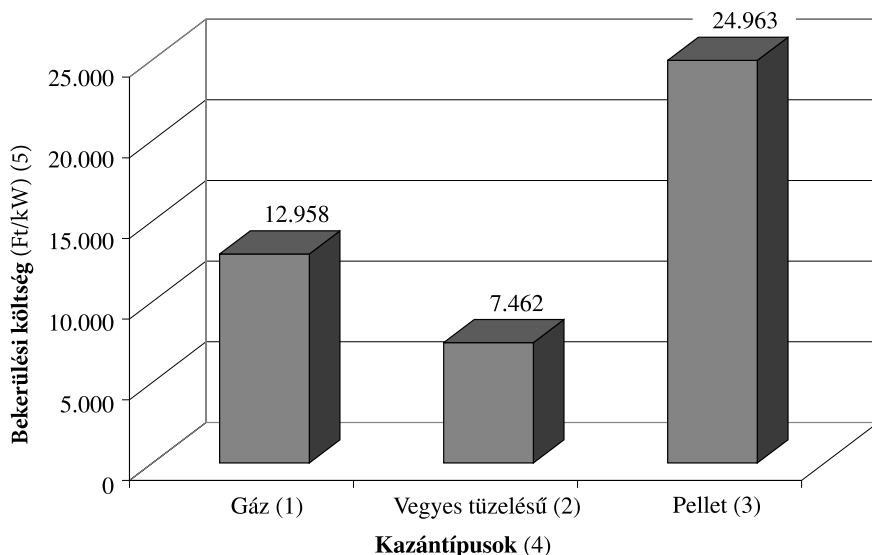
Az üzemeltetést elemezve fontos összehasonlítani a háztartások számára felhasználható energiaforrásokat. A beruházásnál egyik leglényegesebb szempont – amit a döntés előkészítésnél, és a vásárlásnál számításba veszünk – a *beruházás megtérülési ideje*. Ennek szemléltetéséhez egy szimulációs példát használtunk a következő alapadatokkal. A fűteni kívánt terület 200 m² mely 80 GJ energiát igényel évente. A példába bevont kazántípusok:

vegyes tüzelésű, gáz- és pelletkazán, 25–30 kW teljesítménnyel. A példában szereplő 200 m² fűtési költségét 10 évre vonatkozóan számítottuk ki, aktuális árakat és azt feltételezve, hogy a három kazántípus üzemeltetési költségének arányai sem fognak változni.

2. ábra A kazántípusok egységnyi teljesítményre jutó bruttó fogyasztói ára 2008-ban (november) (Forrás: saját számítás)

Figure 2. Gross consumer price of boiler types per unit efficiency in year 2008 (november) (Source: own calculation)

(1) gas, (2) mixed heating, (3) pellet,
(4) type of boiler, (5) historical cost (HUF/kW)



A 3. ábrán megfigyelhető, az üzemeltetési költséget alapul véve, hogy a szalmapellet égetésének költsége az évek alatt szorosan a fatüzelés mellett halad, alul marad a gázhoz képest. Másrészt az adattengelyek (gáz, szalmapellet) egymáshoz viszonyított szöge elárulja, hogy a különbség az idő múlásával egyre növekszik.

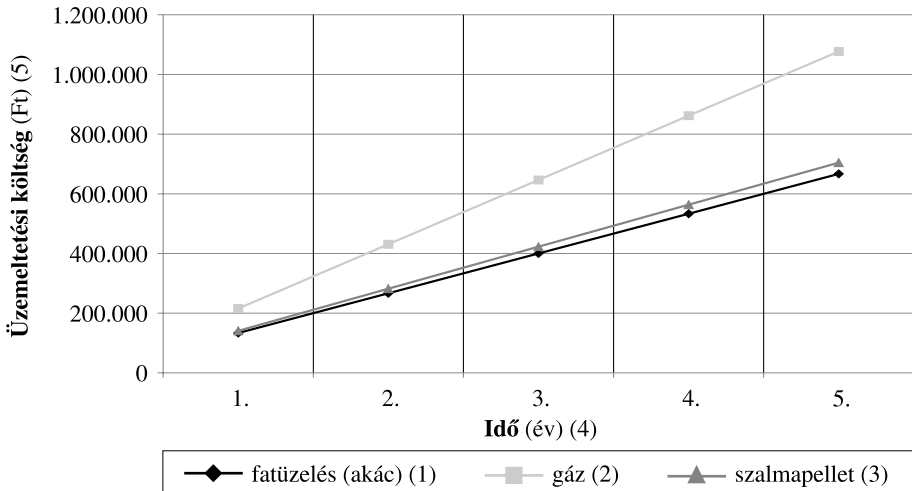
A 4. ábra szemlélteti az összes költséget (bekerülési és üzemeltetési), a három kazántípusra vonatkoztatva. A megtérülési időt tekintve, a pellettel működő kazán a 4. év végétől alacsonyabb üzemeltetési költséggel működtethető a gázkazánnál.

A háztartási fűtési rendszereknél nem számolhatunk jövedelemmel, ebből következően megtérülési időt sem lehet számolni. Ezért az összehasonlítás szempontjából azt érdemes figyelembe venni, hogy a különböző fűtési rendszerek egymáshoz viszonyítva mekkora előnnyel rendelkeznek a költségeket illetően. Ezt az előnyt használtuk fel a „megtérülési idő” számításánál, amely a számításba vont költségadatokat egymáshoz viszonyított helyzetét mutatja az idő dimenziójában.

3. ábra Üzemeltetési költségek alakulása 5 évre vonatkoztatva
(Forrás: saját számítás)

Figure 3. Conformation of upkeeps in 5 years
(Source: own calculation)

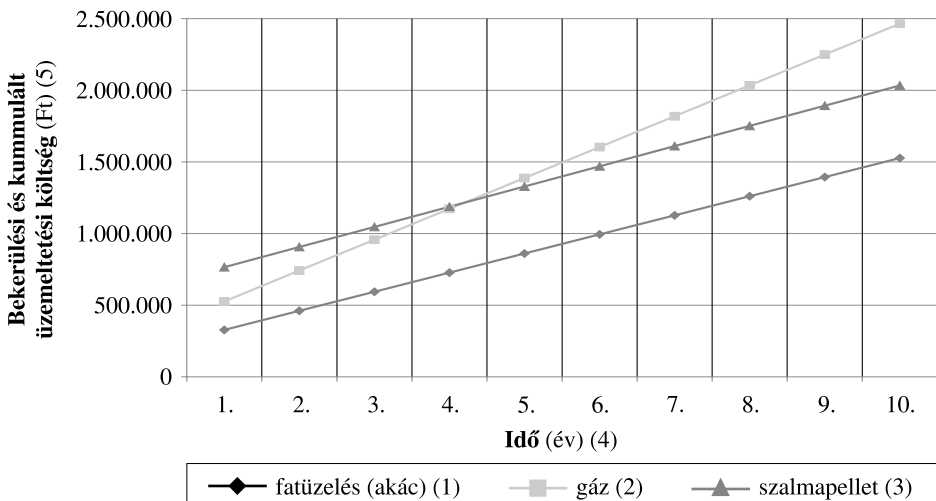
(1) wood heating (acacia), (2) gas, (3) straw pellet, (4) time (year), (5) operation cost (HUF)



4. ábra Bekerülési és üzemeltetési költségek összehasonlítása az eltérő kazántípusokkal forintban (Forrás: saját számítás)

Figure 4. Comparison of historical cash and upkeeps cash with the different boiler types in forint (Source: own calculation)

(1) wood heating (acacia), (2) gas, (3) straw pellet, (4) time (year),
(5) historical and cumulation cost (HUF)



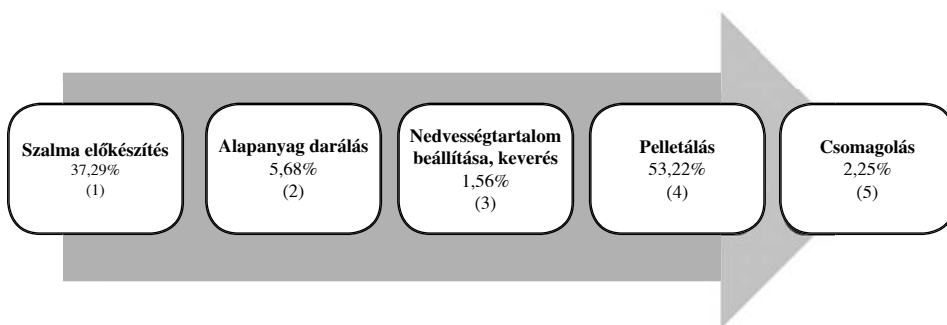
Pelletelőállítás vizsgálata

A szalmapellet-előállítás gazdaságossági mutatóihoz szükséges üzemgazdasági adatok gyűjtéséhez elengedhetetlen a pelletálás technológia folyamatának ismertetése. Az előállítási folyamatot, valamint a különböző műveletcsoportokhoz tartozó költségek megoszlását az 5. ábra mutatja be.

5. ábra A különböző műveletcsoportokhoz tartozó eszközök bekerülési költségeinek megoszlása (Forrás: saját számítás)

Figure 5. Repartition of the historical costs at the different procedure (Source: own calculatio)

(1) straw preparation, (2) grinding of basic commodity, (3) setting of moisture content, mixing, (4) pellet processing, (5) packing



A pelletáló tevékenység gazdaságosságának elemzése

A 250 Ft-os euroval – 2008 évi átlag alapján kerekített érték, (Magyar Nemzeti Bank) – számolva 235.297.500 Ft (nettó) a gépsor beruházási értéke. Az összeg nem tartalmazza az engedélyeztetési eljárás költségeit, a telephely létesítésének költségeit, mivel annak kiépíttessége alkalmas volt fogadni a beruházás során beépítendő elemeket. Az üzem ezzel a gépsorral és technológiával 41 t pelletet állít elő naponta három nyolcórás műszakos munkavégzés során, amely egy évre vonatkozóan (kerekítve) 15.000 t végterméket jelent. Az üzem 30 Ft/kg-os (bruttó) áron értékesíti a végterméket, ez 30.000 Ft bruttó bevételt jelent tonnánként. A gyártás során jelentkező költségeket az 1. táblázatban tüntettük fel. Látható, hogy a költség szerkezet meghatározó elemei az alapanyag költsége (28%) és az energia költsége (32%). Optimális feltételek mellett fajlagosan 3.521 Ft/tonna realizált jövedelem jelentkezhet. Azt feltételezve, hogy az üzem 15.000 tonna éves termeléssel működik, kiszámítható az éves szinten realizálható nyereség, ami 63.384.138 forint.

Statikus megtérülési számítás esetén a pelletáló gépsor a 4. év során megtérül (6. ábra), azonos teljesítmény mellett, azonos bevételi és kiadási adatokat feltételezve.

Dinamikus beruházás-gazdaságossági számításoknál – melyet 15 évre számoltunk – a kalkulatív kamatlábnak a 2008-as évi átlag jegybanki alapkamatot tekintettük, (10% a KSH által közölt 2008 évi jegybanki alapkamat átlaga).

1. táblázat Nettó előállítási költségek tonnánként (Ft)

(Forrás: pelletáló üzem adatszolgáltatása)

Table 1. Net prime cost per ton (HUF)

(Source: supplying of data from pellet plant)

Alapanyag (1)	5 954 Ft
Energia (2)	6 960 Ft
Bér (3)	3 149 Ft
Amortizáció (4)	1 483 Ft
Karbantartási költség (5)	884 Ft
Csomagolás (6)	1 667 Ft
Egyéb (tartalék) (7)	1 383 Ft

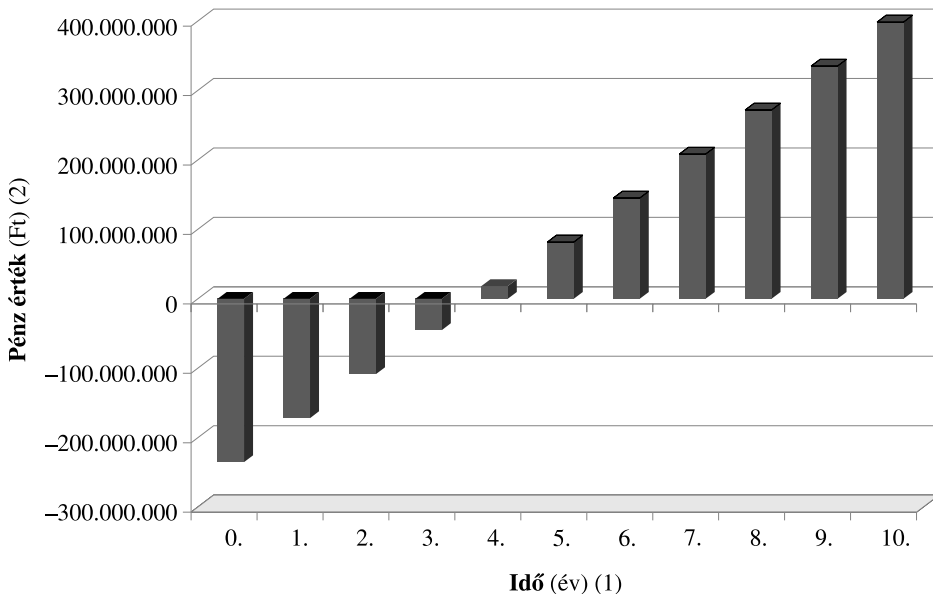
(1) basic commodity, (2) energy, (3) hire, (4) amortisation,
(5) maintenance cost, (6) packaging cost, (7) other (reserve)

6. ábra Pelletáló gépsor megtérülési ideje (ezer Ft) (Forrás: saját számítás)

Figure 6. Return time of straw pellet production line (thousand HUF)

(Source: own calculation)

(1) time (year), (2) value of money (HUF)



Nettó jelenérték (NPV) számításánál az összehasonlításkor a gépsorvásárlást (A) és a banki lekötést (B) vizsgáltuk mint alternatív befektetési lehetőségeket.

NPVA: 166.456 ezer Ft

NPVB: -56.328 ezer Ft

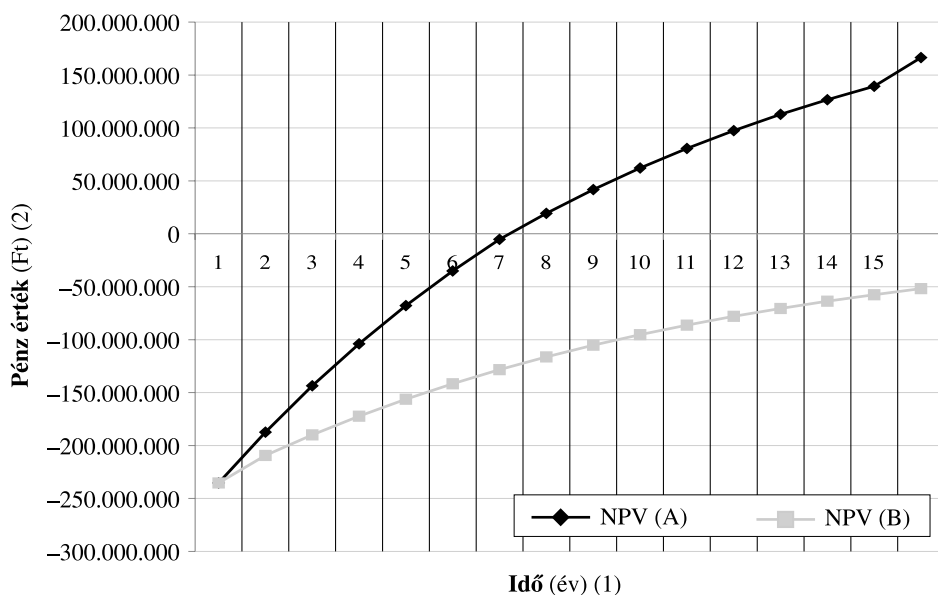
Számításaink alapján tehát a szalmapellet-előállító tevékenység nettó jelentértéke kedvezőbb azonos tőkelekötés és azonos élettartam esetén. A 7. ábrán látható, hogy a 7. év során történik a diszkontált megtérülés a nettó jelenérték mutató előrejelzése alapján.

7. ábra A beruházás nettó jelenértéke az idő előrehaladtával (Forrás: saját számítás)

Figure 7. Net present value of investment with progress of time

(Source: own calculation)

(1) time (year), (2) value of money (HUF)



Fedezeti pont elemzés módszere megmutatja azt a termelési volument, amelynél az árbevétel pontosan fedezi az összes költséget. Ez a termelési szint 9.930,5 tonna pellet előállításánál jelentkezik. Tehát 9.931 tonna szalmapelletet kell legyártani és értékesíteni ahhoz, hogy a tevékenység árbevétele átlépje a fedezeti pontot.

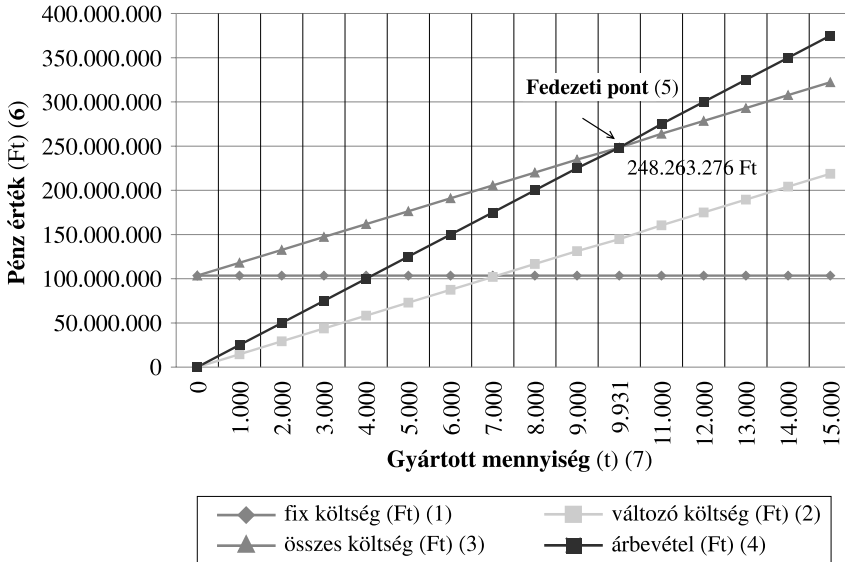
A 8. ábráról leolvasható az állandó költség, a fedezeti pont, illetve megfigyelhető a változó költség és az árbevétel változása a gyártási volumen változásával arányosan.

Az általunk végzett szalmapellet-felhasználás és -előállítás gazdaságossági vizsgálatok eredménye után elmondható, hogy a piac szereplői számára elfogadható lehetőséget nyújt a szalma, mint melléktermék ilyen irányú alkalmazása. A döntési folyamatra egyéb piaci folyamatok gyakorolnak hatást, melynek feltárása csak a versenytársak összehasonlításával, mélyebb kutatómunkával lehetséges. A közölt eredmények alapján mindenképpen potenciális vetélytárs lehet a szalma alapú fűtés az energetikai piacon, mivel előnyökkel rendelkezik előállítónak és felhasználónak egyaránt.

8. ábra Fedezeti pont diagram (Forrás: saját számítás)

Figure 8. Brake even point diagram (Source: own calculation)

- (1) Fix cost, (2) Variable cost, (3) Total cost, (4) Incoming, (5) Brake even point, (6) Value of money (HUF), (7) Manufacturing volume (t)



Economical questions of straw pellet production and utilization

GERGELY TESCHNER – JUDIT HEGYI

University of West Hungary
 Faculty of Agricultural and Food Sciences
 Institute of Business Economics and Management Sciences
 Mosonmagyaróvár

SUMMARY

The study introduces several simple calculations to investigate how heating with straw pellet is utilised, considering that natural gas and wood are the most commonly and widely used heating materials.

Based on bibliographical references it can be stated that the Hungarian agriculture has the potential resources to use straw as a raw material for pellet heating.

Mid-term calculations based on operation costs and using current prices question whether it is an advantageous decision for the households to choose straw-pellet furnace or not. In case straw pellet is used as heating material, real return occurs in the 4th year, compared to furnaces operating with natural gas.

During the investigations data were collected and processed; the costs of a complete pellet-making machinery row were calculated. Results show that the static return of pellet-production as an activity can be forecasted to the 4th year and the dynamic return of pellet-production is in the 7th.

It has been concluded that based on research results, straw pellet heating is competitive compared to natural gas heating that offers a similar warmth comfort level. It has also been concluded that supposing a well-established market, there is a good investment possibility for the production of straw pellet.

Keywords: straw pellet, investment return, heating material.

IRODALOM

URL¹: http://www.undp.hu/oss_hu/tartalom/kiadvanyh/kiadvanyh_body/energazd/egk09/egk09_body/09_3fej/09_3fej_body.htm

URL²: http://www.gak.hu/eutk/new/docs/Energianovenyek_a_szantofoldon.pdf

Bjerg, J. (2004): The Danish Pellet Boom – Preconditions for successful market. 2nd World Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection. Rome, 2004. May. 1698.

Nikolaisen, L. (2006): Straw for Energy Production. The Centre for Biomass Technology. 11–21.

Réczey G. (2007): A biomassza energetikai hasznosításának lehetősége és a vidékfejlesztésre gyakorolt hatása az európai unió támogatási rendszerének tükrében. PhD disszertáció, NymE-MÉK, Mosonmagyaróvár. 77–80.

Varga T. (2009): A magyar bioenergetikai beruházások finanszírozása stratégiai fejlesztési tervek és pályázati lehetőségek Renexpo, Budapest. 9.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

TESCHNER Gergely – HEGYI Judit
Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Vállalatgazdasági és Vezetéstudományi Intézet
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.
E-mail: teschnnergely@gmail.com
E-mail: hegyij@mtk.nyme.hu



Erhöhung der Diversität der biologischen Landwirtschaft, durch die Optimalisierung der Produktionsfaktoren

JUDIT PETRA KOLTAI – RÓZSA CSATAI

Universität von West-Ungarn
Fakultät für Landwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften
Institut für Ökonomie
Mosonmagyaróvár

ZUSAMMENFASSUNG

In allen ungarischen Komitaten und Regionen wird biologische Landwirtschaft betrieben. Größe und Rolle der Tätigkeit hängt davon ab, ob sie hobbimässig, bedarfsdeckend oder zur Warenproduktion betrieben wird.

Unser Ziel ist es ein Modell mit Hilfe der primären und sekundären Daten aufzustellen, die neben der Förderung der Diversifikation auch eine Möglichkeit für die Ausnutzung der ökonomischen Vorteile der biologischen Landwirtschaft bietet. Bei der Erstellung unseres Modells haben wir nach der gleichzeitigen Optimierung der Produktionsstruktur und -mittel gestrebt.

Auf Grund der Resultate der Untersuchungen ist darauf zu schließen, dass die ökonomischen Faktoren eine wesentliche Rolle in der Auswahl der Kulturen der Einzelwirtschaften spielen, nämlich werden kleine Flächen bewirtschaftet; die Entstehung von zusätzlichen Kosten, und Schwierigkeiten beim Verkauf ermöglichen den Anbau von wenigen Kulturen.

Die ökonomischen Standpunkte spielen eine größere Rolle bei den Kollektivwirtschaften, weil sie zufolge größerer Flächen und stärkerer Marktposition mehrere Kulturen anbauen können.

Schlüsselworte: biologische Landwirtschaft, Optimalisierungsmodell, Allokation der Kraftquellen, Rentabilität.

EINLEITUNG

Die gesunde Ernährung bekommt eine immer größere Rolle mit der Erhöhung des Lebensniveaus. Die landwirtschaftliche Überproduktion veranlasst die Landwirte, nach Ausbruchspunkten zu suchen. Der Vorstoß der biologischen Landwirtschaft kann als Resultat des genannten zweifachigen Prozesses erklärt werden, was auch als eine Möglichkeit für die Diversifikation der Landwirtschaft betrachtet werden kann. Es darf aber nicht vergessen

werden, dass die Verkaufs- und Rentabilitätsmangelprobleme nicht mit der biologischen Wirtschaft gelöst werden können, denn die Voraussetzungen des Warenverkaufs und die Interesse fehlen. Diese Wirtschaftsweise dient als ein teilweiser oder völlig gesicherter Unterhalt für eine Gruppe der landwirtschaftlichen Betätigten.

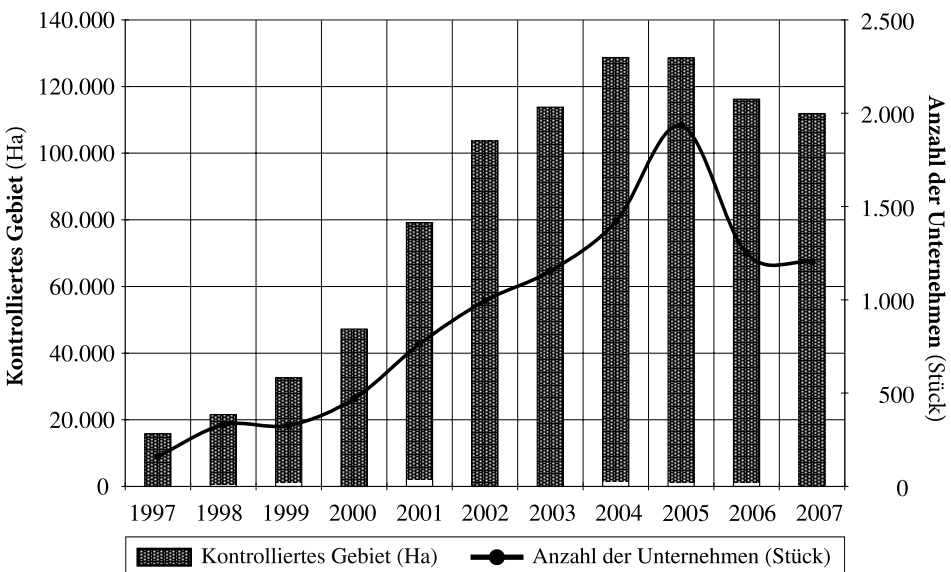
LITERATUR

Das Verhältnis der umgestellten und unter Umstellung stehenden Flächen der biologischen Landwirtschaft hat sich seit 1990 sich auf das sechzigfache erhöht, von den anfänglichen 2000 Hektar auf ung. 120000 Hektar (*1. Abbildung*), und bildet 2,2% der landwirtschaftlich bebauten Flächen Ungarns (*Roszik 2008*). Diese Tendenz wurde teilweise durch den Bedarf und die anregende Wirkung der Regierungsunterstützungen induziert.

Seit 2005 kann man einen deutlichen Rückgang in der Größe der biologisch bewirtschafteten Flächen und der Anzahl der Biobetriebe feststellen. Ein ähnliches Innehalten des Wachstumstempos kann man in den EU Beitrittsländern trotz der Unterstützung der biologischen Landwirtschaft mit politischen Maßnahmen (*Járasi 2005*) finden. Die Erfahrungen aus den Interviews mit ungarischen Biobauern zeigen, dass die Umstellung auf die biologische Landwirtschaft und der Einzug neuer Flächen risikoreich, und die Marktverhältnisse nicht gesichert (*Járasi 2004*) sind. Ein Teil der biologisch bewirtschafteten Unternehmen ist wegen den günstigen Bedingungen und höheren Förderungssummen in die integrierten Programme eingestiegen.

1. Abbildung Entwicklung der biologischen Landwirtschaft in Ungarn

(Quelle: *Roszik, 2008*)



Die Zukunft der ungarischen landwirtschaftlichen Unternehmen hängt von vielen Faktoren ab, und kommt im Falle der biologisch bewirtschafteten Unternehmen noch vervielfacht zur Geltung. Die wichtigsten einschränkende Faktoren – nach Befragung der Biobauern – sind:

- die eingeschränkte Menge der Kraftquellen (Arbeitskraft, Anbaufläche, Kapital);
- die bestehende Wirtschaftssituation (Förderung, Bedarf, Bildung von Produktionsgruppen);
- Bedenken des Umweltschutzes (Einführung der Tierzucht, idealer Fruchtwechsel);
- Alter der Leiter (überwiegend bei Einzelwirtschaften).

MATERIAL UND METHODEN

Die Situation der ungarischen biologisch bewirtschafteten Unternehmen wurde mit statistischen Methoden untersucht. Die primären Untersuchungen wurden mit Hilfe von Fragebogen (2005, 2007) direkt von der untersuchten Menge ausgeführt (Einzelbiounternehmen, Kollektivbiounternehmen), die sekundäre Untersuchung wurde mit Hilfe der Basisdaten vom Testbetriebssystem des Agrarökonomischen Forschungsinstitutes durchgeführt. Diese Daten waren bei der Erarbeitung einer Methode für die wirtschaftliche Optimierung behilflich, die Werte wurden auf Basisjahr 2005 berechnet.

RESULTATE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Während unserer Untersuchungen wurden die ungarischen biologisch bewirtschafteten Unternehmen vielseitig studiert, ihre Probleme wurden aufgedeckt. Unser Ziel war es ein Modell aufzustellen, welches neben der Förderung der Diversifikation auch jene Möglichkeit den landwirtschaftlichen Unternehmen bietet, damit sie ihre ökonomischen Vorteile ausnutzen. Bei der Erstellung unseres Modells haben wir nach der gleichzeitigen Optimierung der Produktionsstruktur und -mittel gestrebt. Bei der Aufstellung der Aufgabe mussten wir die einzuhaltenden Zwangsvoraussetzungen bestimmen, also die Faktoren und deren Maß, die das System grundlegend beeinflussen. Die Bestimmung der Faktoren war keine einfache Aufgabe, denn das Gleichgewicht der Kriterien der einfachen Handhabung und Wahrheitsgemässheit mussten durchgehend eingehalten werden. Nach zahlreichen Versuchen ist unsere Wahl auf folgende Faktoren gefallen: Kreis der angebauten Kulturen, landwirtschaftlich bebaute Fläche, Zahl der Arbeiter, verwendbare Maschinenkapazität, brutto Produktionswert und Produktionskosten. Die Definierung des Problems ist ein entscheidender Prozess, denn sie beeinflusst in großen Massen, wie wahrheitsgemäss und praktisch anwendbar die Schlussfolgerungen unserer Untersuchungen sind.

Da eine lineare Programmierungsaufgabe optimale Ergebnisse für das ganze Unternehmen sucht, und nicht Suboptimale, und nur für eine Komponente die Beste; haben wir wegen der Vermeidung der Suboptimalität als einziges Ziel die langfristige Profitmaximalisierung betrachtet.

Während der Aufstellung des mathematischen Modells wurde das Problem in eine für die Analyse notwendige Form konvertiert. Das mathematische Modell beschreibt das Problem kompakter, macht die ganze Struktur verständlicher und hilft bei der Auflösung wichtiger Ursachen und Wirkungszusammenhänge. So konnte man feststellen, welche Daten noch für die Untersuchungen benötigt werden. Testläufe konnten die geeignete Funktion des Modells bestätigen, und die benötigten Änderungen anzeigen.

Bei der Entwicklung des Modells haben wir mit einer sehr einfachen Variation angefangen, nicht alle beeinflussenden Faktoren wurden auf einmal berücksichtigt. Wir haben separate Modellberechnungen für die Einzelgesellschaften und für die Kollektivwirtschaften gefertigt. Mit ständigen Erweiterungen sind wir in die Richtung ausführlicherer Modelle gelangt, bis die einfache Handhabung es erlaubt hat. Zuerst wurde der Kreis der Kulturpflanzen bestimmt, die im Modell auf Grund der Fragebogen aus dem Jahr 2005 und des Jahresberichtes von „Biocontroll Hungaria“ (Roszik 2006) angebaut werden können. Während im Modell der Gemeinschaftsunternehmen (Kollektivwirtschaften) 10 ($x \in x_1, x_2, x_3 \dots x_{10}$), im Modell der Einzelwirtschaften 7 Kulturpflanzen ($x \in x_1, x_2, x_3 \dots x_7$) können angebaut werden. Die Kulturpflanzen für die Kollektivwirtschaften sind wie folgt: Winterweizen (*Triticum aestivum* L.), Dinkel (*Triticum aestivum ssp. spelta*), Mais (*Zea mais* L.), Luzerne (*Medicago sativa* L.), Sonnenblume (*Heliantus annuus* L.), Hirse (*Panicum miliaceum* L.), Triticale (*Triticum rumpauli*), Hafer (*Avena sativa* L.), Ölkürbis (*Cucurbita pepo convar. ovifera* L.) und Raps (*Brassica napus* L. *ssp. napus*); in den Einzelwirtschaften können Winterweizen, Dinkel, Mais, Luzerne, Sonnenblume, Triticale und Hafer angebaut werden.

Die durchschnittliche Größe der Kollektivwirtschaften wurde mit 400 Hektar angegeben, bei den Einzelwirtschaften mit 100 Hektar auf Grund der Fragebogen und der Basisdaten vom Testbetriebssystem des Agrarökonomischen Forschungsinstitutes (daneben haben diese die Handhabung vereinfacht):

$m_1 \cdot x_1 + m_2 \cdot x_2 + \dots + m_n \cdot x_n = m$; wo x_n steht für die Kulturpflanzen, m_n ist die Anbaufläche für die gegebene Pflanze.

In der biologischen Landwirtschaft müssen wegen der strengen Einhaltung der Saatfolgen mindestens vier Kulturen angebaut werden:

$t_1, t_2, \dots, t_n \in \{0,1\}$; $\sum t \geq n$; wo die Bedeutung von t ist, ob die jeweilige Kultur tatsächlich angebaut wird oder nicht.

Die Anzahl der Angestellten pro 100 Hektar angebaute Fläche: bei den Kollektivwirtschaften beträgt es 4 jährliche Arbeitskräfte; bei den Einzelwirtschaften 2 jährliche Arbeitskräfte (AKI 2005).

Über die verfügbaren Maschinenzahl konnten wir Informationen von der Biologischen Landwirtschaft in Ungarn 2000–2001 entnehmen (KSH 2002), nach kleineren Korrekturen nehmen wir an, dass es eine Kraftmaschine in den Kollektivwirtschaften pro 100 Hektar gab, bei den Einzelunternehmen gab es eine pro 50 Hektar. Die Kapazitätsgrenze der Kraftmaschinen wurde mit 2200 Betriebstunden festgelegt.

Bei den Anbaumethoden haben wir die Meinung der Biobauern berücksichtigt. Viele agrotechnische Elemente gehören zu den direkten oder indirekten Umkrautregulierungsmethoden (1. Tabelle).

1. Tabelle Maschinelle Arbeitsstundenbedarf der technologischen Operationen (Stunde/Hektar)

	Winterweizen	Dinkel	Hirse	Triticale	Hafer	Maize	Sonnenblume	Raps	Luzerne	Ölkürbis
Stoppelstürzen KNT-770-4,2	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	–	0,38	0,38	0,38	0,38
Tiefpflügen im Herbst KMF-2-M40	–	–	–	–	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Pflügenverarbeitung OGYH-4,8	–	–	–	–	–	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Feingrubben S-2 H/M	–	–	–	–	–	0,21	–	–	–	–
Saathetvorbereitung OMKS-3,3H	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Aussaat KÜHNE-JUBILEUM 125 32T; KÜHNE 6210	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,39	0,39	0,37	0,37	0,39
Beenden der Aussaat S-2 H/M	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Unkrautegge Regent Kultivierung der Reihenabstände OKM-6/3	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	–	–	0,67	0,67	–
Ernte NEW HOLLAND TX 63, STK-6500	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,75	0,75	0,75	0,50	9,00
Saatguttransport MBP 6,5R Strohballenanfertigung M-1370	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	2,33	0,67	0,67	–	0,10
Ballentransport MBP 6,5R	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	–	–	–	3,00	–
Stengelquetschen M-1069	–	–	–	–	–	0,50	0,50	–	–	–
Organische Düngung STK-6500	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Insgesamt	6,30	6,30	6,30	6,30	8,80	8,31	6,82	6,54	9,12	14,00

Quelle: FVMMI (2006)

Im Falle der Hackfrüchte wurde neben den maschinellen Methoden auch manuelles Hacken zwei Mal (0,125 Hektar/Stundenleistung) durchgeführt.

Die Nährstoffe werden mit organischem Dünger ergänzt, dessen Menge auf 4 Jahre verteilt wird. Wir haben in unserem Modell angenommen, dass die Menge des organischen Düngers kein limitierender Faktor ist.

Die Leistung bei der Beförderung der Güter sind 30 Tonnenkilometer, die aufgrund der Daten der Ertragsdurchschnittsmengen der vorherigen Perioden kalkuliert wurde. Sonstige maschinelle Arbeit wurde mit 10 Arbeitstunden kalkuliert. Die Gesamtsumme der maschinellen Arbeitsstunden wurde mit 50% erhöht, welche die manuellen Arbeitsstunden ergab.

Der manuelle und maschinelle Arbeitsbedarf darf die verfügbaren Kraftquellen nicht übersteigen:

$w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + \dots + w_n \cdot x_n \leq w$; wo w steht für die Maschinenkapazität;

$e_1 \cdot x_1 + e_2 \cdot x_2 + \dots + e_n \cdot x_n \leq e$; wo e die Arbeitskraft ist.

Bei der Erstellung der Saatfolge haben wir beim Anfang folgende sonstige Faktoren angegeben:

- Luzerne muss auf mindestens 15% der Fläche angebaut werden;
- Getreide muss auf mindestens 25% der Fläche angebaut werden;
- Sonnenblumen können auf 1/7 der Fläche angebaut werden.

Wir haben die primären Daten der Produktionswerte für die Erstellung der Zielfunktion verwendet (2. und 3. Tabelle). Der Bruttoproduktionswert beinhaltet die Summe der verfügbaren Unterstützungen, dessen Höhe 69.441 Ft pro Hektar im Jahre 2005 für die konvertierten Unternehmen beträgt (MVH 2005). Es wurde angenommen, dass die Unternehmen keine landwirtschaftliche Lohnarbeit machen oder machen lassen. Es ist schwierig, bezüglich der Produktionskosten – hauptsächlich auf Zweigelebene – relevante Informationen über die Biobetriebe zu bekommen.

2. Tabelle Brutto Einnahmen der Einzelunternehmen pro Hektar in 2005 (Ft/Hektar)

Kultur	Brutto Einnahme (Ft/Hektar)
Winterweizen	115.296
Dinkel	83.017
Mais	166.823
Sonnenblume	178.233
Triticale	54.000
Hafer	63.745
Luzerne	58.784

Quelle: eigene Untersuchung

Mit Hilfe der Datenbank vom Testbetriebssystem des Agrarökonomischen Forschungsinstitutes kamen wir zur Schlussfolgerung, dass nicht nur die Einzel-, sondern auch die Kollektivökowirtschaften über eine mit 30% geringere spezifische Produktionskosten verfügen, als die Konventionellen. Die Produktionskosten der Biobetriebe wurden auf Grund der spezifischen Zweigproduktionskosten der konventionellen Betriebe (2005) kalkuliert.

3. *Tabelle* Brutto Einnahmen der Gemeinschaftsunternehmen pro Hektar in 2005
(Ft/Hektar)

Kultur	Brutto Einnahme (Ft/Hektar)
Winterweizen	111.843
Dinkel	133.012
Mais	234.001
Luzerne	93.573
Sonnenblume	97.255
Hirse	131.220
Tritikale	84.000
Hafer	105.000
Ölkürbis	197.600
Raps	193.800

Quelle: eigene Untersuchung

Die Konstruktion der Zielfunktion hat dazu beigetragen, die Effizienz bezüglich jedes Objektes als quantitativ zu messen. Ziel unseres Modells ist die Maximalisierung der Differenz zwischen der Produktionswerte und Produktionskosten, d.h. des Ergebnisses der Betriebstätigkeit (p):

$$p_1 \cdot x_1 + p_2 \cdot x_2 + \dots + p_n \cdot x_n \rightarrow \max$$

Nach der Aufstellung des mathematischen Modells haben wir in der nächsten Phase eine mögliche Lösung des Problems mit der Hilfe von Solver© Algorithmus aufgestellt. Es muss betont werden, dass die optimalen Ergebnisse der Untersuchung nur bezüglich des verwendeten Modells optimal sind. Falls das Modell gut formuliert ist, und sie oft genug überprüft wurde, sollte das Ergebnis bei der aktuellen Problemstellung eine gute Annäherung zeigen.

Bei der Untersuchung mit sich erweiternden Faktoren kamen wir zu einer Serie von Lösungen, die eine ständige Verbesserung des idealen Handlungsablaufes ergaben. Wir haben diesen Prozess so lange fortgesetzt, bis die neu erzielten Korrekturen eine Fortsetzung nicht mehr begründeten.

Zuerst wurden die offensichtlichen Fehler oder Versehen geprüft. Danach haben wir uns überzeugt, dass alle mathematischen Ausdrücke dimensional konsistent in den Maßeinheiten sind, die sie benutzen. Es wurde auch noch kontrolliert, ob sich die vom Modell erhaltenen Ausgangsdaten durch die Modifizierung der Eingangsparameter und/oder Entscheidungsfaktoren sich auch offensichtlich verändern haben.

Es muss bei der Analyse der Ergebnisse der Optimalisierungsmodelle noch berücksichtigt werden, dass man die optimalen Ergebnisse des Programms auch aus beruflicher Hinsicht betrachtet muss, damit die Saatflächen der einzelnen Kulturen nicht zu gering werden. So haben wir im Falle der Wirtschaftsunternehmen die Ergebnisse unter 10 Hektar, und bei den Einzelunternehmen unter 5 Hektar außer Acht gelassen.

Da in der wirklichen Welt die Bedingungen sich dauernd ändern, können auch solche Modifizierungen vorkommen, die das Modell ungültig machen; zum Beispiel können sich einige Eingangsparameter deutlich ändern.

Jedoch ändern sich nur die Zahlen der optimalen Endlösung bei solchen Änderungen, die das System der biologischen Landwirtschaft nicht grundsätzlich betreffen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen können wie folgt zusammengefasst werden:

Die Anzahl der Faktoren musste hinsichtlich der Wirtschaftsunternehmen erhöht werden, denn die optimale Saatfolge ist laut des Programms vom Standpunkt des Marktes suboptimal. Die folgenden Faktoren haben wir zugefügt:

- Wegen der hohen Nachfrage muss die Saatfolge mindestens zwei Getreidesorten enthalten;
- Raps darf maximal auf 10% der Fläche angebaut werden;
- Mindestens 10% der Fläche ist für den Anbau der Hackfrüchte geeignet.

Auf Grund der Bedingungen ergab sich folgende Saatfolge:

- Winterweizen 60,00 Hektar;
- Dinkel 40,00 Hektar;
- Mais 200,00 Hektar;
- Luzerne 60,00 Hektar;
- Hirse 20,00 Hektar;
- Hafer 20,00 Hektar.

Das Ergebnis der Betriebstätigkeit ist pro Hektar landwirtschaftliche Fläche 145.254 Ft, es beträgt 3.753.331 Ft pro jährliche Arbeitskraftanzahl. Im Gegensatz zu den Einzelunternehmen kommen die ökologischen Aspekte bei den Gemeinschaftsunternehmen (Kollektivwirtschaften) mehr zur Geltung. Wenn man die Ergebnisse mit den relevanten Daten der Datenbank des Testbetriebssystems vergleicht, kann man sehen, dass das erstellte Modell günstigere Indexe hat (Ergebnis der Betriebstätigkeit ist pro Hektar landwirtschaftliche Fläche 63.240 Ft, es beträgt 1.681.890 Ft pro jährliche Arbeitskraftanzahl).

Die optimale Saatfolge bei den Einzelunternehmen besteht aus vier Kulturen:

- Winterweizen (25,00 Hektar);
- Mais (48,48 Hektar);
- Luzerne (16,23 Hektar);
- Sonnenblume (10,73 Hektar).

Das Ergebnis der Betriebstätigkeit ist pro Hektar landwirtschaftliche Fläche 75.454 Ft, es beträgt 3.054.825 Ft pro jährliche Arbeitskraftanzahl. Die ökonomischen Aspekte spielen eine wichtige Rolle bei der Auswahl ihrer angebauten Kulturen. Die Einzelunternehmen bewirtschaften eine wesentlich kleine Fläche, bauen kleinere Anzahl von Kulturen wegen der zusätzlichen Kosten und Vermarktungsschwierigkeiten an. Wenn man die Ergebnisse mit den relevanten Daten der Datenbank des Testbetriebssystems vergleicht, kann man sehen, dass das erstellte Modell günstigere Indexe hat (Ergebnis der Betriebstätigkeit ist pro Hektar landwirtschaftliche Fläche 35.320 Ft, es beträgt 2.014.270 Ft pro jährlichen Arbeitskraftanzahl).

Eine Lösung könnte im Falle der Einzelökounternehmen bedeuten, falls sie – Ihre wirtschaftliche Position zu stärken –, sich in vertikale Integrationen gruppieren, beziehungsweise die zugefügten Werte der Bioprodukte mit der Hilfe der Errichtung oder Erweiterung verschiedener Verarbeitungskapazitäten erhöhen. Es ist deshalb sinnvoll, eine vertikale Integration zu formen, weil es sich bei den Bioprodukten nicht um Massenprodukte handelt,

d. h. kleinere Warenmengen müssen die von einander isolierten, geringe Handelsposition besitzende Biobauern verkaufen. Dieses würde mit der Gründung eines Schirmunternehmens beginnen, welches die teilnehmenden Biobauern zusammenhält, die Input-Output Verhältnisse gewährt. So könnte man auch größere Kaufhäuser ständig und gleichmäßig mit homogener Ware beliefern.

Az ökológiai gazdálkodás diverzifikációjának növelése a termelési tényezők optimalizációja révén

KOLTAI JUDIT PETRA – CSATAI RÓZSA

Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Gazdaságtudományi Intézet
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Ökológiai gazdálkodással Magyarország valamennyi megyéjében, illetve régiójában foglalkoznak. A tevékenység mérete, szerepe eltérő attól függően, hogy hobbi szinten, önellátó, vagy ártermelő jelleggel végzik.

Célunk egy olyan modell felállítása a rendelkezésekre álló primer és a szekunder adatok alapján, amely a diverzifikáció elősegítése mellett lehetőséget nyújt az ökológiai gazdaságoknak az ökonómiai előnyök kiaknázására. Modellünk kialakításánál a termelési szerkezet és az erőforrások felhasználásának együttes optimalizálására törekedtünk.

A vizsgálati eredmények alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy az egyéni gazdaságok vonatkozásában az ökonómiai szempontok jelentős szerepet töltenek be az általuk termesztett kultúrák kiválasztásában, ugyanis viszonylag kis területen gazdálkodnak, a járulékos költségek megjelenése, valamint az értékesítés nehézségei miatt kevesebb kultúrát vonnak be termesztésbe.

A társas gazdaságok esetében az ökonómiai mellett egyre inkább érvényesülnek az ökológiai szempontok is, hiszen a vetésforgóban több kultúra bevonására nyílik lehetőség.

Kulcsszavak: ökológiai gazdálkodás, optimalizációs modell, erőforrás allokáció, jövedelmezőségi viszony.

LITERATURVERZEICHNIS

AKI (2005): Agrárgazdasági Kutató Intézet Tesztüzemi Rendszerének Adatbázisa (www.akii.hu)

FVMMI (2006): www.fvmmi.hu/doc/kiadv

Járásí É. Zs. (2004): Az ökológia gazdálkodás növekedési ütemének vizsgálata az EU-15 országaiban és Magyarországon. *Gazdálkodás* **48**, (4) 59–66.

- Járási, É. Zs.* (2005): The future prospects of organic farming in Central and Eastern European countries. *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists* 7, (6) 43–47.
- KSH* (2002): Biogazdálkodás Magyarországon 2000–2001. évben. Budapest, 145.
- MVH* (2005): www.mvh.gov.hu
- Roszik P.* (2006): Jelentés a Biokontroll Hungária Közhasznú Társaság 2005. évi tevékenységéről. Budapest, 4–5.
- Roszik P.* (2008): Jelentés a Biokontroll Hungária Közhasznú Társaság 2007. évi tevékenységéről. Budapest, 4–5.

Adresse der Autoren – A szerzők levélcíme:

KOLTAI Judit Petra – CSATAI Rózsa
Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Gazdaságtudományi Intézet
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.
E-mail: koltaij@mtk.nyme.hu
E-mail: csatair@mtk.nyme.hu

Elismerés

Porpáczy Aladár Fleischmann díjban részesült



A hazai gyümölcsstermő növények nemesítése terén végzett kiemelkedő értékű negyvenöt éves gyakorlati és elméleti munkája elismeréséül Porpáczy Aladár, az MTA doktora Fleischmann Rudolf díjban részesült. A díjat augusztus 20-i nemzeti ünnepünk alkalmából adományozta Gráf József földművelésügyi és vidékfejlesztési miniszter karunk professor emeritusának.

Porpáczy Aladár már kora ifjúságában megismerkedett a kertészeti kutatás különböző területeivel, amelyben nagy szerepe volt édesapjának, aki az általa alapított kutató intézet vezetőjeként szakmai tapasztalataival, tudásával mindenben támogatta. Későbbi szakmai munkáját is meghatározó svédországi ösztöndíja során a bogyós gyümölcsűek: a ribiszke, a köszméte, a málna és a szeder nemesítésével és virágzásbiológiájával foglalkozott. Hazakerkezése után a törzses gyümölcsfajok fajtakutatását végezte, majd a ribiszke nemesítését vette át. Jelentős eredményeket ért el a nagy biotikus értékkel rendelkező, nem tradicionális gyümölcsfajok: a bodza, a fekete berkenye, a gyümölcsstermő rózsa, a som, a homoktövis, a magasbokrú- és vörös áfonya hazai termesztési, illetve termesztésbe vonási kísérleteiben. Porpáczy professzor sok éves nemesítő munkája eredményeként folyamatosan bővült a fajtasortiment magyar és külföldi fajtákkal, valamint a közreműködésével nemesített, illetve honosított hús, zömében bogyós gyümölcsű fajtával.

A Porpáczy Aladár munkájához köthető minősített fajták: *Red Haven* (őszibarack, 1967), *Fertődi Téli* (alma, 1970), *Altajszkaja Deszertnaja* (feketeribiszke, 1971), *Brödrtorp* (feketeribiszke, 1971), *Wellington XXX* (feketeribiszke, 1971), *Silvergieter F. 59* (feketeribiszke, 1971), *Fertődi Hosszúfürtű* (pirosribiszke, 1976), *Fertődi Borostyán* (Vega) (cseresznye, 1976), *Van* (cseresznye, 1976), *Fertődi I* (feketeribiszke, 1976), *Jonkheer Van Tets* (pirosribiszke, 1978), *Random* (pirosribiszke, 1979), *Neoszüapajuscasjaszja* (feketeribiszke, 1980), *Hidasi Bőtermő* (feketeribiszke, 1982), *Rubina* (fekete berkenye, 1988, Németországban bejelentett), *Rikó* (ribiszkeköszméte, 1994), *Haschberg* (festőbodza, 1998), *Viking* (fekete berkenye, 2002), *Dyana* (feketeribiszke, 2004), *Aranka* (feketeribiszke, 2004).

Varga Jenő

Porpáczy Aladár szakmai életútjával bővebben tudományos folyóiratunk 50/2. számában foglalkoztunk a professor 70. születésnapja alkalmából szervezett ünnepi tanácsülés kapcsán.

Elismerés

Nagy Frigyes Magyar Köztársasági Érdemrend Középkeresztje kitüntetését kapott



A Nagy Frigyes kitüntetéséről szóló és a sajtóban is megjelent hivatalos közleményben ez olvasható: „A Magyar Köztársaság Elnöke 2009. augusztus 20-án alkalmából a Magyar Köztársasági Érdemrend Középkeresztje kitüntetését adományozta Dr. Nagy Frigyes nyugalmazott c. egyetemi tanárnak, volt földművelési miniszternek az agrárgazdaságban végzett több évtizedes, nemzetközileg is elismert munkásságáért, tudományos és oktatói tevékenységéért.” Egy ilyen rövid írás keretében nincs rá lehetőség, hogy bemutassam a kitüntetett közel fél évszázados, nagyon gazdag és eredményes pályafutását, ezért csupán a legfontosabb életrajzi elemeket igyekszem röviden felvillantani.

Nagy Frigyes önmagáról így nyilatkozott: „őseim szigetközi és csallóközi nincstelének voltak, a kiterjedt rokonságban én voltam az első, aki nyolc osztályt és

zeneiskolát is végezhettem.” A tanulást azonban nem hagyta abba: 1957-ben érettségizett a mosonmagyaróvári Kossuth Lajos Gimnáziumban, majd 1961-ben okleveles agrármérnöki diplomát szerzett a mosonmagyaróvári Agrártudományi Főiskolán. Rövid ideig termelőszövetkezetben dolgozott, ahonnan visszatért Alma Materébe egyetemi tanársegédnek. Hamarosan a budapesti Marx Károly Közgazdaságtudományi Egyetemen egyetemi adjunktussá nevezték ki. Miután jobban vonzotta a gyakorlati pálya – és a Lajta-Hansági Állami Gazdaság akkori vezetői is kapacitálták erre – visszatért Mosonmagyaróvárra és a Gazdaságban vállalt osztályvezetői megbízatást. Hamarosan vezérigazgató-helyettes, majd vezérigazgató lett. Közben két év „kitérő” Tanzániába, ahol agrár- és vidékfejlesztési szakértőként dolgozott. Visszatért a Lajta-Hansági Állami Gazdaságba, amit – kezdeményezésére – Tangazdasággá „minősítettek” át. Meghívottként rendszeresen oktatott az akkor már Mezőgazdaságtudományi Karként működő intézményben, ahol 1981-ben címzetes egyetemi tanárrá nevezték ki.

Az 1994–98-as parlamenti ciklusban országgyűlési képviselő, 1996–98 között földművelési miniszter. Az ő nevéhez fűződik a rendszerváltás utáni első (és azóta is egyetlen) Agrártörvény elkészítése.

1998-ban „hivatalosan” nyugdíjba ment, de nem hagyta abba az aktív munkát: 1998. július 1-vel létrehozta a Kar EU Oktatási Központját, aminek 2009. június 30-ig igazgatója volt. Alapító tagja és a kezdettől fogva elnöke az Óvári Gazdászok Szövetségének. Aktív közéleti ember, aki több hangszerezen játszik és rendszeres résztvevője a kari és városi rendezvényeknek. Mint azt gyakran hangoztatja, az életében igen sokat köszönhet zenei képzettségének és nyelvtudásának.

Nagy Frigyes egész életpályája példaképpül szolgálhat a jövő generációi számára. Karunk valamennyi munkatársa nevében szívből gratulálunk magas kitüntetéséhez és még nagyon hosszú, boldog életet kívánunk Neki!

Dr. Tenk Antal
professor emeritus

TÁJÉKOZTATÓ ÉS ÚTMUTATÓ A SZERZŐK RÉSZÉRE

ÁLTALÁNOS SZEMPONTOK

1. **Csak önálló kutatáson alapuló, más közleményekben meg nem jelent**, a növénytermesztés (kertészet, genetika, növénykórtan, állati kártevők, agrometeorológia, növényélettan, agrobotanika stb.), állattenyésztés (takarmányozás, állatgenetika, állategészségügy stb.), élelmiszer- és az ökonómiai tudományok témakörébe tartozó **szakcikket** közölhetünk. **Szemle** rovatunkba a fenti tárgykörökhöz tartozó irodalmi összefoglalók, témadokumentációk, módszertani ismertetések stb. kerülnek.
2. Tudományos folyóiratunkban a dolgozatokat **angol** vagy **magyar** nyelven tesszük közzé. Ez attól függ, hogy az új tudományos eredmények **nemzetközi vagy inkább hazai érdeklődésre tarthatnak számot. Más nyelven a továbbiakban már nem fogadunk be cikkeket.** A közlemények megjelentetésekor, az adott lapszámok összeállításakor az angol nyelvű anyagok előnyt élveznek.
3. **Csak formailag kifogástalan kéziratot fogadunk el.**
4. A **kéziratot** – annak mellékleteivel együtt – **2 példányban kinyomtatva és elektronikusan** (adathordozón vagy e-mailben) kell megküldeni **Dr. Varga Zoltán** címére (Acta Agronomica Óváriensis Szerkesztő Bizottsága, 9201 Mosonmagyaróvár, Vár 2.; varzol@mtk.nyme.hu)

A KÉZIRAT ÖSSZEÁLLÍTÁSA

1. Formai követelmények

- 1.1. A kézirat táblázatokkal és ábrákkal együtt legfeljebb l6 gépelt – számozatlan – oldal legyen, Times New Roman CE betűtípussal 12 pt betűmérettel, körben 2 cm-es margót hagyva. A gépírás fekete betűkkel, irodai (A/4-es) papír egyik oldalára, 1,5-es sorközszel történjék. Fej- és lábléc (másként: élőfej és élőláb) használatát kérjük mellőzni.
- 1.2. Az alcímeket, fejezetcímeket, egyéb elkülönülő részeket 1–1 üres sorral kell elválasztani a fő szövegtől, aláhúzás és sorszám nélkül.
- 1.3. Az idegen szavak írását fonetikusán vagy, ha még nem honosodtak meg, eredeti helyesírással kérjük.
- 1.4. A magyar fajnevek mellett a tudományos nevet (esetenként a címben is) fel kell tüntetni és *dőlt* betűvel írni. A fajták nevét (magyar és külföldi) a minősítésben elfogadott név szerint kell írni szintén *dőlt* betűvel (pl.: *Sinapis alba* cv. *Budakalász sárga*).

2. A kézirat szerkezete

- 2.1. A dolgozat címe alatt a szerző(k) neve, munkahelye(ik) és annak székhelye szerepeljen. Pontos cím megadása itt kerülendő. A tudományos fokozatot és munkahelyi beosztást nem közöljük.
- 2.2. A tudományos közlemények kialakult rendjének megfelelően a kézirat felépítését a következő csoportosítás szerint kérjük:
 - Bevezetés
 - Irodalmi áttekintés
 - Anyag és módszer
 - Eredmények
 - Következtetések
 - Összefoglalás
 - Irodalom

az Acta Agronomica Óváriensis hagyományainak megfelelően. Egyes fejezetek a téma jellege, terjedelme szerint összevonhatók: Bevezetés és az Irodalmi áttekintés, Eredmények és a Következtetések. Az Anyag és módszer helyett a szerző a Kísérletek leírása címet is használhatja.

2.3. Az Irodalom után kérjük feltüntetni **a szerző(k) levélcímét** (név, munkahely és annak székhelye a postai irányítószámmal; e-mail cím).

A fentiek szerint csoportosított kéziratot kiegészítik (külön oldalakra gépelve):

magyar nyelvű közlemény esetén

- magyar nyelvű összefoglalás, a végén kulcsszavakkal
- angol nyelvű összefoglalás, a dolgozat angol nyelvű címével, a szerző(k) nevével és a munkahely(ük) feltüntetésével, a végén angol kulcsszavakkal
- táblázatok és ábrák
- angol nyelvű táblázat- és ábracímek
- az ábrák feliratait és a táblázatok fejléceit angol fordításban, számozva pl:

1. táblázat Az egyényári szélfű előfordulása a Fertő-Hanság-medence kukoricavetéseiben

Table 1. Occurrence of *Mercurialis annua* L. in maize fields in Fertő-Hanság-basin

Felvételezési hely (1)		Egyényári szélfű száma a felvételi négyzetekben (2)				Átlag db/4m ² (3)
		1.	2.	3.	4.	
1.	Hanságfalva*	46	72	54	36	52
2.	Jánossomorja	38	27	25	30	30
3.	Hanságliget	2	1	4	0	2

* a tenyészidőszak folyamán sem mechanikai, sem pedig kémiai gyomirtásban nem részesült

(1) location of survey, (2) the number of *Mercurialis annua* L. in sample squares, (3) average pc/4m², (4) average pc/m², * during the vegetation period neither mechanical nor chemical weed control was carried out

angol nyelvű közlemény esetén

- angol nyelvű összefoglalás, a végén kulcsszavakkal
- magyar nyelvű összefoglalás, a dolgozat magyar címével, a szerző(k) nevével és a munkahely(ük) feltüntetésével, a végén magyar kulcsszavakkal
- külön-külön oldalakra gépelt táblázatok és ábrák (a címek, feliratok, fejlécek magyarra fordítása nem szükséges)

3. Irodalmi hivatkozások

3.1. Az Irodalmi áttekintés című fejezetbe – hivatkozáskor – egy szerző esetében a szerzők családnevének *dőlt* betűvel történő leírásával és zárójelben közleményének kiadási évszámával szerepeljen, pl. *Pocsai* (1986). Szerzőpárosra történő hivatkozás esetén a két név közé „és” szót tegyen: *Pocsai és Szabó* (1983). Kettőnél több szerző esetében az elsőként feltüntetett szerző neve után *et al.* rövidítést kérjük: *Schmidt et al.* (1983). Egy mondaton vagy témakörön belül, ha több szerzőre hivatkozik, akkor a mondat vagy a témakör tárgyalása végén zárójelben kérjük a szerzők nevének és közleményei kiadási évszámának a felsorolását: (*Iváncsics* 1971, *Gergátz és Seregi* 1985, *Szajkó* 1987). Tudományos közleményben, könyvben szereplő hivatkozásra történő utalásnál a cit. rövidítést kell használni (*Wagner* 1979 cit. *Fahn* 1982).

3.2. Az Irodalom összeállításakor **a dolgozatban idézett szerzők** nevét ABC- és megjelenési időrendű felsorolásban kérjük. Minden tanulmányt külön sorban kell feltüntetni.

- Folyóiratban megjelent cikkekre való hivatkozáskor a szerző családneve és keresztnévének kezdőbetűje *dőlt*en szedve, a cikk megjelenésének évszáma zárójelben, a cikk címe, a folyóirat megnevezése, az évfolyam száma **félköv**eren, a lapszám zárójelben és a kezdő-befejező oldal száma kerül felsorolásra.

Pl: *Pocsai K.* (1986): A lóbab vetőmagszükséglet csökkentési lehetőségeinek vizsgálata. Növénytermelés **35.**, (1) 39–44.

- Ha az idézett hivatkozás könyvben jelent meg, akkor kérjük a szerző nevét, a könyv megjelenési évszámát zárójelben, a könyv címét, kiadóját és a kiadó székhelyét közölni.
Pl: *Schmidt J.* (1995): Gazdasági állataink takarmányozása. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Ha olyan szerzőre hivatkozik, aki társszerzőként írt a könyvben, akkor a szerző nevét az általa írt (hivatkozott) fejezet címét kérjük feltüntetni és „in” megjelöléssel a könyv szerkesztőjének a nevét, a könyv címét, kiadóját és a kiadó székhelyét
Pl: *Gimesi A.* (1979): A lucerna vegyszeres gyomirtása. In *Bócsa I. (szerk.): A lucerna termesztése.* Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Ha az Irodalmi áttekintésben több szerző által írt tanulmányra hivatkozott, az Irodalomban az összes szerző nevét ki kell írni és a nevek közé szóközzel kötőjelet kell tenni.
Pl: *Varga-Haszonits Z. – Varga Z. – Schmidt R. – Lantos Zs.* (1997): The effect of climatic conditions on the maize production. *Acta Agronomica Óváriensis* **39**, (1–2) 1–14.
- Külföldi szerző esetében család- és keresztnév közé vesszőt kell tenni, a magyar szerzőknél nem.

4. Ábrák és táblázatok

- 4.1. Kizárólag fekete-fehér ábrákat tudunk elfogadni.
- 4.2. A **digitalizált képeket, ábrákat** lehetőleg TIF, JPG kiterjesztésű állományként küldjük, és **ne a dokumentumba** ágyazva.
- 4.3. Táblázatok esetében kérjük, hogy szintén Times New Roman betűtípust használjanak. Lehetőleg mellőzzék a táblázatok különféle kerettel és vonalvastagságokkal történő tarkítását.
- 4.4. Kérjük az eredeti ábrák, táblázatok külön állományban (pl. xls) történő mentését, ezeket se illesszék a dokumentumba.
- 4.5. Ugyanazon adatsorokat grafikus és táblázatos formában nem közöljük.
- 4.6. Kérjük, hogy a szövegben az ábrákra és táblázatokra (*dólt betűvel írva*) minden esetben hivatkozzanak.

5. Lektorálás, korrektúra

- 5.1. Angol nyelvű cikkek lektorálása 3 lépcsőben történik. A közlemény beérkezésekor előzetes nyelvi ellenőrzésen esik át, amit szakmai bírálat követ. Közlés előtt a tudományos dolgozatot anyanyelvi lektornak küldjük ki véleményezés céljából.
- 5.2. A szerzők javaslatot tehetnek a két szakmai lektor személyére. A javasolt lektorok tudományos minősítéssel rendelkező személyek legyenek. A javasolt lektorokat a Szerkesztőbizottság hagyja jóvá, illetve jelöl ki új lektorokat. A lektorok nevét az évi utolsó lapszámban a borító belső oldalán – a bírált cikk megjelölése nélkül – feltüntetjük.
- 5.3. A lektori véleményeket a szerzőknek a kézirattal együtt megküldjük. Kérjük a szerzőket, hogy dolgozatukat a bírálók javaslata alapján módosítva mielőbb küldjék vissza, **1 példányban kinyomtatva és 3.5” mágneslemezen, CD lemezen vagy e-mail-ben (varzol@mtk.nyme.hu).** Csak a végleges összeállítású, hibátlan dolgozatot tudjuk szerkeszteni. A nyomdai munka előtt a már szerkesztett közleményt (hasáblevonatot) a szerző címére **pdf formátumban** megküldjük, hogy azt a kézirattal egyeztesse, s az észlelt vagy szükséges javításokat hibalista formájában jelezni tudja szerkesztőségünknek. A hasáblevonatot **3 munkanapon belül** szíveskedjenek visszaküldeni.
A megjelent dolgozatokért a Szerkesztőbizottság tiszteletdíjat nem tud fizetni, de a szerzők részére díjmentesen **pdf formátumú digitális különlenyomatot** küldünk.
A kéziratokat a dolgozat megjelenéséig megőrizzük.

Tartalomjegyzék – Contents

<i>Enzsölné Gerencsér Erzsébet:</i> Az őszi árpa (<i>Hordeum vulgare</i> L.) termesztésének agroklimatológiai jellemzői hazánkban... 3	
<i>Varga Zoltán – Varga-Haszonits Zoltán – Enzsölné Gerencsér Erzsébet – Milics Gábor:</i> A kislevelű hárs (<i>Tilia cordata</i> L.) fejlődésének bioklimatológiai elemzése..... 21	
<i>Katalin Bencsik:</i> Soil conservations tillage methods 39	
<i>Tőzsér János – Domokos Zoltán – Szentléleki Andrea – Claudio Bottura – Alberti Massimiliano – Kovács Alfréd – Balogh Péter – Bundschuh Attila:</i> Adatok aubrac és charolais hízóbikák ultrahanggal mért hosszú hátizom területéről és bőr alatti faggyúvastagságáról 53	
<i>Orbán Martina – Gulyás László – Németh Szabina – Tóth Tamás:</i> Első laktációs jersey tehének tőgymorfológiai jellemzői..... 63	
<i>Pataki Renáta – Gajdócsi Erzsébet – Kiss Réka – Tempfli Károly – Varga Erika – Konrád Szilárd – Bali Papp Ágnes:</i> Előkísérletek a prolaktin receptor gén alomszámra gyakorolt hatásának vizsgálatához a mangalica sertésekben..... 73	
<i>Judit Paréj – Erika Lencsés-Varga – Ágnes Bali Papp – László Pongrácz:</i> Reproduction traits of Thoroughbred mares in a Hungarian studfarm..... 83	
<i>Ferenc Kelemen – Zsuzsa Rigó – Tamás Tóth:</i> Effects of boron glycerinate supplementation on some tibia and femur characteristics in broilers..... 91	
<i>Sipos-Kozma Zsófia – Ásványi Balázs – Szigeti Jenő – Varga László:</i> Spórás baktériumok hőpusztulása 100 °C alatti hőkezelés esetében 99	
<i>Teschner Gergely – Hegyi Judit:</i> A szalmapellet-előállítás és -felhasználás gazdaságossági kérdései..... 109	
<i>Judit Petra Koltai – Rózsa Csatai:</i> Erhöhung der Diversität der biologischen Landwirtschaft, durch die Optimalisierung der Produktionsfaktoren..... 121	
<i>Elismerés</i> Porpáczy Aladár Fleischmann díjban részesült..... 131	
<i>Elismerés</i> Nagy Frigyes Magyar Köztársasági Érdemrend Középkeresztje kitüntetést kapott 132	
<i>Tájékoztató és útmutató a szerzők részére</i> 133	

Az Acta Agronomica Óváriensis 2009/2. számának megjelenését a
Magyar Hallgatók az Európai Egyetemeken Alapítvány
támogatta.

ISSN 1416-647x

Kiadásért felelős
a Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar dékánja

Megjelent
a Competitor-21 Kiadó Kft.
9027 Győr, Külső Árpád út 35.
gondozásában
ügyvezető igazgató:
Andorka Zsolt