

ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS



VOLUME 60.

NUMBER 2.

**Mosonmagyaróvár
2019**



**SZÉCHENYI
EGYETEM**
UNIVERSITY OF GYŐR



ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS



Mosonmagyaróvár

VOLUME 60.

NUMBER 2.

2019

SZÉCHENYI ISTVÁN UNIVERSITY
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár
Hungary

SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

Közleményei

Volume 60. Number 2.

Mosonmagyaróvár

2019

Editorial Board/Szerkesztőbizottság

Bali Papp Ágnes Jolán PhD	Pinke Gyula DSc
Hanczné Dr Lakatos Erika PhD	Reisinger Péter CSc
Hegy Judit PhD	Salamon Lajos CSc
Kovács Attila József PhD	Schmidt János MHAS
Kovácsné Gaál Katalin CSc	Schmidt Rezső CSc
Manninger Sándor CSc	Szalka Éva PhD <i>Editor-in-chief</i>
Molnár Zoltán PhD	Varga László DSc
Nagy Frigyes PhD	Varga-Haszonits Zoltán DSc
Neményi Miklós MHAS	Varga Zoltán PhD
Ördög Vince DSc	

Reviewers of manuscripts/A kéziratok lektorai

Acta Agronomica Óváriensis Vol. 60. No. 2:

Ádámszki Tamás, Ásványi Balázs, Benkó András, Czimber Gyula Endre, Fodor László,
Kalocsai Renátó, Karácsony Péter, Kocsis Tímea, Kovács Zsolt, Ladislav Mura, Pajor Ferenc,
Puskás János, Szakál Pál, Szigeti Jenő, Tóth Árpád

Acta Agronomica Óváriensis Vol. 60. No. 2:

Cover design/Borítóterv: Andorka Zsolt © 2000
Competitor-21 Kiadó Kft., Győr

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



AZ ÉGHAJLATINGADOZÁSOK HATÁSAI A SZŐLŐTERMESZTÉS FELTÉTELEIRE A MOSONI-SÍK HOSSZÚ ADATSORAI ALAPJÁN

VARGA ZOLTÁN

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,
Víz- és Környezettudományi Tanszék, Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Az éghajlatingadozás mindkét formája befolyásolja a szőlőtermesztés hazai és nemzetközi helyzetét. Miközben az éghajlatváltozás következményeinek elemzése világszerte mind elmélyültebben folyik, az éghajlati változékonyság hatásvizsgálata kevésbé hangsúlyos napjainkban. Ugyanakkor a változékonysággal párosuló éghajlatváltozás komplex és reális értelmezése állítja igazán nagy kihívás elé a szakterület kutatóit és a szőlőtermesztőket, akiknek taktikai és stratégiai döntéseikben az ilyen jellegű ismereteknek is egyre nagyobb hangsúlyt kell kapniuk. A vonatkozó hazai és külföldi irodalmak áttekintése alapján számszerűsítettük a szőlő termesztése szempontjából meghatározó éghajlati feltételeket és elemeztük ezeknek az öko- vagy agroklimatológiai indikátoroknak az alakulását az utóbbi másfél évszázadban Északnyugat-Magyarországon. A kapott eredmények, melyek párhuzamosan megjelenő lehetőségeket és veszélyeket vetítenek előre a szőlőtermesztés szempontjából, - közvetve és kellő óvatossággal interpretálva - a hazánk más területein zajló makroklimatikus folyamatokba is betekintést adnak.

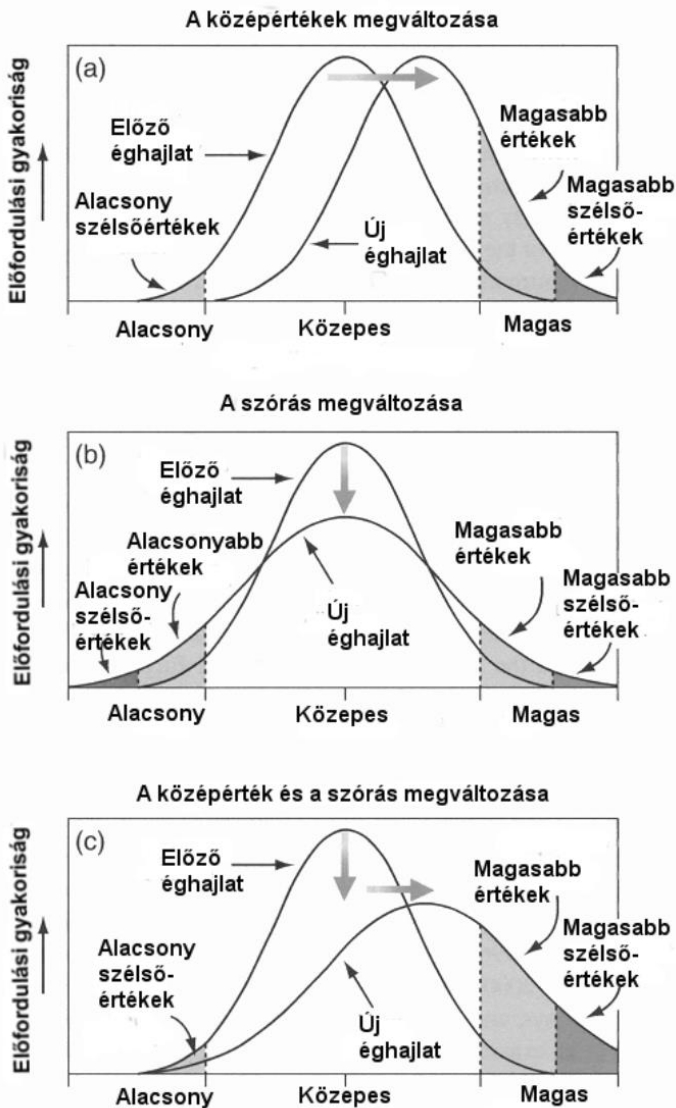
Kulcsszavak: éghajlatváltozás, éghajlati változékonyság, szőlőtermesztés, összefüggés-vizsgálat, szórás.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Mint ismeretes, az éghajlat a légköri folyamatok és jelenségek komplex rendszerének hosszútávú alakulása egy adott helyen (*Varga-Haszonits* 1977). Sok esetben túlzott leegyszerűsítést alkalmazva a kutatók csakis az átlagok alakulása alapján mutatják be az adott térség éghajlatát, miközben az ún. sokéves (általában a három legutóbbi teljes évtizedre vonatkozó) átlagok mellett fontos jellemzője a hosszútávú légköri viszonyoknak az is, hogy a meteorológiai elemek értékei milyen ingadozásokat mutatnak, milyen mértékben szóródnak az átlaghoz közeli értékek körül. A növények számára fontosak termőhelyük átlagos, illetve átlaghoz közeli meteorológiai viszonyai, mert ezekkel találkoznak a leggyakrabban, s általában ezekhez alkalmazkodva alakítják ki környezeti igényeiket, de fontosak az ezektől lényegesen eltérő, extrém meteorológiai hatások is, mert ezekre természetett növényeink fokozott érzékenységgel reagálnak (*Varga-Haszonits et al.* 2006).

Az éghajlat legjellemzőbb tulajdonsága a folyamatos ingadozás. Az éghajlatingadozás alapvetően két formában jelentkezhet: az éghajlati változékonyság esetén az éghajlati értékek folyamatos fluktuációi olyan módon történnek, hogy közben az éghajlatot statisztikailag változatlanak tekinthetjük, mivel az átlag és a szórás lényegében állandó marad. Éghajlatváltozás esetén nemcsak az aktuális meteorológiai elemértékek változnak, hanem az azok jellemzésére szolgáló statisztikai értékek is kimutatható változást jeleznek. Fontos megemlíteni, hogy a fentiekben használt terminológiát a korábbiakban hazánkban nem egységesen fogadták el, s például az éghajlatingadozás kifejezést csupán az éghajlati változékonyságra szűkítve, annak mintegy szinonimájaként használták (*Péczely* 1998), de célszerű lenne a nemzetközileg is egyre elterjedtebb és logikusabb felosztást használni.

Napjainkban általában az éghajlatváltozás vizsgálata áll az elméleti és alkalmazott klimatológiai kutatások fókuszában mind nemzetközileg, mind hazánkban. Az e területen felhalmozódott korszerű ismereteknek *Anda és Kocsis* (2010) adja jó összefoglalását.



(a) change of mean value; (b) change of standard deviation; (c) change of mean value and standard deviation)

1. ábra. Az éghajlatváltozás lehetséges sémái (Forrás: Houghton et al. 2001)

Figure 1. Possible patterns of climate change

Az 1. ábra mutatja be az éghajlatváltozás lefolyásának lehetséges általános sémáit. Az ábra (a) része szemlélteti az éghajlatváltozásnak azt a köztudatban is leginkább élő változatát, amikor az átlagértékek valamilyen irányú eltolódása játszódik le. Ugyanakkor a középső, (b) ábrarész is egy potenciális éghajlatváltozást jelenít meg. Ebben az esetben

a statisztikailag változatlan átlagérték mellett az adott éghajlati elem szélsőséges értékeinek gyakorisága változik meg szignifikánsan, ezzel megváltoztatva az adott elem átlaga körüli ingadozást jellemző szórást. Ha az értékek gyakorisági eloszlását szemléltető függvény ellapul, akkor az extrém értékek gyakorisága megnövekszik az átlaghoz közeli értékekhez képest. Ellenben ha a függvény alakja megnyúlik, akkor szignifikánsan lecsökken az átlagtól jelentősen eltérő, szélsőséges meteorológiai események gyakorisága. Tekintettel arra a már említett tényre, hogy az élőlények általában egy adott élőhely átlaghoz közeli értékeihez alkalmazkodnak a leghatékonyabban, s az attól jelentősen eltérő értékekhez a legkevésbé, az ilyen jellegű éghajlatváltozás is számottevő kihívásokat jelent az élővilág számára. Természetesen az sem zárható ki, hogy az átlagok eltolódása és az attól való eltérések mintázata, az elemek szórása egyszerre változik meg. Ezt szemlélteti a (c) ábrarész.

Érdeemes tehát az átlag alakulása mellett a szórás esetleges módosulását is megvizsgálni abban az esetben, amikor az éghajlati viszonyok átrendeződését és potenciális hatásait, esetünkben a szőlőtermesztésre gyakorolt befolyásának lehetséges megváltozását elemezzük. Ilyen megfontolásból ugyanis elképzelhető, hogy egy klimatikus anomália az átlagok átrendeződése szempontjából nem minősíthető éghajlatváltozásnak, ugyanakkor a szórások szignifikáns átrendeződése miatt igen.

A vizsgálati célkitűzésünk az volt, hogy részletesen elemezzük az éghajlatingadozás különböző formáinak potenciális hatását régiókban a szőlőtermesztés feltételeire - tekintettel arra, hogy ezek együttesen és komplex módon hatnak. Fontos hangsúlyozni, hogy ebben a munkában a makroklimát jellemző tendenciák feltárása volt a célunk, nem feledve azt sem, hogy a mezo- és mikroklimatikus hatások enyhén árnyalhatják az így kirajzolódó képet, ugyanakkor tudva, hogy ezek alapvetően nem változtatják meg a makroklima által biztosított éghajlati kereteket.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az elemzéseket szerettük volna egyfelől az utóbbi évtizedek klimatikus történéseire összpontosítani, másfelől viszont a korábbi időszakokból levonható tanulságokra is ki szándékoztunk térni. Térségünkben a leghosszabb folyamatos meteorológiai adatsorok a mosonmagyaróvári – korábban óvári - meteorológiai állomásról származnak, ahol Masch Antal kezdeményezésére a mérések az 1840-es évek óta tartanak, s bizonyos elemekre az

1860-as évektől, viszonylag több elemre az 1870-es évek elejétől ezek folyamatos adatsorok formájában rendelkezésre is állnak (Tenk 2017). Agroklimatológiai adatbázisunk a lehető legteljesebb mértékben tartalmazza az eredeti mért meteorológiai adatokat. A hosszú meteorológiai adatsorok használatakor felmerül az inhomogenitás problémája, mely a folyamatosan változó mérési körülményekből adódik (Szentimrey 2000). A hosszú csapadék adatsorok esetén a kutatók nem feltétlenül tartják szükségesnek a homogenizálást (Kocsis 2010). A hőmérsékleti adatok esetében lényegesen megosztottabb a szakmai közvélemény, mivel azonban számos kollégámmal együtt nem egyértelmű számomra, hogy a homogenizálással módosított adatok ténylegesen hitelesebb alapot jelentenek a vizsgálatokhoz, valamint figyelembe véve e kutatás alkalmazott jellegét és azt, hogy ebben általában az adatsoroknak csak egy-egy szakaszát kezeljük egy egységként, talán megengedhető, hogy a közleményben az eredeti adatokat használjuk. A Mosonmagyaróvárra kapott eredményeinket főként a Mosoni-sík makroklimájára vonatkozóan tekintjük mértékadónak, s nagyobb területekre való kiterjesztésük esetén fokozott óvatossággal kell eljárni – részben a fentiekben ismertetett megfontolásokból, részben a már szintén említett mikroklimatikus hatások miatt.

A tervezett numerikus vizsgálatok kivitelezéséhez elengedhetetlen volt, hogy lehatároljuk a szőlő termesztése szempontjából fontos klimatológiai feltételeket. Ezt úgy valósítottuk meg, hogy kiválasztottunk néhányat az utóbbi két évtized olyan átfogó munkáiból (Bényei *et al.* 2005, Lőrincz *et al.* 2015, Sadras *et al.* 2012, Varga-Haszonits *et al.* 2006), melyek több tucat aktuális irodalmat feldolgozva mutatták be a szőlőtermesztés éghajlati igényeit. A vizsgálatainkat a nemzetközi irodalomban mind gyakrabban használt (Holzkämper *et al.* 2013, Caubel *et al.* 2015, 2018) öko- vagy agroklimatológiai indikátorokra alapozva terveztük megvalósítani, mivel ezek az adott éghajlatnak egy adott növény számára való alkalmasságát segítik számszerűsíteni növény- és fejlődési szakasz specifikusan, megteremtve ezzel a részletes, mélységi, kvantitatív agroklimatológiai elemzés lehetőségét. A fenti irodalmakat összegezve az alábbi kiemelkedően fontos kedvező termesztési feltételeket nevesítettük:

1. Száraz, meleg nyár. Ezt a komplex klimatológiai indikátort két részre bontva vizsgáltuk: külön a nyár átlaghőmérsékletét (1a) és külön a nyár átlagos szárazságát, azaz ariditási indexének alakulását (1b).

2. Hosszú, napsütéses ősz. Ezt a feltételt is kettéválasztottuk, s vizsgáltuk az ősz hosszát a 15 és 5 Celsius fokos értékek átlépésének távolságával (2b), valamint ezen időszak alatti napsütéses órák számának alakulását (2b).
 3. 10-16 °C közötti évi átlaghőmérséklet.
 4. Magas hőmérsékleti stresszt okozó értékek ritka előfordulása, mivel a 30 °C feletti napi maximumok csökkentik a fotoszintézist, a 35 °C feletti napi maximumok károsítják a bogyókat, míg a 40 °C feletti napi maximumok már a leveleket is. Ezért külön vizsgáltuk e három magas, hőmérsékleti stresszt okozó kategória előfordulását, nevezetesen a hőségnapokét (4a), a forró napokét (4b) és a 40 Celsius fok feletti napok gyakoriságát (4c).
 5. Az effektív hőmérsékleti összeg megfelelő értékeinek elérése. Korai fajtáknál 1000-1200 foknap a minimális igény, a késeieknél viszont ez akár 2000 foknap is lehet.
 6. A június-szeptember időszak magasabb középhőmérséklete. 1 fokos emelkedés 20 g/l cukortartalom növekedéssel jár.
 7. A hő-fény index (a vegetációs periódus alatti effektív hőmérsékleti index*potenciális napfénytartam/10⁶) kellően magas értéke. Korai fajtáknál ez általában 2,6-3,5; közepeseknél 3,5-4,5; későieknél 4,5 felett.
 8. Az éves csapadéki igény 500-600 mm közötti értéke. Ha ez több, romlik a minőség és a betegségek is gyakoribbak; de fontos az éven belüli eloszlás is!
 9. A fagykárokat okozó napi minimumhőmérsékletek ritkább előfordulása. A rügyek tavasszal 0 °C alatt, ősszel -3 °C alatt károsodnak; télen a gyökerek -5 °C alatt, a vesszők -15 °C alatt sérülnek. Ennek megfelelően vizsgáltuk a 0 Celsius fok alatti napi minimumok gyakoriságát a tenyészidőszak tavaszi részében (9a), a -3 Celsius fok alatti napi minimumok gyakoriságát a tenyészidőszak őszi részében (9a), továbbá a -15 és -5 Celsius fok közötti (9c), illetve a -15 Celsius fok alatti napi minimumok gyakoriságát télen (9d).
 10. A megfelelő páratartalom. Az alacsony légnedvesség a vízháztartásra hat negatívan, míg a magas értékek gombás megbetegedések előfordulásához vezethetnek.
- Saját korábbi vizsgálataink (Varga-Haszonits *et al.* 2006) alapján további három feltételt nevesítettünk.
11. A vegetációs periódus átlaghőmérsékletének viszonylag alacsonyabb értéke, ugyanis ennek 1 °C-os emelkedése kb. 10 nappal csökkentette a szőlő tenyészidőszak hosszát, így a potenciálisan elérhető termés hozamot.

12. 300 mm vegetációs periódus alatti csapadék. Ezen érték felett kedvezőtlen a termésre gyakorolt hatás; 350 mm felett már 10 %-ot meghaladó termésveszteség valószínűsíthető.

13. Magasabb áprilisi átlaghőmérséklet. 11 °C felett javuló terméskilátások, 13,5 °C felett már 10 %-ot meghaladó termésmnövekedés valószínűsíthető.

Látható, hogy nagyon különböző klimatikus kritériumokról van szó. Találhatók közöttük viszonylag komplexebb, s viszonylag egyszerűbb éghajlati feltételek is. Ezek egy része pontosan kvantifikált, más esetben viszont csak a kedvező vagy kedvezőtlen tendenciák kerültek megjelölésre. Helyenként egymással ellentétes elvárások is megfogalmazódtak. Találtunk sugárzási, hőmérsékleti, nedvességi elemekhez kapcsolódó igényeket, illetve olyanokat is, amelyekben ezek kombinációi szerepelnek. A szőlőtermesztés által igényelt meteorológiai hatás időtartama is nagyon különbözhet. Ezért a jobb áttekinthetőség érdekében az 1. táblázatban rendezve mutatjuk be ezeket.

1.táblázat: A szőlőtermesztés éghajlati feltételeinek kategorizálása

Table :. Categorizing the climatic conditions of grape cultivation

Időtartam	Meteorológiai hatótényező		
	Sugárzás	Hőmérséklet	Nedvesség
Év		3	8
Tenyészedőszak	7	5, 7, 11	10, 12
Évszak, hónap	2	1, 6, 13	1
Nap		4, 9	

Megjegyzés: a szőlő tenyészidőszakaként az április 16. - október 15. közötti időszakot vettük figyelembe

(Meteorological factors: Radiation; Temperature; Humidity; Time intervals: Year; Growing season; Season. month; Day)

Kitűnik, hogy leggyakrabban hőmérsékleti feltételekhez kötik a növény termesztetőségét, de gyakori a megfogalmazott nedvességi igény is, s találunk sugárzással kapcsolatos elvárásokat is. A meteorológiai elemek éves, teljes tenyészidőszakra vonatkozó, évszakos vagy havi, illetve napi értékei is szerepelnek az összeállításban. Ám azt szeretnénk hangsúlyozni, hogy a meteorológiai elemek éves értékeivel kapcsolatos elvárások mezőgazdasági használhatósága megkérdőjelezhető, s inkább csak közvetett jelentőségű, ezért elemzéseinket döntően mi is a mezőgazdasági kutatások esetén releváns tenyészidőszakra fókuszáló indikátorokra alapoztuk.

A szőlő termesztése szempontjából fontos klimatológiai feltételek alakulásának vizsgálatakor matematikai statisztikai vizsgálatokat végeztünk az eredmények megbízhatóságának megállapításához. Egyrészt lineáris trendszámítással elemeztük a fent felsorolt meteorológiai elemek változásának jellegét, mértékét és – 5 %-os szinten – a változás szignifikanciáját (*Fisher és Yates* 1963, *Sváb* 1981) a Mosonmagyaróváron 1871-2018 között mért adatok alapján. Ezek összefoglalásaként elkülönítettük a szignifikáns (éghajlatváltozást mutató) és nem szignifikáns (azaz inkább éghajlati változékonyságra utaló) kapcsolatokat, illetve a szőlőtermesztés szempontjából kedvezőtlen és kedvező klimatikus tendenciákat. Adatbázisunkban a mosonmagyaróvári meteorológiai adatok 1951-től kezdődően állnak rendelkezésre napi bontásban, azt megelőzően általában havi értékek kerültek archiválásra. Ezért az elemzések elvégzésekor a vizsgált paramétereket két nagy csoportba osztottuk. A klimatikus jellemzők többségénél az említett vizsgálatokat a teljes vizsgálati időszakot három részre osztva végeztük el: a szőlőtermesztés meteorológiai feltételeinek változását az 1871-1920, 1921-1970 és az 1971-2018 közötti időszakokra vonatkozóan határoztuk meg. E felosztást egyfelől az indokolta, hogy így csaknem egyenlő és a klimatológiában szokásos kerek, valamint az éghajlat alakulásának vizsgálatához kellően hosszú időszakokat kaptunk, melyek előzetes várakozásaink szerint eltérően is fognak viselkedni a tervezett vizsgálatok során. Az összefüggés-vizsgálatokat természetesen a teljes 1871-2018-as intervallumra is elvégeztük. A napi adatok alapján meghatározható klimatikus feltételeket (4a, 4b, 4c, 9a, 9b, 9c, 9d) értelemszerűen csak egy szűkebb időintervallumra tudtuk számszerűsíteni, így azoknál az 1971-2018-as és az 1951-2018-as (teljes) vizsgálati periódusokat alkalmaztuk. Az 1951 előtti napfénytartam adatok hiánya miatt a 2b-ként jelölt klimatikus paramétert is az utóbbi csoportba soroltuk.

Vizsgálataink másik nagy területét az ugyanezen elemek értékei szórásában bekövetkező változások analízise jelentette. A vizsgált időintervallumot négy teljesen egyenlő részre osztva a klimatikus feltételek előbb lehatárolt nagyobbik csoportja esetén meghatároztuk az 1883-1916-os, az 1917-1950-es, az 1951-1984-es és az 1985-2018-as időszakokra jellemző szórás, majd szórásnégyzet értékeket, ezt követően elemeztük a variancia megváltozásának irányát és mértékét 2 illetve 10 %-os szignifikancia szinten kétmintás F-próbával (*Cochran és Cox* 1957, *Sváb* 1981). Ezen időszakok kijelölésekor – a korábbi vizsgálatoktól eltérően – a részidőszakok azonos hossza volt kiemelt szempont, valamint az, hogy a rövidebb adatsorok esetén is legyen két összehasonlítható

időintervallumunk. A napi adatok alapján meghatározható klimatikus feltételek és a napfénytartam esetén csak az utóbbi két részidőszak vizsgálatára volt lehetőség. Ekképpen ki tudtuk mutatni az éghajlatváltozás azon formáját is, amikor nem az átlag eltolódása, hanem az extrém értékek előfordulási gyakoriságának változása vált számottevő mértékűvé.

A fenti vizsgálatokat megelőzően a meteorológiai adatok eloszlásának vizsgálatára is szükség volt, bár tény, hogy az éghajlati elemek számhalmazának tagjai az esetek nagy részében normális eloszlást mutatnak (*Kocsis 2010, Kocsis et al. 2017*). A vonatkozó irodalom ezt elsősorban a termikus elemek esetén tarja érvényesnek. Saját vizsgálataink alapján úgy találtuk, hogy kellően hosszú adatsorok esetén megalapozott a higrikus elemek hosszabb időszakra vonatkozó értékeire is normális eloszlással számolni.

A statisztikai vizsgálatokat Microsoft Excel 2010 szoftver segítségével végeztük.

EREDMÉNYEK

A 2-5. táblázatok foglalják össze az elmúlt másfél évszázad különböző periódusaiban a szőlőtermesztés éghajlati feltételeiben bekövetkező változásokra vonatkozó elemzéseink eredményeit. Látható, hogy a komplex éghajlati kritériumok szükségszerű megbontása miatt mindösszesen 20 éghajlati feltétel alakulását vizsgáltuk. Vastagítással emeltük ki a szignifikáns változásokat, betűtípus használatával pedig a változások kedvező (nagybetűvel jelölve) vagy kedvezőtlen (kisbetűvel jelölve) voltát. Ezek segítségével viszonylag könnyebben átlátható, hogy szignifikáns változások leginkább az utóbbi fél évszázadban jelentkeztek, amikor az esetek kb. felében észleltünk statisztikailag igazolható változást, illetve kb. kétharmadában volt a feltételek – akár csak tendenciaszerű, nem szignifikáns – módosulása kedvező jellegű.

A 2. táblázatban bemutatott eredmények alapján megállapítható, hogy a XIX. és XX. század fordulójának tájékán viszonylag kevés szignifikáns változást találtunk. Lényegében ezek mindegyike az év meleg időszakában a termikus viszonyoknak a szőlő számára kedvezőtlen változását jelentette. Összességében viszont az mondható el erről az időszakról, hogy a vizsgált klímáparaméterek várható értékeinek jelentős elmozdulása nem volt megfigyelhető ezekben az évtizedekben.

Hasonló megállapításokat tehetünk a 3. táblázat alapján a XX. század közepének agroklimatológiai viszonyairól. Sőt, az 1921-1970-es időszak éghajlati viszonyai ilyen

szempontból még stabilabbnak tűnnek; csupán a nyár vált kimutathatóan szárazabbá ekkor, az összes többi vizsgált klímajellemző értékei stagnáltak.

2. táblázat: A szőlő termesztése szempontjából fontos klimatológiai feltételek alakulása (1871-1920)

Table 2: The development of climatic conditions important for grape cultivation (1871-1920)

	1a	1b	2a	3
	nyár átlaghőmérséklete	nyár átlagos ARI értéke	ősz hossza*	évi átlaghőmérséklet
Változás mértéke	-0,21 fok/évtized	0,15/évtized	1,1 nap/évtized	0,07 fok/évtized
Változás jellege	kedvezőtlen	KEDVEZŐ	KEDVEZŐ	KEDVEZŐ
Szignifikancia 5 %-os szinten	van	nincs	nincs	nincs

	5	6	7	8
	vegper effektív hőm. összege	jún-szept átlaghőmérséklet	vegper hő- fény indexe	évi csapósszeg
Változás mértéke	-20 foknap/évtized	-0,2 fok/évtized	-0,05/évtized	8 mm/évtized
Változás jellege	kedvezőtlen	kedvezőtlen	kedvezőtlen	kedvezőtlen
Szignifikancia 5 %-os szinten	van	van	van	nincs

	10	11	12	13
	vegper relatív nedvessége	vegper átlaghőmérséklet e	vegper csapósszege	áprilisi átlaghőmérséklet
Változás mértéke	-0,3 %/évtized	-0,12 fok/évtized	4,9 mm/évtized	-0,11 fok/évtized
Változás jellege	KEDVEZŐ	KEDVEZŐ	kedvezőtlen	kedvezőtlen
Szignifikancia 5 %-os szinten	nincs	van	nincs	nincs

* őszi 15 és 5 fok átlépése közötti időszak hossza

(Rate of change; Type of change (FAVOURABLE, unfavourable); Is there significance at level of 5% (yes, no);

1a: Summer mean temperature; 1b: Aridity of summer; 2a: Length of autumn; 3: Yearly mean temperature; 5: Effective temperature sum of growing season; 6: Mean temperature of period June-Sept; 7: Temperature-light index of growing season; 8: Yearly precipitation sum; 10: Relative humidity of growing season; 11: Mean temperature of growing season; 12: Precipitation sum of growing season; 13: April mean temperature)

3. táblázat: A szőlő termesztése szempontjából fontos klimatológiai feltételek alakulása (1921-1970)

Table 3: The development of climatic conditions important for grape cultivation (1921-1970)

	1a	1b	2a	3
	nyár átlaghőmérséklete	nyár átlagos ARI értéke	ősz hossza*	évi átlaghőmérséklet
Változás mértéke	0,00 fok/évtized	-0,34 /évtized	0,5 nap/évtized	-0,01 fok/évtized
Változás jellege	nincs	kedvezőtlen	KEDVEZŐ	kedvezőtlen
Szignifikancia 5 %-os szinten	nincs	van	nincs	nincs

	5	6	7	8
	vegper effektív hőm. összege	jún-szept átlaghőmérséklet	vegper hő- fény indexe	évi csapósszeg
Változás mértéke	13 foknap/évtized	-0,01 fok/évtized	0,04/évtized	5 mm/évtized
Változás jellege	KEDVEZŐ	kedvezőtlen	KEDVEZŐ	kedvezőtlen
Szignifikancia 5 %-os szinten	nincs	nincs	nincs	nincs

	10	11	12	13
	vegper relatív nedvessége	vegper átlaghőmérséklet e	vegper csapósszege	áprilisi átlaghőmérséklet
Változás mértéke	-0,2 %/évtized	0,06 fok/évtized	3,3 mm/évtized	0,25 fok/évtized
Változás jellege	KEDVEZŐ	kedvezőtlen	kedvezőtlen	KEDVEZŐ
Szignifikancia 5 %-os szinten	nincs	nincs	nincs	nincs

* őszi 15 és 5 fok átlépése közötti időszak hossza

(Rate of change; Type of change (FAVOURABLE, unfavourable); Is there significance at level of 5% (yes, no); 1b: Aridity of summer; 2a: Length of autumn; 3: Yearly mean temperature; 5: Effective temperature sum of growing season; 6: Mean temperature of period June-Sept; 7: Temperature-light index of growing season; 8: Yearly precipitation sum; 10: Relative humidity of growing season; 11: Mean temperature of growing season; 12: Precipitation sum of growing season; 13: April mean temperature)

Ahogy arra már utaltunk, jelentős változások az 1970 utáni időszakban tapasztalhatók. A 4. táblázat alapján az alábbiakat állapíthatjuk meg a jelenleg is zajló éghajlatváltozás szőlőtermesztésre gyakorolt potenciális hatásairól.

- A szőlőtermesztés számára előnyös száraz, meleg nyarak előfordulási gyakorisága nőtt, de ennek csak termikus része változott szignifikáns mértékben.
- A termés szempontjából szintén kedvezőnek tekinthető hosszú, napsütéses ősz gyakoribb előfordulására nem lehetett számítani. Az ősz hossza tendenciaszerűen ugyan nőtt, de az időszak napsütéses óráinak száma enyhén csökkent.
- Az irodalmak szerint a szőlőtermesztés számára az évi 10-16 °C közötti évi átlaghőmérsékletű területek biztosítanak előnyös feltételeket. Az utóbbi évtizedekben régióinkban ennek a feltételnek egyre inkább megfelelünk.

4. táblázat: A szőlő termesztése szempontjából fontos klimatológiai feltételek alakulása (1971-2018)

Table 4: The development of climatic conditions important for grape cultivation (1971-2018)

	1a	1b	2a	2b	3
	nyár átlaghőmérséklete	nyár átlagos ARI értéke	ősz hossza*	ősz napsütéses órák száma	évi átlaghőmérséklet
Változás mértéke	0,64 fok/évtized	0,04/évtized	0,9 nap/évtized	-7,4 óra/évtized	0,44 fok/évtized
Változás jellege	KEDVEZŐ	KEDVEZŐ	KEDVEZŐ	kedvezőtlen	KEDVEZŐ
Szignifikancia 5 %-os szinten	van	nincs	nincs	nincs	van

	4a	4b	4c	5	6
	hőségnapok száma	forró napok száma	40 fok feletti maximumhőmérséklet	vegper effektív hőm. összege	jún-szept átlaghőmérséklet
Változás mértéke	4,5 eset/évtized	0,9 eset/évtized	nincs	96 foknap/évtized	0,6 fok/évtized
Változás jellege	kedvezőtlen	kedvezőtlen		KEDVEZŐ	KEDVEZŐ
Szignifikancia 5 %-os szinten	van	van		van	van

	7	8	9a	9b	9c
	vegper hő- fény indexe	évi csapósszeg	0 fok alatt tavasszal (ápr 16 után)	mínusz 3 fok alatt összel (okt 15-ig)	mínusz 15 és 5 fok között télen
Változás mértéke	0,25/évtized	14 mm/évtized	-0,25 eset/évtized	-0,02 eset/évtized	-0,9 eset/évtized
Változás jellege	KEDVEZŐ	még nem kedvezőtlen	KEDVEZŐ	KEDVEZŐ	KEDVEZŐ
Szignifikancia 5 %-os szinten	van	nincs	nincs	nincs	nincs

	9d	10	11	12	13
	minusz 15 fok alatt télen	vegper relatív nedvessége	vegper átlaghőmérséklete	vegper csapösszege	áprilisi átlaghőmérséklet
Változás mértéke	-0,1 eset/évtized	-2 %/évtized	0,57 fok/évtized	12,6 mm/évtized	0,75 fok/évtized
Változás jellege	KEDVEZŐ	KEDVEZŐ	kedvezőtlen	kedvezőtlen	KEDVEZŐ
Szignifikancia 5 %-os szinten	nincs	van	van	nincs	van

* ősz 15 és 5 fok átlépése közötti időszak hossza

(Rate of change; Type of change (FAVOURABLE, unfavourable); Is there significance at level of 5% (yes, no); 1b: Aridity of summer; 2a: Length of autumn; 2b: Autumn sunshine duration; 3: Yearly mean temperature; 4a: Number of days with maximum temperature above 30 °C; 4b: Number of days with maximum temperature above 35 °C; 4c: Number of days with maximum temperature above 40 °C; 5: Effective temperature sum of growing season; 6: Mean temperature of period June-Sept; 7: Temperature-light index of growing season; 8: Yearly precipitation sum; 9a: Number of days with minimum temperature below 0 °C in the spring; 9b: Number of days with minimum temperature below -3 °C in autumn; 9c: Number of days with minimum temperature between -15 and -5 °C in winter; 9d: Number of days with minimum temperature below -15 °C in winter; 10: Relative humidity of growing season; 11: Mean temperature of growing season; 12: Precipitation sum of growing season; 13: April mean temperature)

- Egyértelműen hátráltató fejlemény viszont a hőmérsékleti stresszt okozó magas napi maximumhőmérsékletek gyakoribbá válása. A 30 °C feletti napi maximumok már csökkenthetik a fotoszintézist, a 35 °C feletti értékek a bogyókat, a 40 °C feletti pedig a leveleket is károsítják. Ez utóbbi kategória viszont egyelőre nem jellemző nálunk.
- A tenyészidőszak effektív hőmérsékleti összegének egyértelmű emelkedése az egyre hosszabb érésidejű fajták termesztését is lehetővé teszi.
- Ezek után nem meglepő módon a június-szeptember időszak középhőmérséklete is emelkedik, aminek az adja a jelentőségét, hogy ilyenkor 1 fokos átlaghőmérséklet emelkedés átlagosan 20 g/l cukortartalom növekedéssel jár.
- A vegetációs periódus hő-fény indexének, azaz a tenyészidőszak alatti effektív hőmérsékleti indexének és potenciális napfénytartamának szorzatából egy 10⁶-val való osztással létrehozott agroklimatológiai mutatószámának a szintén statisztikailag igazolható emelkedése kedvező fejleményként értékelhető. Figyelembe véve, hogy a korai szőlőfajtáknál 2,6-3,5-ös, a közepeseknél 3,5-4,5

közötti, míg a késői fajtáknál 4,5 feletti indexértékeket szoktak igényként megjelölni, az 1970-es évek 3 alatti értékeitől a 2010-es évek végének 4 feletti értékeiig való emelkedés lehetőséget jelent az általában nagyobb produktivitású, hosszabb tenyészidejű fajták termesztésére.

- Az évi vízbevitel tendenciaszerű emelkedése potenciálisan kedvezőtlen, mert a viszonylagos csapadékbővség miatt romolhat a termésminőség és a betegségek is gyakoribbak lehetnek, de az évi csapadékösszeg nem feltétlenül jellemzi megbízhatóan a növény tényleges vízellátását, emellett a növényekre gyakorolt hatást árnyalhatja az éven belüli eloszlás is. A bizonytalanságot fokozza, hogy a meteorológiai elem egyelőre nem mutat szignifikáns változást az évi összegek alakulása szempontjából.
- A különböző erősségű fagyok – ugyan csak tendencia szintjén jelentkező - ritkább előfordulása közvetlenül kedvezően érinti a szőlőtermesztést, hiszen csökkennek a fagykarak. A rügyek tavasszal $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt, ősszel $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt károsodnak, míg télen a gyökerek $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt, a vesszők $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt szenvednek maradandó károsodásokat. Ugyanakkor meg kell említeni, hogy a téli fagyok megritkulása – „talajfertőtlenítő” hatásának elmaradásával – közvetve akár kedvezőtlen következményekkel és a termesztők számára plus költségekkel is járhat.
- Mivel a magas páratartalom köztudottan gombás megbetegedéseket okozhat, a tenyészidőszak relatív páratartalmának csökkenése csökkentheti a növényvédelem költségeit, másfelől viszont ez akár a növények vízleadásának fokozásával a vízmérleg kedvezőtlenebbé válásához is vezethet.
- Saját korábbi vizsgálataink (Varga-Haszonits et al. 2006) alapján azt tapasztaltuk, hogy a vegetációs periódus $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os emelkedése – a fejlődés gyorsítása révén – akár 10 nappal is csökkentheti bizonyos szőlőfajták (pl. Kékfrankos) tenyészidőszakának hosszát. Ilyen módon a hőmérséklet emelkedése is járhat kedvezőtlen hatásokkal is, bár ez ellensúlyozható a hosszabb tenyészidejű fajták termesztésbe vonásával.
- Korábbi elemzéseink azt is kimutatták, hogy 300 mm vegetációs periódusbeli csapadék felett kedvezőtlen a termésre gyakorolt hatás, s 350 mm feletti csapadékösszeg már 10 % feletti termésveszteséggel járhat. Az évi csapadékalakulással párhuzamos változás szintén potenciális veszélyként értékelhető.

- Utolsó éghajlati kritériumként az áprilisi átlaghőmérséklet alakulását vizsgáltuk, melynek kimutatható emelkedése javította a terméskilátásokat.

Az 5. táblázatból az látható, hogy mivel általában az 1970 utáni időszak hozta a legnagyobb módosulást a szőlőtermesztés éghajlati feltételeit illetően, legtöbbször a teljes vizsgálható időszakot jellemző változásokat is ezek határozták meg.

5. táblázat: A szőlő termesztése szempontjából fontos klimatológiai feltételek alakulása (1871-2018. illetve 1951-2018)

Table 5: The development of climatic conditions important for grape cultivation (1871-2018 and 1951-2018)

	1a	1b	2a	2b	3
	nyár átlaghőmérséklete	nyár átlagos ARI értéke	ősz hossza*	őszi napsütéses órák száma	évi átlaghőmérséklet
Változás mértéke	0,01 fok/évtized	-0,01 fok/évtized	0,4 nap/évtized	-2,7 óra/évtized	0,09 fok/évtized
Változás jellege	KEDVEZŐ	kedvezőtlen	KEDVEZŐ	kedvezőtlen	kedvező
Szignifikancia 5 %-os szinten	van	nincs	nincs	nincs	van

	4a	4b	4c	5	6
	hőségnapok száma	forró napok száma	40 fok feletti maximumhőmérséklet	vegper effektív hőm. összege	jún-szept átlaghőmérséklet
Változás mértéke	2,6 eset/évtized	0,5 eset/évtized	nincs	16 foknap/évtized	0,1 fok/évtized
Változás jellege	kedvezőtlen	kedvezőtlen		KEDVEZŐ	KEDVEZŐ
Szignifikancia 5 %-os szinten	van	van		van	van

	7	8	9a	9b	9c
	vegper hő- fény indexe	évi csapösszeg	0 fok alatt tavasszal (ápr 16 után)	mínusz 3 fok alatt ősszel (okt 15-ig)	mínusz 15 és 5 fok között télen
Változás mértéke	0,04/évtized	⁻³ mm/évtized	-0,19 eset/évtized	-0,04 eset/évtized	-1,5 eset/évtized
Változás jellege	KEDVEZŐ	KEDVEZŐ	KEDVEZŐ	KEDVEZŐ	KEDVEZŐ
Szignifikancia 5 %-os szinten	van	nincs	van	van	van

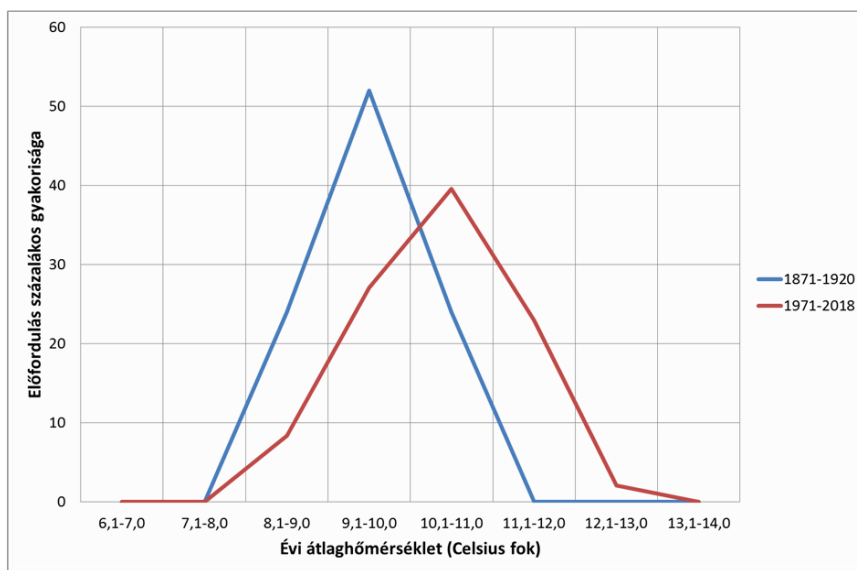
	9d	10	11	12	13

VARGA Z.

	minusz 15 fok alatt télen	vegper relatív nedvessége	vegper átlaghőmérséklete	vegper csapósszege	áprilisi átlaghőmérséklet
Változás mértéke	-0,4 eset/évtized	-0,1 %/évtized	0,09 fok/évtized	-1,7 mm/évtized	0,08 fok/évtized
Változás jellege	KEDVEZŐ	KEDVEZŐ	kedvezőtlen	KEDVEZŐ	KEDVEZŐ
Szignifikancia 5 %-os szinten	van	nincs	van	nincs	van

* őszi 15 és 5 fok átlépése közötti időszak hossza

(Rate of change; Type of change (FAVOURABLE, unfavourable); Is there significance at level of 5% (yes, no); 1a: Summer mean temperature; 1b: Aridity of summer; 2a: Length of autumn; 2b: Autumn sunshine duration; 3: Yearly mean temperature; 4a: Number of days with maximum temperature above 30 °C; 4b: Number of days with maximum temperature above 35 °C; 4c: Number of days with maximum temperature above 40 °C; 5: Effective temperature sum of growing season; 6: Mean temperature of period June-Sept; 7: Temperature-light index of growing season; 8: Yearly precipitation sum; 9a: Number of days with minimum temperature below 0 °C in the spring; 9b: Number of days with minimum temperature below -3 °C in autumn; 9c: Number of days with minimum temperature between -15 and -5 °C in winter; 9d: Number of days with minimum temperature below -15 °C in winter; 10: Relative humidity of growing season; 11: Mean temperature of growing season; 12: Precipitation sum of growing season; 13: April mean temperature)



(axis x: Yearly mean temperature (Celsius degree); axis y: Relative frequency (%))

2. ábra. Éghajlatváltozás a középérték megváltozásával Mosonmagyaróváron

Figure 2. Climate change by change of mean value in Mosonmagyaróvár

A 2. ábrán bemutatott példa segítségével szemléltetjük az alapul vett éghajlatváltozási sémák közül azt az eshetőséget, amikor egy agroklimatológiai indikátor középértékének eltolódása révén valósul meg az éghajlatváltozás.

Mint azt már említettük, kétmintás F-próba formájában vizsgálat tárgyává tettük ugyanezen klímaparaméterek szórásának alakulását is. Ebben az esetben a vizsgált időszakok optimális lehatárolásának az előzőektől eltérő szempontjai miatt az eddigiektől kissé eltérő szakaszokat alakítottunk ki, melyek a következők voltak: 1883-1916, 1917-1950, 1951-1984, 1985-2018. Így a vizsgált feltételek többsége esetén négy egyenlő hosszúságú időszak varianciáját, így közvetve a szórását tudtuk összehasonlítani, a napi adatokat igénylő paraméterek esetén pedig ezek közül az utóbbi kettő időszakra terjedhettek ki elemzéseink.

A 6. és 7. táblázatok foglalják össze azokat az eseteket, amikor a variancia 10, illetve 2 %-os szinten szignifikáns megváltozását tapasztaltuk. Az elvégzett vizsgálatok kb. negyedénél találtunk ilyen, s összességében kb. minden kilencedik esetben volt 2 %-os szinten szignifikáns a variancia módosulása. A nem túl magas arány ellenére aggodalomra adhat okot, hogy a szignifikáns változások 74 %-ában – a 2 %-os szinten szignifikáns változások 89 %-ában - annak növekedését, azaz az extrém értékek gyakoribbá válását jelentette, ami kedvezőtlen lehet a szőlőtermesztés számára.

6. táblázat: A szőlő termesztése szempontjából fontos klimatológiai feltételek varianciájának szignifikáns változásai 2 %-os szinten (1871-2018)

Table 6: Significant changes at level of 2 % in the standard deviation of climatic conditions important for grape cultivation (1871-2018)

változás jellege	klímaparaméter	időszak 1	időszak 2
növekedés	nyár átlagos ariditási indexe	1883-1916	1917-1950
növekedés	évi átlaghőmérséklet	1883-1916	1985-2018
növekedés	vegper. effektív hőm. összege	1883-1916	1985-2018
növekedés	vegper. hő-fény indexe	1883-1916	1985-2018
növekedés	vegper. relatív nedvessége	1883-1916	1917-1950
növekedés	vegper. relatív nedvessége	1883-1916	1951-1984
növekedés	vegper. relatív nedvessége	1883-1916	1985-2018
növekedés	vegper. átlaghőmérséklete	1883-1916	1985-2018
csökkenés	nyár átlagos ariditási indexe	1917-1950	1985-2018

(Type of change /increasing, decreasing/; Climatic parameters /Aridity of summer, Yearly mean temperature, Effective temperature sum of growing season, Temperature-light index of growing season, Relative humidity of growing season, Mean temperature of growing season/; Period 1; Period 2)

Leggyakrabban a XIX. század végéhez (1883-1916) képest az azt követő évtizedekben (1917-1950), vagy még inkább az 1980-as évektől kezdődő időszakban volt megfigyelhető az extrém értékek gyakoribbá válása. Leginkább a termikus elemeknek, azon belül is a különböző időszakok átlaghőmérsékleteinek varianciája növekedett, de a relatív nedvesség esetén is tapasztaltunk ilyen áttrendeződést.

Ugyanakkor a hőség és forró napok száma esetén ezzel ellentétes tendencia volt megfigyelhető az utóbbi évtizedekben a XX. század közepéhez képest azáltal, hogy a hőmérsékleti stresszt okozó magas napi maximumhőmérsékletek egységesen gyakoribbá váltak az egymást követő években. Ilyen módon a stabilabb éghajlati viszonyok ebben az esetben nem feltétlenül kedveznek a növénytermesztésnek. Továbbá a nyár ariditásának és az évi csapadékösszegeknek a varianciája, tehát lényegében a szórása csökkent bizonyos esetekben az idő előrehaladtával, de csak gyengébb szignifikancia szinten.

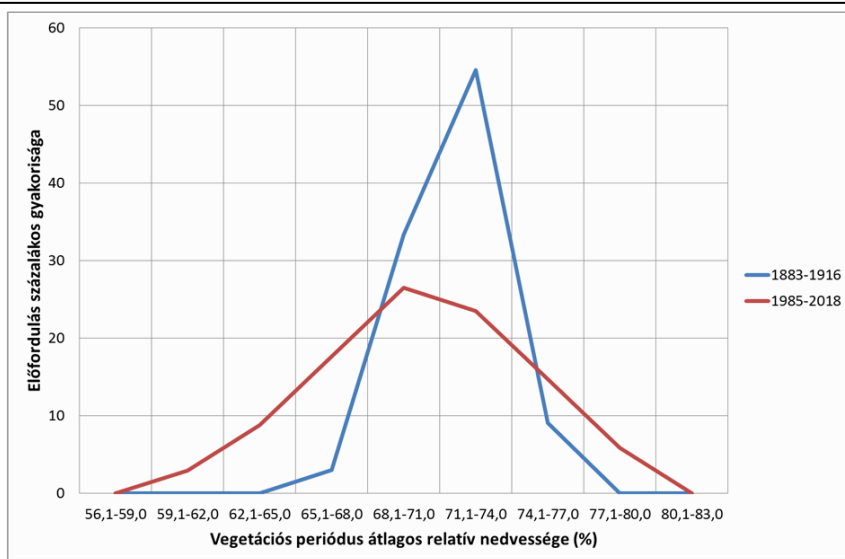
7. táblázat: A szőlő termesztése szempontjából fontos klimatológiai feltételek varianciájának szignifikáns változásai 10 %-os szinten (1871-2018)

Table 7: Significant changes at level of 10 % in the standard deviation of climatic conditions important for grape cultivation (1871-2018)

változás jellege	klimaparaméter	időszak 1	időszak 2
növekedés	nyár átlaghőmérséklete	1883-1916	1985-2018
növekedés	nyár átlaghőmérséklete	1951-1984	1985-2018
növekedés	évi átlaghőmérséklet	1883-1916	1917-1950
növekedés	évi átlaghőmérséklet	1951-1984	1985-2018
növekedés	vegper. effektív hőm. összege	1883-1916	1917-1950
növekedés	jún-szept átlaghőmérséklete	1883-1916	1985-2018
növekedés	vegper. hő-fény indexe	1883-1916	1917-1950
növekedés	vegper. átlaghőmérséklete	1883-1916	1917-1950
csökkenés	nyár átlagos ariditási indexe	1917-1950	1951-1984
csökkenés	hőségnapok száma	1951-1984	1985-2018
csökkenés	forró napok száma	1951-1984	1985-2018
csökkenés	évi csapadékösszeg	1883-1916	1951-1984
csökkenés	évi csapadékösszeg	1917-1950	1951-1984

(Type of change /increasing, decreasing/; Climatic parameters /Summer mean temperature, Yearly mean temperature, Effective temperature sum of growing season, Mean temperature of period June-Sept, Temperature-light index of growing season, Mean temperature of growing season, Aridity of summer, Number of days with maximum temperature above 30 °C, Number of days with maximum temperature above 35 °C, Yearly precipitation sum/; Period 1; Period 2)

A 3. ábrán bemutatott példa segítségével szemléltetjük az alapul vett éghajlatváltozási sémák közül azt a lehetőséget, amikor egy agroklímológiai indikátor szórásának módosulása, tehát az extrém értékek gyakoriságának növekedése révén valósul meg az éghajlatváltozás.



(axis x: Average relative humidity of the growing season (%); axis y: Relative frequency (%))

3. ábra. Éghajlatváltozás a szórás megváltozásával Mosonmagyaróváron

Figure 3. Climate change by change of standard deviation in Mosonmagyaróvár

KÖVETKEZTETÉSEK

A szőlőtermesztés regionális éghajlati feltételeinek megváltozása az utóbbi évtizedekben jelentkezett hangsúlyosabban; azt megelőzően inkább az éghajlati változékonysághoz való alkalmazkodás jelentett folyamatos feladatot. A folyamatban lévő, s a jövőben várható éghajlatváltozás jelentős mértékben az éghajlati elemek és jellemzők átlagainak eltolódása révén gyakorol befolyást a gazdálkodásra. Az ilyen jellegű eredményeink úgy összegezhetők, hogy általában a szőlőtermesztés éghajlati feltételeinek kedvező változásai vannak túlsúlyban, amit indokolhat a szőlő mediterrán származása, de a lehetőségeket realizálni is kell, például a termesztett fajták és az alkalmazott agrotechnika újragondolásával. Másfelől nagyon fontos a várható kedvezőtlen hatásokra is reagálni, végiggondolva az alkalmazkodás, védekezés, illetve a beavatkozás területén adódó lehetőségeket.

Kétmintás F-próba formájában elemeztük a meghatározó meteorológiai feltételek szórásának alakulását is azzal a céllal, hogy számszerűsítsük az extrém meteorológiai viszonyok előfordulásában bekövetkező változásokat. Aggudalomra adhat okot, hogy a variancia szignifikáns megváltozása általában annak növekedését, azaz az extrém értékek

gyakoribbá válását jelentette, ami innovatív megoldásokra ösztönözheti a szőlőtermesztőket és nemesítőket.

Az éghajlati viszonyok aktuális dinamikáját leginkább úgy lehet összefoglalni, hogy az éghajlatváltozás különböző formái és az éghajlati változékonyság együttesen állítják nagy kihívás elé a termelőket annak ellenére, hogy a szőlő melegebb égövi származása és relatív jó alkalmazkodóképessége miatt a zajló folyamatok – alakulásuk jelenlegi és a közeli jövőben várható szakaszában - nem egyértelműen kedvezőtlenek az ágazat számára.

Hangsúlyozni kell viszont, hogy e munka során a makroklímát jellemző tendenciák feltárása volt a célunk, s nem szabad megfeledkezni arról, hogy a mezo- és mikroklimatikus hatások módosíthatják az így kirajzolódó képet, még ha ezek alapvetően nem is változtatják meg a makroklíma által biztosított éghajlati feltételeket.

IMPACT OF CLIMATIC FLUCTUATIONS ON THE CONDITIONS OF GRAPEVINE PRODUCTION ON THE BASE OF LONG TERM METEOROLOGICAL DATA SERIES OF MOSONI-PLAIN

ZOLTÁN VARGA

Széchenyi István University, Faculty of Agricultural and Food Sciences,
Department of Water and Environmental Sciences, Mosonmagyaróvár

SUMMARY

Both forms of climate fluctuations affect the domestic and international situation of viticulture. While the impact assessment of climate change is deepening all over the world, the impact assessment of climatic variability is less pronounced today. At the same time, the complex and realistic interpretation of climate change coupled with climatic variability puts a great challenge on researchers in this field and on vine growers who need to gain this kind of knowledge in their tactical and strategic decisions. Based on a review of the relevant domestic and foreign literature, we quantify the climatic conditions, called as eco- or agroclimatic indicators that determine the vine cultivation and analyze their evolution in the last one and a half century in Northwestern Hungary. The results obtained which include possibilities, challenges and even hazards for viticulture,

interpreted indirectly and cautiously, provide insight into the macroclimatic processes taking place in other regions of Hungary.

Keywords: climate change, climatic variability, viticulture, correlation analysis, standard deviation analysis.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését a EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú „Innovatív tudományos műhelyek a hazai agrár felsőoktatásban” című projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

Anda A. - Kocsis T. (2010): A légköri nyomgázok hatása: az üvegházhatás és fokozódásának következményei. In: Anda A. - Kocsis T. /szerk./: Agrometeorológiai és klimatológiai alapismeretek. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 36-74.

Bényei F. - Lőrincz A. - Sz. Nagy L. (2005): Szőlőtermesztés. Mezőgazda Kiadó.

Caubel, J. - Garcia de Cortázar-Atauri, I. - Launay, M. - de Noblet-Ducoudré, N. - Huard, F., Bertuzzi, P. - Graux, A.-I. (2015): Broadening the scope for ecoclimatic indicators to assess crop climate suitability according to ecophysiological, technical and quality criteria. Agricultural and Forest Meteorology. 207, 94–106.

Caubel, J. - Garcia de Cortázar-Atauri, I. - Vivant, A.C. - Launay, M. - de Noblet-Ducoudré, N. (2018): Assessing future meteorological stresses for grain maize in France. Agricultural Systems. 159, 237–247.

Cochran, W.G. - Cox, G.M. (1957): Experimental designs. 2nd edition. Y. Wiley and Son, New York.

Fisher, R.A. - Yates, F. (1963): Statistical tables for biological, agricultural and medical research. 6th edition. Oliver and Boyd, London.

Holzschläger, A. - Calanca, P. - Fuhrer, J. (2013): Identifying climatic limitations to grain maize yield potentials using a suitability evaluation approach. Agricultural and Forest Meteorology. 168, 149–159.

Houghton, J.T. - Ding, Y. - Griggs D.J. - Noguer, M. - van der Linden, P.J. - Dai, X. - Maskell, K. - Johnson, C.A. /szerk./ (2001): Climate change 2001: The scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.

Kocsis T. (2010): Matematikai-statisztikai alapismeretek. In: Anda A. - Kocsis T. /szerk./: Agrometeorológiai és klimatológiai alapismeretek. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 368-382.

Kocsis T. - Kovács-Székely I. - Anda A. (2017): Comparison of parametric and non-parametric time-series analysis methods on a long-term meteorological data set. Central European Geology 60 (3): 316-332.
<https://akademai.com/doi/pdf/10.1556/24.60.2017.011>

Lőrincz A. - Sz. Nagy L. - Zánthy G. (2015): Szőlőtermesztés. Mezőgazda Kiadó.

Péczely Gy. (1998): Éghajlat. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.

Sadras, V.O.- Schultz, H.R. - Girona, J. - Marsal, J. (2012): Grapevine. In: Steduto, P. - Hsiao, T.C. - Fereres, E. - Raes, D. /eds./: Crop yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper 66. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 460-485.

Sváb J. (1981): Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Szentimrey T. (2000): Az éghajlati adatsorok homogenizálásának alapvető kérdései. In: Hunkár M. /szerk./: Az Országos Meteorológiai Szolgálat Beszámolója az 1999. évi tevékenységről. OMSz, Budapest. 127-145.

Tenk A. (2017): Dicső múltunk I. A Magyaróvári Gazdasági akadémia XIX. századi fénykorszaka és nagy tanári kara (1818-1918). Tarandus Kiadó, Mosonmagyaróvár.

Varga-Haszonits Z. (1977): Agrometeorológia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Varga-Haszonits Z. - Varga Z. - Lantos Zs. - Enzsölné Gerencsér E. (2006): Az éghajlati változékonyság és az agroökoszisztémák. Monográfia. Monocopy, Mosonmagyaróvár.

A szerző levélcíme:

Dr. Varga Zoltán, PhD

egyetemi docens

Széchenyi István Egyetem,

Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,

Víz- és Környezettudományi Tanszék

9200 Mosonmagyaróvár

Vár tér 2.

E-mail: varga.zoltan@sze.hu



THE EFFECT OF THE SHORT-TERM APPLICATION OF MUNICIPAL SEWAGE SLUDGE ON SOME OF THE MACRONUTRIENTS, HEAVY METALS AND THE PHYSIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOIL UNDER LETTUCE CULTIVATION

AFSANEH ALINEJADIAN BIDABADI¹ - NASTARAN SOHRABI¹-
MOHAMMAD FEIZIAN¹- ABBAS MALEKI²

¹Faculty of Agriculture, Soil Science Department, Lorestan University, Khoramabad,
Iran

²Faculty of Agriculture, Water Engineering Department. Lorestan University,
Khoramabad, Iran

ABSTRACT

Sewage sludge (SS) is a rich source of organic matters and nutrients and can use as a fertilizer in farms. The purpose of this research is to study the effect of short-term of municipal sewage sludge on some of the physical and chemical characteristics of a soil. This research conducted in greenhouse conditions in Iran with a randomized complete block design with five treatments including control, 25, 50, 75 and 100 t/ha across four replication. According to the results, adding sewage sludge to soil increased the concentration of macronutrients, heavy metals, organic carbon content, electrical conductivity, porosity and mean weight diameter and decreased pH, bulk density, particle density, significantly. The highest amount of N, P, and K (0.1%, 213.5 and 10.85 mg/kg, respectively) and Pb and Cd (5.17 and 2.42 mg/kg, respectively) and some of the physicochemical characteristics of soil reported in the treatment of 100 t/ha.

Keywords: Sewage sludge, Macronutrients, Heavy metals, Physicochemical characteristics

INTRODUCTION

Sewage sludge (SS) is mainly produced during the treatment of wastewaters and is a type of organic waste which not only improves the physiochemical properties of soil, but it also causes elevation of the concentration of macro and micro essential nutrients for the growth of plants (Eid, E.M. et al. 2017 and Wollmann, I. 2017). Nitrogen, phosphorus, and potassium are among macro and necessary elements for the nutrition and growth of plants (Marschner, H. 2011). Using sewage sludge in the land may have many beneficial effects on fertility of soil, it can enrich the soil with its nitrogen, phosphorus, and micronutrient contents and modifies physicochemical, microbiological and enzymatic properties of soil, so it improves crop production (Kumar, V, and Chopra, A.K. 2014, Bouriou, M. 2015). Therefore, one of the useful effects of consumption of sewage sludge is the enrichment of soil and crops regarding nutritional elements and improvement of the quality of soil fertility.

Bai, Y. et al. (2017) have been demonstrated the positive influence of sewage sludge application on the soil properties. They have shown that one- time sewage sludge can improve initial fertility in infertile mudflat soil via increasing soil organic carbon level, bulk density, and greater nutrient content.

Although the application of urban and industrial sewages as fertilizer in agricultural is of interest regarding both economic and environmental aspects, usage of this compound brings about potential risks to crop plants, human health, and ecological system that should be evaluated before its fertilizer and economic value (Uayanga, W.C. et al. 2018, Xiong, Q. et al. 2018). The major point that should be noted when applying sewage sludge in agriculture is the relatively high concentration of some heavy metals including lead, cadmium, and nickel in these wastes as well as investigation of their microbial load. Though SS often contains toxic heavy metals which regard to types of SS, its concentrations are varied (Xiong, Q. et al. 2018, Samara, E. et al. 2017). Due to toxic effects of heavy metals on the plants, they have negative effects on the growth and yield (Rizwan, M. et al. 2016, Rizwan, M. et al. 2017). Thus many countries have determined the heavy metal limits in SS for field application (Uayanga, W.C. et al. 2018). So, before application of SS in any field, SS should be evaluated for their heavy metal concentration.

Roig, N. et al. (2012) in a field trial on clay loam soil under wheat cultivation reported that in response to 16 years of usage of sewage sludge in 40 and 80 t/ha, the organic matter

and soil nitrogen increased with the increase in the sludge values. *Latare, A.M. et al.* (2014) have also found that application of sewage sludge by 40 t/ha resulted in a significant increase in the available phosphorus for soil under wheat cultivation. *Rahimi Alashty, S. et al.* (2011) in a research to investigate the role of sewage sludge on some chemical properties of soil and the concentration of lead and cadmium elements in the soil and lettuce as well as radish, reported that with the consumption of sewage sludge, the amount of lead and cadmium increased in soil. *Kumar, V. and Chopra, A.K.* (2016) cultivated eggplant in two cultivation seasons and indicated that sewage sludge significantly ($p \leq 0.01$, $p \leq 0.05$) increased sodium, potassium, calcium, magnesium, and nitrogen in the soil.

In addition to affecting the concentration of nutrients and the heavy metals present in the soil, sewage sludge also influences the physiochemical properties of soil (*Kumar, V. and Chopra, A.K.* 2016). Among the most important reasons for application of organic fertilizers including sewage are improving the formation and stabilization of aggregates and providing favorable conditions regarding moisture and aeration for the activity of organisms and plant growth. Indeed, sewage sludge can improve soil porosity, increased water holding and decreased density in compacted soils. Many of the chemical properties of soil and in turn the growth of the plant as well as the activity of the soil's microorganisms along with the availability of nutrients required by the plant are dependent on the soil pH (*Bohn, H. L.* 2001). Application of sewage sludge may result in altering in soil pH. The extent of pH variation is dependent on soil properties including its texture and buffer capacity. The results of the research by *Saadat, K. et al.* (2012) showed that sewage sludge led to a significant reduction (at $P \leq 0.01$) in the pH of the soil of pots when compared with the control treatment.

Song, U. and Lee, E.J. (2010) by evaluating the economic and environmental aspects of consumption of sewage sludge on soil and plants reported that sewage sludge causes improved soil properties such as moisture, organic compound, porosity, and bulk density. *Angin, I. and Yaganoglu, V.* (2011) by applying 0, 40, 80, and 120 t/ha of sewage sludge in sandy loam soil with 69.4% sand particle which was under barley cultivation, reported that the bulk and particle density decreased across all of the treatments, whereas the total porosity increased. The results of the research by *Saadat, K. et al.* (2012) showed that sewage sludge led to a significant reduction (at $P \leq 0.01$) in the pH of the soil of pots when compared with the control treatment.

OBJECTIVES

With the passage of several years of the start of Khoramabad wastewater treatment plant in Lorestan province, massive quantities of sewage sludge have produced. Unlike the freeness of the sewage sludge produced by this treatment plant, the farmers of the region do not show any willingness to use it, and the obtained sewage sludge has accumulated in the yard of the treatment plant. Therefore, this research implanted with the aim of investigating the effect of municipal sewage sludge on the concentration of macro-nutrients, heavy metals and some physiochemical characteristics of soil under lettuce cultivation.

EXPERIMENTAL

This study implemented in 2015-2016 in the research greenhouse of agriculture faculty of Lorestan University (Iran). The soil under experiment prepared from a farm close to the faculty's research greenhouse from the depth of 0-30 cm. For homogeneity, this soil was passed through a 4 mm sieve and then dried when exposed to air. The experiment was laid out in a randomized complete block design with five municipal sewage sludge treatments in dry matter including zero (S_0), 25 (S_{25}), 50 (S_{50}), 75 (S_{75}), and 100 (S_{100}) t/ha across four replications. Before analysis, surface (0-30 cm) complex soil samples were collected for the initial physical and chemical soil analysis and were mixed to form a representative surface sample for analyses. Soil samples were air-dried and passed through a 2 mm sieve. Some of the principal properties of the soil including soil texture, organic carbon content, electrical conductivity, soil pH, available phosphorus, total nitrogen content, soluble calcium and magnesium, available potassium and soluble sodium were measured using hydrometry method (*Day, P.R. 1965*), Walkley and black acid digestion method, in suspension of 1:5 (soil to water) by electric conductivity meter (*Jackson, M.L. 1973*), pH meter (*Jackson, M.L. 1973*), Olsen method (*Olsen, S.R. and Sommers, L.E. 1982*), Kjeldahl method (*Jackson, M.L. 1973*), titration method (*Lanyon, L.E., Heald, W.R. 1982*), flame photometry according to (*Jackson, M.L. 1973*), respectively. The available concentration of heavy metals measured by DTPA extractor and then read by atomic absorption device plus GBC 932 model (*Lindsay, W.L. Norvell,*

W.A. 1978). The bulk density, particle density, and porosity were obtained using cylinder method (Blake, G.R. and Harge, K.H. 1986a), pycnometer method (Blake, G.R. Hartge, K.H. 1986b) and through calculation and considering the values of particle and bulk density (Danielson, R.E. and Sutherland, P.L. 1986), respectively. The stability of the aggregates was evaluated using the wet sieve method, and of the mean weight diameter of aggregates (MWD) measured (Kemper, D. and Roseau, C. 1986). *Table 1* summarizes some of the physiochemical characteristics of the soil and sewage sludge.

The utilized sludge (of digested by anaerobic method type) prepared from the municipal wastewater treatment plant of Khoramabad city of Lorestan, and following air drying, it passed through a 4-mm sieve. Some of its preliminary properties including pH and electrical conductivity in 1:5 (sludge to water), organic carbon, total nitrogen, concentration of macro-nutrients (available phosphorus and potassium) and available concentration of some heavy metals of the sludge (available iron, copper, cadmium, and lead) measured by the methods mentioned for the soil samples. Some of the physiochemical characteristics of the experimented soil and the utilized sewage sludge have provided in *Table 1*.

Table 1: Some of physicochemical characteristics in studied soil and sewage sludge

characteristics	sewage sludge	soil	unit
Texture	-	Clay loam	-
pH	6.93	7.48	-
EC	12.14	0.70	dS/m
Organic Carbon	15.60	0.428	%
Bulk density	0.44	1.3	g/cm ³
Total nitrogen	1.028	0.041	%
Available K	493	158	mg/kg
Available P	295.4	8.7	mg/kg
Mg	0.89	1.91	meq/lit
Ca	2.69	5.23	meq/lit
Na	8.97	0.92	meq/lit
DTPA-Fe	301.89	3.67	mg/kg
DTPA-Zn	69.34	0.59	mg/kg
DTPA-Cu	21.36	0.88	mg/kg
DTPA-Pb	10.38	0.71	mg/kg
DTPA-Cd	1.63	0.39	mg/kg

Plastic pots (capacity 5 kg) were used the approximate dimensions of 14 cm in diameter and 20 cm in height, which filled with soil and sludge according to the bulk density of the farm. In each pot, Lettuce (*Lactuca sativa*) was cultivated in three numbers and following 20 days of the cultivation; the shrubs thinned to one so that the plant would have enough space for growth. During growth period (50 days), we did not use mineral fertilizer and irrigation performed according. During the experiment, the soil moisture content was kept at the initial level every three days and the amount of transpiration was determined by measuring the decrease in weight of the pots (planted and unplanted) and by adding the necessary amount of water to each pot.

The statistical analysis of the data was performed using the SAS 9.1 software. Analysis of variance (ANOVA) was carried out using the randomized complete block design. The treatments means were compared using Duncan's multiple range test (DMRT) at 5% level of probability.

RESULTS AND DISCUSSION

The effect of sewage sludge on some of the macronutrients and the heavy metals of soil
 The results of the analysis of variance indicated that the treatments of sewage sludge had a significant effect on the concentration of the macronutrients. *Tables 2* and three present the results of analysis of variance and comparison of the means of the sludge on soil macronutrients and the heavy metals, respectively.

Table 2: Analysis of variance (F-statistics) of sewage sludge effect on soil macronutrients and heavy metals

Changing sources	df	Pb	Cd	P	K	N
treatment	4	33.31*	57.82*	30.02*	63.76*	69.82*
repetitions	3	1.30 ^{ns}	0.42 ^{ns}	0.37 ^{ns}	3.29 ^{ns}	0.49 ^{ns}
Experimental error	12	-	-	-	-	-
Coefficient of variation	-	25.49	20.50	7.36	3.33	6.56

ns and * are insignificant and significant at $P \leq 0.05$, respectively.

Total nitrogen, phosphorus and available potassium of the soil

Nitrogen: The table of analysis of variance (*Table 2*) indicated that the application of sewage sludge resulted in a significant increase (at $P \leq 0.05$) in the total nitrogen content of the soil. Comparison of the means in table 3 suggests that with the addition of the sewage sludge, the total nitrogen content increased significantly in all of the treatments receiving sewage sludge than the control treatment, such that the total nitrogen raised from 0.05% in control treatment to 0.10% in the treatment of 100 t/ha (a two-fold increase). The maximum value of nitrogen obtained in the treatment of 100 t/ha, but no

significant difference observed between the 25 t/ha treatment and the control treatment (Table 3).

Table 3: Effect of different sewage sludge treatments on Pb, Cd, P, K, N.

Treatment	Pb	Cd	P	K	N
S ₀	0.92 ^c	0.36 ^c	6.42 ^d	152.75 ^e	0.05 ^d
S ₂₅	1.04 ^c	0.44 ^c	7.62 ^c	165 ^d	0.05 ^d
S ₅₀	1.75 ^c	0.89 ^b	8.85 ^b	183.25 ^c	0.06 ^c
S ₇₅	3.77 ^b	1.22 ^b	9.90 ^a	197 ^b	0.08 ^b
S ₁₀₀	5.17 ^a	2.42 ^a	10.85 ^a	213.5 ^a	0.1 ^a

Values followed by different superscript letters in the same column are significantly different at $P \leq 0.05$ level.

S₁: control, S₂: 25, S₃: 50, S₄: 75 and S₅: 100 t/ha sewage sludge

The reason for the increase in the total nitrogen content can be the high nitrogen content in the sewage sludge (1.028%). Several authors have emphasized that sewage sludge increases nitrogen in organic fraction of soil (Mazen, A. et al. 2010, Bouriou, M. et al. 2014). Organic nitrogen changes to mineral nitrogen gradually which is usable by plants (Warman, P.R. and Termee, W.C. 2005). The increase of the soil organic matter in response to the application of sewage sludge is another factor in enhancing the total nitrogen content of the soil. The reason is that an organic compound is essentially from residues of living organisms, and since nitrogen is a component of the living organisms body, therefore organic matter is the main source of soil nitrogen (Malakouti, M.J. and Homae, V.M. 2004). Boostani, H.R. and Ronaghi, A. (2012) in their greenhouse experiment, reported a significant increase in the soil total nitrogen content in three textures of soil including (sand, sandy loam, and clay loam) under the influence of application of sewage sludge in a lime soil after harvesting corn by adding different levels of sewage sludge. In this regard, that study was in line with this research.

Phosphorus: Comparison of the means suggests that with the addition of sewage sludge to the soil across all of the treatments, the available soil phosphorus significantly has increased when compared with the control treatment. According to the results, a significant P enrichment of soil improved with sewage sludge. In this study the soil of both 75 and 100 t/ha treatments have 1.54 and 1.69 times more available phosphorus, respectively, than control treatment. The maximum and minimum phosphorus

concentration observed at 100 t/ha treatment and control treatment (10.85 and 6.42 mg/kg), respectively. The phosphorus concentration did not show any significant difference between the 75 and 100 t/ha of sludge (*Table 3*). The probable reason for this increase can attribute to the high phosphorus level, organic carbon and the organic acids present in the sewage sludge (*Table 1*). The degree of solubility of phosphate can increase between 10 to 1000 units with the presence of organic acids such as maleate, citrate, and oxalate given the type of the soil and the concentration of organic acid (*Malakouti, M.J. et al. 2004*). On the other hand, organic acids resulting from sewage sludge are adsorbed as ligand exchange and compete with phosphorus for the sites at which absorption takes place, eventually resulting in the increased usability of phosphate. The research of *Latare, A.M. et al. (2014)* as with this study, indicated that application of sewage sludge resulted in a significant increase in the available phosphorus by soil. The results agree with those reported by *Belhaj, D. et al. (2016)* and *Bourioug, M. et al. (2018)* after using sewage sludge at doses ranging from 25 to 125 t/ha.

Available potassium: According to the results of analysis of variance (*Table 2*), it is evident that the application of sewage sludge resulted in a significant increase in the available potassium level of the soil. Comparison of the means also showed that the addition of sewage sludge significantly increased the available potassium level in comparison with the control sample across all of the treatments. In this regard, the potassium level increased from 152.75 mg/kg in the control treatment to 213.50 mg/kg in the 100 t/ha treatment (*Table 3*). Increasing soil K level in response to usage of sewage sludge was in less than that observed for phosphorus and nitrogen, which can attribute to the low potassium level in comparison with phosphorus and nitrogen present in the sludge. The main reason for this phenomenon is probably the high solubility of potassium that causes to remain as soluble in the effluent following separation of sludge off the wastewater, and thus the sludge part becomes deprived of potassium (*Barahimi, N. 2009*). Our findings revealed that sewage sludge enhances the available potassium in the amended soil which is in agreement with *Saruhan, V. et al. (2010)* and *Bourioug, M. et al. (2018)*.

Increased nutrient available in the soil is related to two reasons. Firstly, the high concentration of such elements in the sludge sewage used which were provided in the available forms or released from organic matter via mineralization (*Bourioug, M. et al.*

2014). Secondly, it happens due to remobilization of some elements initially existent in soil by lowering the pH (Cornwell, D.A. and Koppers, H.M.M. 1990).

DTPA-lead and DTPA-cadmium

Lead: Comparison of means in Table 3 indicates that the value of lead has had a significant increase with the addition of sewage sludge to the soil (except for 25 and 50 t/ha treatment) when compared with the control treatment. The maximum concentration of lead (5.17 mg/kg) has related to 100 t/ha sludge, while the minimum has associated with the control sample (0.92 mg/kg). Kabata-Pendias, A. (2001) has reported that lead can form strong and stable complexes with organic matters and the reason of the presence of lead in the surface layers of soil is considered to be an accumulation of organic compounds at the soil surface. The results of the present research are in line with this study. Dai, L. et al. (2014) reported that addition of sewage sludge resulted in a significant increase (at $P \leq 0.05$) in the lead concentration in soil.

Cadmium: According to the results of analysis of variance (Table 2), it is evident that the application of sewage sludge led to a significant increase in the available cadmium content present in the soil. Comparison of the means (Table 3) also indicates that the available cadmium content has had a significant increase (at $P \leq 0.05$) with the addition of sewage sludge to the soil (except for 25 t/ha treatment) when compared with the control treatment. Application of 100 t/ha indicated the maximum cadmium content (2.42 mg/kg), while the control treatment showed the minimum cadmium content (0.36 mg/kg) (Table 3). Increasing the level of this metal in response to the application of sewage sludge can be associated with increased organic matter content in the soil with the use of high levels of sewage sludge. In response to this growth, metals form bonds with organic compounds as unstable forms and comfortably change into absorbable forms (Antoniadis, V, and Alloway, B.J. 2002). Other researchers also believe that organic fertilizers (sewage sludge and urban waste compost) are the most important sources for heavy metals such as cadmium and nickel in soil (Abdul khaliq, S.J. et al. 2017).

The significant increase in concentrations of Pb and Cd was observed at all the ratios of sewage sludge as compared to unamended soil which may be because of several factors such as nature and degradability of organic matter, type of soil, and pH (Moreira, R.S. et al. 2013). One of the main characteristics to determine the availability of heavy metals is

pH (Zhao K.L. et al. 2010). Decreasing soil pH leads to the increased availability of many heavy metals (Eid, E.M. and Shaltout, K.H. 2016). The results of this study showed congruence with the research by Belhaj, D. et al. (2016) reporting that the addition of sewage sludge to soil increases the availability of many heavy metals.

The effect of usage of sewage sludge on some physical characteristics of soil

Tables 4 and 5 present the results of analysis of variance and comparison of the means on some of the physical properties of the soil.

Table 4: Analysis of variance (F-statistics) of sewage sludge effect on some of soil physical characteristics

Changing sources	df	Aggregate stability	porosity	Particle density	Bulk density
Treatment	4	90.73*	3.30*	45.23*	31.58*
Repetition	3	0.95 ^{ns}	0.15 ^{ns}	0.36 ^{ns}	0.22 ^{ns}
Experimental error	12	-	-	-	-
Coefficient of variation	-	2.39	2.84	2.26	4.09

ns and * are insignificant and significant at $P \leq 0.05$, respectively.

Table 5: Effect of different sewage sludge treatments on Aggregates stability, Porosity, Particle density, Bulk density

Treatment	Aggregates stability	Porosity	Particle density	Bulk density
S ₀	0.44 ^c	0.59 ^c	2.53 ^a	1.03 ^a
S ₂₅	0.52 ^b	0.60 ^{cb}	2.24 ^b	0.90 ^b
S ₅₀	0.52 ^b	0.61 ^{cab}	2.16 ^c	0.83 ^c
S ₇₅	0.58 ^a	0.62 ^{ab}	2.14 ^c	0.81 ^c
S ₁₀₀	0.60 ^a	0.63 ^a	2.11 ^c	0.78 ^c

Values followed by different superscript letters in the same column are significantly different at $P \leq 0.05$ level

S₁: control, S₂: 25, S₃: 50, S₄: 75 and S₅: 100 t/ha sewage sludge

Bulk density, particle density and the total porosity of the soil

The bulk density and particle density of soil: Table 4 indicates that application of sewage sludge resulted in a significant reduction in the bulk and particle density. Comparison of means in Table 5 also shows that the addition of sewage sludge significantly decreased these two parameters across all of the treatments when compared with the control treatment (at $P \leq 0.05$). The most considerable reduction in the bulk and particle density

(0.78 and 2.11) respectively observed in the 100 t/ha treatment. In this study, the bulk density of the sludge was 0.44 g/cm^3 (Table 1). This bulk density is far lower than the initial bulk density of the soil (1.3 g/cm^3). Therefore, it expects that the addition of sewage sludge would result in a diminished bulk density of soil. This trend may be ascribed to the addition of the bulk quantity of organic matter of low bulk density leads to better soil aggregation which in turn increased the soil porosity. Other studies *Mondals, S.et al.* (2015), have also recorded that the addition of organic material to soil reduces bulk density.

Sewage sludge will have a low bulk density due to containing high organic carbon content. Accordingly, adding it to soil resulted in diminished particle density by increasing the ratio of organic particles about minerals in the solid phase (*Angin, I. and Yaganoglu, V.* 2011). The growth of biotic secretions of microbes and the plant's root in response to the addition of sewage sludge may be another reason for the reduction in the particle and bulk density of soil. Overall, in this research addition of sewage sludge had a considerable effect on the alleviation of the soil's bulk and particle density. These results are in line with the research by *Ahmad Abadi, Z. and Ghajar Sepanlou, M.* (2012). *Song, U. and Lee, E.J.* (2010), *Angin, I. and Yaganoglu, V.* (2011) who showed that with an application of sewage sludge, the bulk and particle density of soil diminishes.

The total porosity of soil: The results of the analysis of variance (Table 4) demonstrated that the application of sewage sludge resulted in increased porosity. Comparison of means in Table 5 also suggests that addition of sewage sludge has significantly increased the total porosity of soil across all of the treatments when compared with the control treatment. Although this ascending trend has been significant only in the 75 and 100 t/ha (in comparison with the control), porosity has increased from 0.59% in the control treatment to 0.63% in the 100 t/ha of sludge treatment (Table 5). The values of consumed sludge have caused increased total porosity due to the further reduction in the bulk density in comparison with the particle density of soil. The results of this research were by the findings of *Angin, I. and Yaganoglu, V.* (2011) who reported that with the addition of sewage sludge, the total porosity of soil has increased.

The mean weight diameter (MWD) of aggregates

Comparison of the means in *Table 5* suggests that with the increase in the level of sewage sludge, the content of stable aggregates in water has grown. The maximum and minimum stability of aggregates observed in the 100 t/ha and control treatment, respectively. The pots that received the highest amount of sewage sludge exhibited about 1.36 times higher value of MWD than control which may be related to increasing in water stable aggregate resulted from better soil aggregation.

Various studies have shown that addition of organic fertilizers to soil results in increased stability of the soil structure. Addition of sewage-sludge increased the organic matter content that modifies the aggregation status and structure of the soil (*Mondals, S. et al. (2015)*). On the other hand, the increase in the organic secretions of the plant root as well as the microbial activity of soil in response to the addition of sludge can also be other reasons in aggregation. *Miller, J.J. et al. (2002)* have also reported that growth of fungal networks on the soil in response to an addition of sludge can result in increased stability of aggregates. These results were congruent with the findings of our study.

The effect of the application of sewage sludge on some of the chemical properties of soil

The sewage sludge treatments had significant results on some of the chemical properties of soil (*Tables 6 and 7*).

Table 6: Analysis of variance (F-statistics) of sewage sludge effect on some of soil chemical characteristics

Changing sources	df	EC	pH	Organic Carbon
Treatment	4	184.84*	58.07*	71.85*
Repetition	3	0.76 ^{ns}	0.76 ^{ns}	0.75 ^{ns}
Experimental error	12	-	-	-
Coefficient of variation	-	8.46	0.15	7.54

ns and * are insignificant and significant at $P \leq 0.05$, respectively.

Table 7: Effect of different sewage sludge treatments on Electrical conductivity, pH, Organic Carbon

Treatment	Electrical Conductivity	pH	Organic Carbon
S ₀	0.88 ^d	7.58 ^a	0.57 ^d
S ₂₅	1.05 ^d	7.56 ^b	0.59 ^d
S ₅₀	1.99 ^c	7.52 ^c	0.70 ^c
S ₇₅	3.09 ^b	7.50 ^c	0.88 ^b
S ₁₀₀	3.69 ^a	7.47 ^b	1.18 ^a

Values followed by different superscript letters in the same column are significantly different at $P \leq 0.05$ level

S₁: control, S₂: 25, S₃: 50, S₄: 75 and S₅: 100 t/ha sewage sludge

The soil organic carbon content

The table of analysis of variance (Table 6) indicated that the application of sewage sludge resulted in a significant increase in the soil organic carbon content (at the probability level of 5%). Comparison of means also indicated that with the addition of sewage sludge to the soil, organic carbon content significantly increased across all of the treatments (except for 25 t/ha treatment), when compared with the control treatment (Table 7). The sludge used in this research contains 15.60% organic carbon (Table 1). Therefore, concerning the considerable level of organic carbon, application of various amounts of it has resulted in a significant increase in the soil organic carbon content, such that the soil organic carbon content increased from 0.57% in the control treatment to 1.18% in 100 t/ha of sludge. These results showed congruence with the reports of Urbaniak, M. *et al.* (2017); who indicated that application of sewage sludge increases the soil organic carbon content.

The soil pH

The effect of the application of sewage sludge on the reduction of soil pH became significant at the probability level of 5% (Table 6). Comparison of means (Table 7) also reveals that with the addition of sewage sludge to the soil, the soil pH decreased in all of the treatments when compared with the control treatment. This reduction more appeared at a high rate of sewage sludge can be attributed to organic acids produced during the mineralization (Angin, I. *et al.* 2012), the process of biodegradation of the organic fraction [45] and nitrification processes of NH₄ in the sludge (Cytryn, E. *et al.* 2012), thereby is the cause of soil acidification. The minimum and maximum values of pH observed in the

100 t/ha of sludge and control treatments (7.47 and 7.58, respectively). However, no significant difference detected between the 50 and 75 t/ha. As sewage sludge contains large amounts of organic matter, it can have a considerable effect on the biological activity and the reduction of soil pH. *Elloumi, N. et al.* (2016) have also introduced the reason for the decrease in pH as the presence of the organic acids present in organic fertilizer, the degradation of organic matter, and the acids produced from microbial activity. Many researchers have also reported that with the addition of sewage sludge to the soil, the soil pH declines (*Elloumi, N. et al.* 2016).

The soil electrical conductivity

The results of the analysis of variance of electrical conductivity suggest a significant difference (at $P \leq 0.05$) of this characteristic across various levels of the sewage sludge (*Table 6*). Comparison of means (*Table 7*) also showed that with the addition of sewage sludge to the soil, the soil's electrical conductivity has increased across all of the treatments when compared with the control treatment. The 100 t/ha has had the highest impact on increasing the soil salinity. In this treatment, the EC value was $3.69 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$, while in the control sample it was $0.88 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$. With the rising sewage sludge doses, electrical conductivity increased which may be related to the high salt content of sewage sludge. Our results are consistent with *Belhaj, D. et al.* (2016) and *Bouriou, M. et al.* (2018), and *Shirani, H. et al.* (2010). However, Kumar and Chopra [4], found that sewage sludge increases both electrical conductivity and soil pH.

CONCLUSIONS

Based on the findings obtained from this research, it found that sewage sludge has a considerable fertilizer potential. Application of this compound not only increased the soil organic carbon content, but it also elevated the concentration of macronutrients (K, P, and N) in the soil, playing a role in its fertility. Furthermore, usage of sludge led to a significant increase in the total porosity and electrical conductivity along with the concentration of heavy metals and a reduction in pH together with the bulk and particle density of soil. Nevertheless, it should be noted that given the production stages, sewage sludge may bring about the potential risks of biologic and microbial contamination as

well as heavy metals or toxic elements, where addition of high amounts of them to soil can cause pollution of the environment and the food cycle of human beings, resulting in critical and irrecoverable damages. Accordingly, considering the positive effects of this compound, it is recommended that environmental studies and investigation of the potential of contamination of these compounds performed separately, and any recommendation regarding the usage of these compounds should give with caution. On the other hand, utilization of sewage sludge can increase the soil electrical conductivity and using it in large amounts may be problematic in the soil. Therefore, to use it in agricultural lands, every year soils should be tested regarding chemical, biological, and physical aspects so that in case of illogical observation of some characteristics, its usage would offer with greater accuracy and management.

REFERENCES

- Abdul Khaliq, S.J. - Al-Busaidi, A. – Ahmed, M. - Al-wardy, M. – Agrama, H. Choudri, B.S. (2017):* The effect of municipal sewage sludge on the quality of soil and crops, in *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, Volume 6, Issue 4, pp. 289-299.
- Ahmad Abadi, Z. – Ghajar Sepanlou, M. (2012):* Effect of organic matter application on some of the soil physical properties, in *Journal of Water and Soil Conservation*, Volume 19, Issue 2, pp. 99-116 [In Persian].
- Angin I. – Aslantas, R. - Kose, M. - Karakurt, H. – Ozkan, G. (2012):* Changes in chemical properties of soil and sour cherry as a result of sewage sludge application, in *Horticultural Science*, Volume 39, Issue 2, pp. 61-66.
- Angin, I. - Yaganoglu, V. (2011):* Effects of sewage sludge application on some physical and chemical properties of a soil affected by wind erosion, in *Agriculture Science and Technology*, Volume 13, pp. 757-768.
- Antoniadis, V. – Alloway, B.J. (2002):* The role of dissolved organic carbon in the mobility of Cd, Ni and Zn in sewage sludge-amended soils, in *Environment Pollution*, Volume 117, Issue 3, pp. 515-521.
- Bai, Y. - Zang, C. - Gu, M. - Gu, C. - Shao, H. - Guan, Y. - Wang, X. - Zhou, X. - Shan, Y. – Feng, K. (2017):* Sewage sludge as an initial fertility driver for rapid improvement of mudflat salt-soils, in *Science of The Total Environment*, Volume 578, Issue 1 pp. 47-55.

Barahimi, N. - Afyuni, M. - Karami, M. - Rezaee Nejad, Y. (2009): Cumulative and residual effects of organic amendments on nitrogen, phosphorus and potassium concentrations in soil and wheat, in *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, Volume 12, Issue 46, pp. 803-812 [In Persian].

Belhaj, D. - Elloumi, N. - Jerbi, B. - Zouari, M. Abdallah, F. B. - Ayadi, H. - Kallel, M. (2016): Effects of sewage sludge fertilizer on heavy metal accumulation and consequent responses of sunflower (*Helianthus annuus*), in *Environmental Science and Pollution Research*, Volume 23, Issue 20, pp. 20168-20177.

Blake, G.R. - Hartge, K.H. (1986a): Bulk density. In: Klute, A., Ed., *Methods of Soil Analysis, Part 1—Physical and Mineralogical Methods*, 2nd Edition, Agronomy Monograph 9, American Society of Agronomy—Soil Science Society of America, Madison, pp. 363-382.

Blake, G.R. – Hartge, K.H. (1986b): Particle density. In: Klute, A., Ed., *Methods of Soil Analysis, Part 1—Physical and Mineralogical Methods*, 2nd Edition, Agronomy Monograph 9, American Society of Agronomy—Soil Science Society of America, Madison, pp. 377-381.

Bohn, H.L. - Mcneal, B.L. - O'connor, G.A. (2001): *Soil Chemistry*. 3rd ed. New York. John Wiley & Sons, Inc.

Boostani, H.R. - Ronaghi, A. (2012): Bioavailability of nutrients in three textural classes of a calcareous soil affected by addition of sewage sludge and fertilizer after harvesting corn, in *Journal of Water and Soil*, Volume 26, Issue 2, pp. 272-281. [In Persian].

Bouriou, M. - Alaoui- Sossé, L. - Laffray, X. - Raouf, N. - Benbrahim, M.- Badot, P.M. - Alaoui-Sossé, B. (2014): Evaluation of sewage sludge effects on soil properties, plant growth, mineral nutrition state and heavy metal distribution in European larch seedlings (*Larix decidua*), in *Arabian Journal for Science and Engineering*, Volume 39, Issue 7, pp. 5325-5335.

Bouriou, M. – Gimbert, F. - Alaoui-Sehmet, L. – Benbrahim, M. – Lotfi, A. - Alaoui-Sosse, B. (2015): Sewage sludge application in a plantation: effects on trace metal transfer in soil-plant-snail continuum, in *Science of the Total Environment*, Volume 502, Issue 1 pp. 309-314.

Bouriou, M. - Krouna, M. - Abouabdillah, A. - Harraq, A. - Bouabid, R. - Aleya, L. (2018): Sewage sludge used as organic manure in Moroccan sunflower culture: Effects

on certain soil properties, growth and yield components, in *Science of the Total Environment*, Volume 15, pp. 681-688.

Cornwell, D.A. - Koppers, H.M.M. (1990): Slib, Schlamm, Sludge. AWWARF and KIWA Ltd, Denver, CO 320p.

Cytryn, E. – Levkovitch, I. – Negreanu, Y. – Dowd, S. – Frenk, S. - Silber, A. (2012): Impact of short-term acidification on nitrification and nitrifying bacterial community dynamics in soilless cultivation media, in *Applied and Environmental Microbiology*, Volume 78, Issue 18, pp. 6576-6582.

Dai, L. - Gao, Y.M. – Zhang, J.P. (2014): Effects of sewage sludge application on contents of heavy metals in the soil and growth of maize, in *Advanced Materials Research*, Volume 838-841, pp. 2694-2700.

Danielson, R.E. - Sutherland, P.L. (1986): Porosity. pp 443-460. In: Klute A (ed). *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical methods*, 2nd ed. Soil Science Society of America, Inc. Publisher Madison, Wisconsin USA.

Day, P.R. (1965): Particle fractionation and particle-size analysis, pp. 545-567. In: Black C.A. Evans D.D. White L.J. Ensminger L.E., Clark F.E. (eds.), *Methods of Soil Analysis*. American Society of Agronomy, Madison, WI.

Eid, E.M. - Alrumman, S.A. - El-bebany, A.F. - Hesham, A.E.L. - Taher, M.A. - Fawy, K.F. (2017): The effects of different sewage sludge amendment rates on the heavy metal bioaccumulation, growth and biomass of cucumbers (*Cucumis sativus L.*), in *Environmental Science and Pollution Research*, Volume 24, Issue 19 pp. 16371-16382.

Eid, E.M. – Shaltout, K.H. (2016): Bioaccumulation and translocation of heavy metals by nine native plant species grown at a sewage sludge dump site, in *International Journal of Phytoremediation*, Volume 18, Issue 11, pp. 1075-1085.

Elloumi, N. – Belhaj, D. – Jerbi, B. – Zouari, M. – Kallel, M. (2016): Effects of sewage sludge on bio-accumulation of heavy metals in tomato seedlings, in *Spanish Journal of Agricultural Research*, Volume 14, Issue 4, e0807.

Jackson, M.L. (1973): Soil chemical analysis. Prentice hall of India Pvt. Ltd., New Delhi, pp. 498.

Kabata-Pendias, A. (2001): Trace elements in soils and plants. 4th edition. CRC press, pp. 548.

- Kemper, D. - Rosenau, C. (1986):* Aggregate stability and size distribution. In Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods. 2th ed., Klute A, Soil Science Society of America, American society of agronomy, Madison, Wisconsin USA. pp 425.
- Kumar, V. - Chopra, A.K. (2014):* Accumulation and translocation of metals in soil and different parts of French Bean (*Phaseolus vulgaris L.*) amended with sewage sludge, in Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, Volume 9, Issue 2 pp. 103-108.
- Kumar, V. – Chopra, A.K. (2016):* Agronomical performance of high yielding cultivar of eggplant (*Solanum melongena L.*) grown in sewage sludge amended soil, Research in Agriculture, Volume 1, Issue 1, pp. 1-24.
- Lanyon, L.E. - Heald, W.R. (1982):* Magnesium, Calcium, Strontium, and Barium. In methods of soil analysis. Chemical and microbiological properties. Agronomy no. 9. Part, 2nd edition, pp.247-262. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
- Latore, A.M. - Kumar, O. - Singh, S.K. - Gupta, A. (2014):* Direct and residual effect of sewage sludge on yield, heavy metals content and soil fertility under rice–wheat system, in Ecological Engineering, Volume 69, Issue 1, pp. 17-24.
- Lindsay, W.L. - Norvell W.A. (1978):* Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese, and Copper, in Soil Science Society of American Journal, Volume 42, Issue 3, pp. 421-428.
- Malakouti, M.J. - Homae, V.M. (2004):* Fertility of arid region soils, problems and solutions. Tarbiat Modarres University Press, Second Edition, [In Persian].
- Malakouti, M.J. - Khougar, Z. - Khademi, Z. (2004):* Innovative approach to balanced nutrition of wheat, (A complication of papers). Ministry of Jihad-e-Agriculture, Wheat Department, Iran, pp. 851 [In Persian].
- Marschner, H. (2011):* Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd ed. Academic Press. USA.
- Mazen, A. - Faheed, F.A. - Ahmed, F.A. (2010):* Study of potential impacts of using sewage sludge in the amendment of desert reclaimed soil on wheat and jews mallow plants, in Brazilian Archives of Biology and Technology, Volume 53, Issue 4, pp. 917-930.
- Miller, J.J. – Sweetland, N.J. – Chang, C. (2002):* Hydrological properties of a clay loam soil after long-time cattle manure application, in Environment and Quality, Volume 31, Issue 3, pp. 989-996.

Mondal, S. - Singh, R.D. – Patra, A.K. – Dwivedi, B.S. (2015): Changes in soil quality in response to short-term application of municipal sewage sludge in a typic haplustept under cowpea-wheat cropping system, in *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, Volume 4, pp. 37-41.

Moreira, R.S. – Mincato, R.L. – Santos, B.R. (2013): Heavy metals availability and soil fertility after land application of sewage sludge on dystroferic red latosol, in *Ciência e Agrotecnologia*, Volume 37, Issue 6, pp. 512-520.

Olsen, S.R. - Sommers, L.E. (1982): Phosphorus. In: Page, A.L., Ed., *Methods of Soil Analysis Part 2 Chemical and Microbiological Properties*, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, 403-430.

Rahimi Alashty, S. – Bahmanyar, M.A. - Ghajar Sepanlou, M. (2011): The effects of sewage sludge application on pH, EC, O.C, Pb and Cd in soil and Lettuce and radish plants, in *Journal of Water and Soil Conservation*, Volume 18, Issue 3, pp. 133-146. [In Persian].

Rizwan, M. - Ali, S. - Qayyum, M.F. - Ibrahim, M. - Zia-ur-Rehman, M. - Abbas, T. - Ok, Y.S. (2016): Mechanisms of biochar-mediated alleviation of toxicity of trace elements in plants: a critical review, in *Environmental Science and Pollution Research*, Volume 23, Issue 3, pp. 2230-2248.

Rizwan, M. - Ali, S. - Qayyum, M.F., - Ok, Y.S. - Zia-ur-Rehman, M. – Abbas, Z. – Hannan, F. (2017): Use of maize (*Zea mays* L.) for phytomanagement of Cd-contaminated soils: a critical review, in *Environmental Geochemistry and Health*, Volume 39, Issue 2, pp. 259-277.

Roig, N. - Sierra, J. - Mart, E. - Nadal, E. - Schuhmacher, M. - Domingo, J.L. (2012): Long-term amendment of Spanish soils with sewage sludge: effects on soil functioning, in *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 158, Issue 1, pp. 41-48.

Saadat, K. - Barani, Motlagh, M. - Doripour, E. - Ghasemnezhad, A. (2012): Influence of sewage sludge on some soil properties, yield and concentration of lead and cadmium in roots and shoots of maize, in *Soil Management and Sustainable Production*, Volume 2, Issue 2, pp. 27-48 [In Persian].

Samara, E. - Matsi, T. - Balidakis, A. (2017): Soil application of sewage sludge stabilized with steelmaking slag and its effect on soil properties and wheat growth, in. *Waste Management*, Volume 68, pp. 378-387.

- Saruhan, V. – Gul, I. – Aydin, F.* (2010): The effects of sewage sludge used as fertilizer on agronomic and chemical features of bird's foot trefoil (*Lotus corniculatus L.*) and soil pollution, in *Scientific Research and Essays*, Volume 5, Issue 17, pp. 2567-2573.
- Shirani, H. – Hajabbasi, M.A. – Afyuni, M. – Dashti, H.* (2010): Cumulative effects of sewage sludge on soil physical and chemical characteristics, in *Journal of Water and Wastewater*, Volume 21, Issue 3(75), pp. 28-36 [In Persian].
- Song, U. - Lee, E.J.* (2010): Environmental and economical assessment of sewage sludge compost application on soil and plants in a landfill, in *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 54, Issue 12, pp. 1109-1116.
- Uyanga, W.C. - Veksha, A. - Giannis, A. - Lisak, G. – Chang, V.W.C. – Lim, T.T.* (2018): Fate and distribution of heavy metals during thermal processing of sewage sludge, in *Fuel*, Volume 226, Issue 15 pp. 721-744.
- Urbaniak, M. – Wyrwicka, A. – Toloczko, W. – Serwecinska, L. – Zielinski, M.* (2017): The effect of sewage sludge application on soil properties and willow (*Salix* sp.) cultivation. *Science of the Total Environment*, Volume 586, pp. 66-75.
- Warman, P.R. - Termeer, W.C.* (2005): Evaluation of sewage sludge, septic waste and sludge compost applications to corn and forage: yields and N, P and K content of crops and soils, in *Bioresource Technology*, Volume 96, Issue 8, pp. 955-961.
- Wollmann, I. – Gauro, A. - Muller, T. – Moller, K.* (2017): Phosphorus bioavailability of sewage sludge-based recycled fertilizers, in *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, Volume 181, Issue 2 pp. 158-166.
- Xiong, Q. - Zhou, M. - Liu, M. - Jiang, S. - Hou, H.* (2018): The transformation behaviors of heavy metals and dewater ability of sewage sludge during the dual conditioning with Fe²⁺- sodium persulfate oxidation and rice husk, in *Chemosphere*, Volume 208, pp. 93-100.
- Zhao, K. – Liu, X. – Xu, J. Selim, H.M.* (2010): Heavy metal contaminations in a soil-rice system: identification of spatial dependence in relation to soil properties of paddyfields, in *Journal of Hazardous Materials*, Volume 181, Issue 1-3, pp. 778-787.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

Afsaneh Alinejadian Bidabadi

Nastaran Sohrabi

Mohammad Feizian

Faculty of Agriculture, Soil Science Department, Lorestan University, Khoramabad, Iran;

E-mails: alinezhadian.a@lu.ac.ir;

alinejadian@yahoo.com,

sohrabinastaran7@gmail.com,

feizian.m@lu.ac.ir; m_feizian@yahoo.com

Abbas Maleki

Faculty of Agriculture, Water Engineering Department. Lorestan University,
Khoramabad, Iran;

maleki.a@lu.ac.ir; dr.maleki38@yahoo.com.



**NEHÉZFÉM- ÉS EGYÉB TOXIKUS MIKROELEM-TERHELÉS
TARTAMHATÁSA A TALAJ KÁROSELEM TARTALMAK ALAKULÁSÁRA,
SZABADFÖLDI KÍSÉRLETBEN**

¹SZABÓ ANITA – ¹POKOVAI KLÁRA – ¹RAGÁLYI PÉTER – ¹RÉKÁSI MÁRK –
²SÁNDOR RENÁTA – ¹BERNHARDT BOTOND – ¹KONCZ JÓZSEF – ¹HASZON
BOGLÁRKA – ³KREMPER RITA – ¹CSATHÓ PÉTER

¹Agrártudományi Kutatóközpont, Talajtani és Agrokémiai Intézet, Budapest

²Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

³DE MÉK, Agrokémiai és Talajtani Intézet, Debrecen

ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatunkban a Kádár Imre által 1991 tavaszán meszes csernozjom talajon 13 potenciálisan toxikus mikro-/károselem (Al, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, Sr és Zn) 0-90-270-810 kg ha⁻¹ szintjeivel beállított szabadföldi tartamkísérlet 1-20. évi talajvizsgálati eredményeit értékeljük. Bár pH_(KCl) < 4 esetén az Al³⁺ erősen fitotoxikus, a jelen kísérleti körülmények között (lúgos talaj, nagy OH⁻ koncentráció) viszont már nem várható terméscsökkenés a rosszul oldódó Al(OH)₃ formává való átalakulása miatt.

A talaj „összes” (cc.HNO₃+cc.H₂O₂) és a LE-oldható (NH₄-acetát+EDTA) elemtartalmak abszolút értékeinek változásai mellett figyelemmel kísértük azok feldúsulási faktorainak időbeni változásait is.

Míg abszolút értékben az „összes” elemtartalmak a LE-oldható elemtartalmakhoz képest azt jóval meghaladó értékeket mutattak, addig a feldúsulási faktorok tekintetében ezzel ellentétes tendenciák érvényesültek.

Az idővel a könnyen (LE-) oldható elemtartalmak az „összes” tartalmakhoz képest az utóbbit jóval meghaladó változásokat mutattak.

A talaj szántott réteg LE-oldható elemtartalmának az idővel való csökkenése több okra is visszavehető: növényi elemfelvétel (meszes talajunkon főképpen a Mo és a Se); a mélyebb talajrétegbe való lemosódás (meszes talajunkon főképpen a Mo és a Se);

volatilizáció (főképp a Hg és a Se); csapadékképződés (meszes talajunkon főképp Ba, Hg, Pb – szulfát és karbonát formájában, Hg kloridként is), illetve az adott elemeknek az adszorbeálódott formából az adott LE oldószerrel már nem mérhető, erősebben kötött frakcióba alakulás eredményeként következhetett be. Míg a fentebb említett csapadékokat a $\text{cc.HNO}_3 + \text{cc.H}_2\text{O}_2$ képes oldatba vinni, az NH_4 -acetát+EDTA kivonószer viszont már nem.

Az egyes elemek egymáshoz való összehasonlításában az idővel a legnagyobb csökkenéseket az anionos formában kijuttatott elemek (As, Cr, Mo, Se), ill. a kation Hg mutattak.

A kijuttatás utáni 18. évben a Cr és a Se a talaj 0-600 cm szelvényében is kimutatható volt. Ezen két elem mélységi elmozdulása évi mintegy 24 cm volt.

Fel kell hívnunk a figyelmet az erősen karcinogén Cd tartamhatására, kiemelt humán környezetvédelmi szempontú kockázatára. A szántott rétegben mind az „összes”, mind a könnyen (LE-) oldható frakciója csak kevésbé csökkent 14 év elteltével is.

Míg a LE (NH_4 -acetát+EDTA) módszer a természetes (geológiailag meghatározott) káros mikroelem tartalmait kevésbé mutatta ki, az antropogén szennyezések jelzésére kiválóan alkalmas volt.

Kulcsszavak: meszes csernozjom, káros mikroelemek, anionos- és kationos forma, feldúsulási faktor

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A talajvizsgálatok mára már pótolhatatlan segédeszközeivé váltak a modern mezőgazdaságnak. Segítségükkel alapvető információk nyerhetők a talaj tápanyag-állapotáról, tápanyag-tartalmának változásáról. Képesek a talajban eredetileg fennálló-, vagy a termelés, ill. egyéb tényezők során előálló anomáliák (pl. nehézfém-szennyezettség) felderítésére (*Kádár, 1992*).

A talaj tápanyag vizsgálati módszerek fejlődésének történetéről *Kádár (1992)* ad átfogó áttekintést. A talajok tápanyag-állapotának vizsgálata az 1800-as évek közepe óta a növényáplálási, talajtermékenységi kutatások középpontjában áll, az okszerű trágyázás elősegítése céljából.

Kezdetben a munkákat megalapozatlan optimizmus kísérte. A kutatók azt hitték, hogy a kémiai talajelemzés segítségével a talajok tápanyagállapota és ezzel termékenysége,

valamint trágyaigénye egyszerűen megállapítható. Az erős savakkal (*Liebig* pl. koncentrált sósavat, ill. királyvizet is javasolt), lúgokkal végzett elemzések azonban nem vezettek a várt eredményre. Amint utóbb *Bergmann* (1958) megjegyzi, a csalódás és a kiábrándulás oka abban keresendő, hogy semmiféle összefüggést nem találtak a talaj „összes” tápelem-készlete és a trágyahatás között.

A sikertelenség okai rövidesen ismertté váltak az egyre szélesebb körű trágyázási kísérletezés és a hozzá kapcsolódó talajanalízisek nyomán. A 19. század végén – 20. század elején kidolgozott új talajvizsgálati módszerek segítségével egyre szabatosabban különböztetik meg az „összes” vagy nyers tápelem-készletet a könnyen oldható és a növény számára "felvehető" tápelem-formától, a "talajerőtől" (*Cserháti és Kosutány*, 1887; *Opitz*, 1907). Az 1920-as évektől kezdődően, a talajvizsgálati metodológia és -koncepció fejlődését az egyre gyarapodó kémiai / talajkémiai ismeretek mellett meghatározó módon segítette ezen új talajvizsgálati módszerek trágyázási tartamkísérletekben való kalibrálása (*Kádár*, 1992).

A talaj tápelem-tartalmak meghatározásához hasonló megközelítés tapasztalható talajaink nehézfém-, ill. potenciálisan káros mikroelem-szennyezettségének becslésére. Ugyanakkor, míg a talaj tápelem-tartalmaknál a hangsúly a kezdeti „összes” elemtartalomtól véglegesen a könnyen oldható, „felvehető” frakciót becslő, szabadföldi tartamkísérletekben kalibrált módszerekre helyeződött át, addig a legtöbb standard és humán egészségügyi talaj káros mikroelem-szennyezettségi határértéket ezen elemek „összes” elemtartalma alapján állapították meg. A talaj „összes-” ill., „kvázi-összes” elemtartalmának becslésére számos módszer került kidolgozásra. A potenciálisan káros mikroelemek környezeti hatásait ugyanakkor inkább befolyásolja azok fiziko-kémiai formája, mint „összes” koncentrációja. Ez a felismerés vezetett a különböző kötési formákban levő mikroelemek egyedi, speciális frakcióinak meghatározására alkalmas talajvizsgálati módszereinek kidolgozására (*Kumpiene et al.*, 2017; *Laing*, 2010).

A talaj mikroelemek számos kémiai kötésben, ill. formációban jelenhetnek meg, a talajoldatban, valamint a talaj szilárd fázisában. Legfontosabb előfordulási formái: *i) szabad ionok, illetve szerves, és szervetlen komplexek* (a talajoldatban vannak jelen); *ii) adszorbeálódott ionok, illetve vegyületek* (agyag és szerves kolloidok felületén); *iii) a másodlagos ásványokba zártak, illetve az Fe- és Mn-oxidokkal csapadékot képezők* (karbonátokként, foszfátokként, illetve a talaj szerves anyaggal komplexet képező

formációkként vannak jelen); *iv) az elsődleges ásványok rácsaiba zárva jelen levők* (West, 1981; Tessier és Campbell, 1988; Thornton, 1995).

A talaj „összes”, illetve „kvázi-összes” elemtartalmának meghatározására erős savas (egy, vagy több sav) kioldást, illetve a hidrogén-flouridos /HF/ feltárást alkalmazzák. Ez utóbbi az egyedüli módszer, amely a szilikát-rácsokat is roncsolja. A feltárás / roncsolás gyakran külső hőforrás igénybevételével történik. Mivel a HF feltárás igen veszélyes procedúra, ennek alternatívájaként gyakran a királyvizes roncsolást (65 m/m% HNO₃ + 33 m/m% HCl 1:3 arányban) használják (ISO 11466:1995). Az utóbbi a legtöbb frakcióhoz kötött potenciálisan káros mikroelemet oldja, kivéve a szilikátrácsokba épülteket. Ugyanakkor ez utóbbi módszer teljességgel alkalmas a környezetvédelmi célú vizsgálatokra, mivel valószínűtlen, hogy a szilikátok kristályrácsában kötött mikroelemek valaha is a talaj mélyebb rétegébe mosódnak, avagy rövidebb, vagy akár hosszabb időtartam alatt is felvehetővé válnának a növények számára (Alloway, 2013; Laing, 2010).

Hazánkban a hivatalosan elismert, a jogszabályokban (MSZ 21470-50:2006) is megjelent „kvázi-összes” (65 m/m% HNO₃ + 30 m/m% H₂O₂ oldható, a továbbiakban „összes”, vagy cc.HNO₃+cc.H₂O₂-oldható) módszer terjedt el (Krishnamurty et al., 1976). Laboratóriumi összehasonlító vizsgálatok szerint a királyvíz-, valamint a cc.HNO₃+cc.H₂O₂-oldható „összes” elemtartalmak legtöbbször kevesebb, mint ±10%-ban különböznek egymástól, (Pavličková et al., 2003; Zeremski-Škorić et al., 2006).

Az általánosan elterjedt, a könnyen oldható / adszorbeált mikroelem tartalmak becslésére kidolgozott talajvizsgáló módszerek az alábbi csoportokba sorolhatók: *i) erős kelátképző oldatok*, mint EDTA, vagy DTPA; *ii) nem pufferolt semleges sóoldatok*, mint pl. CaCl₂, MgCl₂, NH₄NO₃, NaNO₃, KNO₃; *iii) gyenge szerves savak*, önmagukban, vagy sav – sóoldatban, pl. ecetsav (CH₃COOH), oxálsav (H₂C₂O₄), citromsav C₆H₈O₇), ammónium-acetát CH₃COONH₄), nátrium-acetát (CH₃COONa); *iv) híg ásványi sav oldatok*, pl. HCl, HNO₃, HCl+HNO₃ vagy HCl+H₂SO₄ (Mehlich-1) (Hooda, 2010).

A hazánkban általánosan használt 0,5 M NH₄-acetát + 0,5 M ecetsav + 0,02 M EDTA reagenst használó (a továbbiakban NH₄-acetát+ EDTA) LE-módszer a fentiek szerint az *i)* csoportba sorolható (Lakanen és Erviö, 1971). Ez, a könnyen oldható káros elemtartalmak meghatározására kidolgozott módszer a skandináv országokban és Közép-Európában terjedt el (Rékási és Filep, 2006). Mindezeket túl Sillanpää (1982), illetve

Sillanpää és *Jansson* (1992) munkáinak köszönhetően a világ számos országának talajaira is rendelkezésre állnak ilyen jellegű adatok.

A potenciálisan toxikus mikroelemek talajbani megkötődését, fitotoxicitását, növény általi felvehetőségét a talaj agyag- (*Rosenfels* és *Craft*, 1939), *szervesanyag*- (*Korte et al.*, 1976), és CaCO_3 -tartalma (*Gupta* és *Gupta*, 1998; *Jászberényi*, 1979), valamint a redox viszonyok (*Palmer* és *Puls*, 1994) is jelentősen befolyásolhatják.

Mivel a nehézfémek potenciálisan káros elemek, bizonyos koncentráció, illetve expozíciós idő / terhelés felett az emberi szervezetben súlyos egészségkárosodást okozhatnak; ezért kiemelt fontosságú a talaj–növény–állat–(ember) táplálékláncban történő viselkedésük tanulmányozása (*Bersényi et al.*, 1999; *Kádár* és *Fekete*, 1995; *Lisk*, 1972; *Reimann et al.*, 2018).

A talaj–növény rendszer potenciális toxikuselem-forgalmának megismerésében a kontrollált körülmények között folytatott, talaj- és növényvizsgálatokkal kísért szabadföldi tartamkísérletek tehát meghatározó jelentőségűek (*Györi et al.*, 1996; *Juste* és *Mench*, 1992; *Kádár*, 1995, 2012a; *Szabó et al.*, 2015, 2019ab).

Jelen közleményben arra keressük a választ, hogy a vízdoldható formában, extrém nagy adagban kijuttatott potenciálisan káros mikroelemek eltérő frakcióinak („összes; ill. LE-oldható) talajbani felvehetősége, megkötődése, ill. egyes, mozgékony elemek lemosódása hogyan alakul az idő függvényében, könnyű vályog fizikai féleségű meszes csernozjom talajon 20 év alatt.

A talaj károselem visszanyerési százalékokról, a főtermés veszteségekről, ill károselem felvételekről további cikkeken számolunk be (*Szabó et al.*, 2019 a, b).

ANYAG ÉS MÓDSZER

1991 tavaszán Kádár Imre toxikus mikroelem-terheléses szabadföldi tartamkísérletet állított be az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet (ma: Agrártudományi Kutatóközpont [ATK] Talajtani és Agrokémiai Intézet [TAKI]) nagyhőrcsöki kísérleti telepén, löszön képződött meszes csernozjom talajon.

A kísérleti terület talajszelvényének főbb vizsgált jellemzőit az 1. táblázatban tekinthetjük át. Az adatokból látható, hogy a vályogtalaj CaCO_3 -tartalma már a szántott rétegben 5 % körüli és az altalajban a löszre jellemző 25–30 %-ot éri el. Ezzel együtt csökken a humusz mennyisége. *Szűcs* (1965) vizsgálatai szerint a 0,002 mm

szemcseméret alatti agyagfrakció mennyisége 20–23 %, a 0,02 mm alatti leiszapolható részé 40 % körüli. Agyagásványainak közel felét illit, $1/3$ -át klorit, kisebb részét szmektit alkotja. A kicserélhető kationok közül a Ca^{2+} az uralkodó az egész szelvényben. A vízdoldható sók mennyisége 1–2 mgeé 100g^{-1} (Kádár és Németh, 2003).

A talaj szántott rétege $\text{pH}_{\text{KCl}} = 7,8$; $\text{CaCO}_3 = 6,3\%$; $\text{K}_A = 38$; humusz = 3,4%; $h_y = 2,3$; T-érték = 28 mgeé 100g^{-1} értékekkel volt jellemezhető. A kísérlet talaja kielégítő Ca-, Mg-, Mn- és Cu-, közepes N- és K-, illetve igen gyenge-gyenge P- és Zn-ellátottságokat mutatott (Kádár, 2012a).

1. táblázat: A kísérleti terület talajának vizsgált jellemzői a szelvényben (Karbonátos csernozjom talaj, Nagyhorcsök) (Kádár és Németh, 2003)

Table 1: Soil profile characteristics of the experimental field (Calcareous chernozem, Nagyhorcsök)

Szelvény	pH		CaCO_3	Arany-féle	h_y	Humusz
mélysége,	H_2O	KCl	%	kötöttség,		% (3)
cm (1)						KA (2)
0–30	8,0	7,8	5	40	2,8	3,1
30–60	8,5	8,2	20	44	2,6	2,7
60–90	8,6	8,4	27	44	1,9	1,8
100–130	8,6	8,4	30	42	1,5	1,2
130–160	8,6	8,4	31	42	1,4	0,9
160–190	8,6	8,4	31	35	1,1	0,5

(1) Depth of soil profile, cm; (2) Platicity index according to Arany; (3) SOM, %;

A toxikuselem-terheléses kísérlet 13 potenciálisan káros elem vízdoldható só formájában kijuttatott mennyiségekkel, split-plot elrendezésben, két ismétlésben került beállításra, $13 \times 4 \times 2 = 104$ parcellán (2. táblázat).

A 13 elem sóját szilárd formában juttattuk ki. Kiszórás előtt az adott sómennyiségeket a parcella talajával 1:10 arányban összekevertük, az egyenetlesebb kiszórás érdekében. Ez alól csupán az alumínium sója volt a kivétel, amely a kissé nyirkos talajjal összekeverve meggyulladt. Így az Al sót a lehető leggyorsabban, önmagában juttattuk ki, amely a kiszórás egyenetlen talajbeli eloszlását vonhatta maga után.

2. táblázat: A kísérlet beállításakor alkalmazott mikroelem adagok 1991 tavaszán
(Meszes csernozjom, Nagyhörcsök)

Table 2: Initial trace element doses in the field trial. Spring 1991
(Calcareous chernozem, Nagyhörcsök)

Elem (1)	Toxikus elem adag (kg ha ⁻¹), 1991 tavasz (2)				Kijuttatott elem forma (3)
	0	1	2	3	
Al	0	90	270	810	AlCl ₃
As	30	90	270	810	As ₂ O ₃ /NaAsO ₂
Ba	0	90	270	810	BaCl ₂ * 2 H ₂ O
Cd	30	90	270	810	CdSO ₄ * ⁸ / ₃ H ₂ O
Cr	0	90	270	810	K ₂ CrO ₄
Cu	0	90	270	810	CuSO ₄ * 5 H ₂ O
Hg	30	90	270	810	HgCl ₂
Mo	0	90	270	810	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ * 4 H ₂ O
Ni	0	90	270	810	NiSO ₄ * 6 H ₂ O
Pb	0	90	270	810	Pb(NO ₃) ₂
Se	30	90	270	810	Na ₂ SeO ₃
Sr	0	90	270	810	SrSO ₄
Zn	0	90	270	810	ZnSO ₄ * 7 H ₂ O

(1) Element; (2) Trace element rates in Spring 1991, kg ha⁻¹; (3) Forms of salts applied

A téglalap alakú parcellák 6 × 3,5 m méretűek, bruttó területük 21 m², a parcella sorokat hosszirányban 1-1 méteres utak választják el egymástól a jobb megközelíthetőség és a talajáthordás megakadályozása érdekében.

A kísérleti növények megfelelő tápanyag-ellátottságát évente 100-100-100 kg ha⁻¹ N, P₂O₅ és K₂O hatóanyag mennyiség kijuttatásával biztosítottuk, ammónium-nitrát, szuperfoszfát és 60 m/m%-os kálium-klorid fomájában.

A nagyhörcsöki tartamkísérletben kijuttatott 13 elem közül csupán a Cu, a Zn, és a Mo tekinthető a növények számára esszenciálisnak (*Mortvedt*, 1991); takarmányozási szempontból, és humán vonatkozásban viszont a Se, és részben a Cr(III) is létfontosságú (*Csathó*, 1994ab; *Hartikainen*, 2005; *Izsáki és Debreczeni*, 1987; *Kabata-Pendias és Mukherjee*, 2007; *Kádár*, 1998).

A kísérletbe volt elemek között a többi elemhez képest eltérő megközelítést igényelnek tehát az esszenciális elemek, mind agronómiai / humán egészségügyi, mind környezetvédelmi / humán toxikológiai aspektusokra való tekintettel is (*Giczi et al.*, 2018; *Kádár*, 2005; *Pais*, 1991; *Tóth et al.*, 2018).

3. táblázat: Fémek és félfémek talaj (földtani) szennyezettségi határértékei Magyarországon. „Összes” tartalom (cc.HNO₃+cc.H₂O₂) mg kg⁻¹ száraz talajban.

(10/2000. (VI. 2.) KÖM–EüM–FVM–KHVM együttes rendelet)

Table 3: Metal and semimetal soil (geological) contamination limit values in Hungary.

„Total” (cc.HNO₃+cc.H₂O₂) contents, mg kg⁻¹ dry soil.

(10/2000. (VI. 2.) KÖM–EüM–FVM–KHVM joint decree)

Elem (1)	Szennyezettségi határkoncentrációk kategóriái (2)					Kockázati fokozat (3)
	A	B	C1	C2	C3	
Ba	150	250	300	500	700	K2
Zn	100	200	500	1000	2000	K2
Cr (össz.)	30	75	150	400	800	K2
Cu	30	75	200	300	400	K2
Pb	25	100	150	500	600	K2
Ni	25	40	150	200	250	K2
Co	15	30	100	200	300	K2
As	10	15	20	40	60	K1
Sn	5	30	50	100	300	K2
Mo	3	7	20	50	100	K2
Cd	0,5	1	2	5	10	K1
Se*	1	2	5	10	15	K1
Ag	0,3	2	10	20	40	K2
Hg	0,15	0,5	1	3	10	K1
Cr(VI)	kh**	1	2,5	5	10	K1

* A szelén (Se) elem nem szerepel a jogszabályban, ugyanakkor, fitotoxicitása, valamint erőteljes biofelvehetősége miatt a fenti határértékekkel indokoltnak tartjuk a jogszabályba való bevetelét. **kh - analitikai kimutathatósági határ; A) Háttér koncentráció. Multifunkcionális hasznosítás lehetséges; B) Szennyezettségi küszöbérték. Korlátozott hasznosítás lehetséges; C) Beavatkozási (intézkedési) határérték. Kárelhárítás szükséges; C1 - Fokozottan érzékeny minősített területen; C2 - Érzékeny minősített területen; C3 - Kevésbé érzékeny egyéb területeken; K1 - kiemelten veszélyes fokozat; K2 - kevésbé veszélyes fokozat. Szürke kiemelés: a káros mikroelem terheléses kísérletünk legnagyobb, 810 kg ha⁻¹ adagaihoz kapcsolódó „összes” elemtartalmak elhelyezkedése a 10/2000. rendeletben szereplő határértékek között.

* Selenium element (Se) is not involved in the decree, however, because of its phytotoxicity as well as enhanced element uptake, we consider it necessary to include this element into the decree, with the limit values, indicated in the table; **kh - below detection limit; A) Background concentration. Multifunctional use is allowed; B) Pollution threshold value. Limited use is allowed; C) Intervention limit value. Remediation is requested: C1 - On areas classified as specially sensitive ones; C2 - On areas classified as sensitive ones; C3 - On areas classified as less sensitive ones. Gray coloured values indicate where the actual „total” element content values of our maximum, 810 kg ha⁻¹ dose are situated in the contamination limit values of the 10/2000. decree.

(1) Element; (2) Categories of pollution threshold values; (3) Degree of risk: K1 - High; K2 - Lower

A hatályos jogszabályokban rögzített káros mikroelem határértékeket itt ismertetjük, ugyanakkor azok kísérletünk talajvizsgálati eredményeivel való megfeleltetésére a Kísérleti eredmények és értékelésük c. fejezetben térünk ki. Itt csupán annyit jegyzünk

meg, hogy szürke kiemeléssel jeleztük a káros mikroelem terheléses kísérletünk legnagyobb, 810 kg ha^{-1} adagaihoz kapcsolódó „összes” elemtartalmak elhelyezkedését a rendeletben szereplő határértékek között (3. táblázat).

A talajmintákat a szántott rétegben a nettó parcellák 0-20 cm rétegeből, botfúróval vett 20-20 db rész minta egyesítésével képeztük. Mélységi talajmintavételre 1993-ban, 1996-ban, 2000-ben és 2005-ben, a növények betakarítása után került sor. A kontroll parcellák mélységi mintázása csupán 1993-ban történt meg. Valamennyi évben a 810 kg ha^{-1} kezelésben végeztük el a mélységi mintavételezést. A talajszelvénybe lemosódott károselem tartalmakat 1993-ban a 0-60 cm, 1996-ban a 0-90 cm mélységben minden elemnél, míg 2000-ben a 0-300 cm, és 2005-ben a 0-600 cm talajszelvényben csupán a lemosódásra hajlamos Cr és Se elemek esetében vizsgáltuk. A nettó parcellánkénti 2-2 fúróllyukat az átló mentén jelöltük ki. A fúróllyukból patronos kiemelés történt 30 cm-es rétegenként, mely lecsökkentette a felszíni rétegekkel való keveredés által bekövetkező talajszennyezés lehetőségét (Kádár és Németh, 2003; Kádár, 2012a).

A kísérleti eredmények kiterjeszhetőségének javítása céljából, a kísérlet 1., 4., 7., 10., 14. és 18. évében vizsgáltuk az egyes elemek eltérő adagjainak a talaj LE-oldható (NH_4 -acetát+EDTA) tartalmát (Lakanen és Erviö, 1971).

A kísérlet 4. és 18. évében (1994 és 2008) meghatároztuk a hazánkban hivatalosan elismert, a jogszabályokban (MSZ 21470-50:2006) is megjelölt „kvázi-összes” ($65 \text{ m/m\% HNO}_3 + 30 \text{ m/m\% H}_2\text{O}_2$ oldható), a továbbiakban „összes” (vagy $\text{cc.HNO}_3 + \text{cc.H}_2\text{O}_2$ -oldható) elemtartalmakat is (Krishnamurty *et al.*, 1976). Így lehetőségünk nyílt a két módszer eredményeinek összehasonlítására is. Az elemtartalmakat ICP-OES készüléken mértük le (Kovács *et al.*, 2000). A kísérlet beállításának és 20 évi fenntartásának költségei, illetve a labor költségek (ICP) mai áron több százmilliós Ft nagyságrendű tételt jelentenek.

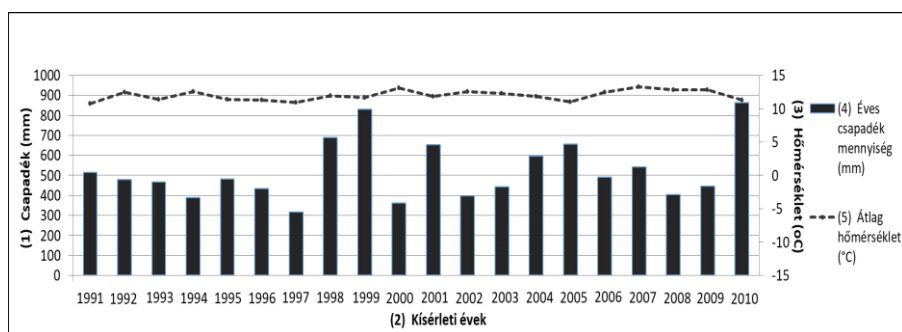
A Kísérleti eredmények és értékelésük c. fejezetben, a 4. és 5. táblázatokban szereplő kontroll (\emptyset) parcellák „összes”, ill. LE-oldható elemtartalmainak megállapításakor a következő alapelvet követtük: *i*) a több éves analízisek, ill. a kísérleti telep egyéb kontroll területein mért eredmények alapján állapítottuk meg a jellemző értékeket, *ii*) azokban az esetekben, amikor a kontrollon $< 0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ érték szerepelt, a feldúsulási faktor meghatározása érdekében $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ értékekkel számoltunk.

Jelen dolgozatban a valós, mért „összes”, ill. LE-oldható talaj károselem tartalmak mellett, az idő függvényében, meghatároztuk a növekvő károselem terheléseknek a

kontrollhoz viszonyított feldúsulási faktorát is, melyet az alábbiak szerint számoltunk ki: a kontroll parcellákon mért mg kg^{-1} elemtartalmakat egy konstans / ekvivalens értékke ($\emptyset=1$) konvertáltuk. A feldúsulási faktorok kiszámítása az alábbi képlet szerint történt: az adott elem koncentrációja (mg kg^{-1}) a 90, a 270, illetve a 810 kg ha^{-1} kezelésben / az adott elem koncentrációja (mg kg^{-1}) a kontroll kezelésben.

A kísérlet 1-20. évi (1991-2010) termesztett növényeinek sorrendje az alábbi volt: 1991: kukorica; 1992: sárgarépa; 1993: burgonya; 1994: borsó; 1995: cékla; 1996: spenót; 1997: búza; 1998: napraforgó; 1999: sóska; 2000: őszi árpa; 2001: repce; 2002: mák; 2003: tritikálé; 2004-2008: lucerna; 2009: ugar és 2010: gyep (Kádár, 2012a).

A vizsgálati időszak meteorológiai jellemzőit az 1. ábra mutatja.



(1) Precipitation (mm); (2) Experimental years; (3) Temperature (°C); (4) Yearly amount of precipitation; (5) Average temperature (°C)

1. ábra Az éves csapadékmennyiség és átlaghőmérséklet (október 1.-szeptember 30.) alakulása. Nagyhörcsök, 1991-2010

Figure 1. The amount of yearly precipitation and average temperature (1st October to 30th September). Nagyhörcsök, 1991 to 2010

Az 1991 és 2010 közötti időszak átlagos csapadék mennyisége 522 mm, míg az 50 éves átlag ezzel megegyező, 524 mm volt. Csökkenő sorrendben 2010, 1999, 1998, 2005, és 2001 az átlagnál csapadékosabb, míg – növekvő sorrendben – 1997, 2000, 1994, 2002, 2008, 2009, és 2003 az átlagnál szárazabb volt.

Az 1991 és 2010 közötti időszak átlaghőmérséklete 12,0 °C, míg az 50 éves átlag ennél valamivel alacsonyabb, 11,7 °C volt. Növekvő sorrendben 1991, 1997, 2005, 2010 és

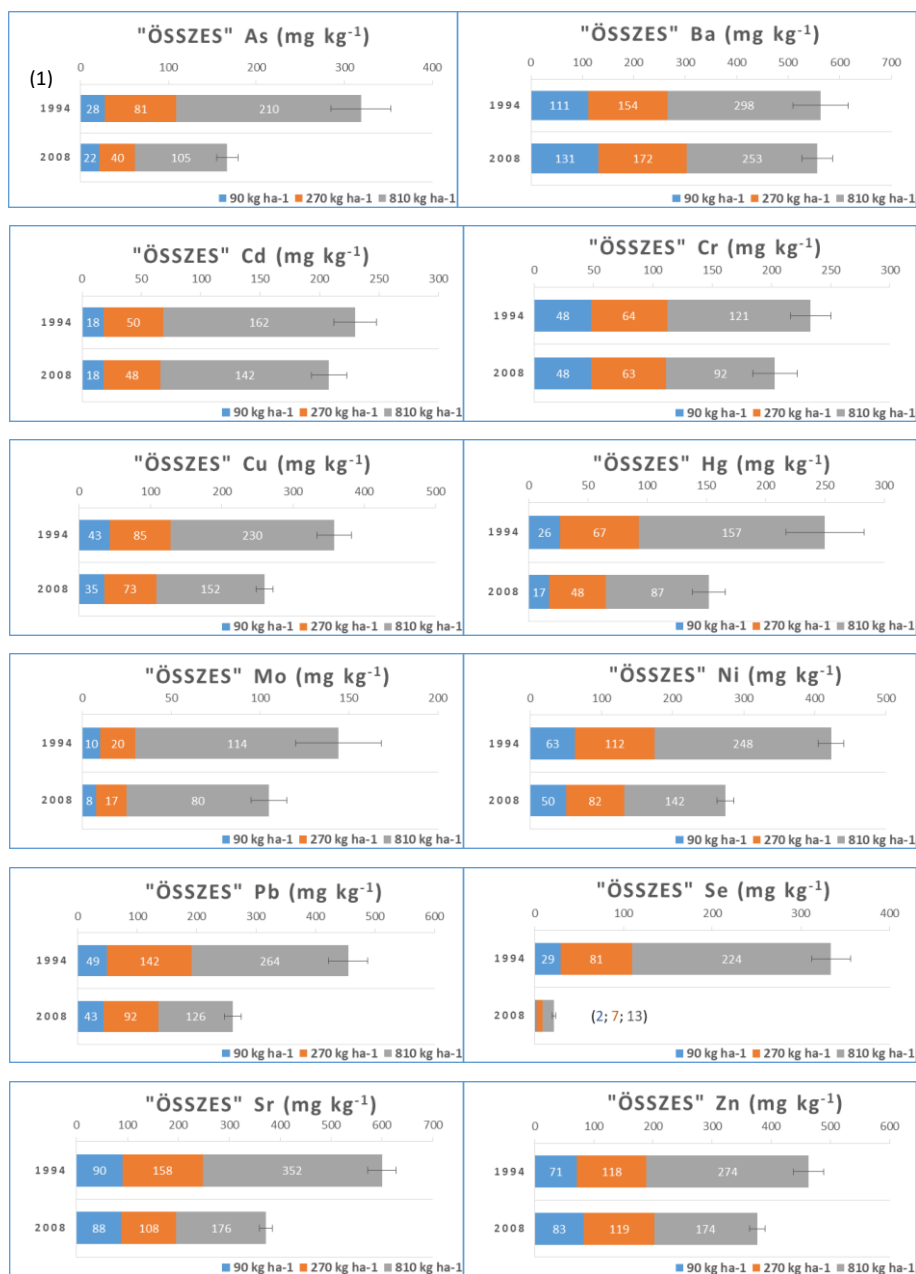
1993 az átlagosnál hidegebbnek, míg – csökkenő sorrendben – 2007, 2000, 2008, 2009, 2002, 1992, 2006 és 2003 az átlagosnál melegebbnek bizonyultak.

Kísérleti adatainkat a Microsoft Office Excel 2007-es programmal dolgoztuk fel. A statisztikai kiértékeléshez a Statistica 13 (Dell, 2015) programcsomagot és a 95%-os megbízhatósági szintet ($p \leq 0,05$) alkalmaztuk. A több évre vonatkozó átlagos SzD értékeket Sváb (1981) alapján határoztuk meg.

KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A talaj szántott réteg „összes” károselem tartalmak változása a mikroelem terhelés és a kijuttatás óta eltelt idő függvényében

Mint említettük, a nagyhőrcsöki károselem terheléses tartamkísérlet első 20 éve során az „összes” elemtartalmak két ízben, a kísérlet 4. és 18. évében (1994, 2008) kerültek meghatározására (2. ábra).



(1) „total” (mg kg⁻¹)

2. ábra. Az „összes” kumulált elemtartalmak változása a talaj szántott rétegben 1994 és 2008 között. Mészlepedékes csernozjom, Nagyhorcsök. (Kádár, 2012a nyomán)

Figure 2 Changes in the cumulated „total” element contents in the soil plough layer, 1994 to 2008. Calcareous chernozem, Nagyhorcsök

A potenciális károsanyag terheléses kísérletünkben kijutott 13 elemek közül az Al, a Se és a Sr nem szerepelnek a 10/2000. (VI. 2.) KÖM–EüM–FVM–KHVM (a felszín alatti vizek és a földtani közeg minőségi védelméhez szükséges határértékekről szóló) együttes rendeletben (3. táblázat). A fennmaradó 10, ill. 11 elemből/ionból (a Cr /összes/, és Cr/VI/ formában is szerepel a rendeletben), 7 elem/ion (Ba, Zn, Cr összes, Cu, Pb, Ni, és Mo) a kevésbé veszélyes (K2), míg 4 elem/ion (As, Cd, Hg, Cr(VI)) a kiemelten veszélyes (K1) fokozatba nyert besorolást. Amennyiben az 1994-ben a maximális, 810 kg ha⁻¹ adagnál mért „összes” elemtartalmakat összevetjük a 10/2000. (VI. 2.) KÖM–EüM–FVM–KHVM együttes rendelet szerinti talajszennyezettségi határértékekkel, azt találjuk, hogy kísérletünkben a rendeletben szereplő 11 elem/ion az alábbi sorrendben hordozott növekvő környezetterhelési, humán egészségügyi veszélyeket: *kevésbé veszélyes (K2) csoport*: Zn és Cr /összes/ (B-C1) → Ba, Cu és Pb (C1-C2) → Ni (C2-C3) → Mo (C3); *kiemelten veszélyes (K1) csoport*: As, Cr(VI), Cd, Hg (C3). Az As 3,5-szörösösen, a Cr (VI) 12-szeresen, míg a Cd és a Hg 16-szorosan (!) haladta meg a „C” beavatkozási határérték legenyhébb (kevésbé érzékeny területre vonatkozó) C3 határértékét is (2. ábra, 3. táblázat).

Indokoltnak tartjuk ugyanakkor a szelén (Se) potenciális káros mikroelemnek a 10/2000. (VI. 2.) KÖM–EüM–FVM–KHVM együttes rendeletbe való utólagos bevitelét. Bár a szelén nem tartozik a humán egészségügyi szempontból legveszélyesebb „piszkos öt” elem (az As, a Pb, a Hg, a Cd, és a Cr(VI)) közé (Prokisch, 2010), fitotoxicitása, valamint nagy biofelvehetősége miatt a táplálékláncban való erőteljes felgyűlése szintén komoly humán egészségügyi kockázatot jelenthet (Kádár, 2012a). A Se elem esetében a Cd elemnél szereplőhöz legközelebbi, de annál némiképpen nagyobb határértékeknek a jogszabályban való megjelölését tartjuk indokoltnak: A: 1 mg kg⁻¹; B: 2 mg kg⁻¹; C1: 5 mg kg⁻¹; C2: 10 mg kg⁻¹; C3: 15 mg kg⁻¹; és K1 - kiemelten veszélyes fokozatba való besorolás. Ezen új javasolt határértékek alapján, a legnagyobb, 810 kg ha⁻¹ adag „összes” Se tartalma – a Cd-hoz és a Hg-hoz hasonlóan – mintegy 15-szeresen (!) haladná meg a C3: 15 mg kg⁻¹; határértéket (2. ábra, 3. táblázat).

Mint ismeretes, az „A” kategória a szennyezetlen háttér koncentrációt, a „B” kategória a szennyezési küszöbértéket, míg a „C” kategória erős szennyezést és intézkedési / beavatkozási határértéket jelent a terület érzékenységi besorolásától függően. A C1= fokozottan érzékeny, C2= érzékeny, C3= kevésbé érzékeny területre vonatkozik eltérő

koncentrációkkal. A rendeletben a K1 csoport a kiemelten veszélyes károsanyagokat, míg a K2 csoport a kevésbé veszélyes elemeket foglalja magába.

A 90 – 270 – 810 kg ha⁻¹ adagok hatására kapott „összes” elemtartalmak kumulált értékeit a 2. ábrában, míg a LE-oldható értékeket a 3. ábrában tanulmányozhatjuk. A kontroll parcellákon kapott „összes” és LE-oldható elemtartalmak a 4. és 5. táblázatokban követhetők nyomon.

Az „összes” elemtartalmak vonatkozásában a kontroll parcellák elemtartalmai az alábbi sorrendben mérséklődnek: Ba (106 mg kg⁻¹) > Sr (60 mg kg⁻¹) > Zn (55 mg kg⁻¹) > Cr (26 mg kg⁻¹) > Ni (25 mg kg⁻¹) > Cu (16 mg kg⁻¹) > Pb (15 mg kg⁻¹) > As (9 mg kg⁻¹) > Se (1,0 mg kg⁻¹) > Mo (0,9 mg kg⁻¹) > Hg (0,5 mg kg⁻¹) > Cd (0,2 mg kg⁻¹). A kontrollon a legnagyobb elemtartalmakat tehát a humán egészségügyi oldalról kevésbé veszélyeseknek tekintett Ba, Sr, Zn, Cr(összes) és Ni, míg a legkisebbeket a meszes talajokon főképpen anionos formában előforduló As, Se, Mo, ill. a kationként jelen levő elemek közül a legtoxikusabbnak tekintett Hg és Cd elemek mutattak (4. táblázat). Az „összes” háttér elem koncentrációk sorrendje többé-kevésbé megegyezett a *Kabata-Pendias* (2011); *Kádár* (2009); *Lisk* (1972); *Németh et al.* (1997); *Schacklette és Boerngen*, (1984) által közltekkel.

Hasonló sorrendet mutattak 1994-ben, a kísérlet 4. évében a 90 – 270 – 810 kg ha⁻¹ adagok hatásaként a szántott rétegben kapott „összes” elemtartalmak kumulált értékei is: Sr (600 mg kg⁻¹) > Ba (550 mg kg⁻¹) > Zn (480 mg kg⁻¹) > Pb (450 mg kg⁻¹) > Ni (410 mg kg⁻¹) > Cu (360 mg kg⁻¹) > Se (320 mg kg⁻¹) > As (310 mg kg⁻¹) > Hg (250 mg kg⁻¹) > Cr (összes) (240 mg kg⁻¹) > Cd (230 mg kg⁻¹) > Mo (140 mg kg⁻¹). Legnagyobb értékeket itt is a humán egészségügyi oldalról kevésbé toxikus Sr, Ba, Zn, Pb és Ni elemek, míg legkisebbeket a meszes talajunkon anionos formában jelen levő Se, As, Cr és Mo, és a humán vonatkozásban a legveszélyesebbeknek tartott Hg és Cd kationok mutattak (2. ábra). A kontroll elemtartalmakhoz képest a Cr elem sorrendje változott a legnagyobb mértékben a 90 – 270 – 810 kg ha⁻¹ adagok kumulált hatása elemsorrendjében: a felső négyes csoportból az alsó négyes csoportba került (2. ábra).

Tizennégy évvel később, 2008-ban, a kísérlet 18. évében a szántott réteg „összes” elemtartalom sorrendek az alábbiak szerint alakultak a 90 – 270 – 810 kg ha⁻¹ adagok kumulált értékeiként: Ba (540 mg kg⁻¹) > Zn (380 mg kg⁻¹) > Sr (360 mg kg⁻¹) > Ni (280 mg kg⁻¹) > Cu = Pb (250 mg kg⁻¹) > Cd = Cr (200 mg kg⁻¹) > As = Hg (160 mg kg⁻¹) >

Mo (110 mg kg^{-1}) > Se (20 mg kg^{-1}). 1994-hez képest az „összes” Cd 3-4, a Cr 2-3 hellyel előbbre, míg a Se 5 hellyel hátrábbra került (2. ábra).

A 2008. évi „összes” tartalmaknak az 1994. évi $90 - 270 - 810 \text{ kg ha}^{-1}$ adagok kumulált hatása %-ban kifejezett értékei az alábbi sorrendben csökkentek: Ba (98%) > Cd (87%) > Cr (83%) > Mo=Zn (79%) > Cu (69%) > Ni (68%) > Hg (64%) > Sr (60%) > Pb (56%) > As (52%) > Se (6%). Tizennégy év múltán tehát a 12 elemből egy mutatott 90% feletti-, kettő 80-90% közötti-, egy elem 70-80% közötti-, négy elem 60-70% közötti-, kettő 50-60% közötti-, míg egy elem (a Se), messze elmaradva a többi elemtől, 0-10% közötti visszamért „összes” kumulált elemtartalmakat. A talaj szántott réteg „összes” elemtartalmaknak az idővel való csökkenése több okra is visszavezethető: növényi elemfelvétel (meszes talajunkon főképpen a Mo és a Se); a mélyebb talajrétegbe való lemosódás (meszes talajunkon főképpen a Mo és a Se); volatilizáció (főképp a Hg és a Se); illetve az adott elemeknek az adszorbeálódott formából az adott „pszeudo-összes” módszerrel már nem mérhető frakcióba, esetenként a szilikátrácsokba való beépülése eredményeként következhetett be. Ez utóbbi mértékét csupán abban az esetben tudnánk becsülni, amennyiben a „pszeudo-összes” ($\text{cc.HNO}_3 + \text{cc.H}_2\text{O}_2$) módszer mellett a hidrogén-flouridos /HF/ ömlesztéses, valódi elemtartalmak meghatározására is sor kerülne mind a két időpontban. Ez utóbbi ugyanis a kristályrácsokban kötött káros elemeket is képes többé-kevésbé oldatba vinni (2. ábra).

A káros elem fixáció, „előregedés” (aging) vizsgálata kiemelt figyelemet kap a nemzetközi irodalomban is (Kirby *et al.*, 2012; Lock *et al.*, 2006; Lu *et al.*, 2009; Ma *et al.*, 2013).

A talaj szántott réteg LE-oldható káros elem tartalmak változása a mikroelem terhelés és a kijuttatás óta eltelt idő függvényében

A talaj szántott réteg LE-oldható elemtartalmait a tartamkísérlet 1., 4., 7., 10., 14. és 18. éveiben határoztuk meg (3. ábra).

A LE-oldható elemtartalmak vonatkozásában a kontroll parcellák elemtartalmai az alábbi sorrendben mérséklődnek: Sr (30 mg kg^{-1}) > Ba (20 mg kg^{-1}) > Cu=Ni=Pb (4 mg kg^{-1}) > Zn (2 mg kg^{-1}) > As=Cd=Cr=Hg=Mo=Se ($0,1 \text{ mg kg}^{-1}$). A kontroll parcellák a LE-oldható elemtartalmainak sorrendje jó egyezőséget mutatott az „összes” elemsorrendekkel. A kontrollon a legnagyobb LE-oldható elemtartalmakat – az „összes”

elemtartalmakhoz hasonlóan – a humán egészségügyi oldalról kevésbé veszélyeseknek tekintett Sr, Ba, Cu, Ni, Pb, míg a legkisebbeket a meszes talajokon főképpen anionos formában előforduló As, Cr, Mo, Se, ill. a kationként jelen levő elemek közül a legtoxikusabbnak tekintett Hg és Cd elemek mutattak. A kontroll kezelésekben a talajok LE-oldható elemtartalom sorrendje jó egyezőséget mutat a hasonló hazai és nemzetközi adatokkal (*Boldis, 1988; Lehoczy et al., 1998; Sillanpää és Jansson, 1992*) (5. táblázat).

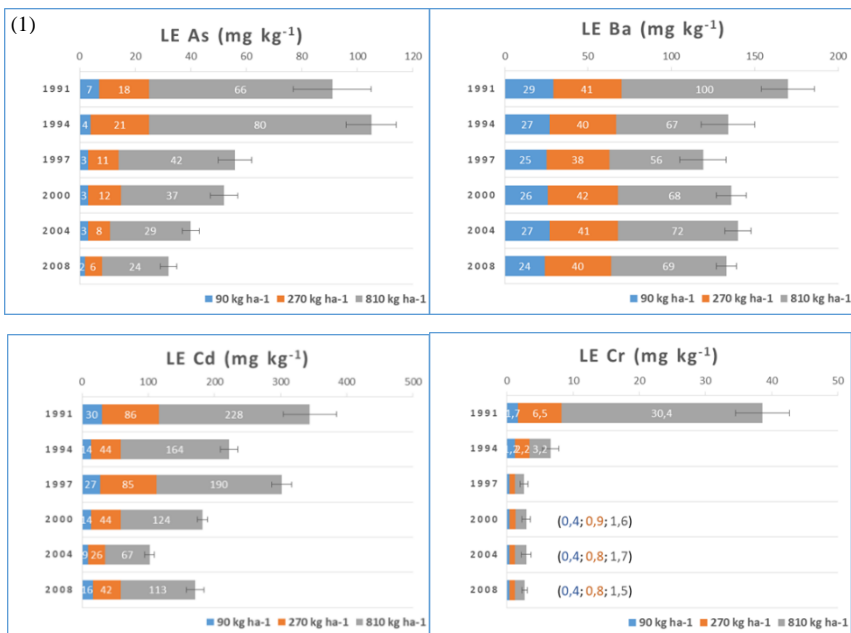
Tanulságos lehet a kontroll parcellák LE-oldható elemtartalmait az „összes” elemtartalmak százalékában is kifejezni. Ezek az arányok jelezhetik a LE oldószer „elemfüggőségét”, vagyis, hogy a NH_4 -acetát+EDTA oldószer az „összes” elemtartalom hány százalékát oldja ki. Meszes csernozjom talajunkon az alábbi arány sorrendeket kaptuk: $\text{Cd}=\text{Sr}$ (0,50) > Pb (0,27) > Cu (0,25) > Hg (0,20) > Ba (0,19) > Ni (0,16) > Mo (0,11) > Se (0,10) > Zn (0,036) > As (0,011) > Cr (0,004).

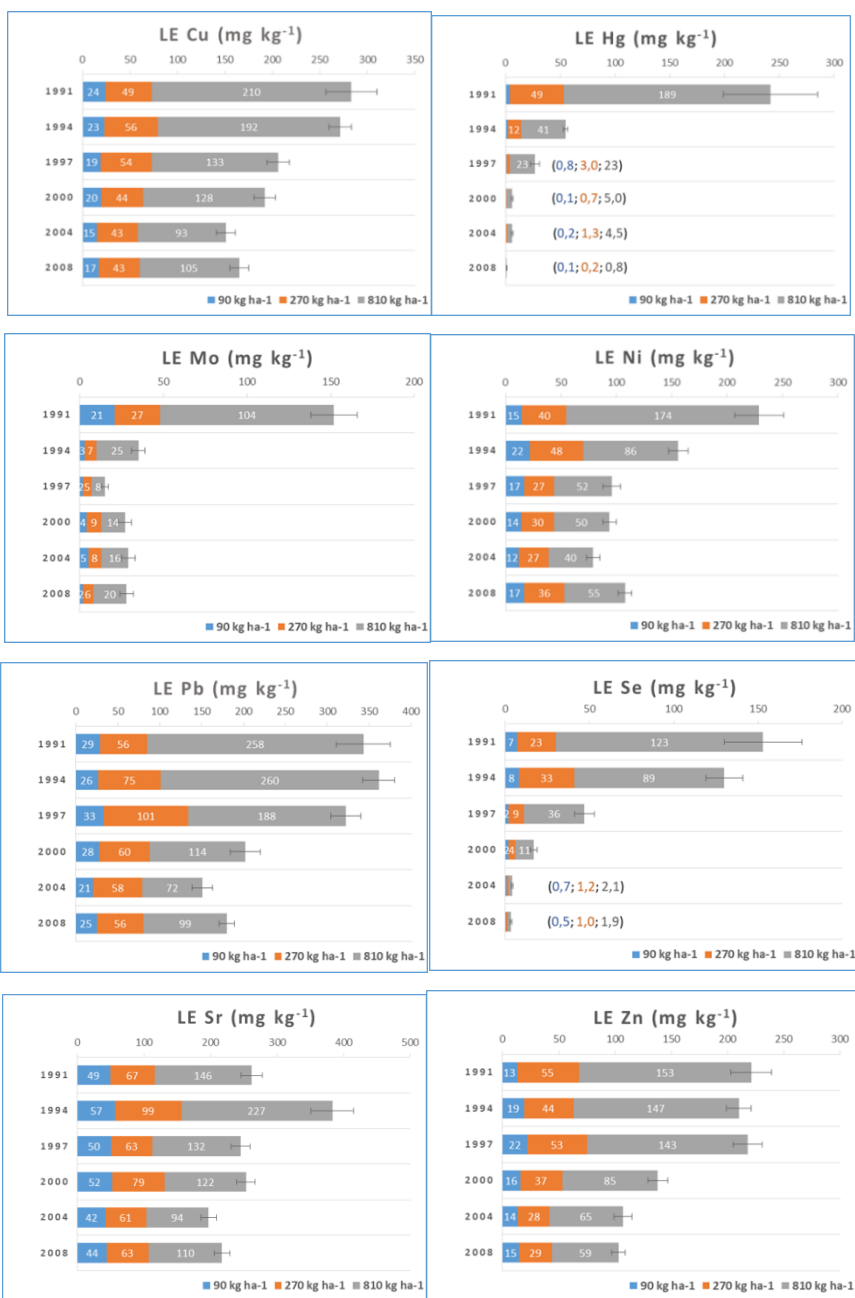
Feltételezhető, hogy egyes elemek adszorbeálódott ásványi elemtartalma az évezredek, évmilliók során a talajból kimosódott. Ennek eredményeképpen, bár „összes” elemtartalmuk akár 7-8 m/m % is lehet (pl. Fe, Al), a LE-oldható frakciójuk csak elhanyagolható, mg kg^{-1} tartományban mérhető. Ennek oka vélhetően az, hogy mára már legnagyobbbrészt geológiaiilag fixálva, a szilikátrácsokban kötött formában vannak jelen a talajban. Ugyanez mondható el néhány, ugyan sokkal kisebb mennyiségben, de szintén a szilikát rácsokban rögzült elemről is (pl. Ba, Cr, Ni.). Ezeknél az az elemeknél a LE-frakció egyik esetben sem éri el az „összes” elemtartalom 20%-át.

A Cd, a Sr és a Pb esetében viszont a LE-oldható frakció „összes” elemtartalom 30-50%-át is eléri. Így az is feltételezhető, hogy a LE módszerrel kimutatott Cd, Sr és Pb meghatározó része nem régi, geológiai korú természetes elemtartalom, hanem jelenkori antropogén szennyezésből származik, ezért nem a szilikát rácsokban fixálódott formában van jelen a talajban. Ezt a hipotézist erősíti az a tény is, hogy, nedves+száraz ülepedéssel hazánkban évente mintegy $6-9 \text{ g ha}^{-1}$ Cd, és $80-150 \text{ g ha}^{-1}$ Pb jut mezőgazdasági területeinkre (*Bozó, 1993; Mészáros et al., 1988*). Természetesen, ez a mennyiség ipartelepek környezetében nagyságrenddel nagyobb lehet. Az antropogén eredetű Sr feldúsulásra pedig a hazánkban az orosz Kola-foszfátokból előállított, és kiterjedten használt, a mezőgazdasági területekre nagy mennyiségben kijuttatott szuperfoszfát szolgálhat magyarázatul. A magmás eredetű Kola nyersfoszfát $20.000 \text{ mg kg}^{-1}$, a belőle készített szuperfoszfát $10.000 \text{ mg kg}^{-1}$ Sr-ot tartalmaz (*Kádár, 1991*).

Természetesen, a LE / „összes” elemtartalom arányok az antropogén szennyezések mértéke, illetve a talajtulajdonságok (fizikai féleség, pH, mésztartalom, redox viszonyok, csapadékképzésre alkalmas ionok jelenléte) függvényében jelentős különbségeket mutathatnak (4. és 5. táblázat).

A kísérlet első és negyedik évében (1991 és 1994) a legtöbb elem kumulált (90-270-810 kg ha⁻¹) LE-oldható elemtartalma egymással gyakorlatilag megegyező sorrendet mutatott. Ez alól kivételt a LE-Cr, -Hg, -Mo, és részben -Ni tartalmak jelentettek. Míg az előbbi három elemtartalom a hetedik évtől is erőteljesen csökkent, a LE-Ni tartalmáról ez már nem volt elmondható. A LE-As és -Se tartalmak a hetedik évtől kezdtek el jelentősebb mértékben csökkenni. Mivel a szelént a kevésbé fitotoxikus szelenit formájában juttattuk ki, a talajban csupán egy lassú folyamat eredményeképpen alakult át a sokkal fitotoxikusabb, és lemosódásra hajlamosabb szelenát formájába (Széles *et al.*, 2006). Amennyiben az itt felsorolt, a legnagyobb csökkenéseket mutató elemcsoportból a Ni-t figyelmen kívül hagyjuk, az öt elemből négy (Cr, Mo, As, Se) anionos formában került kijuttatásra, míg a csoportban a Hg volt az egyedüli kation (3. ábra).





(1) Lakanen-Erviö (LE) (mg kg⁻¹) soluble

3. ábra A LE-oldható kumulált elemtartalmak változása a szántott rétegben 1991 és 2008 között. Mészlepedékes csernozjom, Nagyhörscsök. (Kádár, 2012a nyomán)

Figure 3 Changes in the cumulated LE-soluble element contents in the soil plough layer, 1994 to 2008. Calcareous chernozem, Nagyhorcsök

A kontroll parcellánál tapasztaltak, és az 1994-ben, a kísérlet 4. évében a 90 – 270 – 810 kg ha⁻¹ adagok hatásaként a szántott rétegben mért LE-oldható elemtartalmak kumulált értékei jó egyezőséget mutattak egymással: Sr (380 mg kg⁻¹) > Pb (360 mg kg⁻¹) > Cu (270 mg kg⁻¹) > Zn (220 mg kg⁻¹) > Cd (210 mg kg⁻¹) > Ni (150 mg kg⁻¹) > Ba=Se (130 mg kg⁻¹) > As (110 mg kg⁻¹) > Hg (50 mg kg⁻¹) > Mo (40 mg kg⁻¹) > Cr (8 mg kg⁻¹). A LE-oldható elemtartalmak közül tehát – az „összes” elemtartalmakhoz hasonlóan – legnagyobb kumulált értékeket a humán egészségügyi oldalról kevésbé veszélyeseknek tekintett Sr, Pb, Cu, Zn, míg a legkisebbeket a meszes talajokon főképpen anionos formában előforduló As, Cr, Mo, Se, ill. a kationként jelen levő elemek közül a humán vonatkozásban legveszélyesebbek között nyilvántartott Hg elem mutattak. A kontroll elemtartalmakhoz képest a Cd változott a legnagyobb mértékben a 90 – 270 – 810 kg ha⁻¹ adagok kumulált hatása elemsorrendjében: az alsó hatos csoportból felülről az ötödik helyre került (3. ábra).

Tizennégy évvel később, 2008-ban, a kísérlet 18. évében a szántott réteg LE-oldható elemtartalom sorrendek az alábbiak szerint alakultak a 90 – 270 – 810 kg ha⁻¹ adagok kumulált értékeiként: Sr (200 mg kg⁻¹) > Cd = Pb (170 mg kg⁻¹) > Cu (160 mg kg⁻¹) > Ba (130 mg kg⁻¹) > Ni=Zn (100 mg kg⁻¹) > As=Mo (30 mg kg⁻¹) > Se (4 mg kg⁻¹) > Cr (3 mg kg⁻¹) > Hg (1 mg kg⁻¹). 1994-hez képest a LE-Cd és -Mo 3-3 hellyel előbbre, míg a LE-Hg és -Se 2-2 hellyel hátrábbra került (3. ábra).

A 2008. évi LE-oldható elemtartalmaknak az 1994. évi 90 – 270 – 810 kg ha⁻¹ adagok kumulált hatása %-ban kifejezett értékei az alábbi sorrendben csökkentek: Ba (100%) > Cd (81%) > Mo (75%) > Ni (67%) > Cu (59%) > Sr (53%) > Pb (47%) > Zn (45%) > Cr (38%) > As (27%) > Se (3%) > Hg (1%). Tizennégy év múltán tehát a 12 elemből egy mutatott 90% feletti-, egy 80-90% közötti-, egy elem 70-80% közötti-, egy elem 60-70% közötti-, kettő 50-60% közötti-, kettő elem 40-50% közötti-, egy 30-40% közötti-, egy 20-30% közötti-, míg két elem (a Se és a Hg), messze elmaradva a többi elemtől, 0-10% közötti visszamért LE-oldható kumulált elemtartalmakat. A talaj szántott réteg LE-oldható elemtartalmaknak az idővel való csökkenése több okra is visszavezethető: növényi elemfelvétel (meszes talajunkon főképpen a Mo és a Se); a mélyebb talajrétegbe való lemosódás (meszes talajunkon főképpen a Mo és a Se); volatilizáció (főképp a Hg és a Se); csapadékképződés (meszes talajunkon főképpen Ba, Hg, Pb – szulfát és karbonát

formájában, Hg kloridként is), illetve az adott elemeknek az adszorbeálódott formából az adott LE oldószerrel már nem mérhető, erősebben kötött frakcióba alakulás eredményeként következhetett be. Míg a fentebb említett csapadékokat a $\text{cc.HNO}_3 + \text{cc.H}_2\text{O}_2$ képes oldatba vinni, a LE-oldószer viszont már nem (3. ábra).

A 14 év alatt a LE-oldható elemtartalmakban általában jóval nagyobb, a bázisév százalékában kifejezett csökkenések következtek be, mint az „összes” elemtartalmak változásában (2. és 3. ábra).

A nagyhőrcsöki toxikuselem-terheléses kísérlethez hasonlóan, de 0-30-90-270 kg ha⁻¹ adagokkal és kevesebb elemmel, őrbottyáni meszes homok ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 7,0$; $\text{CaCO}_3 = 2,5\%$; $\text{K}_A = 26$; humusz = 1,3%; $\text{hy} = 0,6$; T-érték = 11 mgeé 100g⁻¹) és gyöngyösi savanyú kémhatású, agyagos vályog fizikai féleségű ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 5,4$; $y_1 = 9,5$; $\text{K}_A = 45$; humusz = 3,0%; $\text{hy} = 4,8$; T-érték = 40 mgeé 100g⁻¹; S-érték = 36 mgeé 100g⁻¹; V% = 90%) talajokon is állított be Kádár Imre, illetve Szabó Lajos és Fodor László károselem-terheléses kísérleteket 1994 őszén, illetve 1995 tavaszán (Fodor, 2002; Fodor és Szabó, 2006; Kádár, 2012b).

Az eltérő talajokon azonos adagokkal, illetve formákban kijuttatott károselemeknek a talajvisszanyerési%-aira gyakorolt hatását egy következő dolgozatban értékeljük (Szabó et al., 2019a).

Indokolt lenne a három kísérletben kapott talajvizsgálati eredmények összehasonlító elemzése is. Kéziratunk terjedelmi korlátai ugyanakkor erre itt nem adnak lehetőséget.

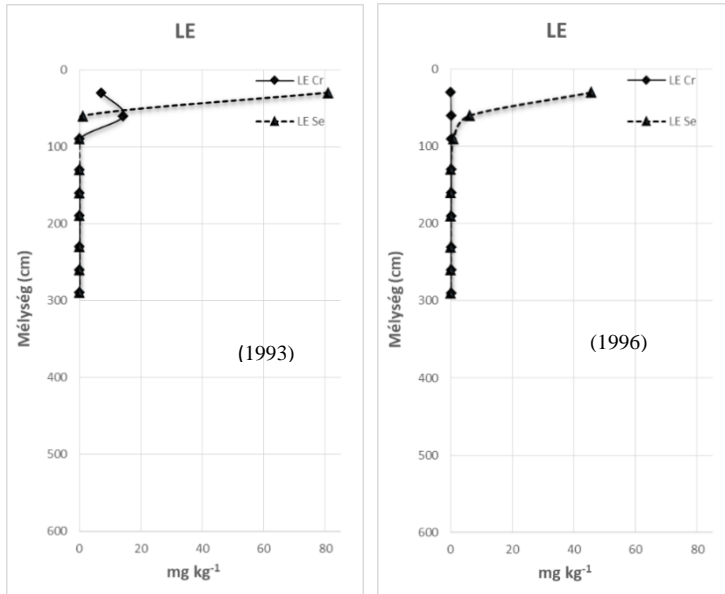
A talajszelvényben lemosódott LE-oldható Cr és Se tartalmak változása a 810 kg ha⁻¹ mikroelem terhelés és a kijuttatás óta eltelt idő függvényében

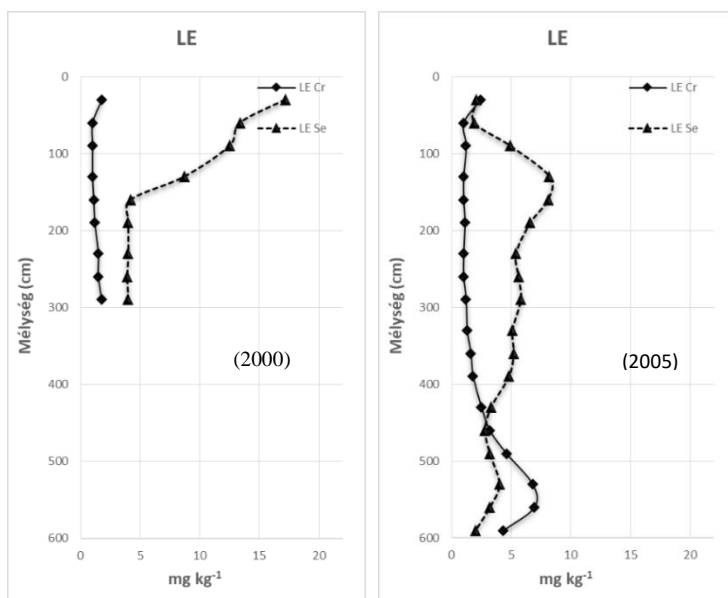
Nagyhőrcsöki meszes csernozjom talajunkon – mint ahogy azt korábban jeleztük is – az anionos formában kijuttatott elemek (As, Cr, Mo, Se) maradtak a legoldhatóbb formában. Az As az évek múlásával is a szántott rétegben maradt. A Mo a 3. évben a 0-60, az 6. évben a 0-90, míg a 10. évben a 0-190 cm talajrétegben volt kimutatható, a mélységgel erőteljes hígulást mutatva (Kádár és Németh, 2003). Az anionos formában kijuttatott elemek közül a legmozgékonyabbaknak a Cr és a Se bizonyultak (4. ábra). A talajszelvénybe lemosódott LE- Cr és Se tartalmakat 1993-ban a 0-60 cm, 1996-ban a 0-90 cm, 2000-ben a 0-300 cm, míg 2005-ben a 0-600 cm talajszelvényben vizsgáltuk

(Kádár és Németh, 2003; Kádár, 2012a). Az első két grafikonon 0 – 80 mg kg⁻¹, míg a második kettő 0 – 20 mg kg⁻¹ közötti skálabeosztással készült mind a két elem esetében.

Hazánkban a felszín alatti vizek megengedett maximális károselem koncentrációját a 10/2000. (VI. 2.) KöM-EüM-FVM-KHVM együttes rendelet határozza meg. Bár nagyhőrcsöki mészlepedékes csernozjom talajunkon a talajvíz tükre 13 m mélyen helyezkedik el, fontos ismernünk a lemosódásra hajlamos károselemek elmozdulási sebességét, ill. a lemosódási csúcsok elhelyezkedését.

Az elemek talajbani mobilitása és vertikális mozgása függhet az adott elem ionformájától, oxidációs fokától, kémiai természetéről, a talaj tulajdonságaitól, mint mésztartalom, kötöttség vagy agyagtartalom, humuszállapot, redox viszonyok, kelátképző tényezők stb. (Kádár és Németh, 2003).





Mélység (cm): Depth of soil profile (cm)

4. ábra Talaj LE-oldható Cr és Se elemfeldúsulások változása a talajszelvényben a 810 kg ha⁻¹ mikroelem adag és a kijuttatás óta eltelt idő függvényében. Meszes csernozjom, Nagyhorcsók, 1993-2005. (Kádár és Németh, 2003; Kádár, 2012a nyomán)

Figure 4 Accumulation of LE-soluble Cr- and Se elements in the soil profile in the 810 kg ha⁻¹ treatment as an effect of time elapsed since application. Calcareous chernozem, 1993 to 2005

A 810 kg ha⁻¹ Cr adag lemosódási csúcsai az alábbi mélységekben voltak: 1993: 30-60 cm (14,3 mg kg⁻¹); 1996: 0-30 cm (2,4 mg kg⁻¹); 2000: 260-290 cm (1,8 mg kg⁻¹); 2005: 530-560 cm (6,9 mg kg⁻¹).

Ezzel párhuzamosan, a 810 kg ha⁻¹ Se adag lemosódási csúcsait is megállapítottuk: 1993: 0-30 cm (81,0 mg kg⁻¹); 1996: 0-30 cm (45,5 mg kg⁻¹); 2000: 0-30 cm (17,2 mg kg⁻¹); 2005: 100-130 cm (8,2 mg kg⁻¹).

Mind a Cr, mind a Se hasonló mélységi lemosódásokat mutattak az évek során. A két elem viszont különböző lemosódási csúcsértékeket, illetve ezekhez kötődő koncentrációkat mutatott (4. ábra).

A Cr jelentősebb mélységi elmozdulási hajlamot mutatott, viszont a lemosódási csúcshoz tartozó koncentráció értékek a Se-nél kisebbek voltak. A két elem lemosódási csúcsértéke 2005-ben volt a legközelebb egymáshoz.

A Se lemosódási csúcsértékei az első három időpontban a 0-30 cm talajréteghez kötődtek, annak ellenére, hogy jelentős mélységi elmozdulásokat is mutatott. Míg 2005-ben, 15 évvel a kijuttatás után a Se csúcs a 100-130 cm talajrétegben jelentkezett, addig ugyanezen időpontban a Se csúcs az 530-560 cm mélységben (4. ábra).

Talaj „összes” károselem feldúsulási faktorok változása a mikroelem terhelés és a kijuttatás óta eltelt idő függvényében

Nyilvánvaló módon, a feldúsulási faktor – ami megmutatja, hogy a kezelések hatására a kontroll hányszorosára nőttek a talaj elemtartalmak – erősen függhet a kontroll parcellák abszolút értékben kifejezett koncentrációjától. Mégis, a feldúsulások ily módon való kifejezése is fontos információkat hordozhat pl. a háttérszennyezettséghez mérhető haváriák súlyosságáról.

Az „összes” elemtartalmak vonatkozásában a kontroll parcellák elemtartalmai az alábbi sorrendben mérséklődnek: Ba (106 mg kg⁻¹) > Sr (60 mg kg⁻¹) > Zn (55 mg kg⁻¹) > Cr (26 mg kg⁻¹) > Ni (25 mg kg⁻¹) > Cu (16 mg kg⁻¹) > Pb (15 mg kg⁻¹) > As (9 mg kg⁻¹) > Se (1,0 mg kg⁻¹) > Mo (0,9 mg kg⁻¹) > Hg (0,5 mg kg⁻¹) > Cd (0,2 mg kg⁻¹). A kontrollon a legnagyobb elemtartalmakat tehát a humán egészségügyi oldalról kevésbé veszélyeseknek tekintett Ba, Sr, Zn, Cr(összes) és Ni, míg a legkisebbeket a meszes talajokon főképpen anionos formában előforduló As, Se, Mo, ill. a kationként jelen levő elemek közül a legtoxikusabb tekintett Hg és Cd elemek mutattak (4. táblázat).

4. táblázat: Mikroelem terhelés hatása a 0-30 cm talajréteg cc.HNO₃+cc.H₂O₂ oldható károelem feldúsulási faktorára. Meszes csernozjom, Nagyhorcsök, 1994-2008

Table 4: The effect of trace element load on the multiplication factor of the cc.HNO₃+cc.H₂O₂ soluble harmful element content in the 0 to 30 cm soil layer.

Calcareous chernozem, Nagyhorcsök, 1994 to 2008

Mintavétel ideje	Terhelés, kg ha ⁻¹ 1991 tavaszán (2)				SzD _{5%} (5)	Átlag (90-270-810 kg ha ⁻¹) (6)	
	Ø	90	270	810			
Év (1)	(mg kg ⁻¹)	Egyenérték (3)	Feldúsulási faktor (Ø=1) (4)				
As							
1994	9	1	3	9	23	3,8	12
2008		1	2	4	12	1,3	6,2
Átlag (7)		-	3	7	18	-	9,0
Ba							
1994	106	1	1	1	3	0,5	1,8
2008		1	1	2	2	0,3	1,7
Átlag (7)		-	1	2	3	-	1,8
Cd							
1994	0,2	1	90	250	810	90	383
2008		1	90	240	710	75	347
Átlag (7)		-	90	245	760	-	365
Cr							
1994	26	1	2	2	5	0,7	3,0
2008		1	2	2	4	0,7	2,6
Átlag (7)		-	2	2	4	-	2,8
Cu							
1994	16	1	3	5	14	1,5	7,5
2008		1	2	5	10	0,8	5,4
Átlag (7)		-	2	5	12	-	6,4
Hg							
1994	0,5	1	52	134	314	66	167
2008		1	34	96	174	28	101
Átlag (7)		-	43	115	244	-	134
Mo							
1994	0,9	1	11	22	127	27	53
2008		1	9	19	89	11	39
Átlag (7)		-	10	21	108	-	46
Ni							
1994	25	1	3	4	10	0,7	5,6
2008		1	2	3	6	0,5	3,7
Átlag (7)		-	2	4	8	-	4,6
Pb							
1994	15	1	3	9	18	2,2	10
2008		1	3	6	8	0,9	5,8
Átlag (7)		-	3	8	13	-	8,0
Se							
1994	1,0	1	29	81	224	22	111
2008		1	2	7	13	2,0	7,3
Átlag (7)		-	16	44	119	-	59
Sr							
1994	60	1	2	3	6	0,5	3,3
2008		1	1	2	3	0,2	2,1
Átlag (7)		-	1	2	4	-	2,7
Zn							
1994	55	1	1	2	5	0,5	2,8
2008		1	2	2	3	0,2	2,3
Átlag (7)		-	1	2	4	-	2,5

(1) Year of sampling; (2) Trace element load, kg ha⁻¹, in spring 1991; (3) Equivalent (Ø=1); (4) Multiplication factor; (5) LSD_{5%}; (6); Mean (90-270-810 kg ha⁻¹ doses); (7) Mean

A kísérlet 4. évében, 1994-ben a 90-270-810 kg ha⁻¹ adagok átlagában kifejezett „összes” elemtartalom feldúsulási faktorok az alábbi sorrendben változtak: Cd (383) > Hg (167) > Se (111) > Mo (53) > As (12) > Pb (10) > Cu (7,5) > Ni (5,6) > Sr (3,3) > Cr (3,0) > Zn (2,8) > Ba (1,8). Bár ez nem teljesen magától értetődő, az „összes” elem feldúsulási faktorok többé-kevésbé a kontroll kezelésekben mért abszolút értékek reciprokának megfelelően csökkentek. Így, amennyiben egy-egy haváriában azonos mennyiségű károselem terheléssel állnánk is szemben, feldúsulási faktorukban nagyságrendnyi különbségek is előállhatnának (4. táblázat).

A 18. évi, a 90-270-810 kg ha⁻¹ adagok átlagában kifejezett „összes” feldúsulási faktorok sorrendjét is meghatároztuk: Cd (347) > Hg (101) > Mo (39) > Se (7,3) > As (6,2) > Pb (5,8) > Cu (5,4) > Ni (3,7) > Cr (2,6) > Zn (2,3) > Sr (2,1) > Ba (1,7).

2008-ban, a kísérlet 18. évében tehát gyakorlatilag megmaradt a 4. évi elemsorrend. Csúpn a Se, a Cr és Zn került egy hellyel feljebb, míg a Sr kettő, a Mo egy hellyel lejjebb (4. táblázat).

Tanulságos lehet az „összes” elem feldúsulási faktorok egymáshoz viszonyított arányának időbeni változását is nyomon követnünk. Az 1994-es bázisét alapul véve (100%), 2008-ban az alábbi százalékos értékeket kaptunk: Ba (99%) > Cd (90%) > Cr (87%) > Zn (81%) > Mo=Cu (73%) > (71%) > Ni (65%) > Sr (62%) > Hg (61%) > Pb (57%) > As (52%) > Se (7%). A 14 év alatt a feldúsulási faktor legkevésbé a Ba, Cd és Cr elemeknél, legnagyobb mértékben viszont, messze leszakadva, a Se elemnél csökkent (4. táblázat).

Talaj LE-oldható károselem feldúsulási faktorok változása a mikroelem terhelés és a kijuttatás óta eltelt idő függvényében

Az „összes” károselem feldúsulási faktorok mellett tanulságos lehet a könnyen (LE-) oldható frakció feldúsulási faktorának vizsgálata is (5. táblázat).

A LE-oldható elemtartalmak vonatkozásában a kontroll parcellák elemtartalmai az alábbi sorrendben mérséklődnek: Sr (30 mg kg⁻¹) > Ba (20 mg kg⁻¹) > Cu=Ni=Pb (4 mg kg⁻¹) > Zn (2 mg kg⁻¹) > As=Cd=Cr=Hg=Mo=Se (0,1 mg kg⁻¹). A kontroll parcellák „összes” és a LE-oldható elemtartalmi tehát hasonló sorrendeket mutattak.

5. táblázat: Mikroelem terhelés hatása a 0-30 cm talajréteg NH₄-acetát + EDTA oldható károselem feldúsulási faktorára. Meszes csernozjom, Nagyhorcsók, 1991-2008

Table 5 The effect of trace element load on the multiplication factor of the NH_4 -acetate + EDTA soluble harmful element content in the 0 to 30 cm soil layer. Calcareous chernozem, Nagyhörösök, 1991 to 2008

Mintavétel ideje	Terhelés, kg ha^{-1} 1991 tavaszán (2)				SzD _s % (5)	Átlag (90-270-810 kg ha^{-1}) (6)	
	Ø	90	270	810			
Év (1)	(mg kg^{-1})	Egyenérték (3)	Feldúsulási faktor (Ø=1) (4)				
As							
1991	0,1	1	70	180	660	140	303
1994		1	40	210	800	90	350
1997		1	30	110	420	60	187
2000		1	30	120	370	50	173
2004		1	30	80	290	30	133
2008		1	20	60	240	30	107
Átlag (7)		-	37	127	463	-	209
Ba							
1991	20	1	1	2	5	0,8	2,8
1994		1	1	2	3	0,8	2,2
1997		1	1	2	3	0,7	2,0
2000		1	1	2	3	0,5	2,3
2004		1	1	2	4	0,4	2,3
2008		1	1	2	3	0,3	2,2
Átlag (7)		-	1	2	4	-	2,3
Cd							
1991	0,1	1	300	860	2280	400	1147
1994		1	140	440	1640	130	740
1997		1	270	850	1900	150	1007
2000		1	140	440	1240	80	607
2004		1	90	260	670	70	340
2008		1	160	420	1130	130	570
Átlag (7)		-	183	545	1477	-	735
Cr							
1991	0,1	1	17	65	304	41	129
1994		1	12	22	32	12	22
1997		1	4	8	14	6,0	8,7
2000		1	4	9	16	6,0	9,7
2004		1	4	8	17	7,0	9,7
2008		1	4	8	15	4,0	9,0
Átlag (7)		-	8	20	66	-	31
Cu							
1991	4	1	6	12	53	6,8	24
1994		1	6	14	48	3,0	23
1997		1	5	14	33	3,0	17
2000		1	5	11	32	2,8	16
2004		1	4	11	23	2,5	13
2008		1	4	11	26	2,5	14
Átlag (7)		-	5	12	36	-	18
Hg							
1991	0,1	1	40	490	1890	430	807
1994		1	20	120	410	20	183
1997		1	8	30	230	40	89
2000		1	1	7	50	8,0	19
2004		1	2	13	45	8,0	20
2008		1	1	2	8	2,0	4
Átlag (7)		-	12	110	439	-	187

Mintavétel ideje	Terhelés, kg ha ⁻¹ 1991 tavaszán (2)				SzD _{5%} (4)	Átlag (90-270-810 kg ha ⁻¹) (5)	
	Ø	90	270	810			
Év (1)	(mg kg ⁻¹)	Egyenérték (Ø=1) (3)					
Mo							
1991	0,1	1	210	270	1040	140	507
1994		1	30	70	250	40	117
1997		1	20	50	80	20	50
2000		1	40	90	140	40	90
2004		1	50	80	160	40	97
2008		1	20	60	200	40	93
Átlag (6)		-	62	103	312	-	159
Ni							
1991	4	1	4	10	44	5,5	19
1994		1	6	12	22	2,3	13
1997		1	4	7	13	2,0	8
2000		1	4	8	13	1,5	8
2004		1	3	7	10	1,5	7
2008		1	4	9	14	1,5	9
Átlag (6)		-	4	9	19	-	11
Pb							
1991	4	1	7	14	65	8,0	29
1994		1	7	19	65	4,8	30
1997		1	8	25	47	4,5	27
2000		1	7	15	29	4,5	17
2004		1	5	15	18	3,0	13
2008		1	6	14	25	2,3	15
Átlag (6)		-	7	17	41	-	22
Se							
1991	0,1	1	70	230	1230	230	510
1994		1	80	330	890	110	433
1997		1	20	90	360	60	157
2000		1	20	40	110	20	57
2004		1	7	12	21	5	13
2008		1	5	10	19	5	11
Átlag (6)		-	34	119	438	-	197
Sr							
1991	30	1	2	2	5	0,5	2,9
1994		1	2	3	8	1,1	4,0
1997		1	2	2	4	0,5	2,7
2000		1	2	3	4	0,5	2,8
2004		1	1	2	3	0,4	2,2
2008		1	1	2	4	0,4	2,4
Átlag (6)		-	2	2	5	-	2,8
Zn							
1991	2	1	7	28	77	9,0	37
1994		1	10	22	74	5,5	35
1997		1	11	27	72	6,5	36
2000		1	8	19	43	4,5	23
2004		1	7	14	33	4,0	18
2008		1	8	15	30	3,0	17
Átlag (6)		-	8	21	54	-	28

(1) Year of sampling; (2) Trace element load, kg ha⁻¹, in spring 1991; (3) Equivalent (Ø=1); (4) Multiplication factor; (5) LSD_{5%}; (6); Mean (90-270-810 kg ha⁻¹ doses); (7) Mean

A kontrollon a legnagyobb LE-oldható elemtartalmakat – az „összes” elemtartalmakhoz hasonlóan – a humán egészségügyi oldalról kevésbé veszélyeseknek tekintett Sr, Ba, Cu, Ni, Pb, míg a legkisebbeket a meszes talajokon főképpen anionos formában előforduló As, Cr, Mo, Se, ill. a kationként jelen levő elemek közül a legtoxikusabb tekintett Hg és Cd elemek mutattak. A kontroll kezeléseknél a talajok LE-oldható elemtartalom sorrendje jó egyezőséget mutat a hasonló hazai és nemzetközi adatokkal (*Boldis, 1988; Lehoczky et al., 1998; Sillanpää és Jansson, 1992*) (5. táblázat).

Az „összes” elemtartalmakkal való összehasonlításban, a LE-oldható elemtartalma az idővel sokkal nagyobb mértékű változásokon mennek keresztül. Az első és a negyedik évi LE-feldúsulás faktorok összehasonlításában a legdrámaibb csökkenéseket a Cr, a Hg és a Mo mutatta: a három évvel korábbihoz képest mintegy $1/5$ -ére csökkentek az átlagos feldúsulási faktoraik.

Ugyanakkor, mivel a LE-módszer a friss antropogén károselem terhelések jelentős hányadát képes kimutatni, ahogy várható is volt, ez a kivonószert az „összes” elemtartalmaknál jóval nagyobb feldúsulási faktorokat mutatott.

A kísérlet 4. évében, 1994-ben, a 90-270-810 kg ha⁻¹ adagok átlagában kifejezett LE-oldható elemtartalom feldúsulási faktorok az alábbi sorrendben változtak: Cd (740) > Se (433) > As (350) > Hg (183) > Mo (117) > Zn (35) > Pb (30) > Cu (23) > Cr (22) > Ni (13) > Sr (4,0) > Ba (2,2). Ez a sorrend többé-kevésbé a 4. évi „összes” feldúsulási faktorok sorrendjét követi. Kivételt képez a Zn, az As, a Cr és a Se, amely elemek az összehasonlításban 5, 2, illetve 1-1 hellyel feljebb, míg a Hg, a Ni és a Sr 2-2, a Mo és a Pb 1-1 hellyel lejjebb került (4. és 5. táblázat).

A 18. évi, a 90-270-810 kg ha⁻¹ adagok átlagában kifejezett LE-oldható elem feldúsulási faktorok sorrendjét is meghatároztuk: Cd (570) > As (107) > Mo (93) > Zn (17) > Pb (15) > Cu (14) > Se (11) > Cr=Ni (9,0) > Hg (3,7) > Sr (2,4) > Ba (2,2).

2008-ban, a kísérlet 18. évében jelentős változások történtek a 14 évvel korábbi, 1994. évi elemsorrendekhez képest: a Hg hat, a Se öt hellyel került lejjebb. A Cd még a kísérlet 18. évében is csaknem 600-szoros átlagos feldúsulást mutatott a kontrollhoz képest, jelezve, hogy ez az elem milyen hosszú ideig mutathat jelentős oldhatóságot, ill. biofelvehetőséget meszes csernozjom talajunkon (5. táblázat).

Tanulságos lehet az „összes” elem feldúsulási faktorok egymáshoz viszonyított arányának időbeni változását is nyomon követnünk. Az 1994-es bázisét alapul véve (100%), 2008-ban az alábbi százalékos értékeket kaptuk (zárójelben, dőlt számokkal a

2008/1991 százalékos értékek): Ba (99%) (78%) > Mo (80%) (18%) > Cd (77%) (50%) > Ni (69%) (47%) > Cu (61%) (58%) > Sr (60%) (83%) > Pb (50%) (52%) > Zn (49%) (47%) > Cr (41%) (7%) > As (30%) (35%) > Se (2,6%) (2,2%) > Hg (2,0%) (0,5%). A 14 év alatt a feldúsulási faktor legkevésbé a Ba, Mo és Cd elemeknél, legnagyobb mértékben viszont, messze leszakadva, a Se és a Hg elemeknél csökkent. Amennyiben 1991-et tekintjük a bázisévnek, az 1994-es bázisévtől jelentős mértékben különböző elemsorrendet kapunk (5. táblázat).

KÖVETKEZTETÉSEK

A prof. Dr. Kádár Imre által meszes csernozjom talajon 13 potenciálisan káros elem 4 terhelési szinten beállított szabadföldi tartamkísérlete a világon egyedülálló lehetőséget nyújt ezen 13 elemnek a talaj-növény rendszerben való hatása időbeni változásának, illetve egymáshoz való összehasonlításának tanulmányozására.

A talaj $\text{cc.HNO}_3 + \text{cc.H}_2\text{O}_2$ („összes”) és a LE-oldható elemtartalmak abszolút értékei, illetve feldúsulási faktorai időbeni változásainak, illetve egymáshoz viszonyított összehasonlításainak értékelésére számos tanulsággal szolgál.

A LE / „összes” elemtartalom arányok információval szolgálhatnak arra vonatkozóan, hogy a talajok „kvázi háttérszennyezetséget” mutató könnyen oldható elemtartalmi valójában a geológiai korú természetes elemtartalmakat, vagy a jelenkori antropogén szennyezést jelzik. A kisebb LE / „összes” elemtartalom arányok az előbbiekre, míg a nagyobbak az utóbbiakra utalhatnak.

Fontos megemlítenünk, hogy – a nemzetközi jogszabályokban rögzített maximálisan megengedett károselem határértékek figyelembevétele mellett – a meszes csernozjom talajon beállított nehézfém terheléses tartamkísérletben kapott talajvizsgálati eredmények is meghatározó módon járultak hozzá a 10/2000. (VI. 2.) KÖM–EüM–FVM–KHVM együttes rendeletben meghatározott károselem határértékek kidolgozásához.

Indokoltnak tartjuk ugyanakkor a szelén (Se) potenciális káros mikroelemnek a 10/2000. (VI. 2.) KÖM–EüM–FVM–KHVM együttes rendeletbe való utólagos bevetését. Bár a szelén nem tartozik a humán egészségügyi szempontból legveszélyesebb „piszkos öt” elem (az As, a Pb, a Hg, a Cd, és a Cr(VI) közé (Prokisch, 2010), fitotoxicitása, valamint nagy biofelvehetősége miatt a táplálékláncban való erőteljes feldúsulása szintén komoly humán egészségügyi kockázatot jelenthet (Kádár, 2012a). A Se elem esetében a Cd

elemnél szereplőhöz legközelebbi, de annál némiképpen nagyobb határértéknek a jogszabályban való megjelölését tarjuk indokoltnak.

Hasonlóan, az őrbottyáni meszes homok, és gyöngyösi savanyú kémhatású, agyagos vályog fizikai féleségű talajon hasonló metodikával beállított szabadföldi kísérletekben kapott talajvizsgálati eredmények is hozzájárultak a fenti jogszabályban szereplő határérték megállapításához (Fodor, 2002; Fodor és Szabó, 2006; Kádár, 2012b).

A vizsgált elemek közül külön figyelmet kell fordítani a két legmozgékonyabb elem, a Cr és Se talajprofilban való mozgására is. Amennyiben feltételezzük, hogy mindkét elem 25 év alatt érte el a 600-cm-es mélységet, úgy évenkénti jelentős, 24 cm mélységi elmozdulással számolhatunk.

Mint a tartamkísérlet eredményei is igazolták, a potenciálisan káros mikroelemek talajbani oldhatósága, fitotoxikus hatása, azok tartamhatása számos tényező függvénye. A talaj–növény–állat–(ember) tápláléklánc szempontjából kedvező, ha a humán egészségre káros elem erősen fitotoxikus is egyúttal, mivel a növény pusztulásával ez az elem nem juthat be a tápláléklánc következő tagja, az állat / ember szervezetébe.

Ahhoz, hogy a fenti elemek sorsát a táplálékláncban figyelemmel kísérhessük, szükség van a fenti növények károselem felvételének vizsgálatára is. A kísérleti növények károselem-tartalmát a fiatalkori növényben, a fő-, illetve melléktermésekben is meghatároztuk. Azoknak az eredményeknek az ismertetésére későbbi publikációkban kerülhet sor.

Az idő előrehaladtával a kísérlet kezdetén vízdíszítő só formájában kijuttatott, potenciálisan szennyező elemek oldhatósága, illetve fitotoxikus hatása mérséklődött (Szabó et al., 2019b), majd a legtöbb elemnél meg is szűnt. Ez nem jelenti azt, hogy ezen erősen szennyezett talajok valaha is alkalmasak lesznek szántóföldi élelmiszer-, illetve takarmánynövények, avagy zöldségfélék termesztésére, hiszen a parcellákon még a 20. évben, illetve azt meghaladóan is, jelentős károselem-felvétel történhet.

Megkülönböztetett figyelemmel kell nyomon kísérni a kadmiumot, amely az idő múlásával egyre kevésbé volt fitotoxikus, viszont még a kísérlet 18. évében is igen nagy könnyen oldható elemtartalmakat mutatott a talaj szántott rétegében.

**INVESTIGATIONS ON THE LONG-TERM EFFECT OF HEAVY METAL AND
OTHER TOXIC TRACE ELEMENT LOAD ON SOIL HARMFUL ELEMENT
CONTENTS IN A FIELD TRIAL**

^{1*}ANITA SZABÓ – ¹KLÁRA POKOVI – ¹PÉTER RAGÁLYI – ¹MÁRK RÉKÁSI –
²RENÁTA SÁNDOR – ¹BOTOND BERNHARDT – ¹JÓZSEF KONCZ –
¹BOGLÁRKA HASZON – ³RITA KREMPER – ¹PÉTER CSATHÓ

¹Institute for Soil Sciences and Agricultural Chemistry, Centre for Agricultural
Research, Budapest

²Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research, Martonvásár

³University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental
Management, Institute of Agricultural Chemistry and Soil Science, Debrecen

SUMMARY

The 13 potentially harmful trace element (Al, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, Sr and Zn) load long-term field experiment was established in spring, 1991 on a calcareous chernozem soil, with 0-90-270-810 kg ha⁻¹ doses, by Prof. Dr. Imre *Kádár*. The soil „total” (cc.HNO₃+cc.H₂O₂) and *Lakanen-Erviö*- (NH₄-acetate+EDTA) soluble element contents as well as „multiplication” factors ($\emptyset = 1$) were investigated in the 1 to 20 years periods of the trial. Although Al³⁺ is phytotoxic in strongly soils (pH_(KCl) < 4), in our long term field trial, set up on a calcareous soil with high OH⁻ concentration, Al phytoavailability is strongly prohibited as a result of low mobility of Al(OH)₃ forms.

While, in absolute values, „total” elements content exceeded the LE-values significantly, on the other hand, related to the „enrichment” factors”, an opposite tendency was detected.

As time elapsed, changes / diminishes on LE-soluble element contents exceeded those of „total” ones.

Diminishes in / aging of both „total” and LE-soluble contents were due to several factors, i.e. crop uptake (on our calcareous soil, mostly Mo and Se); leaching into deeper soil horizon, (on our calcareous soil, mostly Mo and Se); volatilization (mostly Hg and Se) transformation into more strongly fixed forms, even built in the crystal-lattices; and,

in case of LE-soluble element contents, inactivated by forming precipitates (on our calcareous soil, mostly Ba, Hg, Pb-sulphates and -carbonates, as well as Hg-chlorides),

Comparising the elements, as time elapsed, strongest decreases were observed in the elements applied in anionic forms (As, Cr, Mo, Se), and, among the elements applied in cationic form, Hg.

In the 18th year of the trial, Cr and Se were detected in the whole 0 to 600 cm soil layer. Leaching rate of these element were about 24 cm year⁻¹.

From the poin of view of human health risk, carcinogen Cd must receive special attention. In the plough layer, the majority of both „total”, and LE-soluble Cd contents remained detectable in the 18th year of the trial (in 2008), as compared to the soil Cd contents in 1994.

While LE- (NH₄-acetate+EDTA) method dissolved only a small proportion of natural (background) harmful trace element contents, on the other hand, it seems to be an adeqate method to detect antropogen harmful element loads.

Keywords: calcareous chernozem, harmful trace elements, anionic or cationic form, soil „multiplication” factor

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szerzők nagy kiváltságnak tartják, hogy *Prof. Dr. Kádár Imrétől* a tartamkísérlet alapadatait további értékelés, szintézis céljából megkaphatták. Szerzők ezen munkájukat *Prof. Dr. Kádár Imre*, a cikkünk tárgyát képező, a világon egyedülálló potenciális károselem-terheléses tartamkísérlet beállítója emlékének szentelik, tiszteletük és nagyrabecsülésük jeléül.

IRODALOM

Alloway, B.J. (2013): Heavy Metals in Soils. Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability. Springer, Dordrecht-Heidelberg-London-New York.

Bergmann, W. (1958): Die Ermittlung der Nährstoffbedürftigkeit des Bodens. Handbuch der Pflanzen-physiologie 4:867-942. Springer Verlag. Berlin-Göttingen-Heidelberg.

- Bersényi, A. – Fekete, S. – Hullár, I. – Kádár, I. – Szilágyi, M. – Glávits, R. – Kulcsár, M. – Mézes, M. – Zöldág, L.* (1999): Study of the soil–plant (carrot)–animal cycle of nutritive and hazardous minerals in a rabbit model. *Acta Veterinaria Hungarica*. **47**. 181-190.
- Boldis, O.* (1988): Magyarországi talajok toxikus nehézfém-tartalma. MTESZ, 1988.V.9. Budapest (előadás anyaga). In: CSATHÓ P., 1994a. A környezet nehézfém szennyezettsége és az agrártermelés. Tematikus szakirodalmi szemle. Akaprint, Budapest. 176.
- Bozó, L.* (1993): A légköri nehézfémek ülepedése Kelet-Európában. MTA Agrártudományi Osztály Tájékoztatója (1992) 90-92. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Csathó, P.* (1994a): A környezet nehézfém szennyezettsége és az agrártermelés. Tematikus szakirodalmi szemle. Akaprint, Budapest. 176.
- Csathó, P.* (1994b): Nehézfém- és egyéb toxikuselem-forgalom a talaj-növény rendszerben. *Agrokémia és Talajtan*. **43**. 371-398.
- Cserhádi, S. – Kosutány, T.* (1887): A trágyázás alapelvei. Országos Gazdasági Egyesület Könyvkiadó. Budapest.
- Dell INC.* (2015): Dell Software Statistica. Statistics for Windows, Version, 13.0 Round Rock, Texas: DELL INC.
- Fodor, L.* (2002): Nehézfémek akkumulációja a talaj-növény rendszerben. VE Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely. PhD disszertáció.
- Fodor, L. – Szabó, L.* (2006): Chemical detection of heavy metals applied at high rates to soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. **37**. (15-20). 2523-2530.
- Giczi, Zs. – Kalocsai, R. – Lakatos, E. – Dorka-Vona, V. – Tóth, E.A.* (2018): Réz, a mezőgazdaság nélkülözhetetlen eleme. *Acta Agronomica Óváriensis*, **59 (2)**: 4-31.
- Gupta, U.C. – Gupta, S.C.* (1998): Trace element toxicity relationships to crop production and livestock and human health: implications for management, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **29**:11-14, 1491-1522.
- Győri, Z. – Goulding, K. – Blake, L. – Prokisch, J.* (1996): Changes in the heavy metal contents of soil from the Park Grass Experiment at Rothamsted Experimental Station. *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*. **354**. 699-702.
- Hartikainen, H.* (2005): Biogeochemistry of selenium and its impact on food chain quality and human health. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. **18**. 309-318.
- Hooda, P.S.* (2010): Assessing bioavailability, risk assessment and remediation. In: *Hooda, P.S.* (ed): *Trace Elements in Soils*. Blackwell Publishing Ltd. pp. 229-266.
- ISO 11466:1995*. Soil quality – Extraction of trace elements soluble in aqua regia, 1995.

- Izsáki, Z. – Debreczeni, I.* (1987): Börgyári szennyvíziszappal végzett trágyázás hatásának vizsgálata homoktalajon. *Növénytermelés* 36. 481-489.
- Jászberényi, I.* (1979): Cit: *Győri, D., Loch, J., Pusztai, A.* (1987): A toxikus talaj alkotórészek felszabadulása. In: *A környezet erősödő savasodása* (Szerk.: *Fábián, Gy.*) 168-178. *Környezet- és Természetvédelmi Kutatások 7.* OKTH-MTA, Budapest.
- Juste, C. – Mench, M.* (1992): Long-term application of sewage sludge and its effect on metal uptake by crops. In: *Biochemistry of trace metals* (ed. *Adriano, D.*) Lewis Publishers. Boca Raton - Ann Arbour - London - Tokyo. 157-173.
- Kabata-Pendias, A.* (2011): *Trace elements in soils and plants*, 4th edn. CRC Press/Taylor & Francis, Boca Raton.
- Kabata-Pendias, A. – Mukherjee, A.B.* (2007): *Trace Elements from Soil to Human.* Springer, Berlin-Heidelberg.
- Kádár, I.* (1991): A talajok és növények nehézfém tartalmának vizsgálata. KTM-MTA TAKI. Budapest. 104 p.
- Kádár, I.* (1992): A növény táplálás alapelvei és módszerei. MTA TAKI. Budapest. 398 p.
- Kádár, I.* (1995): A talaj-növény-állat-ember tápláléklánc szennyeződése elemekkel Magyarországon. KTM-MTA TAKI. Budapest. 387 p.
- Kádár, I.* (1998): A szennyezett talajok vizsgálatáról. Kármentesítési kézikönyv 2. Környezetvédelmi Minisztérium. Budapest.
- Kádár, I.* (2005): Magyarország Zn és Cu ellátottságának jellemzése talaj- és növényvizsgálatok alapján. *Acta Agron. Óváriensis.* **47** (1):11-25.
- Kádár, I.* (2009): A talajszennyezés megítélése kutatói szemmel 4. *Agrokémia és Talajtan.* **58.** (1) 149-168.
- Kádár, I.* (2012a): A főbb szennyező mikroelemek környezeti hatása. MTA ATK TAKI, Budapest. 360.
- Kádár, I.* (2012b): Az örbottyáni mikroelem-terheléses kísérlet ismertetése. In: *Kádár I.* (szerk.), *A főbb szennyező mikroelemek környezeti hatása.* MTA ATK TAKI, Budapest. pp. 222-316.
- Kádár, I. – Fekete, S.* (1995). 18. Takarmányozási kísérletek eredményei. In: *Kádár I.* (szerk.), *A talaj-növény-állat-ember tápláléklánc szennyeződése elemekkel Magyarországon.* KTM-MTA TAKI. Budapest. 321-371.
- Kádár I. – Németh T.* (2003): Mikroelem-szennyezők kimosódásának vizsgálata szabadföldi terheléses tartamkísérletben. *Agrokémia és Talajtan.* **52**:315-330.

- Kirby, J.K. – McLaughlin, M.J. – Ma, Y.B. – Ajiboye, B.* (2012): Aging effects on molybdate lability in soils. *Chemosphere*. **89**. (7) 876-883.
- Korte, N.E. – Skopp, J. – Fuller, W.H. – Niebla, E.E. – Alssei, B.A.* (1976): Trace element movement in soils, influence of soil physical and chemical properties. *Soil Science*. **122**. 350-359.
- Kovács, B. – Prokisch, J. – Győri, Z. – Balla Kovács, A. – Palencsár, A.J.* (2000): Studies on soil sample preparation for inductively coupled plasma atomic emission spectrometry analysis. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. **31**. 1949-1963.
- Krishnamurty, V.K. – Shpirte, E. – Reddy, M.M.* (1976): Trace metal extraction of soils and sediments by nitric acid - hydrogen peroxide. *Atomic Absorption Newsletter*. **15**:68-70.
- Kumpiene, J. – Giagnoni, L. – Marschner, B. – Denys, S. – Mench, M. – Adriaensen, K. – Vangronsveld, J. – Puschenreiter, M. – Renella, G.* (2017): Assessment of Methods for Determining Bioavailability of Trace Elements in Soils: A Review. *Pedosphere*. **27**. (3) 389-406.
- Laing, G.D.* (2010): Analysis and Fractionation of Trace Elements in Soils. In: Hooda, P.S. (ed): *Trace Elements in Soils*. Blackwell Publishing Ltd. pp. 53-80.
- Lakanen, E. – Erviö, R.* (1971): A comparison of eight extractants for the determination of plant available microelements in soils. *Acta Agralia Fennica*. **123**. 223-232.
- Lehoczky, É. – Marth, P. – Szabados, I. – Szomolányi, Á.* (1998): Effect of liming on the heavy metal uptake by lettuce. *Agrokémia és Talajtan*. **47**. (1-4) 229-234.
- Lisk, D.J.* (1972): Trace metals in soils, plants and animals. *Advances in Agronomy*. **24**. 267-325.
- Lock, K. – Waegeneers, N. – Smolders, E. – Criel, P. – Van Eeckhout, H. – Janssen, C. R.* (2006): Effect of leaching and aging on the bioavailability of lead to the springtail *Folsomia candida*. *Environ. Toxicol. Chem.* **25(8)** 2006-2010.
- Lu, A. – Zhang, S. – Qin, X. – Wu, W. – Liu, H.* (2009): Aging effect on the mobility and bioavailability of copper in soil. *Journal of Environmental Sciences*. **21**. (2) 173-178.
- Ma, Y.B. – Lombi, E. – McLaughlin, M.J. – Oliver, I.W. – Nolan, A.L. – Oorts, K. – Smolders, E.* (2013): Aging of nickel added to soils as predicted by soil pH and time. *Chemosphere*. **92**. (8) 962-968.
- Mészáros, Á. – Haszpra, L. – Frienland, A.J. – Lásztity, A. – Horváth, Zs.* (1988): Az ólom és a kadmium légköri ülepedése Magyarországon. *Időjárás*, **92**: 134-139.

- MSZ 21470-50 (2006). Környezetvédelmi talajvizsgálatok. Az összes és oldható toxikus elem, nehézfém és Cr (VI) tartalmának meghatározása. Magyar Szabványügyi Testület. Budapest. 33.
- Mortvedt, J.J. (1991): Micronutrients in agriculture, 2nd Edition. SSSA Book Series No. 4. Madison, Wisc., USA.
- Németh, T. – Szabó, J. – Pásztor, L. – Bakacsi, Zs. – Ódor, L. – Horváth, I. – Fügedi, U. – Marth, P. – Szalai, L. (1997): A magyarországi talajok alapterheltségi szintjének leírása. Zárójelentés. KTM - (KEV-2631/96) Projekt. MTA TAKI-MÁFI-BFNTÁ, Budapest.
- Opitz, K. (1907): Vergleichende Untersuchungen über die Ergebnisse von chemischen Bodenanalysen und Vegetationsversuchen. Landw. Jb. 36:909-992.
- Pais, I. (1991): Criteria of essentiality, beneficiality and toxicity. What is too little and too much? In: Pais, I. (ed). Proc. Int. Symp. „Cycling of nutritive elements in geo- and biosphere”. HAS – University of Horticulture and Food Industry, Budapest, Hungary.
- Palmer, C.D. – Puls, R.W. (1994): Natural Attenuation of Hexavalent Chromium in Groundwater and Soils. EPA Ground Water Issue. US EPA /540/5-94/505. pp 1-12.
- Pavličková, J. – Zbiral, J. – Čížmarová, E. – Kubáň, V. (2003): Comparison of *aqua regia* and HNO₃-H₂O₂ procedures for extraction of Tl and some other elements from soils. Analytical and Bioanalytical Chemistry. 376(1):118–125.
- Prokisch, J., (2010): Vigyázat, mérég! Az öt legveszélyesebb mérgező fém a környezetünkben: arzén, ólom, higany, kadmium és króm(VI). Dr. Aliment Kft., Debrecen
- Reimann, C. – Fabian, K. – Birke, M. – Demetriades, A. – Matschullat, J. – Schoeters I. – The GEMAS Project Team (2018): The GEMAS periodic table of agricultural soil in Europe. The Geological Surveys of Soils in Europe – European Association of Metals / EUMETAUX. <http://gemas.geolba.ac.at/>. June 22, 2018.
- Rékási, M. – Filep, T., (2006): Effect of microelement loads on the element fractions of soil and plant uptake. Agrokémia és Talajtan **55**. 213-222.
- Rosenfels, R.S. – Crafts, A.S. (1939): Arsenic fixation in relation to the sterilization of soils with sodium arsenite. Hilgardia, **12**:201-223.
- Schacklette, H.T. – Boerngen, J.G. (1984): Element concentrations in soils and other surficial materials of the conterminous United States. US Geological Survey Professional Papers 1270. US Dept. Interior. 63 p.

- Sillanpää, M.* (1982): Micronutrients and the Nutrient Status of Soils: a Global Study. FAO Soils Bulletin. No. 48. Rome.
- Sillanpää, M. – Jansson, H.* (1992): Status of cadmium, lead, cobalt and selenium in soils and plants of thirty countries. FAO Soils Bulletin. No. 65. Rome.
- Sváb, J.* (1981): Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Szabó, A. – Pokovai, K. – Rékási, M. – Csathó, P. – Kádár, I. – Lehoczky, É.* (2015): Changes in soluble element contents in heavy metal loading field trial set up on a calcareous chernozem soil. Proceedings of the 21st International Symposium on Analytical and Environmental Problems. University of Szeged, Department of Inorganic and Analytical Chemistry. 72-75.
- Szabó, A. – Pokovai, K. – Ragályi, P. – Rékási, M. – Sándor, R. – Bernhardt, B. – Koncz, J. – Kremper, R. – Csathó, P.* (2019a): Nehézfém- és egyéb toxikus mikroelem-terhelés tartamhatása a talajból mért visszanyerési százalékok alakulására, szabadföldi kísérletben. *Agrokémia és Talajtan*, 68(2): 293-314.
- Szabó, A. – Pokovai, K. – Ragályi, P. – Rékási, M. – Sándor, R. – Bernhardt, B. – Koncz, J. – Krepper, R. – Csathó, P.* (2019b): Nehézfém- és egyéb toxikus mikroelem-terhelés tartamhatása a főtermés mennyiségére szabadföldi kísérletben. *Agrokémia és Talajtan*, 68(2): 259-278.
- Széles, É. – Kovács, B. – Prokisch, J. – Győri, Z.* (2006): Szelén-speciációs vizsgálatok talajmintákból ionkromatográffal összekapcsolt induktív csatolású plazmatömegspektrométer (IC-ICP-MS) alkalmazásával. *Agrártudományi közlemények/Acta Agraria Debreceniensis*. 23.106–111.
- Szűcs, L.* (1965): A mészlepedékes csernozjomok osztályozásának továbbfejlesztése és alkalmazása. *Agrokémia és Talajtan*. 14. 153–170.
- Tessier, A. – Campbell, P.G.C.* (1988): Partitioning of trace metals in sediments. In: Kramer, J.R. Allen, H.E. (eds): *Metal Speciation: Theory, Analysis and Application*. Lewis Publisher, Chelsea, MI. 183–199.
- Thornton, I.* (1995): *Metals in the Global Environment: Facts and Misconceptions*. Ottawa, International Council on Metals and the Environment.
- Tóth, E.A. – Kalocsai, R. – Dorka-Vona, V. – Giczi, Zs.* (2018): Az esszenciális mikroelemek szerepe a növények élettani folyamataiban. *Szemle. Acta Agronomica Óváriensis*, 59 (2): 126-150.

West, T.S. (1981): Soil as a source of trace elements; Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B. 294:19–30.

Zeremski-Škorić, T. – Sekulić, J. – Ralev, J. – Kastori, R. (2006): Comparison of aqua regia and HNO₃-H₂O₂ procedures for extraction of trace elements from chernozem soils. In: (Eds.: Szilágyi, M. – Szentmihályi, K.) . Proc. Int. Symp. “Trace elements in the food chain”. Hungarian Academy of Sciences. Budapest, Hungary. 97-101.

10/2000. (VI. 2.) KöM-EüM-FVM-KHVM együttes rendelet a felszín alatti víz és a földtani közeg minőségi védelméhez szükséges határértékekről.

A szerző levélcíme – Address of the author:

SZABÓ ANITA

ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet

H-1022 Budapest, Herman O. út. 15.

E-mail: szabo.anita@agrar.mta.hu



A LEPÁRLÁS KÖZÉPKORI EMLÉKEI A KŐSZEGI VÁRBAN

BARABÁS ATTILA¹ - HANCZNÉ LAKATOS ERIKA² - NÉMETH – TORKOS ANETT²

¹Győri Likörgyár Zrt., Győr

²Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság és Élelmiszertudományi Kar,
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÓ

A kőszegi vár XV. századi rétegéből az 1960-62 közötti régészeti feltárás során 5 lepárló maradványai kerültek elő. Ezek méreteikben, átmérőjükben különböztek, de a tálak és a sisakok összeillettek. Ezekről az 1500-as évek végén használt cserép tárgyakról a korábbi a témával foglalkozó szakemberek azt vélelmezték, hogy alkoholos lepárlásra használták őket, ezzel ellentétben a mi véleményünk az, hogy vízgőz desztillációval működtethető illóolaj lepárlókról van szó. Hipotézisünk igazolására laboratóriumi kísérletet terveztünk és valósítottunk meg, mivel rendelkezésünkre állt igaz az eredeti leletnél kb. 10 %-kal kisebb, de minden egyéb tekintetben az eredeti készülék tökéletes másolata, ami egyben egy működőképes rekonstrukció. A tervezett kísérleteket a rekonstruált lepárlóval elvégezve, laboratóriumi körülmények között, szinte az elméleti kihozattal azonos mennyiségű illóolajat sikerült előállítanunk. A lepárlás során képződő víz is hasznosítható, neve aromavíz, amit parfümként, gyógyszerként mindenféle nyavalya ellen használták akkoriban. Az ásatásokon előkerült több példány alapján feltételezhető, hogy a lepárlók használata általános és legalább egy évszázadon át divatos volt. Valószínűsíthető, hogy segítségükkel a kőszegi vár úrnőinek kertjeiben is termelt gyógynövényekből illóolajokat és melléktermékként aromavizet állítottak elő. A kísérletek nyomán az is bizonyítást nyert, hogy a készülék szerkezete miatt, - ahogy azt korábban a régészeti szakirodalomban vélelmezték – alkohol készítésére nem alkalmas.

Ugyanakkor a bordákkal erősített kifolyócső kerámiatörmelékkel érdesített felülete az esetleg olajossá (így csúszóssá) váló kéz biztonságos fogását szolgálta.

Kulcsszavak: lepárlás, desztilláló készülék, középkor, illóolajok, Kőszeg

BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉSEK

Holl Imre és munkatársai az 1960–62. évi ásatások során a kőszegi vár 1500-as évek végi és 1600 évek eleji rétegeiből nagyszámú kerámia töredéket tártak fel, amelyek egyértelműen több lepárló készülék maradványi voltak. Ezen leletekről azt feltételezzük, hogy vízgőz desztillációval működtethető illóolaj lepárlók, *Holl* (1982) korábbi feltételezésével ellentétben, aki alkoholos lepárlást vélelmezett. *Holl* (1982) ezen feltételezését elsősorban a régészeti lelet lelőhelyével magyarázza, hiszen a középkorban a gyógyszerészetnek jellemzően a városok és a kolostorok voltak a központjai és a másik két lehetőséget (nemesfém-feldolgozás és az alkímia) is kizárva következtetett az alkoholos lepárlásra, azonban ezen hipotézisét további vizsgálatokkal nem támasztotta alá. A mi álláspontunk szerint valószínűsíthető, hogy ezen eszközök segítségével a kőszegi vár úrnőinek kertjeiben is termelt gyógynövényekből illóolajokat (pl. levendula, menta, citromfű, orbáncfű) és melléktermékként aromavizet állítottak elő. Véleményünk szerint a készülék – szerkezete miatt, ahogy azt korábban a régészeti szakirodalomban vélelmezték – alkohol készítésére nem alkalmas, azonban a bordákkal erősített kifolyócső kerámiatörmelékkel érdesített felülete az esetleg olajossá (így csúszóssá) váló kéz biztonságos fogását szolgálta. Az ásatásokon előkerült több példány alapján feltételezhető, hogy a lepárló használata általános és legalább egy évszázadon át divatos volt.

Vizsgálataink célja tehát, hogy mind leíró, elemző, mind pedig kísérleti módszerrel alátámasztottan és egyértelműen meghatározható legyen a kőszegi lelet eredeti funkciója. A kutatás első fázisában a témában fellelhető irodalmi források áttekintése zajlott, azzal a céllal, hogy betekintést adjon a lepárlás mindkét technológiájának rövid történetébe. A második fázisban a fellelt cserép maradványok alapján rekonstruált, eredeti, korhű megjelenésű, működőképes berendezés másolatával végeztünk kísérletet, annak érdekében, hogy ok-okozati úton is megállapítást, megerősítést nyerjen az eredeti készülék funkciója.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A lepárlás, desztilláció rövid története a XV. századig

A lepárlás, a desztilláció folyamata tulajdonképpen folyadék elválasztás párologtatás és lecsapás útján, ahol a különböző forráspontjuk segítségével elválasztjuk egymástól az egyes összetevőket (Möller és Szetei, 2005). Maga a desztilláció szó a latin de-stillare – lecsöpögtet szóból ered (URL₁). Ezzel a módszerrel elválaszthatjuk az alkoholt a víztől, illetve aromás gyógynövény- és egyéb növényi olajokat nyerhetünk ki (Möller és Szetei, 2005).

A gyógynövények alkalmazása betegségek kezelésében, szinte egyidős az emberiséggel (Rápóti és Romvári 1966, Hornok 1978). Gyógynövényen általában mindazon növényeket értjük, melyeket valamely betegség gyógyítására sikeresen felhasználtak, a bennük lévő biológiailag aktív anyagoknak köszönhetően (Halmai és Novák 1963, Verzárné Petri 1979). A desztillálás története is nagyon régi időkbe nyúlik vissza, már Arisztotelész leírta, hogy a tengervízből lepárlással ivóvíz készíthető, de a legkorábbi jelek i.e. 2000 körüliek, az elsőseget pedig nagyjából mindenki a magáénak tudja. Annyi bizonyos, hogy Kína, Egyiptom és Mezopotámia környékéről származik az eljárás (URL₂).

A desztillációról az első írásos emlékek alexandriai alkímistáktól származnak időszámításunk utáni első századból. Bár ezekben az írásokban közvetlenül nem esik szó sem a desztillációról sem a desztillációs készülékekről, de említenek olyan készülékeket melyek desztilláló berendezéseknek tekinthetők (URL₂).

Az i. e. 1700 körüli években Zimrí-Lim királynak már saját parfümériája és kenőcsgyára volt, amelyben desztillálással készült a balsam és más eszenciák is. Az így készült párlatokat nem csak szépszéti, gyógyászati célokra hanem halottak balzsamozására is alkalmazták (Bugár, 1996).

Az illóolajok aromatikussá, tömény hidrofób folyadékok, melyeket leggyakrabban vízgőz- desztillációval nyernek a különböző növényi részekből (Burt, 2004).

A különböző olajok és illatszerek gyártása nagymértékben hozzájárult a desztilláció fejlődéséhez, melynek központja a Perzsa provincia, Sabur, illetve Babilónia voltak. Az első lepárlással készült illatszert például a perzsák állították elő, mely nem volt más mint a rózsavíz (Bugár, 1996).

A klasszikus görög-római kultúra orvosnagyjai közül Claudius Galenus a gyógynövényekből vizes és szeszes kivonatokat készített, amelyek a hatóanyagokat koncentráltabb formában tartalmazták (Rápóti és Pándi, 1966). Ilyen alkohol tartalmú Galénoszi készítmények például az elixír, és a tinktúra (*Del Baldo*, 2010).

A népvándorlások idején az illatszerek eltűntek Európából, az arab orvosok azonban tovább kutatták az illóolajokat, míg végül felfedezték, hogyan lehet lepárlással előállítani őket (*Frank és Kürti*, 2003).

Az arab alkímiai a hellenista kultúra méltó folytatója, és a középkori fejlődés inspirálója, amely a X-XII. században élte virágkorát, de a különböző olajok és illatszerek gyártásának alapjai egészen a VIII. századig nyúlnak vissza. Egy szíriai történész 1266-ban született feljegyzése arra enged következtetni, hogy a mohamedán gyógyszerészek az illatszerkészítést már szinte művészi fokon üzték, hiszen a desztillálás viszonylag fejlett tudományának valamennyi eljárását alkalmazták, és a nyugat az ő tudásukat hasznosította, míg meg nem szűnt a tudományos kapcsolata a Közel-Kelettel (*Bugár*, 1996).

Az alkoholt szinte mindenütt felfedezte magának az emberiség, még a történelem hajnalán, és igyekeztek is mindenből előállítani, amiből csak lehetséges volt (URL₂).

Egymástól függetlenül a Föld legtávolabb eső vidékein már a legrégebbi időkben ismerték a gyümölcs levének azt a tulajdonságát, hogy hosszabb idő elteltével kellemes, kissé savanykás, kissé édeskés, mámoros közérzetet okozó itallá, borrá alakul át (*Keller*, 1977). A kínaiak már háromezer évvel ezelőtt készítették alkoholt erjesztett rizsből, a rómaiak is ismerték ezt a technológiát, de a britek már a római megszállást megelőzően desztilláltak szeszt. Európa többi részén kevéssé volt jellemző ez a tevékenység, egészen addig amíg a mórak sok egyéb hasznos tudás mellett nem hozták magukkal (URL₂).

A népvándorlás korából egymástól távol eső népeknél találták a kutatók annak nyomait, hogy valamilyen erjesztett italból erősebb szeszt főztek (*Keller*, 1977).

A desztilláció műveletét végül a VIII. és a IX. század között élő arab tudósok fejlesztették ki, amit a források az alkohol elnevezésnek az arab al-khol szóból való eredeztetésével támasztanak alá (*Békési és Pándi*, 2005). A lombikban történő lepárlás Ibn Yasid nevéhez köthető, aki a X. század környékén élt. Az alkoholpárlatokat eleinte csupán orvosi célokból készítették, úgy tartották, hogy ezek a gyógyelixírek

meghosszabbítják az életet. Eleinte cukor-alapú holmiból pároltak, szőlőből és mézből, így készült az akkor igen népszerű mézbor is (URL₂).

A X-XII. században Nyugat-Európában és Belső-Ázsiában szinte egy időben kezdtek dúsítani alkoholtartalmú folyadékokat lepárlás útján, és bár formai, kiviteli eltéréseket tapasztalhatunk, de az elv azonos volt. Az agyag- vagy fémedénybe töltött erjesztett cefrét nyílt tűzőn forralták és a keletkező gőzöket görbe csövön vezették el. Eleinte hűtés nélkül főztek (Keller,1977).

A technológiai áttörést a XI. század hozta meg, ekkor készültek az első hűtött levezetőcsövek a lombikokhoz. A legendáriumok szerint Avicenna (Ibn Sina) eszelte ki ezt a hűtési eljárást, aki igen lelkes kísérletező és tudós volt. Először ő írta le a gőzlepárlás technológiai folyamatát és ő jött rá, hogy egy hosszú, egyenes és hűtött csővel nagyobb mennyiségű alkohol nyerhető ki, mint a hűtetlenből (URL₂).

A lepárlás műveletét a kelták is ismerték, tőlük vették át a rómaiak (Békési és Pándi, 2005). Egyes források azt feltételezik, hogy Salernoban, a helyi iskolában fedezték fel az alkohol desztillációját, melyet Salernus olasz fizikus (1130-1160) feljegyzéseire alapoznak. Az alkohol desztillációjának folyamatát Ortholanus ismertette először (Bugár,1996). Skóciában 1170-ben már készítették gabonapálinkát és az északi pálinkakészítési eljárás angol közvetítéssel terjedt el Európában. A borból desztillációval nyert „spiritus vini”-t az olaszok már gyógyszerként alkalmazták 1250 körül (Békési és Pándi, 2005). A XIII. századból, Írországból származó történetek szerint az angol megszállók azt fedezték fel, hogy egy kis szigeten whiskyt készítenek (Murray, 1999).

Az európai inváziójuk során a törökök komoly mennyiségű tudással gyarapították a leigázottakat, erős hatással voltak a víz- és gasztrokultúrára, növénytermesztésre, és nem utolsósorban a desztillálás, mint eljárás is általuk terjedt el széles körben, a lombik használata az al-koh'l kinyerésére az egész keresztény világban lelkes fogadtatásra talált (URL₂).

Egy a 14. században élt francia alkímista, aki egyébként ferences rendi szerzetes is volt egyik elterjedt művében írja, hogy mindenféle anyag, legyen az fém vagy növény, kvintesszenciáját desztillálás útján lehet kivonni (Holl, 1982).

A lepárlás a középkorban négy világos cél érdekében történt:

1. Fémlepárlás, savlepárlás, aminek elsősorban a nemesfémek elkülönítésében és finomításában volt szerepe.
2. Misztikus és filozófiai célok érdekében, ahol az egyik anyagnak a másikká való átalakítására tettek kísérletet és a „bölcsek” kövének előállítására törekedtek.
3. Alkohol lepárlása fogyasztási célra, tinktúrák oldószerének előállítását célozva. Kármentés volt pl. a gyorsan romló sör lepárlására. Meg kell jegyezni, hogy a középkori berendezésekkel előállított párlatok érzékszervi értéke drámai volt. Ihatatlanok voltak még a XIX. század elején készítették is a finomítási ismeretek hiánya miatt, ezért gyógynövényekkel, gyümölcsaggal és mézzel tették ihatóvá a párlatokat.
4. Illóolaj lepárlás vízgőz desztillációval gyógyászati céllal, amikor is a gyógyításhoz használt orvosságokat az apothecariusok gyógyfüvek főzeteiből, illetve azok lepárlásával készítették. Egyes gyógynövények illóolaj tartalmát a ma is ismert technológiával lepárolták, majd a párlat víz és olaj tartalmát lehűtve szétülepítették, alul a víz, felül az olaj (Holl 1982, Boldizsár 1984, Holl 1992, Bugár 1996).

Az alkimisták Európában sem voltak képesek aranyat készíteni a lombikjaikban, viszont megtalálták az élet vizét – a párlatokat. Mára, annak ellenére, hogy az eljárás alapja mit sem változott, az egész világon széles körben alkalmazzák és kevés dolog van, amiből még nem próbáltak párlatot készíteni. Pálinka, Cognac, Schnaps, Grappa, Whisky, Tequila, Aguardente, Rum, Vodka – mind Aqua Vitae (URL₂).

A gyógynövénynek alkalmazásának és a lepárlásnak lényegesebb magyarországi vonatkozásai

Az ősmagyarok gyógyszerkincse még jelentéktelen volt, leginkább füstölő szereket és forrásvíz kezeléseket alkalmaztak (Takácsné, 2003). Azonban már honfoglaló elődeink is használták gyógynövényeket, melyek alkalmazása számos kultikus elemmel is keveredett, ami néhány növényfaj nevében is tetten érhető, úgymint például ördögbordea-gyökér vagy ördögszőlő (Bernáth és Németh, 2007). A honfoglalást követően fokozatosan bővültek az őseink által ismert gyógyítási fortélyok, hiszen fokozatosan megismerték a szomszédos népek gyógymódjait (Takácsné, 2003). Magyarországon a borfőzés és a gyümölcspárlatkészítés kezdetben a sörfőzéshez, vagy ahogy akkoriban

nevezték a serneveléshez kapcsolódott (*Békési és Pándi, 2005*). A első írásos emlék, amely megemlíti az *aqua vitae reginae Hungariae*, azaz a magyar királyné életvize 1322-ből származik. Ez arról tanúskodik, hogy Károly Róbert felesége, Erzsébet királyné köszvényét rozmaringos borpárlattal gyógyította. Ezidőtájt nem ez volt az általános módja a gyógynövények felhasználásának, hanem inkább vízben megfőzték őket, gyakran többféle fűvet is összekeverve (*Rácz, 2014*).

Felmerül a kérdés, hogy a magyar királyné életvize rozmaringos borpárlat kivonat volt-e, vagy illóolaj párlat?

A hazai alkoholos lepárlás kezdeti történetében az alapanyag a ser (sör) és bor volt. Ahol ez a két alapanyag rendelkezésre állt, már a XIV. században főleg rendházakban és kolostorokban és alkimista műhelyekben, megindult a kísérletezés a lepárlással.

A XV. században Bártfán már iparszerűen készítettek „égettbort”, ami az első széleskörben használt kifejezés volt a borpárlatra, és feltehetően innen ered a tömény szeszesitalok még ma is használt elnevezése az égetett szeszesital (*Békési és Pándi, 2005*).

A szerzetesek által a XIV. században oly féltve őrzött lepárlás tudománya lassan kezdett nehezen titokban tarthatóvá válni és a XV. században a lepárlás megjelent a várakban és az uradalmakban is. Az 1500 -as évek elején a sernevelő házakban megjelentek az első céhes kereteken belüli lepárlók. Ettől az időponttól feltűnt alapanyagként a gabona és a gyümölcs is (*Boldizsár, 1984*).

A könyvnyomtatás feltalálása jelentősen hozzájárult a tudományos eredmények, így a gyógynövények felhasználása terén szerzett tudás közzétételéhez is, melynek első hazai példája az 1588-ban megjelent Füveskönyv Méliusz Juhász Péter tollából (*Takácsné, 2003*). A XVII. század elején a paraszti portákra is kikerült a lepárlás tudománya, olyan volumenben, hogy egy-egy faluban akár több tíz lepárló is működött. 1851 -ben a lepárló készülékek hazai összeírása szerint már 103 000 lepárló működött (*Holl, 1992*).

Foglaljuk össze, hogy mit is tudunk a XIV. és XV. századi lepárló berendezésekről. Ebben az időszakban fémről, üvegből vagy cserépből készítettek lepárló berendezéseket. A berendezések általában három fő részből álltak:

- 1.) Főzőüst, amelyben a lepárlandó anyagot melegítették vagy direkt (tűz) vagy indirekt (főző lap, kő, vas) fűtéssel. Mérete alapján gyakran túlzó az üst kifejezés, ezért hívhatjuk főzőfazéknak is. A középkorban a latin elnevezése a *cucurbita* volt, amely utal az edény tökhéj formájára.

2.) Sisak, melynek boltozatos belső részében a gőz az edény falára csapódik le, majd összegyűlik a fal aljának visszahajló csatornájában, ahonnan párlat vagy folyadék formájában távozik peremből kiálló csövön. Latin neve *alembicum* volt. Alakjából és a párlat elvezetés módjáról sok következtetés vonható le, és a kőszegi leletek használati módjának megfejtéséhez is ez adta a legtöbb támpontot.

3.) Gyűjtőedény, mely a lekondenzált párlatot felfogta. (Latin neve: *Receptaculum*) (Holl, 1982).

Eleinte még hűtés nélkül végezték az eljárást, majd idővel a lepárló készülékeket kiegészítették hűtővel, melynek funkcióját elnevezése már előrevetíti, a párlat lehűtését szolgálta. Több esetben nem volt hűtő, ekkor a sisak töltötte be a hűtő funkcióját (Keller, 1977).

A lepárló formája alapvetően meghatározza az eredményt, hiszen minél kisebb az ellenállás, amelyet a gőznek le kell küzdenie mielőtt ismét folyékony halmazállapotúvá válik, annál aromásabb lesz a végtermék. Egyes lepárlók nem igazán adnak helyet a gőznek, hanem közvetlenül az üstből a felszálló- vagy a páracsőbe vezetik a párat, más típusok ellenben akadályozzák a gőz útját (Möller és Szetei, 2005).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kőszegi várban 1960–62 között zajlott ásások során olyan, már az 1500-as évek végén használt cserép tárgyakat tártak fel, melyekről a korábban már részletesen ismertetett forrás úgy véli, hogy alkoholos lepárlásra használták őket, bár a szerző saját maga fogalmazza meg, hogy „a kőszegi darabok esetében a legnehezebben megválaszolható kérdés az egykori felhasználási cél, azaz, hogy mit állítottak elő bennük?”. A középkori lepárlás négy ismert alkalmazási formája közül Holl (1982) véleménye szerint a kőszegi lelet esetébe a nemesfém-feldolgozás és az alkímiai felhasználás aligha jöhet szóba, valamint a középkorban a gyógyszerészetnek jellemzően a városok és a kolostorok voltak a központjai, ezért ezt a lehetőséget is kizárva következtetett az alkoholos lepárlásra, azonban ezen hipotézisét további vizsgálatokkal nem támasztotta alá. Holl (1982) tehát ezen feltételezését egyedül a lepárlók lelőhelyére alapozza. A mi hipotézisünk az, hogy vízgőz desztillációval működtethető lepárlókról van szó, melyet a fellelt cserép maradványok alapján rekonstruált, eredeti, korhú megjelenésű, működőképes berendezés másolatával végzett kísérletekkel terveztünk alátámasztani.

Pontosabban, az első kísérleti fázisban a lelet alkohol lepárlásra való alkalmatlanságát, míg a másodikban a vízgőzös desztilláció elvén működő illóolaj lepárlásra való alkalmasságát igyekszünk bizonyítani. A kísérlet megvalósításához rendelkezésünkre állt az eredeti kőszegi lelet rekonstrukciója, amit Udvardi Balázs fazekas (Szombathely, Ják), a szombathelyi Savaria Múzeum kerámiarestaurátora készített Ilon Gábor régész instrukciói alapján, - az eredetinél kb. 10 %-kal kisebb méretben, melynek sisakja 3,4 liter űrtartalmú - így kísérleti gyártásra, próbaüzemre is volt lehetőség.

A kísérlet leírása

Az alkoholos lepárlásra való alkalmasságot bizonyító kísérlete során a rekonstrukció főzőtálját megtöltöttük 500 ml 9,8 tf%-os vörösborral és főzőlapon hevítve végeztük a lepárlást. Egy lepárlási művelet hozzávetőlegesen 20-25 percet vett igénybe.

A vízgőz desztillációval működő illóolaj lepárlásra való alkalmasságot bizonyító kísérlet során laboratóriumi körülmények között a rekonstrukció 3,4 literes sisakjába kb. 5–6 liternyi, kb. 500–700 g lila, bimbós állapotban betakarított, szárított levendulát tömtünk. A kb. 1,0 literes főzőtálba 9,8 tf%-os vörösbort töltöttünk, majd főzőlapon hevítve végeztük a lepárlást. Egy-egy lepárlási művelet kb. 1,5 órát vett igénybe.

EREDMÉNYEK

A vár XV. századi rétegéből 5 lepárló maradványai kerültek elő, melyek méreteikben, átmérőjükben különböztek, de a tálak és a sisakok összeillettek. Vélhetően több alkalommal készítettek ilyen készüléket, illetve pótolták azokat.

A régészeti feltárás során találtak olyan zöldmázás kerámia főző edényeket (*cucurbita*), melyeknek felső pereme a sisak csatlakozására volt kiképezve, továbbá a sisak csővének kivezetésére volt alkalmassá téve. A tálak fűtése tűzhelybe tapasztva történhetett. A fazekas a főzőtálak felületét díszítette és a főzőtál űrmérete kb. 1000 ml lehetett.

Előkerültek továbbá kívül belül sárgászöld mázas sisaktöredékek, melyek kúp alakúak, alsó visszahajtott peremük vályút képez és a vályú vastag kifolyó csőben végződik. Ezt a csövet 3 borda stabilizálja, erősíti. Ez az *alembicum* hullámvonallal díszített és a főzőtálba illeszkedik. Holl Imre - a lelet funkcióját korábban vizsgáló szakember - nem tulajdonított különösebb jelentőséget annak, hogy a vaskos kifolyó cső külső mázába még az égetés

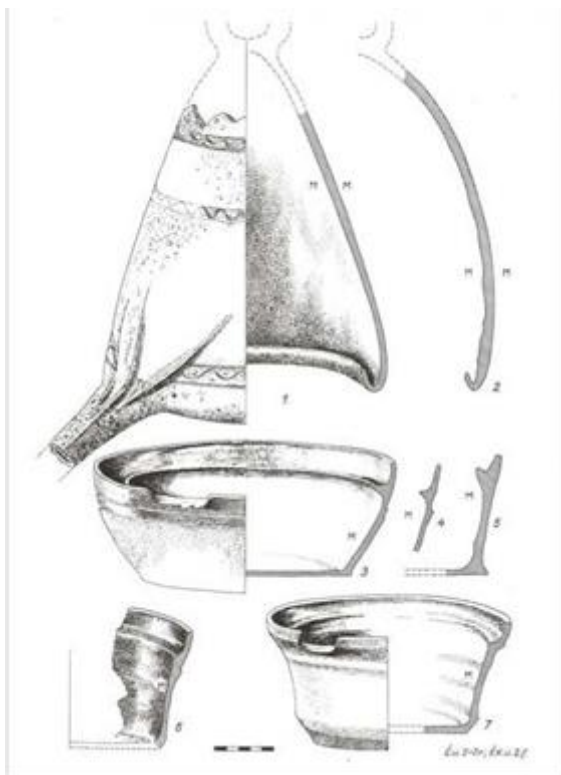
előtt apróra tört, dercés cserépmaradványokat kevertek, majd ráégették ezeket. Ettől a kivezető cső tapintása durva, érdes lett. Ez azonban – mint később világossá lesz – tudatosan történt így. A sisak űrmérete a számításaink szerint hozzávetőlegesen 3400 ml lehetett.

Nagyon fontos körülmény, hogy a leletek közt hűtő maradványi nem voltak.



1. ábra: Az eredeti (balra, a nagyobb méretű) és a másolati lepárló a kőszegi Vármúzeum állandó kiállításán. (fotó: Barabás Attila, 2018)

Figure 1: The original (left, bigger) and the replica distiller at the Kőszeg Castle museum's permanent exhibition. Photo by Attila Barabás, 2018



Forrás: Holl, 1992 13. kép nyomán

2. ábra: A lepárló részei

Figure 2: The parts of the distiller

A kőszegi leletegyütteshez anyagában, méretében és konstrukciójában hasonló cserép lepárlókat Angliában, Dániában, Svájcban, Németországban és Hollandiában is találtak a régészek. Magyarországon a budai királyi palota előudvarából és a soproni várból is kerültek elő hasonló leletek. A XIV-XV. századi leletek viszonylag nagy száma arra enged következtetni, hogy az eszköz használata mind Európában, mind hazánkban általános volt, de a berendezés funkcióját illetően mind a külföldi, mind a hazai régészek bizonytalanok. Holl Imre a könyvében alkoholos lepárlást vélelmez.

Milyen következtetésre jutnak a lepárlással foglalkozó szakemberek a készüléket látva, vizsgálva?

Főzőüst és sisak arányból levonható következtetés

Az eredeti berendezés esetében az üst űrmérete 1,0 literes, a sisak űrmérete 3,4 literes, ami 1 : 3,4 arányt jelent. Egy alkohol lepárló berendezésnél ez az arány 5:1-hez.

Megállapítható tehát, hogy túl kicsi a főzőfazék mérete, és indokolatlanul nagy a sisak űrmérete. Ha alkohol lepárló lenne, bor esetében 100 ml alkoholt lehetne elméletileg előállítani. Ezek az üst-sisak arányok azt jelenthetik, hogy a sisakban lenne logikus tárolni a lepárlandó anyagot és nem az üstben. Ha a lepárlandó anyag a sisakban van, akkor annak szilárdnak kell lennie, mert különben az üstbe folyna. Erősödik a feltételezés, hogy nem alkohol lepárlására használt berendezés volt a kőszegi lelet.

A sisak kiképzése kapcsán levonható következtetés

Alkohol lepárló berendezéseken a sisak tetején történik a párlat elvezetése. Ez logikus is, mert az alacsonyabb forráspontú komponens (alkohol) itt koncentráldódik, a magasabb forráspontú komponens (víz) a sisak falán lekondenzálva visszacsorog a főzőüstbe. A kőszegi várban feltárt sisakok esetében viszont alul történik a párlat elvezetése úgy, (1.-5. ábra) hogy a sisak oldalán lekondenzált pára egy vályúban gyűlik össze (5. ábra), amelyik azt elvezeti a kivezető csőhöz (4. ábra). Ebből következik, hogy maga a sisak a hűtő és nem alkalmas különböző forráspontú elegyek szétválasztására, mert mindig a magasabb forráspontú komponens csepeg ki a csőrön. Egy ilyen felépítésű berendezésnél az alkohol mindig elillan és a víz lesz a végtermék. Értelmetlen tevékenység lenne.



3. ábra: Az eredeti lepárló sisakja (fotó: Barabás Attila, 2018)

Figure 3: Cap of the original distiller (Photo by Attila Barabás, 2018)



4. ábra: Az eredeti lepárló sisakjának csöve bordákkal és érdesített felülettel (fotó: Barabás Attila, 2018)

Figure 4: Pipe and cap of the original distiller with ribbed and roughened finish (Photo by Attila Barabás, 2018)



5. ábra: A sisak gyűjtőcsatornája és csöve (fotó: Barabás Attila, 2018)

Figure 5: The collecting channel and pipe of the cap (Photo by Attila Barabás, 2018)



6. ábra: A berendezés főztálja a csövet befogadó helyel (fotó: Barabás Attila, 2018)

Figure 6: The boiler bowl of the equipment with the pipe's connection point. (Photo by Attila Barabás, 2018)

A korabeli rajzokon, metszeteken egyértelműen látszik, hogy vannak olyan lepárlók, ahol felül történik a páraelvezetés (ezek alkohol lepárlók lehetnek), és vannak olyanok is ahol alul történik az elvezetés (ezek vízgőz desztillálók lehetnek) (7. ábra).



7. ábra: Alkimista műhely lepárlókkal (Agricola, 1556)

Figure 7: Alchemist workshop with distillers (Agricola, 1556)

Fontos árulkodó jel továbbá, hogy a csőrök a sisakon úgy vannak kiképezve, hogy ahhoz hűtő nem is nagyon csatlakoztatható, továbbá a csőrök felső részükön bordákkal meg vannak erősítve, hogy kiálljanak valamilyen erős mechanikai terhelést (3.-4. ábra).

A csőr speciális kiképzésének magyarázata

Árulkodó jel volt számunkra, hogy az eredeti leleten (a másolaton ez nincs meg) a csőr külső mázas burkolatába rengeteg apró cserépzúzalék volt beégetve. (4. ábra) Mivel kizárt, hogy ez véletlen, csak azért teheték, hogy jó és biztos fogást jelentsen, azaz a kezelő ember keze ne csússzon meg, ne ejtse el a sisakot. Így valószínűsíthető, hogy valami olajos végtermék előállítására lehetett a lepárlás célja.

Az üzemi kísérletből származó eredmény

Abban a szerencsés helyzetben vagyunk, hogy Pócza Zoltán a Jurisich Művelődési Központ és Várszínház igazgatója a régészeti leletek alapján rekonstruáltatta a lepárló

berendezést, így kísérleti gyártásra, próbaüzemre is volt lehetőség. Fontos, hogy következtetéseinket, nem, mint a régészetben és a középkori várak életét ismerő emberek, hanem mint lepárlásban és desztillációban ismeretekkel bíró szakemberek vontuk le.

A prototípussal üzemi kísérletet végeztünk. A főzőtálat megtöltöttük 500 ml 9,8 t^o%-os vörösborral és főzőlapon hevítve megkezdtük a lepárlást. Kb. 20 perc elteltével a bor felforr, az alkohol és vízgőz párák telítették a sisakot és a kivezető csövön keresztül az alkoholpára kisüvített a szabadba és egy kevés víz csepegett ki a csövön. A kondenzált alkoholt felfogni nem lehetett, hiányzott a hűtő. Ezek a kísérletek ugyanazt az eredményt hozták, mint amit Reményi Tibor Velemben működő pálinkafőző mester 2016-ban végzett az eszközmásolattal, ugyanis ő is csak úgy tudott nagyon kevés alkohol párlatot felfogni, hogy rézcsőből kezdetleges hűtővel egészítette ki a cserép lepárlót.

A jelenségre a magyarázat az, hogy a víz és etanol azeotróp elegyet képez. A forralás során a víz és alkohol együtt van a gőztérben, a magasabb forráspontú komponens (víz) részben lekondenzál a sisak falán, az alkohol-vízgőz elegy pedig eltávozik hűtés hiányában a rendszerből. Mivel hűtő berendezést sehol nem találtak a leletek között, valószínűsíthető, hogy nem is volt, talán nem is volt rá szükség. Így egyértelműen megállapítást nyert, hogy a berendezés – ebben a formában – alkohol lepárlására nem alkalmas.

Hogyan is működött/működhetett az illóolaj lepárló berendezés?

A lepárlást végző személy a főzőtálat feltöltötte jófajta kőszegi vörösborral, úgy kb. 1 literrel. A sisakot erősen megfogva a szájával felfelé tartva megtöltötte közepesen tömörítve szárított, illóolaj tartalmú gyógynövénnyel. (Kizárt a friss gyógynövény használata.) Ezt követően a sisakot ráfordította a főzőtálra vagy üstre, és ráhelyezte a tűzhelyre. A sisakba kb. 5–6 liternyi szárított gyógynövény tömöríthető, ami kb. 500–700 g. A tál és a sisak feltöltését követően megindult a lepárlás. A borból először távozó alkoholban dúsabb forró pára feltárta a szárított gyógynövények sejtfalát, majd a forró vízgőz magával ragadta a növények illóolaj tartalmát. A vízgőz azonban érintkezett a nagyméretű sisak falával és azonnal belülről lekondenzált a mázas falra és belesorgott a sisak alján kiképezett vályúba (5. ábra). Innen már a kivezető csőr (4. ábra) felé vezetett az útja és egy felfogó edénybe kicsepegett a vizes–olajos emulzió. Ezt visszahűtve szétválasztható a víz az olajtól, alul a víz, felül az illóolaj. A desztillációt addig végezték,

míg a bor maradéktalanul elfogyott a főző tálkából. Vizsgálataink szerint ezt követően nem is maradt illóolaj a gyógynövényekben. Az ideális üst sisak arány 1 : 3,4 .

A kísérlet lebonyolításához az eredeti leletnél kb. 10 %-kal kisebb rekonstrukció 3,4 literes sisakjába kb. 5–6 liternyi, kb. 500–700 g lila, bimbós állapotban betakarított, szárított levendulát tömtünk. A kb. 1,0 literes főzőtálba 9,8 tf%-os vörösbort töltöttünk, majd főzőlapon hevítve végeztük a lepárlást. Egy-egy lepárlási művelet kb. 1,5 órát vett igénybe. A kísérleteket a rekonstruált lepárlóval elvégezve, laboratóriumi körülmények között, főzetenként 2–7 ml illóolajat sikerült előállítani, ami szinte azonos az elméleti kihozattal. *Illóolaj lepárlónak tehát a berendezés nagyon hatékony!* Azt is meg kell jegyezni, hogy a lepárlás során képződő víz is hasznosítható, neve aromavíz, amit parfümként, gyógyszerként használtak, de az igazi érték azonban az illóolaj volt. Egy-egy lepárlási művelet ezen a berendezésen kb. 1,5 órát vett igénybe, tehát napi 6 főzéssel számolva készülékenként 10–40 ml illóolaj volt előállítható.

A középkorban a gyógynövényeknek 5 felhasználási formájuk volt:

1. A gyógynövényt direkt fogyasztották vagy helyezték a sebekre, fájós végtagokra (pl. petrezselyem darázscsípésre).
2. Gyógynövény főzet vagy gyógynövény tea (pl. hársfavirág tea megfázásra).
3. Tinktúra, azaz gyógynövények alkoholos oldata, kivonata (pl. lándzsás útifű alkoholos kivonata köhögésre).
4. Mézzel kevert, tartósított gyógynövény szirup (pl. mézes fenyőrügy megfázás ellen).
5. Illóolajok előállítása vízgőz desztillációval (pl. levendulaolaj előállítása) (URL₃).

Kétségtelen, hogy a legnagyobb szaktudást ez utóbbi előállítása igényelte, értékben és megbecsülésben is messze a legmagasabban az illóolajok álltak. Érdekességként jegyezzük meg, hogy a kőszegi múzeumban a lepárlók mellett van kiállítva ugyanabból a korból és feltárásokból származó esztétikus üvegcsé, mives dugóval. A palackocská talán illóolaj tároló lehetett (8. ábra).



8. ábra: Üvegpalackok töredékei (fotó: Barabás Attila, 2018)

Figure 8: Fragments of glass bottles (Photo by Attila Barabás, 2018)

KÖVETKEZTETÉS

A szekunder és primer vizsgálati eredményeink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a kőszegi lelet egyértelműen nem alkalmas alkohol lepárlására, hiszen a rekonstrukcióval végzet üzemi kísérletekben nem sikerült alkoholt lepárolni. Az üst és sisak arány 16-szoros eltérést mutat az ideálshoz képes, és a szerkezet kiképzése is, úgymint nincs hűtő, a sisak bírhat tároló és hűtő funkcióval, az alsó párlatelvezetés és a csatornás kondenzátum gyűjtés, a csőr túlzott megerősítése és tudatosan érdessé tétele is a kísérlet eredményét támasztja alá, tehát hogy nem alkohol lepárlásra használták anno. Vizsgálataink második fázisának eredményei alapján egyértelműen megállapítottuk, hogy a kőszegi várban 1960–62-ben feltárt lelet (*1. ábra*), egy jól működtethető illóolaj (és nem alkohol) lepárló. Már az 1400-as évek végén használhatták és a leletek száma alapján az is feltételezhető, hogy használata általános lehetett. Valószínűsíthető, hogy a kőszegi várostrom idején a városi szenátorok feleségei például levendulaolajjal illatosították magukat, a várvédők zúzott, vágott sebeiket mentaolajjal hűsítették és

orbáncfűolajjal fertőtlenítették, és a cselédek vasárnapi öltözetüket aromavízzel illatosították a szentmise előtt. A széleskörű felhasználás révén vált a mindennapok részévé az illóolajok lepárlása Kőszegen.

MEDIEVAL VESTIGES OF DISTILLATION IN THE KŐSZEG CASTLE

BARABÁS ATTILA¹ - HANCZNÉ LAKATOS ERIKA² - NÉMETH – TORKOS ANETT²

¹Győri Likörgyár Zrt., Győr

²Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság és Élelmiszertudományi Kar,
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

The object found in the Kőszeg Castle in 1960-1962, which was already used at the end of the 15th century, is assumed to be an essential oil distiller, operable by water steam. We have verified this claim by experiment. We have stuffed about 500-700 grams of purple, dried lavender - which was harvested in its budded state - into the approx. 3,4 litre cap of the 10% smaller replica's cap. We have filled 9,8 %vol red wine into the 1 litre boiling plate, then we made the distillery by heating it on a hot plate. Each distilling process took about one and a half hour. Experiments with the replica distiller among laboratory conditions yielded about 2–7 ml of essential oil per decoction, which is almost identical with the theoretical yield. It should be noted that the water formed during the distillation can also be utilized, its called "aroma water". It was used as perfume, and medicine against all sorts of sicknesses. Hence several of these devices were found during archeological excavations, we can assume that its use was general, and for at least a century, even fashionable. It is likely that with their help, essential oils (e.g. lavender, mint, lemongrass, tutsan) - and aroma water as by-product - were produced from herbs grown in the gardens of the ladies of Kőszeg. The device - due to its structure, as it has been assumed by former archeological literature - is not suitable for making alcohol. However, the ribbed, and ceramic-debris-roughened finish of the spout served well for the safe handling of the device with oily (so slippery) hands.

Keywords: distillation, distiller, medieval age, experimental archeology, kőszeg

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Írásunk elkészítéséhez nyújtott segítségét itt is szeretnénk megköszönni Pócza Zoltánnak, a Jurisics Művelődési Központ és Várszínház igazgatójának, aki a kőszegi I. Páratlan Párlatnapra elkészítette a készülék több másolati példányát és a kísérletekhez rendelkezésünkre bocsátotta őket, és Simon Zsófiának a Kőszegi Városi Múzeum munkatársának, aki segédkezett az eredeti tárgyak tanulmányozásában valamint Ilon Gábor régészeknek, aki a tárgy szakirodalmával és keletkezésével kapcsolatos instrukcióival volt segítségünkre.

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.2-16-2017-00012 számú „Funkcionális, egészséges és biztonságos élelmiszer termékpálya modell kidolgozása a szántóföldtől az asztalig elv alapján, tematikus kutatási hálózatban” című projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

IRODALOMJEGYZÉK

- Békési Z. - Pándi F. (szerk.) (2005):* Pálinkafőzés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Bernáth J. – Németh É. (2007):* Gyógy-és fűszernövények gyűjtése, termesztése és felhasználása. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Boldizsár P. (1984):* Egy 14. századi desztilláló készülék a királyi palota északi előudvarában folyó ásatások anyagából. Budapest Régiségei 26 217– 226.
- Bugár E. (szerk.) (1996):* Képek a desztilláció történetéből. Komáromi Nyomda és Kiadó Kft, Komárom
- Burt, S. (2004):* Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. Int. J. Food. Microbiol. 94: 223– 253.
- Del Baldo, E. (2014):* Gyógynövények kincstára. A gyógyhatású növények azonosítása, gyógyászati, étkezési és kozmetikai felhasználása. Alexandra Könyvesház Kft Alexandra Kiadója, Pécs
- Frank Zs.-Kürti G. (2003):* Gyógyítás illóolajokkal. Püldo Kiadó, Nagykovácsi
- Halmi J.-Novák I. (1963):* Farmakológia. Medicina Könyvkiadó, Budapest
- Holl I. (1982):* Középkori desztilláló készülékek cserépből Kőszeg várában. Archeológiai értesítő 109. pp. 108-123.

- Holl I.* (1992): Kőszeg vára a középkorban. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Hornok L.* (1978): Gyógynövények termesztése és feldolgozása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Keller M.* (szerk.) (1977): Borpárlat és gyümölcspálinka Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Möller K. – Szetei D.* (2018): A tradicionális lepárlás művészete: pálinkafőzés, lepárlás, illóolajok és további témák... Copper Age Kft., Budapest
- Murray, J.* (2004): A skót whisky. Szukits Könyvkiadó, Budapest
- Rácz J.* (2014): Gyógyhatású növények Tinta Könyvkiadó, Budapest
- Rápoti J. - Romvári V.* (1966): Gyógyító növények. Medicina Kiadó, Budapest
- Sólyom L.* (szerk.) (1978): Likőripari kézikönyv. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Takácsné dr. Hajós M.* (2003): Gyógynövények termesztése. Szaktudás Kiadó Ház Zrt., Budapest
- Vasas S.* (2009): Népi gyógyászat. Kráter Műhely Egyesület, Pomáz
- Verzárné dr. Petri G.* (1979): Drogatlasz Medicina Könyvkiadó, Budapest
- Internetes források:
- URL₁: <http://yingu.hu/goodies/?q=book/export/html/106>
- URL₂: http://pr.mk.uni-pannon.hu/disszeminacio/optam.html#_A_desztillacio_tortenete
- URL₃: http://www.ace.hu/am/HU_ISSN_1786-271X; Archeometriai Műhely 2018/XV./2.

A szerzők levélcíme – Addres of the autohors

Barabás Attila

Győri Likörgyár Zrt.,

H-9027 Győr, Budai út 7.

E-mail: barabas@gyorilikor.hu

Hanczné Lakatos Erika - Németh – Torkos Anett

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság és Élelmiszertudományi Kar,

Élelmiszertudományi Tanszék

H-9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony utca 15-17.

E-mail: erika.lakatos@sze.hu; nemeth.anett@sze.hu



VÁGÓPONTOK TELEPÍTÉSÉNEK PIACI POTENCIÁLJA A CSALLÓKÖZBEN

MATUS ANDOR

Selye János Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Komárom

ÖSSZEFOGLALÁS

A tanulmány célja a vágópontok létjogosultságának alapját szolgáltató piaci körülmények, mint fogyasztói igény, húsfogyasztási szokások, élelmiszer iránti bizalom vizsgálata a csallóközi régió vonatkozásában. A kutatás alapjául szolgálhat minden olyan vidéki régió Szlovákiában és Magyarországon, melyek gazdasági és demográfiai tulajdonágai hasonlóak a csallóközi régióhoz. Kérdőíves kutatás keretén belül megvizsgáltuk a potenciális fogyasztók kor- és nemre vonatkozó információit, nagy húsipari üzemekkel kapcsolatos bizalmát, hús és húskészítményekkel kapcsolatos vásárlási szokásait, vásárlóerejét. A kutatási adatokra alapozva kifejtettük a vágópontok piaci potenciáljának mértékét, a vágóponti szolgáltatások iránti vásárlói igényt, illetve megvizsgáltuk a válaszadók véleményét a vágópont vidékre gyakorolt hatásaival kapcsolatban. A kutatás egy 2000 fős csallóközi község, Vásárút lakosai körében készült. Az adatok és kutatási eredmények feldolgozása Microsoft EXCEL program segítségével, értékelése pedig ábrák és táblázatok segítségével történt. A kutatás megállapításai rámutattak, hogy vágópont létesítése elsősorban haszonállat tenyésztést is végző élelmiszeripari vállalkozók számára célszerű, ugyanis a vágópont által megnövelt hozzáadott érték segítségével az esetlegesen nyereséget nem termelő gazdálkodói alaptervekenység hosszú távon nyereséggé tehető.

Kulcsszavak: vágópont, fogyasztói igény, húsfogyasztási szokások, élelmiszer bizalom, modell

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A tanulmány célja a helyi tenyésztésből származó tenyészállatokat feldolgozó, korlátozott gyártási tevékenységű vágóhidak, úgynevezett vágópontok üzleti modelljének kialakításához szükséges alappillérek megállapítása a csallóközi régió vonatkozásában. A kutatás alapjául szolgálhat minden olyan vidéki régióban tervezett vágópont megvalósításának Szlovákiában és Magyarországon, melyek gazdasági és demográfiai tulajdonágai hasonlóak a csallóközi régióhoz. Mivel a vágópontok létesítését szabályozó törvényi szabályozás 359/2011 Z.z sz. törvény Szlovákiában, a 75/2011.(VII.29) VM. törvény Magyarországon csupán 2011-ben született meg, ezért a szakirodalomban nagyon korlátozottan érhetőek el célirányos kutatások a témával kapcsolatban.

*1. táblázat Vágópontok törvényi szabályozása Szlovákiában**Chart 1 Legislative regulation of slaughterhouses in Slovakia*

sz.	Állategészségügyi gondoskodás törvényi szabályozása Szlovákiában	Európai Unió törvényi szabályozás	Vágópontok pozitív diszkriminációját szabályzó törvény Szlovákiában
1	Az állategészségügyi gondoskodásról szóló 39/2007 Z.z. sz. törvény	(ES) 852/2004 sz. törvény az élelmiszerek higiénijáról.	359/2011 Z.z. sz. kormányhatározat a kistételes élelmiszer feldolgozó egységekre vonatkozó elvárások szabályzásáról.
2		(ES) 853/2004 sz. törvény az állati eredetű élelmiszerek különálló szabályzásáról.	

Forrás: saját kutatás valamint a Szlovák Földművelési és Vidékfejlesztési Minisztérium (2013) nyomán.

Az *EKO-GEO-CER* (2014) a Csallóköz peremén, Vízkelet (Čierny Brod) községben megvalósuló vágópont tanulmányában kiemeli a létesítmény hozzájárulását a lakosság helyi termékek iránti elköteleződéséhez és a tradicionális helyi ízvilág megőrzéséhez. *Csonka* (2015) a helyi sertéshús fogyasztást vizsgáló magyarországi kutatásában a „helyi élelmiszert” négy ismertetőjegy segítségével definiálja. Az első ismertetőjegy fogyasztó és a termelő földrajzi közelségét, valamilyen régió vagy ország által határolt területként fogalmazza meg. Második ismertetőjegy a közvetítő kereskedő hiánya az élelmiszer láncban. Harmadik ismertetőjegyként a természeti környezet fenntarthatóságához való

hozzájárulást, míg negyedik ismertetőjegyként a társadalmi beágyazottságot azonosítja. Kutatásában rámutat, hogy a helyi sertéshúsellátás megvalósítása földrajzi egységenként eltérő életképességet mutat. *Radácsy (2008)* országos főállatorvos hivatalos útmutatásában szintén kiemeli, hogy a helyi vágóállat tenyésztés és feldolgozás növeli a társadalmi beágyazottságot. A húsfogyasztás és a húsipari termékek előállításának tekintetében a közép-európai régióban a 2010-es évektől hasonló átalakulásnak lehetünk szemtanúi, mint ami Nyugat-Európában a kilencvenes évek végén volt tapasztalható. *Bekman K. (1998)* kutatásában megállapítja, hogy a holland húsfogyasztás a kilencvenes évek végén stagnál, illetve esik, melynek egyik lehetséges megállítása az intenzív versenyt jellemző mennyiségi termelésről a minőségi termelésre való átállással lenne lehetséges. *Taylor E. (2001)* aggódik a nagybritanniai kis húszüzemek magasabb minőséget garantáló HCCP rendszer lassú bevezetésén, mely mögött elsősorban a műszaki hiányosságokat és tőkehiányt azonosít. *Pavl'akova S. - Zentkova Iveta. (2015)* Szlovákia vonatkozásában megállapítja, hogy a sertéshús ágazat támogatás nélkül veszteséges, mely jól jelzi a Nyugat-Európában két évtizeddel ezelőtt kialakult húsipari trendek megjelenését a régióban. *Schmidt W. (1994)* megállapításai alapján Franciaországban 1970 óta jelentős koncentrátság ment végbe az állattenyésztés és a húsfeldolgozás területén a nagyipar irányában, de a kolbászok előállítása még mindig jelentős kisüzemek keretében. *Blazkova I. - Chmelikova G. (2015)* kutatásában Csehország vonatkozásában megállapítja, hogy kevésbé koncentrált a húsfeldolgozás, nagyon sok helyi vállalkozás működik pl. a gyümölcs- zöldségfeldolgozással ellentétben. Érdekesség, hogy a baromfi hús esetében *Belová. A – Smutka. L – Rosochatecká. E – Bazina. A (2012)* Csehországot vizsgáló tanulmányában növekvő baromfihús fogyasztás mellett csökkenő helyi termelés és feldolgozást állapít meg. Hasonló következtetéseket állapítanak meg *Slaboch J. – Kotyza P. (2016)* Csehország vonatkozásában a visegrádi országok húsiparát összehasonlítva. A tanulmány 2003-2013 időszakra 73%-os baromfi, 53%-os sertéshús önellátást állapított meg Csehország vonatkozásában (a marhahústermelés önellátó maradt), míg Szlovákia esetében is hasonló, sertés esetében 53%, baromfi esetében pedig 78%-os önellátási mutatókat állapítottak meg statisztikai hivatalok adatbázisai alapján. *Kotsanopoulos - Konstantinos V. - Arvanitoyannis I. (2017)* nagybritanniai húsipari auditokat vizsgálva megállapították, hogy a legtöbb nem megfelelést az auditorok a húsfeldolgozóknál találták, nem a tenyészetekben. *Bahelka I. – Gondeková M. (2016)* Szlovákia területén nagyipari vágóhidak által

feldolgozott szarvasmarha húsmínőségét vizsgáló kutatása megállapította, hogy 181 db levágott tehénből csupán 46 db volt 4 évesnél fiatalabb. A kutatás igazolta, hogy az idősebb tehének húsmínősége jelentősen elmarad a 4 évesnél fiatalabb tehének húsmínőségétől (magasabb főzési veszteség, alacsonyabb fehérje tartalom és márványozottság). Ez visszatükrözi, hogy a lakosság bizalmatlansága a nagyipari húselőállítással kapcsolatban nem alaptalan.

A szakirodalmi megállapításokat összegezve a közép-európai kis kapacitású húsfeldolgozás és húsfogyasztás a 2010-es évek elejétől kezdve hasonló trendeket követ, mint a nyugat-európai országok a kilencvenes években. Ezen trend a nagyipari hústermékek iránti csökkenést jelzi a nehézségekkel küzdő, de erős piaci igényekkel rendelkező nagyszámú helyi kiskapacitású húsfeldolgozó megléte mellett, melyek életképességét azok társadalmi beágyazottsága biztosítja.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kutatás gyakorlati felhasználásának igényét szem előtt tartva kérdőíves kutatást, valamint számítógépes adatfeldolgozást alkalmaztunk.

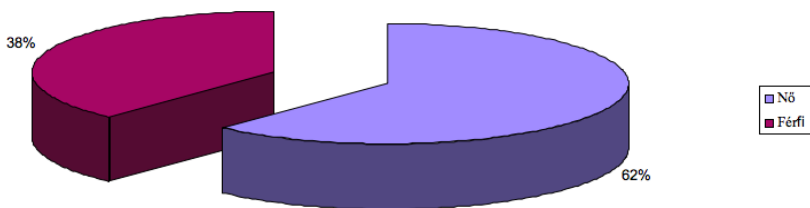
A kérdőíves kutatás kvantitatív kutatási módszer, mely során adott népesség körében végzünk mennyiségi adatgyűjtést. A megfelelő információkkal rendelkező célsokaság esetünkben a kétezer lelket számláló Dunaszerdahelyi járásban található Vásárút község (Trhová Hradská) lakossága volt, a mintavételi egységek pedig a község háztartásai. Amennyiben egy átlagos háztartást 5 főben állapítunk meg, így 2000 lakos esetén 400 háztartás megkérdezése biztosítja a kutatás reprezentativitását. Mivel nem minden család él a községben életvitel szerűen, ezért a kérdőívek számát 350 db-ban állapítottuk meg. A kérdőívek nyomtatott formában kerültek kiküldésre az érintett háztartásokba, kitöltésük anonim módon önkitöltős módszerrel történt 2013. április 1. – április 30. között. A kérdőívek viszonylag nagy terjedelme miatt, a hibás kitöltéseket elkerülendő zárt kérdéseket alkalmaztunk. A kiküldött 350 db kérdőívből 130 db érkezett vissza, melyek közül mind értékelhető volt. A kérdőívek feldolgozása kódolást követően Microsoft Excel táblázatkezelő program segítségével történt, amely képes a kiértékelt eredmények grafikus megjelenítésére is.

1. Vágópontok piaci környezetének felmérése

A bevezető részben hivatkozott szlovák 359/2011 Z.z. sz. törvény 6§-a rendelkezik a hús és húskészítmények helyi értékesítésnek maximális távolságáról, ami az előállítás helyétől legfeljebb 2 óra alatt elérhető kiskereskedelmi egységeknek történő értékesítést, kiszállítást jelenti. Ez gyakorlati szempontból átlagos közlekedési viszonyokat tekintve egy 60-70 km sugarú körben elhelyezkedő kiskereskedelmi viszonteladókat, vagy saját húsboltot feltételez, ahova a vágópont feldolgozott termékei értékesítésre kerülnek. Hogy a potenciális piacra vonatkozóan alapvető információkhoz jussunk, célszerű egy a lehetséges 60-70 km sugarú körben átlagos község háztartásainak vágóponttal összefüggő húsipari szokásainak felmérését elvégezni, és a nyert információkat a lefedett terület többi hasonló méretű településére kiterjeszteni. A kérdőíves felmérés a lehetséges fogyasztók nem- és korösszetételét, a fogyasztói bizalmat, a fogyasztói szokásokat és vásárlóerőt, a vágópont piaci potenciálját, a vágópont szolgáltatásai iránti igényt, valamint a vágópont vidék életére gyakorolt hatásait vizsgálta.

1.1. A válaszadók nem és korösszetételének adatai

Az általunk vizsgált Vásárút (Trhová Hradská) község 350 háztartásának kiküldött kérdőívből 130 érkezett vissza. A kérdőívek kitöltésében a háztartások hölgy tagjai domináltak 62 % eredménnyel (1.sz. ábra).

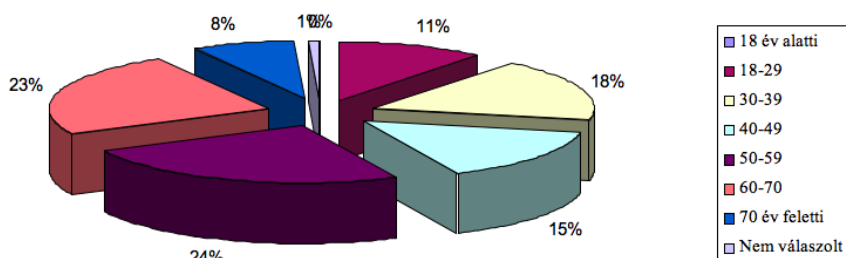


Forrás: saját kutatás

1.ábra: Nemek aránya a kérdőívet kitöltők között

Figure 1: Gender ratio of respondents to the questionnaire

A kérdőíveket kitöltő egyének korösszetétele a 30-as, 40-es és 50-es korcsoportoknál hasonló átlagos 20% körüli reprezentativitást mutatott (2. ábra). A 70 év feletti korosztály 8%-os részvétellel, 20-as generáció pedig 11%-os részvétellel volt jelen a kutatásban. 18 év alatti kérdőív kitöltőt nem regisztrált a kutatás, ami nem meglepő, hiszen elég ritka az olyan háztartás, amit nem nagykorú egyén vezet. Megállapíthatjuk, hogy a kérdőívek által nyert információk a társadalom nagykorú szegmensének minden képviselőjének véleményét, tapasztalatait, szokásait a feltett kérdéseket illetően visszatükrözik.



Forrás: saját kutatás

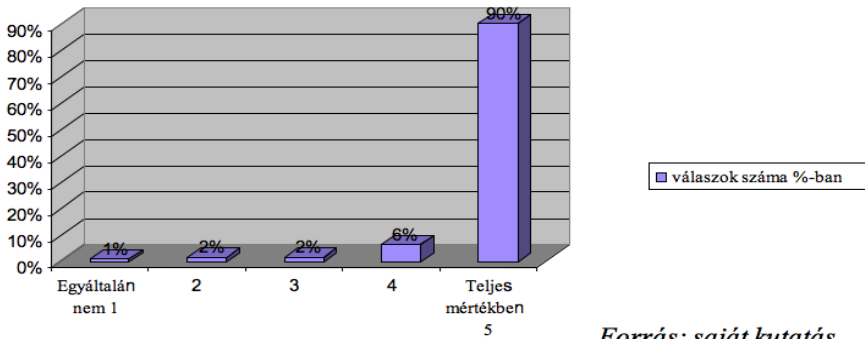
2. ábra: Kérdőívet kitöltők életkor megoszlása

Figure 2 Age distribution of the respondents

1.2. A fogyasztói bizalom vizsgálata

A helyi tenyésztésű állatok helyi feldolgozásának vitathatatlan előnye, hogy sem a vágóállatok, sem pedig azok feldolgozásával nyert élelmiszerek nincsenek kitéve hosszú szállítási időnek, és az ehhez kapcsolódó minőség megőrzésére irányuló beavatkozásoknak. A kutatás egyértelmű igényt igazolt a fogyasztók 90%-ának megbízható eredetű, friss élelmiszerek iránti preferenciájával (3. ábra).

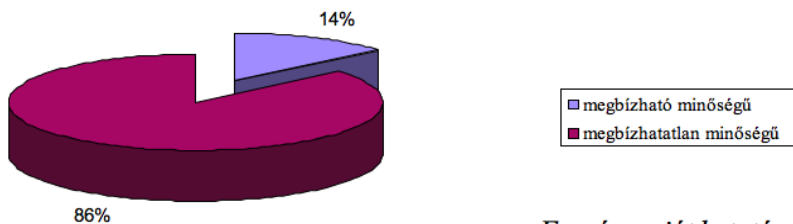
Mennyire fontos Önnek, hogy megbízható eredetű friss húst, húskészítményeket fogyasszon?



3. ábra: A válaszadók friss, megbízható eredetű hús, húskészítmények iránti igénye

Figure 3: Respondents' demand for fresh, reliable meat and meat products

Ahhoz, hogy vágópontok tekintetében versenyelőnyt tudjunk megfogalmazni a nagy húsipari üzemek és azok termékeit forgalmazó élelmiszerláncokkal szemben, szükségünk van ezen termékek iránt támasztott fogyasztói bizalom ismeretére. A kutatás megvizsgálta a fogyasztók nagy húsipari üzemek termékei iránti bizalmát, ami a megkérdezettek 86%-a esetében bizalom hiányát jelentette (4. ábra).



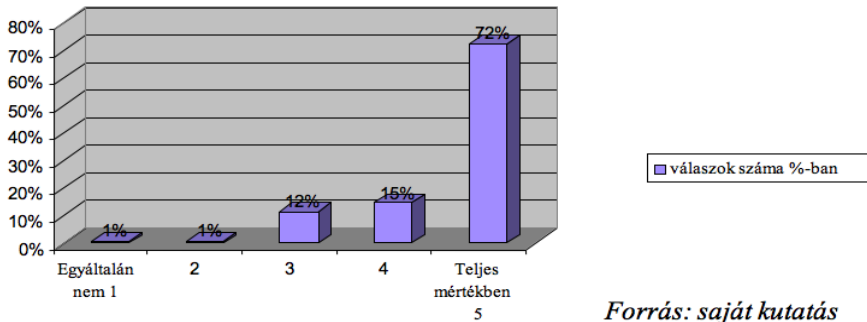
4. ábra: A válaszadók bizalma az ipari húskombinátok termékei iránt

Figure 4: Respondents' confidence in the products of industrial meat combinations

Erre a tényre alapozva a vágópontok marketingstratégiájának elemei közé célszerű beemlíteni a helyi előállítás frissességének és megbízhatóságának hangsúlyozását. A vágópont által előállítandó termékskála tervezésénél fontos szempont lehet a kutatás azon kérdésre adott válaszok eredménye, amely a húsiparban is használatos húsminőséget

javító kémiai anyagok, növényi eredetű fehérjék (pl. szója), tartósítószer, ízfokozók stb. használatának elfogadottságát szemlélteti (5.ábra).

Mennyire zavarja Önt, hogy a nagyipari húsfeldolgozásban gyakori a húsminőséget javító kémiai anyagok, növényi eredetű fehérjék, tartósítószer, ízfokozók használata?



Forrás: saját kutatás

5. ábra: A húspari adalékok használatának elutasítottsága a válaszadók között

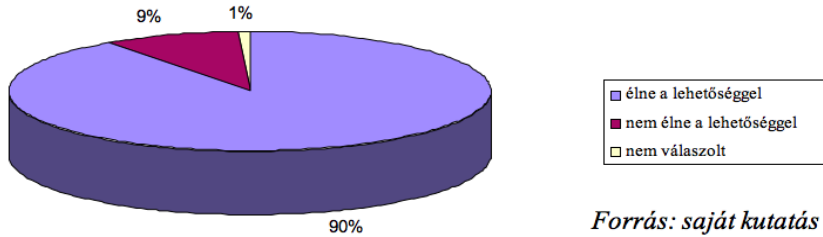
Figure 5: Rejection of the use of meat additives by respondents

Az eredmények egyértelműen mutatják, hogy a megkérdezettek 72%-át teljes mértékben zavarja a húsminőséget javító adalékok használata a húskészítmények gyártásakor. Vágópontok esetén a kis logisztikai távolságok, és a relatív rugalmas termelési lehetőségek miatt mellőzhetőek mindazon élelmiszeripari adalékanyagok, amelyek egy bonyolult dömpingellátásra szakosodott előállítási és értékesítési lánc esetén a rendszer részét kell, hogy képezzék. A vágópont által előállított termékek piaci diverzifikációja érdekében célszerű kihasználni az adalékanyag mentes termékkör minél nagyobb részarányú felvételét a vágópont termékskálájába.

A vágópont piaci diverzifikációjának további lehetőségeit vizsgálva a kutatás felmérte a fogyasztók azon esetleges igényét, hogy lehetőség esetén befolyással bírnának-e a vágópont termékeinek húsminőséget javító adalékanyag tartalmára. A megkérdezettek 90%-a élne a lehetőséggel, ha eldönthetné, milyen húsminőséget javító adalékok kerülhetnének az általa fogyasztott húskészítményekbe (6. ábra). A kutatás a vágópontokkal kapcsolatos fogyasztói preferenciák mellett igyekezett valós képet nyerni a célközönség hús és húskészítményekre vonatkozó vásárlási szokásait illetően. Baromfi feldolgozásra a kutatás nem terjedt ki, mivel a szárnyasok feldolgozása a törvényi

előírásoknak megfelelően nem történhet egy létesítményben emlős haszonállatok feldolgozásával.

Élne e a lehetőséggel, ha befolyással bírhatna az Ön által fogyasztott húsok és húskészítmények élelmiszeriparban használatos kémiai anyag és növényi fehérje tartamára?



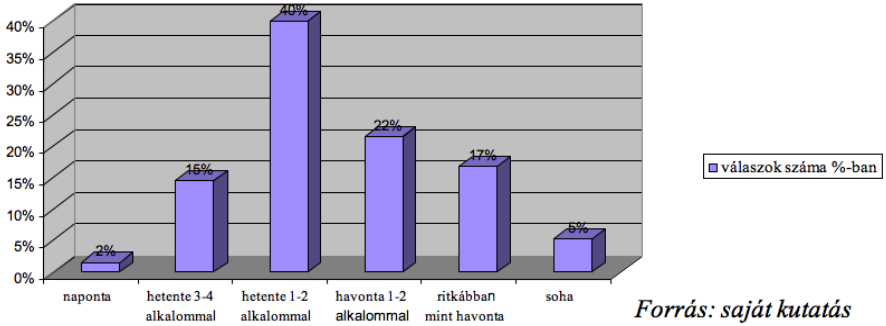
Forrás: saját kutatás

6. ábra: A húsipari adalékhasználat befolyásolásának igénye a válaszadók körében

Figure 6: The need to influence the use of meat additives by the respondents

1.3. Fogyasztói szokások és vásárlóerő felmérése

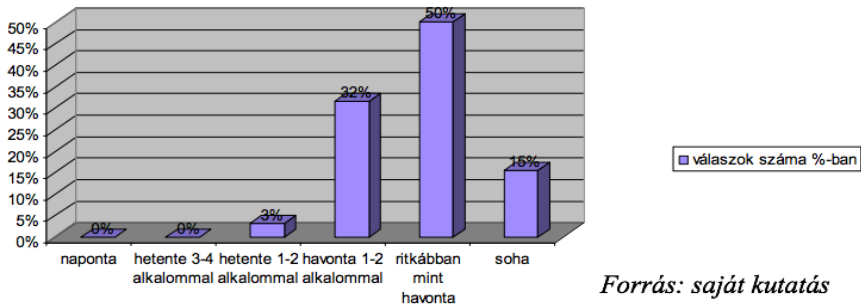
Megvizsgáltuk a fogyasztók sertés-, szarvasmarha- és birkahús illetve ezekből készült termékek fogyasztási szokásait. Sertéshúst és sertéshúsból készült termékeket a megkérdezettek 40%-a hetente 1-2 alkalommal vásárol, ha ehhez az arányhoz hozzáadjuk a naponta illetve hetente 3-4 alkalommal vásárlókat, akkor a megkérdezettek több mint fele (52%) hetente legalább két alkalommal vásárolj a szóban forgó termékekből (7. ábra).



7 ábra: Sertéshús és sertéshúsból készült élelmiszerek vásárlási gyakorisága a válaszadók körében

Figure 7: Purchase frequency of pork and pork products among respondents

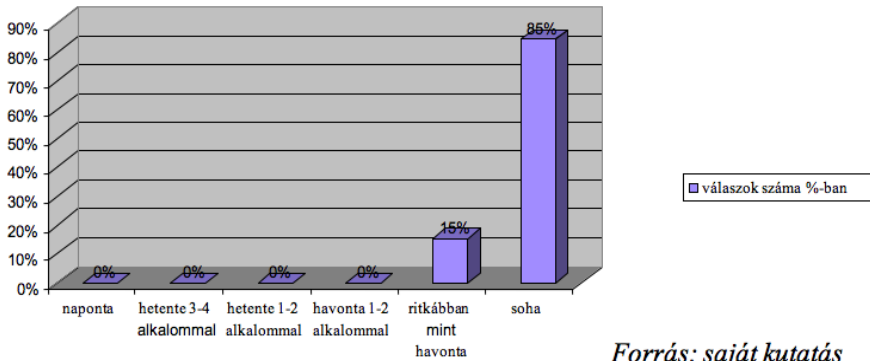
Szarvasmarha húst, illetve abból készült húsipari termékeket a fogyasztók csupán 3%-a vásárol hetente 1-2 alkalommal, havonta 1-2 alkalommal pedig 32%. A megkérdezett fogyasztók 50%-a pedig ritkábban mint havonta vásárol szarvasmarha húst, illetve abból készült húskészítményeket (8. ábra).



8. ábra: Szarvasmarha hús és szarvasmarha húsból készült élelmiszerek vásárlási gyakorisága a válaszadók körében

Figure 8: Frequency of purchase of beef and beef food products by respondents

A kutatás kitért a birkahús és abból készült hústermékek iránti igényekre is. A megkérdezettek 85%-a egyáltalán nem vásárol birkahúst, 15%-a pedig ritkábban mint havonta (9. ábra).



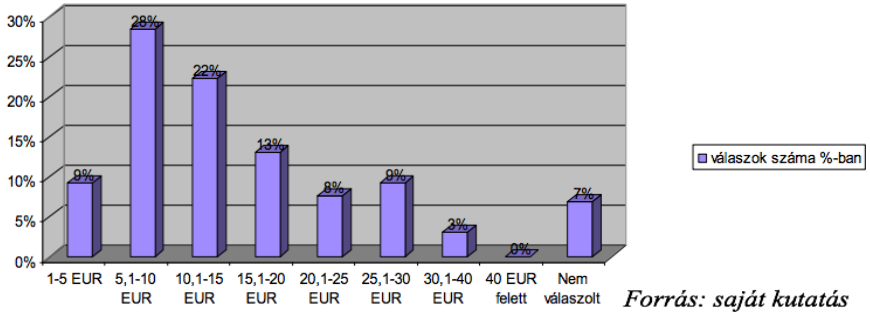
Forrás: saját kutatás

9. ábra: Birkahús és birkahúsból készült élelmiszerek vásárlási gyakorisága a válaszadók körében

Figure 9: Frequency of purchase of mutton and mutton food among respondents

A sertés, szarvasmarha és birka feldolgozott termékek iránti igény felmérése támpontot nyújthat a vágópont helyes termékskálájának kialakításához. A kutatás alapján egyértelműen megállapíthatjuk, hogy a sertéshús, illetve sertéshúsból készült élelmiszeripari termékek domináns részét kell képezzék a vágóponti termék portfóliónak. Szarvasmarha felvétele a vágópont kínálatában szintén megkerülhetetlen, de az igények alapján részaránya nem lehet domináns egy átlagos vágóponti termék portfólióban. A birkahús iránti gyenge érdeklődés felveti a kérdést, hogy általános vágóponti termékkínálatba célszerű-e birkából készült húsipari termékeket beilleszteni. A kapott eredmények a vizsgált mikro régióban nem támasztják alá a birkafeldolgozás reális megfontolását.

A hústermékek iránti kereslet felmérése mellett a kutatás kitért az egyes termékek alkalmankénti vásárlásának összegére is. Segítségével információkat kaphatunk a megkérdezettek vásárlóerejének nagyságáról, illetve a vizsgált területen realizálható árbevételről is. Sertéshús és húskészítmények tekintetében legnagyobb arányban a megkérdezettek 20%-a alkalmanként 5,1-10 EUR, 22%-a pedig 10,1-15 EUR árintervallumban vásárol sertéshúst, illetve sertéshúsból készült élelmiszereket, magasabb, illetve alacsonyabb árintervallumban a megkérdezettek átlagos 10 %-a vásárol (10. ábra).

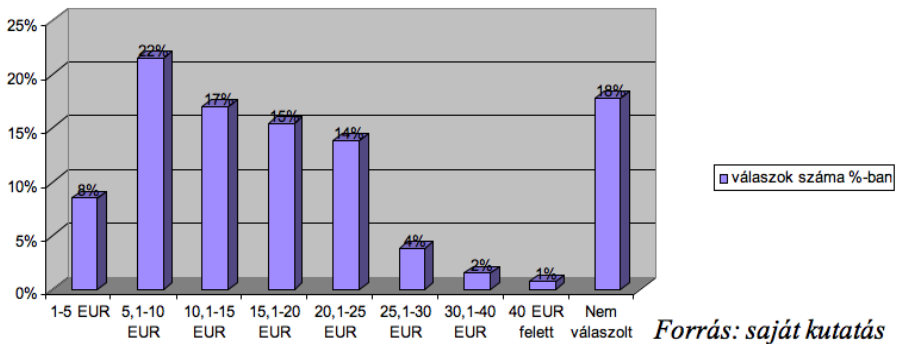


10. ábra: Sertéshús és sertéshúsból készült élelmiszerek alkalmankénti vásárlási értéke a válaszadók körében

Figure 10: Occasional purchase value of pork and pork food products by respondents

Szarvasmarha hús, illetve szarvasmarha húsból készült élelmiszerek tekintetében a kutatás az alkalmankénti vásárlások 5,1-10 EUR és a 10,1-15 EUR árintervallumában nagyságrendileg hasonló eredményeket produkált, mint sertés esetében.

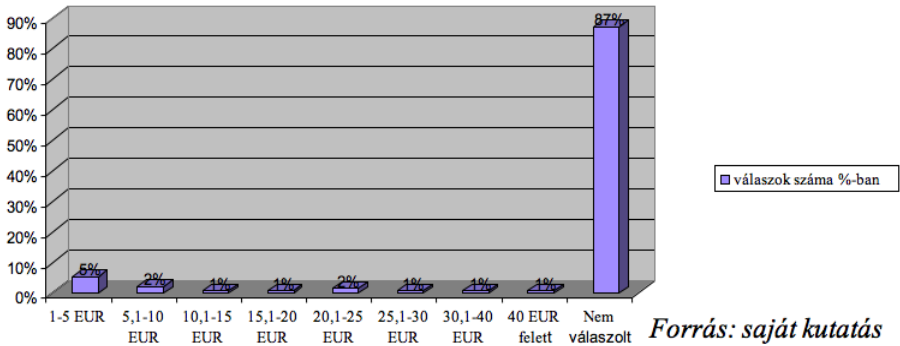
Az 5,1-10 EUR árintervallumban a megkérdezettek 22%-a, míg a 10,1-15 EUR árintervallumban a megkérdezettek 17%-a vásárol szarvasmarha húst, illetve szarvasmarha húsból készült élelmiszereket. A magasabb 15,1-20 EUR és a 20,1-25 EUR árintervallumokban a megkérdezettek 15 és 14 % -a vásárol alkalmanként. Az alacsonyabb 1-5 EUR ártartományban a sertéshez hasonlóan a megkérdezettek 9%-a vásárol alkalmanként (11. ábra).



11. ábra: Szarvasmarha hús és szarvasmarha húsból készült élelmiszerek alkalmankénti vásárlási értéke a válaszadók körében

Figure 11: Occasional purchase value of beef and beef food products by respondents

Ha a birkahús, illetve birkahúsból készült élelmiszerek alkalmankénti vásárlásainak statisztikáit elemezzük, megállapíthatjuk, hogy egyértelműen tükrözik a birka megkérdezettek körében meglévő elutasítottságát (12. ábra).



12. ábra: Birkahús és birkahúsból készült élelmiszerek alkalmankénti vásárlási értéke a válaszadók körében

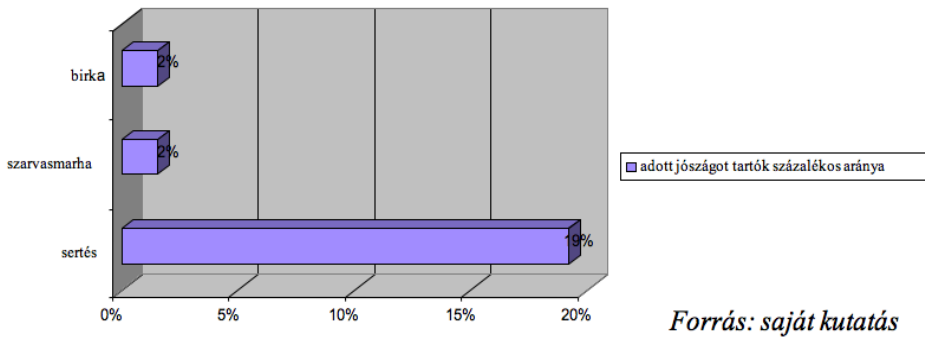
Figure 12: Occasional purchase value of mutton and mutton food among respondents

A kutatás sertés, szarvasmarha és birka húsipari termékekkel kapcsolatos vásárlási gyakoriság és alkalmankénti vásárlási árintervallum adatok felhasználásával egy község aktív háztartásaira vetítve a vágópont üzleti modelljének finomhangolása során kiszámíthatjuk, hogy a törvényileg engedélyezett hatótávolságon belül településenként hány húsboltot célszerű létesítenie vágópontunknak. A kutatás igazolja, hogy a birka feldolgozását és a feldolgozott húsipari termékek forgalmazását vágóponti kereteken belül a vizsgált mikrokörnyezet gyenge kereslete miatt nem célszerű a tevékenységi körbe beépíteni.

1.4. A vágópont piaci potenciáljának vizsgálata

A vágópontok 1.2. fejezetben megállapított diverzifikációs versenyelőnyével szemben valódi konkurenciát a háztáji keretek közötti történő jószág tartás, és saját célra történő feldolgozás jelenti. (A saját célra történő háztáji vágások nem esnek Európai Unió szabályozás alá. Szlovákiában 39/2007 sz. törvény 23.§ alapján hatósági bejelentési kötelezettség, valamint sertés esetén trichinella vizsgálat, szarvasmarha esetén BSE (kergemarha-kór) vizsgálat szükséges házi, saját célra történő vágás esetén.)

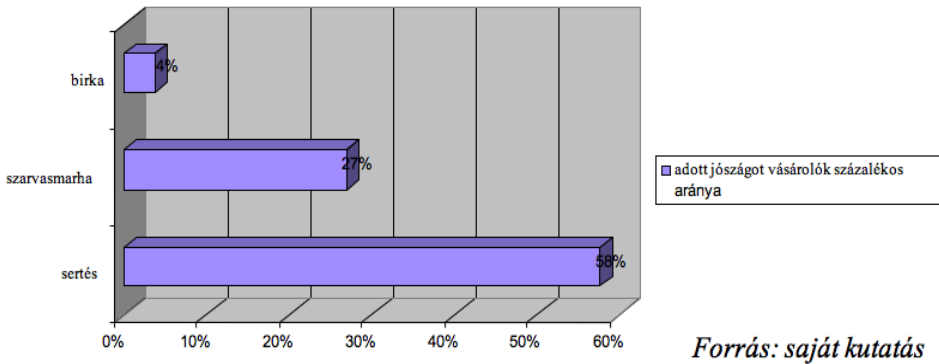
A kétezres évek elejére azonban a háztáji gazdaságok leépültek, amit a kutatás jól szemléltet. A válaszadók csupán 19%-a tart sertést, 2%-a szarvasmarhát és 2%-a birkát háztáji gazdaságban (13. ábra). A háztáji gazdálkodás és vágás korábbi népszerűségét idézi fel számunkra a kutatás azon eredménye, amely a megkérdezettek sertés, szarvasmarha és birka házi feldolgozásra történő vásárlását vizsgálta. A válaszadók 58%-a sertést, 27%-a szarvasmarhát, 4%-a pedig szokott birkát vásárolni kistermelőtől házi feldolgozás céljából (14. ábra). A kapott eredmény alátámasztja a nagy húsipari feldolgozók termékei iránti bizalmatlansággal kapcsolatos megállapításainkat, hisz a nagy kereskedelmi láncok dömpingárai ellenére a válaszadók több mint fele sertés esetében a körülményes, és költséges házi feldolgozást választja.



13. ábra: A válaszadók háztáji sertést, szarvasmarhát, birkát tartók aránya

Figure 13: Percentage of respondents keeping pigs, cattle and sheep in their backyard

A vidéki élet a rendszerváltás előtti évekhez képest a szövetkezetek eltűnésével, és átalakulásával jelentősen megváltozott a háztáji gazdálkodást illetően. A rendszerváltást megelőzően, és még a kilencvenes években is a szövetkezetekben dolgozó vidéki emberek jellemzően neveltek haszonállatokat háztáji gazdaságban is, így a természetben kapott juttatásaikat (általában gabona) hasznosítani tudták.



14. ábra: A válaszadók sertést, szarvasmarhát, birkát házi feldolgozás céljából vásárlók aránya

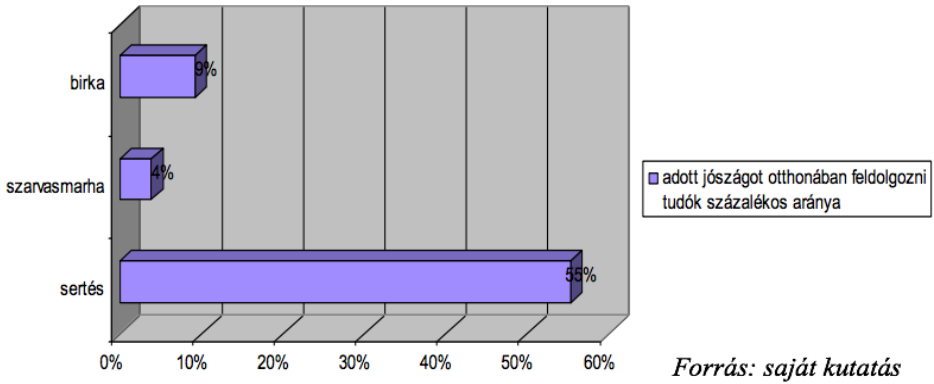
Figure 14: Respondents rate of purchases of pigs, cattle, sheep for home processing

A vágóállatok házi feldolgozása megfelelő infrastrukturális adottságokat követel meg, ezért a kutatás kitért ennek felmérésére is abból a célból, hogy megvizsgálja, a vágópont megfelelő alternatívaként szolgálhat bérvágási szolgáltatással. Sertés feldolgozásához a válaszadók 55%-a, szarvasmarha feldolgozásához 27%-a, birka feldolgozásához pedig a válaszadók 4%-a rendelkezett szükséges infrastruktúrával.

A kapott eredmény érdekessége, hogy a sertés házi feldolgozásának lehetőségével rendelkező válaszadók jelentős része úgy ítélte meg, hogy birka feldolgozására lehetőségei nem alkalmasak, pedig a házi birkafeldolgozás nem igényel bonyolultabb körülményeket, mint a sertés házi feldolgozása (15. ábra).

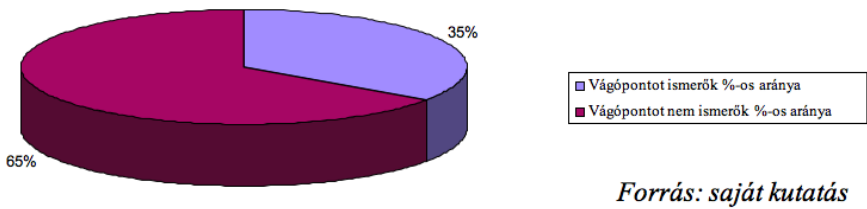
A háztáji feldolgozás elterjedtségének felmérése jelzi számunkra azt a jelentős potenciált, ami egy vidéki vágópont telepítésének létjogosultságot ad.

A vágópontok hivatalos törvényi szabályozása Szlovákia vonatkozásában 2011-től létezik, ezért meghonosodásuk a köztudatban még időt vesz igénybe. A kutatás alátámasztotta ezt a feltételezésünket, ugyanis a válaszadók 65%-a számára a vágópontok létezése ismeretlen volt (16. ábra).



15. ábra: Sertés, szarvasmarha, birka házi feldolgozásának lehetősége a válaszadók körében

Figure 15: Possibility of domestic processing of pigs, cattle and sheep among the respondents

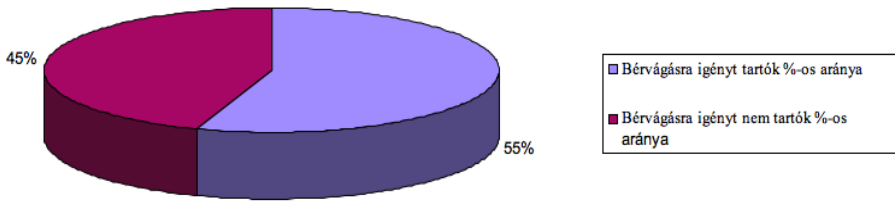


16. ábra: Vágópontok ismertsége a válaszadók körében

Figure 16: Awareness of the slaughterhouses among the respondents

1.5.A vágópont szolgáltatási lehetőségeinek felmérése

A kutatás jelentős potenciált tárt fel a válaszadók körében háztáji feldolgozás iránti igény tekintetében. Ez az igény a megkérdezettek válasza alapján transzformálható a vágópont működésébe, ugyanis a válaszadók 55%-a igénybe venné a településén működő vágópontot bérvágás céljából (17. ábra).

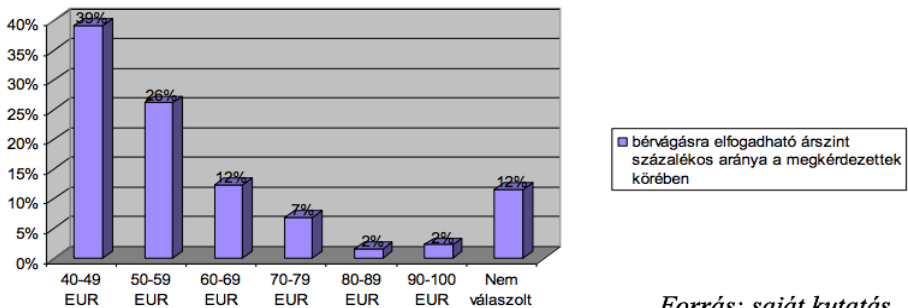


Forrás: saját kutatás

17. ábra: Vágóponti bérvágás igénye a válaszadók körében

Figure 17: Demand for slaughterhouses among respondents

A bérvágási szolgáltatás árszínvonalának meghatározásához fontos figyelembe venni a potenciális ügyfelek elképzeléseit az egyes haszonállatok tekintetében. Sertés teljes körű feldolgozása esetén a válaszadók 39%-a 40-49 EUR, míg 26%-uk 50-59 EUR árintervallumot tart elfogadhatónak. A sertésfeldolgozás tarifájának magasabb szintjei rapid elutasítottságot mutattak a kutatásban résztvevők körében (18. ábra).

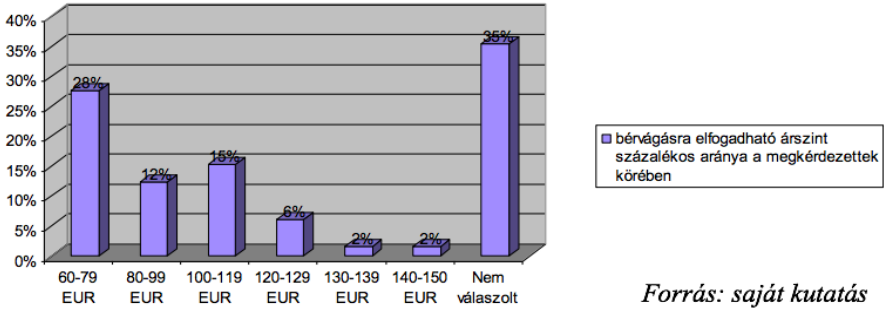


Forrás: saját kutatás

18. ábra: Egy darab sertés bérvágásának elfogadható árintervalluma a válaszadók körében

Figure 18: Acceptable price range for the slaughter of single pig among respondents

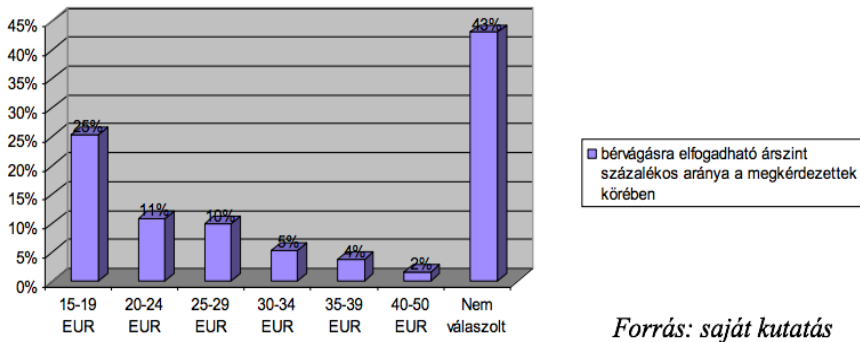
Szarvasmarha bérvágásának árszínvonala a válaszadók 39%-a esetében 60-79 EUR, míg 12%-uk esetében 80-99 EUR közötti árintervallumban fogadható el. A 100-119 EUR árszintet a válaszadók szintén jelentős 15%-a elfogadhatónak tartotta (19. ábra).



19. ábra: Egy darab szarvasmarha bévágásának elfogadható árintervalluma a válaszadók körében

Figure 19: A reasonable price range for the slaughter for single cattle among respondents

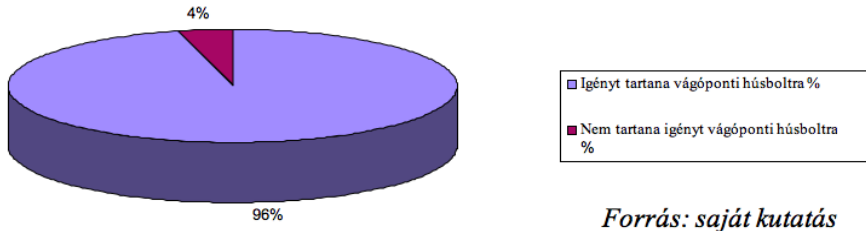
Birka feldolgozására a válaszadók 25%-a 15-19 EUR árintervallumot tart elfogadhatónak, 11%-uk pedig 20-24 EUR mértéket jelölt meg. Birka esetében a nem válaszolók maga aránya visszaigazolja a korábbiakban megállapított magas érdektelenséget a birkahús, illetve a birkahúsból készült élelmiszerek iránt (20. ábra).



20. ábra: Egy darab birka bévágásának elfogadható árintervalluma a válaszadók körében

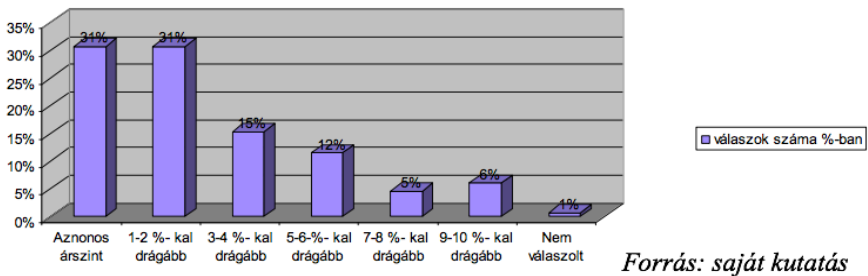
Figure 20: A reasonable price range for the slaughter for single sheep wage cuts among respondents

A kutatás megvizsgálta, hogy a megkérdezettek körében milyen igény mutatkozna egy vágópont saját termékeit forgalmazó húsbolt iránt. Meglepően magas, 96%-os volt a vágópont saját húsboltjára igényt tartók száma (21. ábra).



21. ábra: Vágópont termékeit forgalmazó húsbolt iránti igény a válaszadók körében
 Figure 21: Demand for a butcher shop selling cut-off products

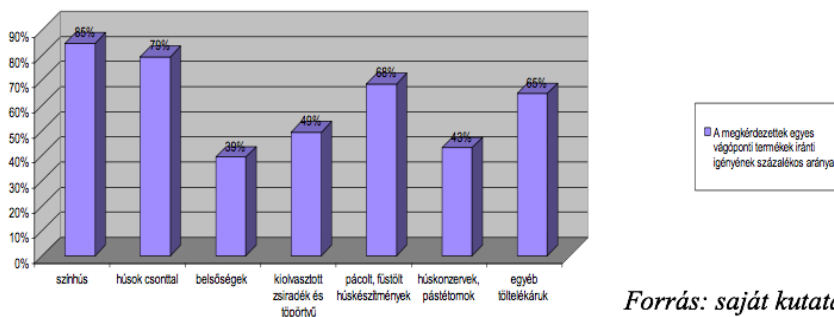
A vágópont húsbolti kínálatának versenyelőnyére már a korábbiakban rámutattunk. A nagyobb fogyasztói bizalmat gazdasági szempontokra lefordítva megvizsgáltuk, milyen előnyöket élveznek a fogyasztók körében a vágóponti üzletek a nagy üzletláncok húsrészlegeivel szemben. A fogyasztók 31%-a nem fogadna el magasabb árszintet vágóponti húsbolt kínálatában. A válaszadók 31%-a viszont már 1-2%-kal lenne hajlandó magasabb árat fizetni a vágópont húsboltjának termékeiért. Megállapíthatjuk, hogy vágóponti húsboltok esetén nem árversennyel célszerű megszólítani a potenciális fogyasztó közönséget (22. ábra).



22. ábra: A válaszadók számára elfogadható árkülönbség a vágóponti boltok és a nagy élelmiszerláncok boltjainak árszínvonalában.

Figure 22: The difference in price level between the point of sale and the big food chain stores is acceptable to respondents.

A vágóponti húsboltok vizsgálatának utolsó lépéseként felmértük a megkérdezettek körében, hogy milyen típusú húsokat, húskészítményeket látnának szívesen a vágóponti húsbolt kínálatában. Színhúst a válaszadók 85%-a, csontos húst 79%, pácolt – füstölt húskészítményeket 68%- a, egyéb töltelékárut pedig 65%-a látna szívesen a vágópont húsboltjának kínálatában. Nagyságrendileg alacsonyabb igény mutatkozott az olvasztott zsír- töpörtyű, belsőségek és húskonzervek iránt, a válaszadók átlagos 40%-a tartja fontosnak ezen termékek szerepeltetését a vágóponti húsbolt kínálatában (23. ábra).

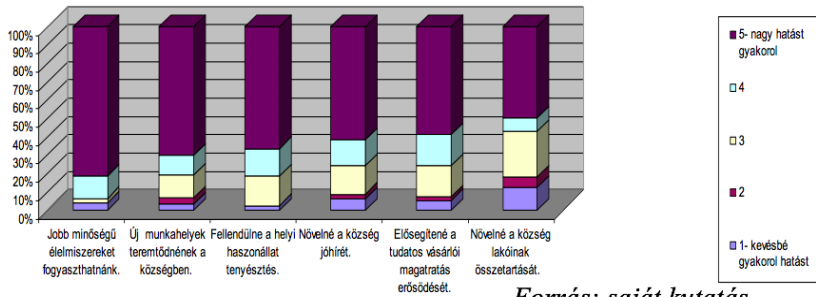


Forrás: saját kutatás

23. ábra: A vágóponti húsboltok termékkínálata iránti igény a fogyasztók körében
 Figure 23: Demand for a range of slaughterhouse meat products among consumers

1.6. A vágópont vidékre gyakorolt hatásának vizsgálata

A kérdőíves kutatás utolsó pontjaként megvizsgáltuk, hogy az adott település életével kapcsolatban a megkérdezettek szerint milyen hatást gyakorolna egy vágópont telepítése. A válaszadók ötös skálán értékelték vágópont létesítésének élelmiszerminőségre, munkahelyteremtésre, haszonállat tenyésztésre, közösség jó hírnevére, tudatos vásárlói magatartásra, valamint közösségi összetartásra véleményük szerint gyakorolt hatását. A válaszadók szerint legnagyobb hatást az élelmiszer minőségre gyakorolna a vágópont létesítése, valamint az új munkahelyek teremtésére és helyi haszonállat tenyésztésre is jelentős hatással bírna egy helyi vágópont. A válaszadók a vágópont telepítésének legkisebb jótékony hatását a közösségi összetartásra látják.



Forrás: saját kutatás

24. ábra: A vágópont vidéki életre gyakorolt hatása válaszadók szerint

Figure 24: Impact of slaughter on rural life according to respondents

2. A KUTATÁS MEGÁLLAPÍTÁSAI

A kutatásban a megkérdezettek mind korcsoportok, mind pedig nemek arányában kiegyensúlyozott reprezentációval rendelkeztek. A kutatási információk alapján az alábbi következtetések vonhatók le:

- 1, A vágópontokra fogyasztói oldalról egyértelmű igény mutatkozik.
- 2, A vágópontok termékeinek helyi gyártása által közvetített megbízhatóság és élelmiszer frisség diverzifikációt biztosít a nagyipari húskombinátok termékeivel szemben.
- 3, A vágópont termékei a konkurens nagyipari húskombinátok termékeivel szemben minimálisan 2% felárral értékesíthetők.
- 5, Egy átlagos 2000 fős lakossággal rendelkező község húsipari élelmiszerekre vonatkoztatott becslült vásárlóereje hetente átlagosan 8300 EUR:
 - a, sertés feldolgozásával készített termékek esetén = (heti átlagos vásárlások száma)*(átlagos vásárlási érték)*(aktív háztartások száma) = $2*10*350 = 7000$ EUR
 - b, szarvasmarha feldolgozásával készített termékek esetén = $0,25*15*350 = 1312$ EUR.
- 6, A fogyasztói igények alapján a vágópont kínálatának a színhúson felül hideg és melegüzemi technológiával készült húskészítmények is részét kell, hogy képezzék.

7, A vágópontok létesítése egyértelmű pozitív hatást gyakorol a lokális közösségek minőségi élelmiszerellátására, munkalehetőségeinek bővülésére, és az adott mikro-régió jóhírének kialakítására.

Kutatásunk visszaigazolta a nemzetközi szakirodalom által érintett fogyasztói bizalmatlanságot a nagyipari hústermékekkel szemben, ugyanis a fogyasztók felárat is hajlandók fizetni helyi kiskapacitású feldolgozóknál készült élelmiszerek vásárlásakor. A megkérdezett fogyasztók nagyipari húskombinátokkal szembeni bizalmatlanságának alapját a húsok, húskészítmények frissessége (annak hiánya), és a húsminőséget javító kémiai anyagok, növényi eredetű fehérjék (pl. szója), tartósítószer, ízfokozók jelentős használata szolgáltatta. A kutatás egyértelműen visszaigazolta a helyi kiskapacitású húsfeldolgozás erősebb társadalmi beágyazottságának jelentőségét, mely a nyugat-európai viszonylatban is segítette megállítani az ágazat koncentráltóságának kialakulását.

KÖVETKEZTETÉSEK

Tanulmányunkban kísérletet tettünk egy korábban keveset kutatott speciális mezőgazdasági és élelmiszeripari terület, a vágópontok piaci környezetének felmérésére a csallóközi régió vonatkozásában. A kutatás visszaigazolta, hogy sertés és szarvasmarha feldolgozását végző vágópontokra egyértelmű igény mutatkozik, mely biztosíthatja a vidéki mikrorégiók kohéziójának megerősödését. A kutatás által összefoglalt megállapítások a későbbiekben gyakorlati kézikönyv alapjaként szolgálhatnak mindazon élelmiszeripari vállalkozók számára, akik vágópont létrehozása mellett döntenek.

MARKET POTENTIAL FOR INSTALLING SMALL-SCALE SLAUGHTERING SITES IN THE GREAT RYE ISLAND REGION

ANDOR MATUS
János Selye University
Komárno

SUMMARY

The purpose of the study is to provide the market conditions underpinning the justification of slaughtering, such as consumer demand, meat consumption habits, and food trust in the Great Rye Island region. The research could serve as a basis for all rural regions in Slovakia and Hungary which have similar economic and demographic characteristics to the Great Rye Island region. In the framework of a questionnaire survey, we examined the age and gender information of potential consumers, their confidence in large meat plants, their purchasing habits and their purchasing power in relation to meat and meat products. Based on the research data, we explored the extent of the market potential of slaughterhouses, the customer demand for slaughterhouse services, and Research was carried out among the 2000 inhabitants of the village Vásárút, in Great Rye Island. Data and research results were processed using Microsoft EXCEL program and evaluated using charts and tables. The findings of the research have shown that the establishment of a slaughterhouse is primarily advisable for food business operators also breeding livestock, since the added value of the slaughterhouse makes it possible to make the basic non-profitable business activity profitable in the long run.

Keywords: slaughtering point, consumer demand, meat consumption habits, food trust, model

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány megírásának elősegítésében köszönetet szeretnék mondani prof. Dr. Ing. Imrich Okenka, Phd. doktoranduszi témavezetőmnek, és a tanulmány lektorálást végző doc. PhDr. Ing. Ladislav Mura, PhD. valamint Dr. habil. Ing. Karácsony Péter, PhD. lektor Uraknak hasznos tanácsaikért, útmutatásukért.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Bahelka I. – Gondeková M. (2016): What is the current quality of cow's meat in Slovakia in comparison with met of bulls?. *Journal of Central European Agriculture*. 17, (1) 1-11
- Belová. A – Smutka. L – Rosochatecká. E – Bazina. A (2012): Competitiveness of domestic production of poultry meat on the EU market and on the world market. *Agris On-line Papers in Economics and Informatics*. 4, (4) 11-25
- Blazkova I. - Chmelikova G. (2015) : The Impact of Import Competition on the Development of Market Concentration in the Czech Food and Beverages Industry. *Proceedings ICABR 2015: X. International Conference on Applied Business Research*.129-135
- Bekman K. (1998): Controlled quality meat: The Dutch experience. *Journal of Food Safety*. 18, (4) 363-370
- Csonka A. (2015): A helyi sertéshús ellátás gazdasági lehetőségei Magyarországon. *The Hungarian Journal of Food, Nutrition and Marketing*. 11, (1-2) 45-52.
- EKO-GEO-CER, (2014): Potravinárska prevádzka s malým objemom výroby (bitúnok a rozrábka mäsa), Čierny Brod. [Online]. <
<https://www.enviroportal.sk/sk/eia/detail/potravinarska-prevadzka-s-malym-objemom-vyroby-bitunok-rozrabka-masa-c> >
- Kotsanopoulos - Konstantinos V. - Arvanitoyannis I. (2017) : Audit results of UK meat companies - critical analysis. *British Food Journal*. 119, (12) 2684-2697
- Pavl'akova S. - Zentkova Iveta. (2015): Competitiveness of Pig farming on the Level of primary Production of Slaughter Animals in the Slovak Republic. *Proceedings from IX. International Conference on Applied Business Research*. 815-824
- Radácsy K. (2008) Útmutató azon élelmiszeripari vállalkozók részére, akik vágópontokat kívánnak üzemeltetni. <
<http://leader-homokhatsag.hu/programok/vagopont.pdf>>
- Schmidt W. (1994): Production, Marketing and Consumption of Animal Products in France. *Berichte über Landwirtschaft*. 72 (2) 265-294
- Slaboch J. – Kotyza P. (2016): Comparison of self-sufficiency of selected types of meat in the Visegrad countries. *Journal of Central European Agriculture*. 17, (3) 793-814
- Taylor E. (2001): HACCP in small companies: benefit or burden?. *Food Control*. 12, (4) 217-222
- 75/2011.(VII.29) VM. A vidékfejlesztési miniszter 75/2011. (VII. 29.) VM rendelete a vágópontok működésének részletes szabályairól.

<[http://www.kormany.hu/download/b/85/70000/MR_2011_075_\(VII_29\)_VMrendelet.pdf](http://www.kormany.hu/download/b/85/70000/MR_2011_075_(VII_29)_VMrendelet.pdf)>

359/2011 Z.z. Nariadenie vlády Slovenskej republiky z 19. októbra 2011, ktorým sa ustanovujú požiadavky na niektoré potravinárske prevádzkarne a na malé množstvá.

http://www.svps.sk/dokumenty/legislativa/SR359_2011.pdf

A szerző címe – Adress of the author:

Matus Andor

Selye János Egyetem

SK-94501, Komárno

4399@student.ujs.sk



A HUMÁNERŐFORRÁS HELYZETE A HAZAI MEZŐGAZDASÁGBAN

TAMÁNDL LÁSZLÓ¹ - SZALKA ÉVA²

Széchenyi István Egyetem

¹Kautz Gyula Gazdaságtudományi Kar

²Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

ÖSSZEFOGLALÁS

A Központi Statisztikai Hivatal adatainak értékelése alapján elmondható, hogy hazánkban a mezőgazdaságban foglalkoztatottak száma a vizsgált időszakban változó volt, 2018-ra csökkent, ami veszélyeztetheti a vidéki térségekben élők életszínvonalát és lakosság megtartó képességét. Megállapítható, hogy a következő évek fókuszában a szakképzett humán erőforrás megfelelő szintű biztosítása és a technológiai fejlesztés, a gazdaságok modernizációja állhat. Ezen tényezők bármelyikének hiánya a gazdaság, ill. a vállalkozások tovább fejlődésének legfőbb korlátai lehetnek.

Amennyiben kitekintünk a többi hazai mezőgazdasági kutatásra, pl. az „Agrár-munkaerőpiaci barométer” felmérésre¹ és a kapcsolódó elemzésekre, láthatjuk, hogy ezek is alátámasztják a megállapításainkat. Egyértelműen rámutatnak arra is, hogy a humán erőforrás és annak tudatos fejlesztése versenyképességi előnyt jelenthet a gazdálkodó és az ágazat számára, melyet kiegészíthet az IKT térnyerése, ill. a precíziós gazdálkodás. Ez részben segítségül szolgálhat a humán erőforrás problémákra, valamint a hatékonyság irányába terelheti az ágazatot.

Megfelelő igazodási pontot jelenthet a fentiekre a pár hónapja megjelent Magyarország Digitális Agrárstratégiája² is, mely a humán erőforrás szempontjából kiemeli az agrárgazdasági szereplők digitális kompetenciájának fejlesztését, ill. a digitális agrár szaktanácsadás elérhetővé tételét a termelők részére. A magyar agrárgazdaság jelenlegi helyzetéből fakadóan komoly jelentősége van a minőségi szakképzésnek, felsőoktatásnak és továbbképzésnek. Uniós összehasonlításban kifejezetten alacsony a közép- ill. felsőfokú végzettségűek aránya, mely ágazati szinten alig haladja meg a benne dolgozók tizedét. Pedig az ágazati modernizáció és digitalizáció egyértelműen előrevetíti a megfelelő szakképzettséget, melynek hiányában a feladatok vagy nem végezhetőek el, vagy a hatékonyság sérül. Ezekre a problémákra megfelelő választ jelenthet a Digitális Stratégiában lefektetett intézkedések, melyek a szakképzésben elindítják „Okos Gazda

¹ <http://repo.aki.gov.hu/3127/>

² <https://www.kormany.hu/download/3/fb/a1000/Magyarország%20Digitális%20Agrár%20Stratégiája.pdf>

Programot”, valamint az iskolarendszerű szakmai képzések területén szükséges fejlesztések (tananyagok fejlesztése, eszközfejlesztések, képzők képzése, tanüzemfejlesztés) megvalósítását, a felsőoktatásban pedig az agrárinformatikusok és tanácsadók képzését, ill. a szükséges tananyagok összeállítását és a felsőoktatási innovációs centrumok létrehozását, működtetését, fejlesztését. Ezek mellett a fiatalokkal szükséges megismertetni és megszerettetni ezt a szakterületet, szakmát, kialakítani a mezőgazdaság minden területére kiterjedő életpályamodellt, melyek segítségével talán egyre többen döntenek a területen történő elhelyezkedésben.

Kulcsszavak: humánerőforrás, mezőgazdasági foglalkoztatottság, munkabér,

BEVEZETÉS

Az emberi erőforrás gazdálkodás kiemelt jelentőségű a mezőgazdaságban, mivel a többi ágazathoz képest nagy a kézi és idényszerű munkaerőigénye. Az ágazat hatékony működésének egyik alappillére a megfelelő szintű humánerőforrás biztosítása. Ez a magyar gazdaság egyik területe, amely folyamatosan munkaerőhiánnyal küzd.

A mezőgazdaság munkaerő-felhasználásának alakulásáról három különböző statisztika nyújt információt. Ezek közül kettő, a lakossági munkaerő felmérés, és az intézményi munkaügyi statisztika a nemzetgazdaság egészére kiterjed, amely lehetővé teszi az egyes nemzetgazdasági ágazatok közötti összehasonlítást. A harmadik statisztika, a Mezőgazdasági Számlarendszer (MSZR) mezőgazdasági munkaerő-felhasználás mutatója az előző kettővel ellentétben figyelembe veszi az ágazat sajátosságait is, vagyis azt, hogy a mezőgazdaságban jelentős a részmunkaidős és az időszakos munkát végzők, illetve a nem fizetett (családi) munkaerő aránya.³

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A kilencvenes évek gazdasági-társadalmi változásai gyökeresen átalakították a foglalkoztatás nemzetgazdasági ágak szerinti szerkezetét, ahol szembetűnő a mezőgazdasági foglalkoztatás szerepvesztése (Tóth 1993, 2000).

Magyarországon a foglalkoztatottság szempontjából a mezőgazdaság volt az egyik legnagyobb vesztese a rendszerváltásnak, valamennyi gazdasági ágat figyelembe véve a létszámfogyás mértéke itt volt a legintenzívebb. A rendszerváltás előtt az állami gazdaságok és a szövetkezetek foglalkoztatták a mezőgazdasági munkavállalók 90 százalékát, a mezőgazdasági tevékenységen túl részben ipari melléküzemágakban, könyvvitelben, gép-, valamint épületfenntartó tevékenységekben. Napjainkban a nagyüzemek megszűnésével a korábbinál jóval kisebb munkavállalói létszámot, a tisztább mezőgazdasági profilú kis- és középzemű kategóriába tartozó vállalkozások foglalkoztatják. A mezőgazdaság foglalkoztatottságon belüli szerepvesztése kihatással volt a vidéken élők helyzetére is, hiszen elvesztették fő megélhetési lehetőségeiket, ami

³ B/1360. számú jelentés az Agrárgazdaság 2017. évi helyzetéről

további társadalmi változásokhoz, pl. a falvak elnéptelenedéséhez vezetett (*Karácsony-Orbán 2006*).

A munkaerő speciális sajátosságai, jellegzetességei miatt nem hasonlítható egyetlen más olyan termelési erőforráshoz sem, mint a pénz, termelési eszköz, energia vagy információ. Az emberi erőforrás önmagában azért is meghatározó szerepet játszik, mert a többi erőforrás hatékony felhasználása, működtetése emberi tényező nélkül lehetetlen. Hiába áll rendelkezésre minden erőforrás, az ember közreműködése nélkül inaktív, életképtelen, azaz a termelés, a szervezetek működtetése nélküle lehetetlen. (*Bakacsi, 2010*)

Hazánkban a foglalkoztatás és a gazdasági aktivitás alakulására a kedvezőtlen demográfiai tényezők (népeségfogyás, alacsony népszaporulat, kedvezőtlen korösszetétel) mellett az 1990-es évek végére jellemző gazdasági fejlődés visszaesése is kedvezőtlen hatással volt (*Kapronczai 2002*).

Számos meghatározást alapul véve elmondható, hogy az emberi erőforrás célok tartalma – ugyanúgy, mint a szervezeti céloké – szervezetenként változhat, de általában a következőket foglalja magában:

- magas teljesítmény;
- minőségi termék;
- a megfelelő számú, a kívánatos szakértelemmel és gyakorlattal rendelkező alkalmazottak foglalkoztatása;
- kontrollált munkaerőköltség;
- alacsony szintű fluktuáció és hiányzás;
- versenyképes bérszint;
- olyan munkafeltételek, amelyek biztosítják az alkalmazottnak a munkakörü elégedettség és az önértékelés lehetőségét;
- megfelelés a törvényeknek és jogszabályoknak, a munkakörülmények és a munkavállalói jogok biztosításával (*Nemeskéri, 2001*).

Az ágazati sajátosságokból fakadóan a mezőgazdaságban nagyszámú rugalmasan foglalkoztatható, magasabb szintű szakképzettséget nem igénylő, betanítható, motiválható idény munkaerőre is szükség van. E területen a legnagyobb kihívást a munkaerő pontossága, megbízhatósága és munkához való hozzáállása jelenti (*Hamza et al., 2016*).

A mezőgazdaságban jelentős az idény-, illetve a főtevékenység mellett kiegészítő jelleggel végzett munka. Emellett számításba kell venni az egyéni gazdaságokban a háztartások tagjai által végzett nem fizetett munkavégzést is.⁴

Más ágazatokhoz hasonlóan a mezőgazdaság is egyre inkább tudásintenzív ágazattá válik, új készségek, kompetenciák (pl.: IKT-kompetenciák, idegennyelv-tudás, marketingismeretek) elsajátítását igényli (*Dudek et al., 2014*).

⁴ <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2017/04/gazdasag/a-videki-megelhetes-egyik-alapveto-forrasa-ma-is-a-mezogazdasag>

A mezőgazdaság humán erőforrás-állományát jelentősen befolyásolják a jogszabályi változások is. A mezőgazdasági idény- alkalmi munkavállalásra a 2010. évi egyszerűsített foglalkozásról szóló törvény pozitív hatást gyakorolt (*Ehrretné et al., 2015*).

Az emberi erőforrás gazdálkodás mezőgazdasági sajátosságainak elemzését mindenekelőtt az ágazatban alkalmazott munkaerő jellegzetességeinek értékelésével kell kezdenünk. A mezőgazdasági munkafolyamatok sajátos munkakörülményeket jelentenek. A növénytermesztési feladatokat szabadföldi körülmények között kell elvégezni, ahol az időjárás hatásai – eső, sár, hideg, hőség, szárazság, por stb. – technikai eszközökkel ugyan csökkenthetők, de nem szüntethetők meg. Hasonló a helyzet az állattenyésztési munkafolyamatokkal, ahol a biológiai folyamatok következményeként az állattartás és tenyésztés még sajátosabb munkafeltételek között folyik (*Széles, 2001*).

A mezőgazdasági munkafolyamatok jelentős része ugyan gépesíthető, de nem automatizálható. Ez azt jelenti, hogy még a gépesített munkafolyamatok esetében a munkaműveletek egy részét manuálisan kell elvégezni (fejés, nyírás), és az ember közvetlen közreműködése a technikai eszközök üzemeltetésében is nélkülözhetetlen. A munkafolyamatok végrehajtásában a technikai, technológiai tényezők mellett folyamatosan figyelemmel kell lenni a biológiai folyamatokra, az időjárási és ökológiai feltételek változására. Ezekhez a feltételekhez, változásokhoz a munkavégzés során folyamatosan alkalmazkodni kell (*Buzás, 2001*).

Dániában a földtulajdonszerzésnek feltétele, hogy a leendő tulajdonos mezőgazdasági szakképzettséggel rendelkezzen (*Hantos, 2001*). 30 hektárnál nagyobb földterület megszerzése esetén a tulajdonosnak agrár egyetemi végzettséggel, vagy úgynevezett zöld diplomával kell rendelkeznie, melyet a tíz évfolyamos általános iskola után, öt éves szakképzéssel lehet megkapni.

Mivel az ágargazdaság minden területén a fejlődés rendkívül gyors, és nagyon fontosak azok a piaci, technológiai jellegű információk is, amelyek a versenyképesség megőrzését szolgálják, a folyamatos szakmai képzésnek nagy jelentősége van (*Budai-Sántha, 2001*).

Dolmány (1999) adatai azt mutatják, hogy ezekben az években tapasztalható alkalmazotti létszámcsökkenés időszakában az iskolai szakmai végzettségnek meghatározó szerepe volt a munkahely megtartásában. A mezőgazdasági munka jellege, elvárásai, a munkaterhelések rövid időintervallumon belüli változásai különösen felértékelik az adott munkahelyhez, telephelyhez közel élő, „helyben lakó” munkaerőt.

Magyarországon több tízezer vállalkozás áll a generációváltás küszöbén, ami jelentős kihívás elé állítja a cégvezetőket. Az utódlás sürgető kérdésében az agrárium az egyik leginkább érintett szektor, hiszen Magyarországon ebben az ágazatban a legmagasabb az első számú vezetők átlagéletkora. A fiatalabbak optimizmusa azonban jó hatással lehet a fejlesztési beruházásokra, ami hosszú távon a szektor versenyképességének javulását eredményezné⁵

A szakképzett munkaerő hiánya korlátozza a vállalatokat a kibontakozásban: csökkenti a bevételeket és jelentős hatással van a gazdasági növekedésre a Közép-Kelet-Európai

⁵ <https://www.agrarszektor.hu/agrarpenzek/kifakadtak-a-magyar-gazdak-kritikus-a-munkaerohiany-ebbol-meg-baj-lehet.15737.htm>

régióban. Az EU-n kívülről érkező bevándorlás szigorodó korlátozása nehezíti a problémát, mint ahogy az is, hogy a beáramló képzett munkaerő Nyugat-Európában és Oroszországban keres jövedelmezőbb munkalehetőségeket. A régió magánvállalkozásai kiélezett versenyben állnak a munkavállalókért azokkal a multinacionális vállalatokkal, amelyek nagyobb költségvetéssel és erősebb munkaadói branddel rendelkeznek. A régió demográfiai jellemzői – alacsony születési ráta, öregedő népesség és a gazdasági migráció – szintén súlyosbítják a helyzetet⁶

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálataink során szekunder adatbázisok (KSH) hazai munkaerő felhasználásra vonatkozó adatait használtuk fel. Az adatokat alapvető statisztikai módszerekkel elemeztük, ábráztuk, s segítségével számoltuk ki az eredményeket, és készítettünk a munkaerőgazdálkodásra vonatkozó részletes elemzést.

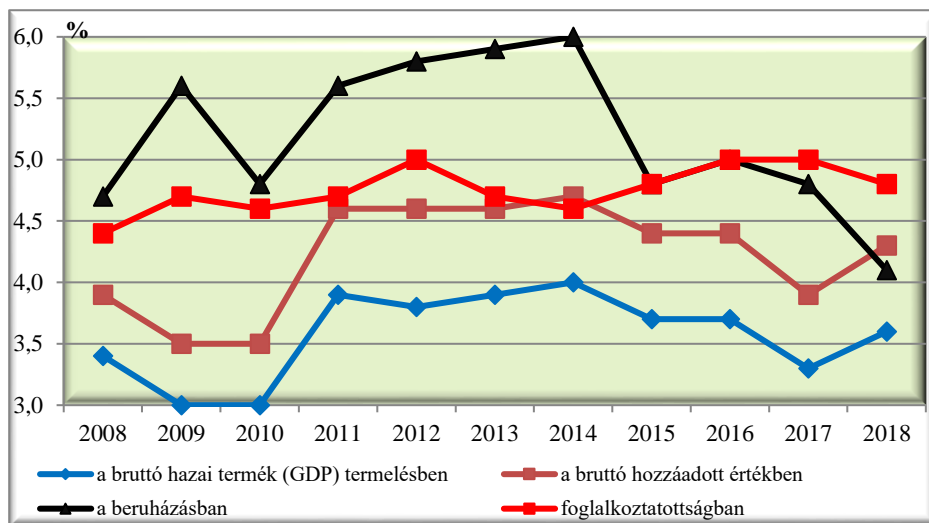
Vizsgálatainkkal célunk volt, hogy

- jellemezzük a mezőgazdasági vállalkozásokban foglalkoztatottak jelenlegi helyzetét;
- mindezek tükrében a jövőbeni fejlődési-fejlesztési lehetőségek figyelembevételével javaslatokat tegyünk.

EREDMÉNYEK

A hazai GDP bővüléséhez a mezőgazdaság jelentős mértékben hozzájárult. A mezőgazdaság a bruttó hazai termék (GDP) termeléséhez 3,6%-kal járult hozzá 2018-ban. A bruttó hozzáadott értékből 4,3%-ot adott az agrárium, a beruházásokban 4,1%, a foglalkoztatásban 4,8% volt az aránya. 2018-ban a mezőgazdaság kedvezően változtatta a nemzetgazdaság összeteljesítményét, a GDP bővüléséhez 0,2 százalékponttal járult hozzá (1. ábra)

⁶ <https://magyarmezogazdasag.hu/2019/07/31/munkaerohiany-evi-358-milliard-eurojaba-kerul-kozep-es-kelet-europai-vallalkozasoknak>

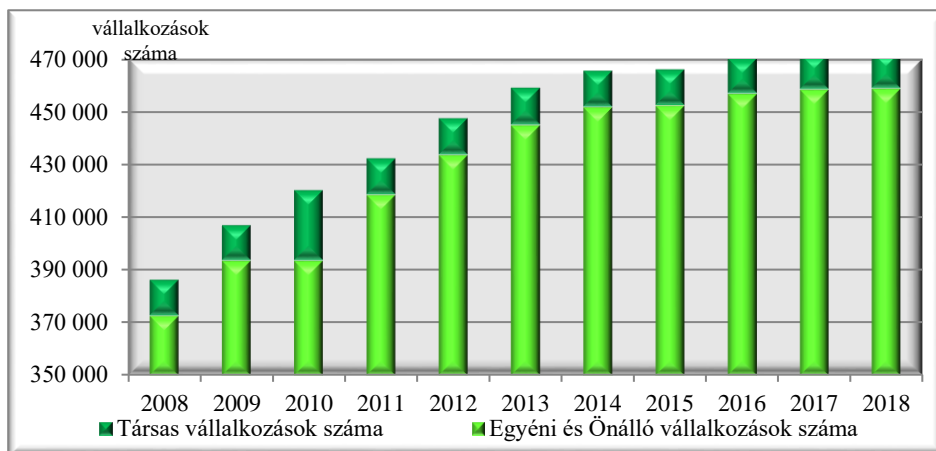


Forrás: Saját szerkesztés a KSH, A mezőgazdaság szerepe a nemzetgazdaságban (2017), KSH adatok

1.ábra: A mezőgazdaság szerepe a nemzetgazdaságban (2008-2018) (%)

Figure 1: The role of agriculture in the national economy

Magyarországon 2008-ban a működő vállalkozások 26,17%-a mezőgazdasági tevékenységet folytató vállalkozás volt, melyek száma 2008-2018 között folyamatosan emelkedett, 2018-ban már a vállalkozások 38,1%-a foglalkozott mezőgazdasági tevékenységgel. Ugyanakkor érdemes megjegyezni, hogy ha a vállalkozási formát vizsgáljuk, akkor az önálló- és egyéni vállalkozások dominálnak, s ezek száma évről évre ugyancsak növekedett. (2. ábra).

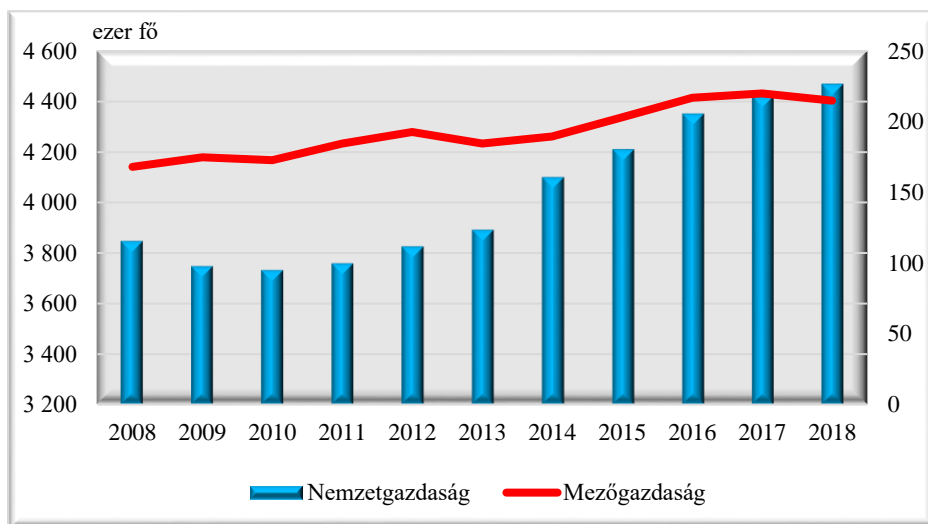


Forrás: Saját szerkesztés a KSH adatai alapján

2.ábra: A mezőgazdasági vállalkozások számának alakulása

Figure 2: The evolution of the number of agricultural enterprises

Az elmúlt 10 évben a mezőgazdaságban foglalkoztatottak száma az összes foglalkoztatotti létszámon belül 4,5-5% között változott. A mezőgazdaságban foglalkoztatottak létszámának változása nem követi a nemzetgazdasági trendet. Míg a nemzetgazdaságban 2008-2010 közötti csökkenés után folyamatos emelkedés figyelhető meg, addig a mezőgazdaságban foglalkoztatottak létszáma a vizsgált években hullámzóan változott, és 2018-ban csökkent az előző évhez képest 2,3%-kal (3. ábra). A bővülő foglalkoztatásból szinte alig vette ki a részét a mezőgazdaság, ami a munkaerőpiaci részesedésének csökkenését jelenti. A technológiai fejlődés, és a meglévő munkaerő kompetencia fejlesztése lehet a hatékonyságnövelés egyik kulcsa.



Forrás: Saját szerkesztés a KSH adatai alapján

3.ábra: A foglalkoztatottak számának alakulása

Figure 3: Evolution of the number of employees

A mezőgazdaságban foglalkoztatottak területi megoszlása követi az ágazati adottságokat. A vizsgált időszakban a munkaerő az Észak- és Dél-alföldi régióban koncentrálódik, 2018-ban az összes mezőgazdasági foglalkoztatottak 48,72%-a dolgozott ebben a két régióban, míg a Közép-magyarországi régióban csupán 6,1%-a. A mezőgazdasági foglalkoztatottak száma 2008-2018 között Budapesten folyamatosan csökkent, az Észak-alföldi régióban pedig jelentős növekedés figyelhető meg (1. táblázat).

1.táblázat: A mezőgazdaságban foglalkoztatottak száma régióként
Table 1: Number of people employed in agriculture per region

ezerfő

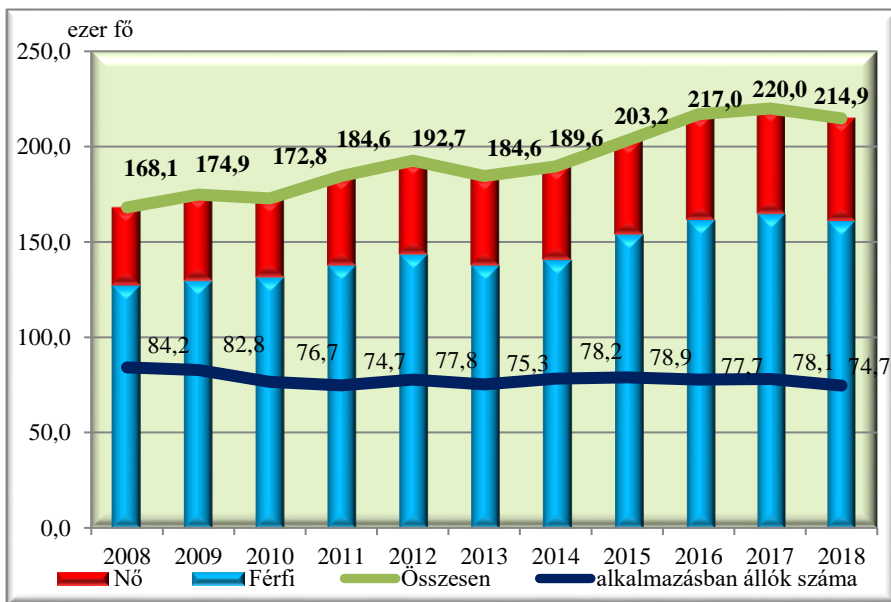
Év	Buda- pest	Pest megye	Közép- Dunántúl	Nyugat- Dunán- túl	Dél- Dunán- túl	Észak- Magyaror- szág	Észak- Alföld	Dél- Alföld
2008	3,2	8,7	19,6	17,3	21,2	15,6	34,9	47,5
2009	2,1	9,7	18,8	22,5	27,2	13,8	33,9	46,8
2010	1,7	10,6	18,9	20,4	27,2	15,2	35,6	43,3
2011	1,9	12,6	19,2	23,0	25,6	17,0	38,3	47,1
2012	3,8	13,6	18,8	22,9	26,0	19,5	43,0	45,1
2013	2,2	10,0	20,6	19,9	29,7	19,4	38,3	44,6
2014	3,1	9,2	21,8	18,7	29,2	16,5	41,1	49,9
2015	2,3	12,0	22,6	23,3	30,1	20,3	42,6	49,9
2016	1,1	9,6	23,7	24,3	31,1	21,5	43,5	62,3
2017	1,3	11,1	22,0	25,4	31,7	23,3	45,9	59,4
2018	1,3	11,8	22,7	25,6	26,9	21,9	48,3	56,4

Forrás: KSH (STADAT) - Idősoros éves, területi adatok - Társadalom

A mezőgazdasági foglalkoztatottak számának megoszlása, és az alkalmazottak számának alakulása a 4. ábrán látható. A mezőgazdaságban foglalkoztatottak jelentős része férfi munkaerő, míg a foglalkoztatottak közel harmada csak az alkalmazásban álló.

Foglalkoztatott az a személy, aki az év nagyobbik részében (a munkaerőfelmérés fogalma szerint: a megfigyelt héten) legalább heti egy órányi, jövedelmet biztosító munkát végzett, illetve rendelkezett olyan munkahellyel, ahonnan átmenetileg (betegség, szabadság – ideértve szülési szabadságot is – miatt) nem dolgozott. A gyermekgondozási díjban (gyed), gyermekgondozási segélyben (gyes) részesülők, illetve a nyugdíjasok nem tekintendők foglalkoztatottnak. Alkalmazásban álló az a munkavállaló, aki a munkáltatóval munkavégzésre irányuló jogviszonyban áll (2003-ig főállásban), s munkaszerződése, megállapodása alapján munkadíj ellenében munkavégzésre kötelezett. Az alkalmazásban állók statisztikai állományi létszáma magában foglalja a munkáltatóval munkavégzésre irányuló jogviszonyban álló személyeket, a munkából meghatározott okok miatt (szülési szabadság, gyes, gyed, sorkatonai szolgálat, betegség vagy fizetés nélküli szabadság miatt egy hónapot – 1998-ig három hónapot – meghaladó távollét) távollévők és a munkaszerződés szerint 60 munkaóránál rövidebb munkaidőben foglalkoztatottak kivételével.⁷

⁷ <https://www.ksh.hu/docs/hun/ agrar/html/fogalomtar.html>



Forrás: Saját szerkesztés a KSH adatai alapján

4.ábra: A mezőgazdasági foglalkoztatottak számának megoszlása, és az alkalmazottak számának alakulása

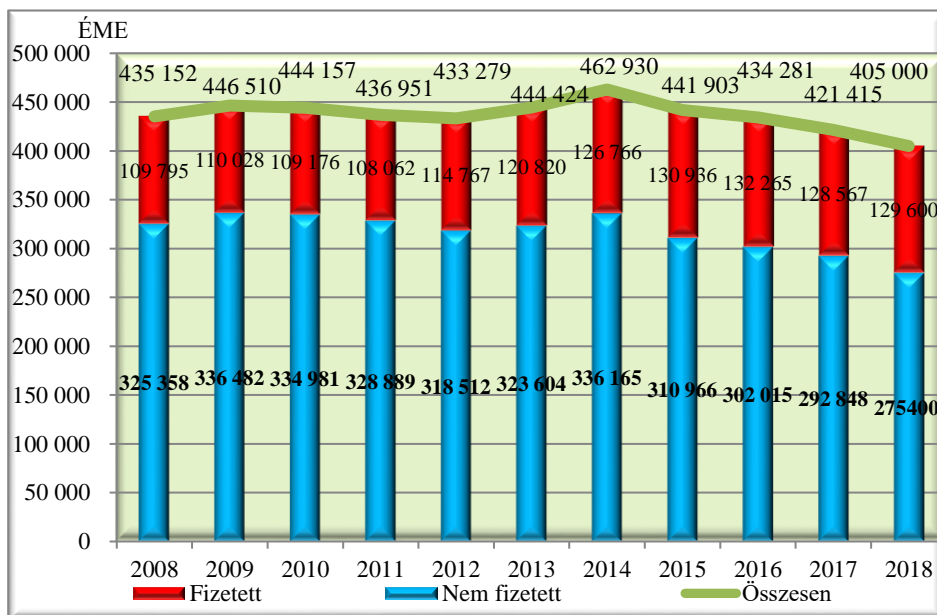
Figure 4: Distribution of agricultural employment and the evolution of the number of employees

A mezőgazdasági munkát végzők száma többféle értelmezéssel határozható meg, a munkaerő-felhasználás több, hiteles, nemzetközi módszertan szerint is számítható. A gazdasági szervezetekben foglalkoztatottak, alkalmazottak többnyire napi 8 órában végzik tevékenységüket, azonban az egyéni gazdaságokban nem ritka a napi néhány órás munkavégzés sem. Többek között ilyen okok vezettek az éves munkaerőegység (ÉME) fogalmának bevezetéséhez, ami a néhány órás munkavégzés teljes munkaidős munkavégzésre való átszámítását teszi lehetővé, összehasonlíthatóvá téve a gazdasági szervezetekben és az egyéni gazdaságokban végzett munka nagyságát. 1 ÉME = 1800 munkaórával egyenértékű. Az EU gyakorlata megkülönbözteti a fizetett és a nem fizetett munkavégzést is, utóbbi az egyéni gazdaságokban a háztartások tagjai által végzett mezőgazdasági munkát fedi. Az éves munkaerőegység jól használható a mezőgazdasági munka szerkezetének vizsgálatára, azonban nem alkalmas a nemzetgazdaság más ágakkal való összehasonlítására, ugyanis a munka mennyiségét és nem a munkát végzők számát fejezi ki. Munkaerő-ráfordításként a kiegészítő tevékenységként végzett mezőgazdasági munkával is elszámol, azaz a nem mezőgazdasági főtevékenységű foglalkoztatottak mezőgazdasági munkáját is figyelembe veszi. A más nemzetgazdasági ágakkal való összehasonlításra a valamennyi nemzetgazdasági ágra kiterjedő munkaerő-felmérés és az intézményi munkaügyi-statisztika szolgál. A lakossági munkaerő-felmérés sajátossága,

hogy csak részben, az intézményi munkaügyi-statisztika pedig egyáltalán nem számol az egyéni gazdaságokban végzett mezőgazdasági tevékenységgel.⁸

Az EU gyakorlatában megkülönböztetjük a fizetett és a nem fizetett munkavégzést is, ez utóbbi az egyéni gazdaságokban a háztartások tagjai által végzett mezőgazdasági munkát fedi. A fizetett munkaerő-felhasználásban elszámolt munkamennyiség értéke megfelel a mezőgazdasági számlarendszer "munkavállalói jövedelem" sorában elszámoltnak. A közölt eredmények a gazdaságszerkezeti összeírás, az intézményi munkaügyi statisztika és a munkaerő-felmérés adatain alapulnak.⁹

A mezőgazdaságban a munkaerő-felhasználás 2018-ban 405.00 ÉME volt, ami azt jelenti, hogy a mezőgazdasági tevékenység végzése 2018-ban annyi időt kötött le a nem fizetett és az időszakos munkavégzést is fegyelembé véve, mintha 405.000 fő egész évben teljes munkaidőben dolgozott volna. A munkaerő-felhasználás szerkezetét vizsgálva megállapítható, hogy a nem fizetett munkaerő-felhasználás (ami az egyéni gazdaságokra jellemző) minden évben közel harmada a teljes munkaerő-felhasználásnak (5. ábra). Ugyanakkor megfigyelhető, hogy 2016-tól a nem fizetett munkaerő-felhasználás csökkent, mely azt jeleníti, hogy egyre több olyan vállalkozás van, ahol fizetett munkaerőt alkalmaznak.



Forrás: Saját szerkesztés a KSH adatai alapján

5.ábra: A mezőgazdasági munkaerő-felhasználás alakulása

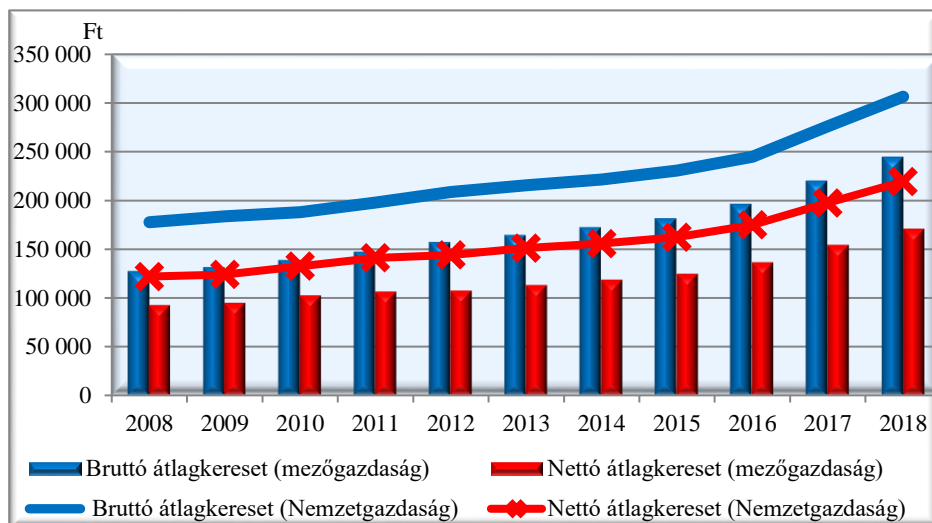
Figure 5: Evolution of agricultural labour consumption

⁸ <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mezo/mezoszerepe17.pdf>: A mezőgazdaság szerepe a nemzetgazdaságban, 2017

⁹ <http://www.ksh.hu/docs/hun/modszgyors/mszmodsz13.html>

A keresetek alakulása

Egy ágazatban a foglalkoztatottak számát, annak alakulását nagymértékben meghatározza az ágazatra jellemző bérviszonyok. A vizsgált időszakban (2008-2018) a mezőgazdaságban foglalkoztatottak átlagkeresete folyamatosan növekedett. Azonban, ha összehasonlítjuk a nemzetgazdasági átlagkereset alakulásával látható, hogy minden évben alatta van. 2008-ban a mezőgazdaságban dolgozók nettó átlagkeresete a nemzetgazdasági átlagkereset 75,45%-a volt, 2018-ban pedig 77,49%-a. A különbség évről évre csökkent, de sajnos még mindig jelentős különbség van. (6. ábra). Ez azt támasztja alá, hogy kereset szempontjából sem a legvonzóbb terület a mezőgazdaság, s ez szintén lehet egyik oka a munkaerő piaci relatív részesedés vesztésnek. Bérnövekedés csak hatékonyságnöveléssel, tudás és technológia intenzív fejlesztésekkel érhető el. Ugyanannyi munkaerő több eredményt, vagy kevesebb munkaerő ugyanannyi eredményt ér el a mg-i termelésben.



Forrás: Saját szerkesztés a KSH adatai alapján

6.ábra: Az átlagkeresetek alakulása
Figure 6: Evolution of average earnings

THE HUMAN RESOURCES SITUATION IN DOMESTIC AGRICULTURE

LÁSZLÓ TAMÁNDL¹ - ÉVA SZALKA²

Széchenyi István University

¹Kautz Gyula Faculty of Economics

²Faculty of Agricultural and Food Sciences

SUMMARY

Human resource management is very important for agriculture. Ensuring an adequate level of human resources is one of the pillars of the sector's efficient operation. This is one of the areas of the Hungarian economy that is constantly facing a shortage of labor.

Three different statistics provide information on the labor changing use in agriculture. Two of these, the Labor Force Survey and the Institutional Labor Statistics, cover the national economy as a whole, allowing comparisons between sectors of the national economy. In contrast with the previous two, the third statistic, the Agricultural Accounts System (MSZR), takes into consideration the specific features of the sector, the high proportion of part-time and non-paid (family) labor in agriculture.¹⁰

Based on the evaluation of the data of the Hungarian Central Statistical Office, the number of employed people in Hungarian agriculture changed during the checked period, decreasing to 2018, which could endanger the living standards and the ability of living in rural areas. It can be stated that the focus of the coming years may be on ensuring an adequate level of qualified human resources, technological development and farm modernizations. Lack of any of these factors will may have major limitations in economy and enterprise development.

Research also clearly points out that human resources and their conscious development can be a competitive advantage for the farmer and the industry, which can be complemented by the spread and use of ICT. precision farming. This may partly help human resources problems and guides the sector towards efficiency.

The Digital Agenda of Hungary emphasizes the development of the digital competence of the agricultural operators in terms of human resources and making available digital agricultural consultations to farmers. Due to the current position of the Hungarian agricultural economy, quality vocational education, higher education and further education are great importance. The measures set out in the Digital Strategy may provide an appropriate response to existing problems: the "Smart Farmer Program", the development of school-based vocational training, the training of agro-informatics and consultants in higher education, the creation of necessary curricula and the establishment of higher education innovation centers. In addition, young people need to know and appreciate this specialization and profession, and to develop a career model across all

¹⁰ B/1360. számú jelentés az Agrárgazdaság 2017. évi helyzetéről

fields of agriculture. These could help to decide more and more people to look for a job in the area.

Keywords: human resources, agricultural employment, salary.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését a EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú „Innovatív tudományos műhelyek a hazai agrár felsőoktatásban” című projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

IRODALOMJEGYZÉK

B/1360. számú jelentés az Agrárgazdaság 2017. évi helyzetéről

Bakacsi Gy. (2010): A szervezeti magatartás alapjai. Aula Kiadó, Budapest.

Budai-Sántha A. (2001): Agrárpolitika – vidékpolitika. A magyar agrárgazdaság és az Európai Unió. Tér és Társadalom, Évf. 15. 1.sz.

Buzás Gy. (2001): A gabonatermesztés szervezése és ökonómiája. In.: Mezőgazdasági Üzemtan, II. Szerk.: Pfau-Széles, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.

Dolmány F. (1999): Az átalakulás hatása a foglalkoztatott munkaerő minőségére. Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok, Debrecen.

Dudek, M. – Chmielinski, P. – Karwat-Woznaiak, B. – Wrzochalska, A. (2014): Human capital in the structural transformation process of rural areas and agriculture. Institute of Agricultural and Food Economics – National Research Institute Warsaw.

Ehretné Benczi I. – Hamza E. – Rácz K. (2015): A munkaerőfelhasználás jellegzetességei a zöldség-gyümölcs ágazatban. Zöldség-Gyümölcs Piac és Technológia, 2. 7-9 pp.

Hamza E. – Rácz K. – Juhász A. – Bíró Sz. (2016): A humán erőforrás helyzete a hazai élelmiszer-gazdaságban. Gazdálkodás, 60. évf. 3. szám 181-199p.

Hantos K. (2001): Dán kézben. HVG, 43. Budapest.

Kapronczai I. (szerk.) (2002): A magyar mezőgazdaság az adatok tükrében a rendszerváltozás után. Agrárgazdasági Tanulmányok 5. szám, Budapest, 33-42. o.

Karácsony P.-Orbán J. (2006): A magyar agrárfoglalkoztatottak számának alakulása az ezredfordulón, PKJE Szemle, Nagyvárad, Románia.

Nemeskéri Gy. - Fruttus I. L. (2001): Az emberi erőforrás fejlesztésének módszertana, Ergofit Kft.

Széles Gy. (2001): Az állattenyésztő ágazatok szervezése és ökonómiája. In.: Mezőgazdasági Üzemtan, II., Szerk.: Pfau-Széles. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.

Tóth E. (1993): Az agrárfoglalkoztatás helyzete, feszültségei és a változás kérdőjelei. Gazdálkodás, Gyöngyös, 37. évfolyam, 3. szám.

Tóth E. (2000): A foglalkoztatási jogviszony és a szociális juttatások módosulása. Agrárgazdasági Tanulmányok, 12. Budapest.

<https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2017/04/gazdasag/a-videki-megelhetes-egyik-alapveto-forrasa-ma-is-a-mezogazdasag>

<https://www.agrarszektor.hu/agrarpenzek/kifakadtak-a-magyar-gazdak-kritikus-a-munkaerohiany-ebbol-meg-baj-lehet.15737.htm>

<https://magyarmezogazdasag.hu/2019/07/31/munkaerohiany-evi-358-milliard-eurojabakerul-kozep-es-kelet-europai-vallalkozasoknak>

<https://www.ksh.hu/docs/hun/agrar/html/fogalomtar.html>

<https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mezo/mezoszerepe17.pdf>: A mezőgazdaság szerepe a nemzetgazdaságban, 2017

<http://www.ksh.hu/docs/hun/modszgyors/mszmodsz13.html>

<http://repo.aki.gov.hu/3127/>

<https://www.kormany.hu/download/3/fb/a1000/Magyarország%20Digitális%20Agrár%20Stratégiája.pdf>

A szerző címe – Adress of the author:

Tamándl László

Széchenyi István Egyetem

Kautz Gyula Gazdaságtudományi Kar

9026 Győr, Egyetem tér 1.

E-mail: tamandl@sze.hu

Szalka Éva

Széchenyi István Egyetem

Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

9200 Mosonmagyaróvár Vár tér 2.

E-mail: szalka.eva@sze.hu

SZEMLE



A NAPRAFORGÓ GYOMIRTÁSA

SZÁNTÓ ZOLTÁN

BASF Hungária Kft.

ÖSSZEFOGLALÁS

Magyarország legnagyobb területen termesztett olajos növénye a napraforgó, maga 610-660 ezer hektáros vetésterületével. A hazai napraforgó termelők 2017-ben (BASF Hungária Kft. és Market Insight által végzett piackutatás eredményei alapján) még mindig a gyomirtást nevezték meg az egyik legnagyobb kihívásnak, annak ellenére, hogy a napraforgó terület 96%-át már herbicid toleráns hibridek foglalják el. A cikk összefoglalja a napraforgó gyomszabályozási technológiáit, kiemelt hangsúlyt fektetve a posztemergens gyomszabályozási technológiákra.

BEVEZETÉS

A napraforgó a világ negyedik legfontosabb olajnövénye. Olaját már az ókorban és a középkorban is használták gyógyászati és egyéb kiegészítő célokra. Napjainkban világszinten vetésterülete meghaladja a 30 millió hektárt. Fő termelő országok: Oroszország, Ukrajna, India, Argentína, Kína. Európában a fő termelők: Franciaország, Románia, Magyarország, Spanyolország.

A 2019-es évben 610 000 hektáron vetettek Magyarországon napraforgót, ezzel a legnagyobb területen termesztett, legjelentősebb olajnövényünk. A napraforgó termesztésének egyik legnagyobb kihívása a gyomproblémák leküzdése. A hazai napraforgó termelők 2017-ben (BASF Hungária Kft. és Market Insight által végzett piackutatás eredményei alapján) még mindig a gyomirtást nevezték meg az egyik legnagyobb kihívásnak, annak ellenére, hogy a napraforgó terület nagy részét már herbicid toleráns hibridek foglalják el. A napraforgó egyik legmeghatározóbb

gyomnövénye az ürömlévelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*). A napraforgó gyomnövényei között az első helyen szerepel és 10 db/m² fertőzöttség akár közel 40 %-os termés kiesést okozhat. A hazai termelők, országos viszonylatban tekintve a parlagfű fertőzését tekintik a legnagyobb problémának.

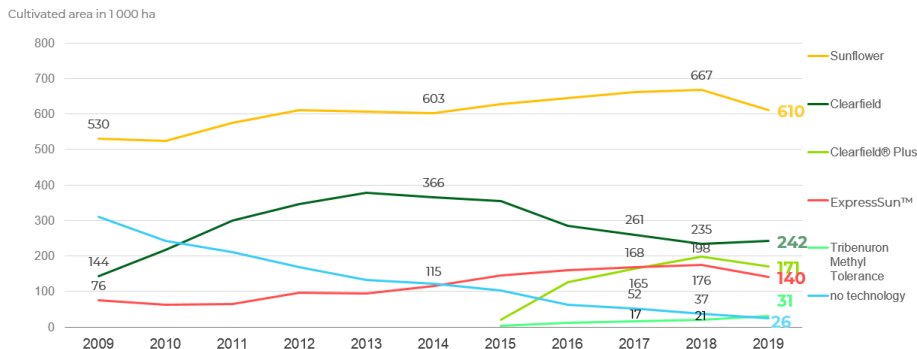
IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A napraforgó származása, terjedése

A mai napig kihívást jelent a napraforgó pontos géncentrumának, géncentrumainak meghatározása. A jelenleg ismert kutatások alapján valószínűsíthető, hogy termesztését és szelekcióját az Amerikai őslakó indiánok kezdték meg, nekik sikerült először egytányérú típusokat előállítani. Az első fellelhető irodalmi források lapján a napraforgó származási helye Peru (*Szendrő, 1980*). *Dodonaeus* (1559, 1583) munkáiban a növényt "Peru aranyvirágának" nevezte, valószínűleg ebből adódóan *Linné* (1753), és *De Candolle* (1836) is szintén Perut tekintik a napraforgó származási helyeként. Krisztus előtt 3000-ből is találtak kultúrforma termelésével kapcsolatos leleteket Arizonában és Új Mexikóban. DNS- szekvencia-vizsgálatokkal már molekuláris szinten is igazolást nyert, hogy a napraforgó Észak-Amerika középnyugati részéről származik (*Rieseberg-Seiker, 1990*). A napraforgó Európába érkezését tekintve sem egységesek az álláspontok, különböző irodalmak a spanyolokat, míg mások az angolokat, valamint a franciákat említik a növény behozatalával összefüggésben.

Első európai megjelenését 1560-as években a spanyol királyi kertben jegyezték fel, később 1570-es 1580-as években már Belgiumban is megtalálható volt. Eleinte főként szép virágzata és esztétikai értéke miatt a kertészek, mint dísnövényt tartották számon. Az Európai megjelenését követően mintegy 250 évig csak dísnövényként történő alkalmazása volt jellemző. Másodlagos géncentruma az Orosz-Ukrán alföldön alakult ki, ezzel együtt megkezdtek az európai nemesítését és termesztését is. Figyelem középpontjába került az olajtartalma, az 1860-as évektől már végeztek olajtartalom alapján történő válogatást. Vetésterülete intenzív növekedésbe kezdett, melyet a napraforgó szádon (*Orobanche spp.*) állított meg. A károsító megjelenését követően ellenálló fajták nemesítésébe kezdtek és az eredményes munkának köszönhetően a vetésterület ismét további növekedésnek indult (*Alex, 1977*). A vetésterület (*I. ábra*) folyamatos növekedésével párhuzamosan a köztermesztésben a szabadelvirágzású fajtákat

fokozatosan kiszorították a nagyobb terméspotenciállal és jobb betegség toleranciával rendelkező napraforgó hibridek.



Forrás: Kleffmann piackutatás 2019.

1.ábra: A napraforgó vetésterülete Magyarországon (ezer ha) 2009-2019.

Figure 1 The area of sowing of sunflower in Hungary (Thousand ha) is 2009-2019.

Napjainkban a napraforgó nemesítésében a prioritást már nem a terméspotenciál növelése jelenti. Jelenleg a kórokozókval szembeni rezisztencia kialakítása (PR, RM) és a herbicid ellenállóságért felelő génekkel rendelkező hibridek (IMI, SU) nemesítése jelentik a fő irányvonalakat.

A napraforgó rendszertana

A napraforgó (*Helianthus annuus L.*) napjainkban elfogadott rendszertana alapján a *Angiospermatophyta* törzs *Dicoyledonopsida* osztályának *Rhoeadales-Asterales* ágazatába, ezen belül az *Asterales* rend *Asteraceae* családjának *Asteroideae* alcsaládjába tartozó *Helianthus* nemzetségébe tartozik (Frank, 1999). A *Helianthus* nemzetségben számos faj található, melyek közül is az egyik legfontosabb a *Helianthus annuus L.*, a napraforgó. Egyes vad *Helianthus*-fajok keresztezhetők a köztermesztésben is használt napraforgóval, ezeket elsősorban a rezisztencianemesítés során használják. Tovább boncolva a rendszertant további négy szekcióra bonthatjuk. Ezek között található vadalanysok is, melyek a rezisztencia nemesítésben jutnak fontos szerephez (Pepo, 2005.)

*1.táblázat: A napraforgó rendszertana**Table 1: The taxonomy of sunflowers*

Törzs	Angiospermatophyta
Osztály	Dicotyledonopsida
Ágazat	Asterales-Roheadales
Rend	Asterales
Család	Compositae
Alcsalád	Asteroideae
Nemzetség	Helianthus
Faj	Helianthus annuus L.

Forrás: Frank, 1999.

A *Compositae* családba mintegy 27500 fajt tartunk számon, a családba tartozó fajok morfológiailag, virágzásbiológiailag és növénykémiaiailag jól elkülöníthetőek. Magyarországon a közel 27500 fajból 240-250 faj található meg.

A napraforgó morfológiája

A napraforgó egyéves, általában el nem ágazó hajtású, lágyszárú növény. Köztermesztés szempontjából az el nem ágazó hajtású, erős szárú és nagy fészekvirággal rendelkező fajták ideálisak.

Gyökérzete főgyökér rendszer, mely 2-3 méter mélyen hatol a talajba, oldalgyökérzete kiterjedt. Az erős orsó alakú 20-80 cm hosszú főgyökér rendszerből a főgyökér teljes hosszában elsőrendű oldalgyökerek találhatóak. Az elsőrendű oldalgyökerekből másod- illetve harmadrendű oldalgyökerek indulnak ki. Kiterjedt gyökérzetének köszönhetően a talaj nedvességtartalmát nagyon jól tudja hasznosítani. A fiatal gyökerek halvány sárga színűek, később barna színűvé válnak. A gyökér a vegetáció végéig folyamatosan növekszik.

Szára erőteljes a fejlődés kezdetén dudvaszerű, később elfásul. felülete serteszőrökkel fedett. A szár hossza összefüggésben van a tenyészidővel, általában a hosszabb tenyészidejű fajták, illetve hibridek magasabb szárral rendelkeznek. A szár magassága 50-300 cm között változik, a köztermesztésben használt hibridek esetében a 120-180 cm jellemző. A vegetációs időszak elején fellépő abiotikus stressz hatására a növény

elágazási hajlama fokozódhat. A száron végig található levelek hosszú nyélből és szív alakú, elhegyesedő levéllemezből állnak. Az alsó 3 pár levél átellenes, a felsőbb levelek szórt állásúak. A levelek száma növénymagasságtól függően 12-40 között változik. A levélszámot befolyásolják ezen túl a termesztési feltételek, genetikai tulajdonságok és az ökológiai feltételek.

Virágzata: a napraforgó tányér alakú összetett fészkes virágzata 600-1200 egyszerű virágból áll. A virágok kétfélek nyelvés- és csöves virágok. A csöves virágok jellemzője, hogy hímnősek, fertilisek. A napraforgó főként idegentermékenyülő növény, a rovarbeporzás jellemző. A virágzás a tányér szélétől kezdődik és a tányér közepe felé folyamatosan halad. A virágzás időtartama 4-7 napig tart.

Termése kaszattermés, mely magból és az azt körülvevő fel nem nyíló terméshéjből áll. Fontos jellemzője a héj:bél arány, mely a hagyományos fajták esetében 70:30 %, az új nagy olajtartalmú fajták esetében ez az arány 85:15%. A kaszatok mérete a tányér közepe felé haladva folyamatosan csökken. Azon fajtáknál, melyeknél a héjban fekete fitomelán réteg található, ennek a rétegnek köszönhetően a napraforgómollyal szemben ellenállóak (Romhány *et al.*, 2010).

A napraforgó termesztéstechnológiája

A napraforgó melegigényes növény, a teljes tenyészideje folyamán effektív hőösszeg igénye fajtától függően 1900-3000 °C. Vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a kaszattejődés idején jelentkező tartósan magas hőmérséklet negatív hatással van az olajtartalomra. A talaj vízkészletét nagyon jól hasznosítja a viszonylag magas (470-750 liter/1 kg szárazanyag) transpirációs koefficiense ellenére. A tenyészidőszak során, főleg annak első felében lehullott 300 mm csapadék már elegendő a növény vegetációs igényének biztosítására, természetesen ideális esetben ennél több (500 mm) csapadék megfelelő számára. A vetés megkezdéséhez 4-6 cm vetésmélységben tartósan 7-10 °C talajhőmérséklet szükséges, de az egyöntetű csírázáshoz a talaj 11-12 °C hőmérséklete az optimális. A vegetatív fejlődés optimuma a növény fejlődésének kezdetén 15 °C, később a virágzás idején 20-22 °C (Láng, 1976).

Vetésforgóban a helyét több szempont határozza meg, melyek közül egyik legfontosabb, hogy növénykórtani okokból önmagát követően 5-6 évig ne termeljünk napraforgót az adott területen. Másik fontos tényező az elővetemény megválasztása.

Előveteményeit jó, közepes és rossz csoportokba soroljuk. Nem ajánlott előveteményei a gyökér és gumós növények, például a Solanaceae családba tartozó (paradicsom, burgonya, dohány) növények, valamint a cukorrépa sem. Jó előveteményei a talajt gyommentes állapotban hátrahagyó kalászos kultúrák, valamint a csemegekukorica. Közepes előveteménynek számít a kukorica és cirok. Rossz előveteményei a pillangósok, hüvelyesek mivel a talaj nitrogénkészletét a napraforgó számára túlzott mértékben megemelik és így a szükségesnél magasabb N felvétel miatt laza epidermisz- és parenchimaszövetek alakulnak ki. A laza szövetek következtében a kórokozók fellépése jelentősebb lehet. Közös betegségeik miatt (pl. *Sclerotinias* spp.) szintén nem ajánlott sűrű forgóban termesztani káposztarepcével és szójával.

Talajigényét tekintve a mezőségi, réti vagy barna erdőtalajok kedvezőek számára, de szinte az ország területén mindenütt eredményesen termesztethető. Talaj előkészítés során figyelembe kell vennünk, hogy a napraforgó igényes a jól előkészített magágyra. Mint már szó volt róla jó előveteményei a nyár végén lekerülő kalászosok, melyek után van idő optimális időben elvégezni az őszi mélyszántást (28-30cm) és fontos hogy azt le is tudjuk zárni. Amennyiben a szántás elmunkálása ősszel nem történt meg, tavasszal a legkorábbi időpontban érdemes elvégezni a talaj nedvességtartalmának megőrzése érdekében. A magágy-készítéssel egy menetben elvégezhetjük a presowing (vetés előtt) herbicidek, illetve az alap N műtrágya bedolgozását.

Tápanyagellátását napjainkban elsősorban műtrágyázás segítségével oldják meg. Tavasszal gyakorlat a nitrogén műtrágya magágy készítés előtt történő kijuttatása. Fontos, hogy a kijuttatott tápanyag mennyiségét előzetes tápanyagvizsgálatok és a termőhelyi adottságok figyelembevételével határozzuk meg, mert hasonlóan a pillangós előveteményeknél már részletezett túlzott nitrogén mennyiségből eredő kórtani problémákhoz, a túlzott nitrogén műtrágyázás következtében is azonos tüneteket tapasztalhatunk. Foszfor hiány esetén a léha kaszatok száma megnő, illetve kevésbé tudnak kitelni a kaszatok. Kálium hiány kialakulása esetén a napraforgó érzékenyebbé válik a szárazságra.

2.táblázat: 1 tonna kaszattermés eléréséhez szükséges tápanyagmennyiség

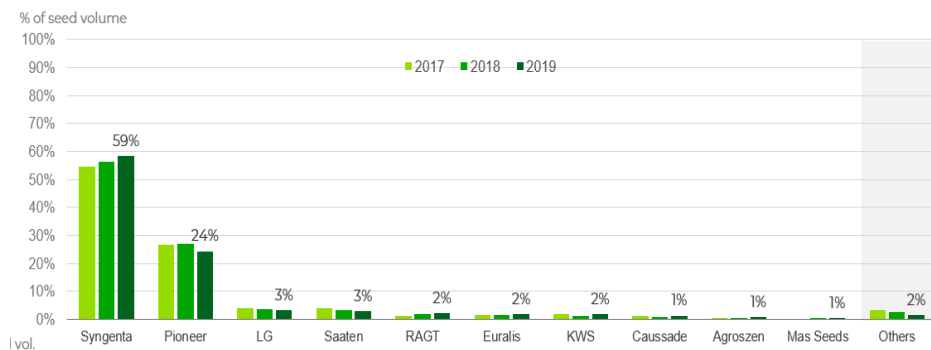
Table 2: Quantity of nutrients required to achieve 1 tonne of

Megnevezés	Tápanyagmennyiség
Nitrogén (N)	41 kg/t
Foszfor (P ₂ O ₅)	30 kg/t
Kálium (K ₂ O)	70 kg/t
Mész (CaO)	24 kg/t
Magnézium (MgO)	g/t

Forrás:Fülek, 1999.

A napraforgó vetésideje a korábbi gyakorlatban 1-2 héttel megelőzte a kukorica vetésidejét, viszont inkább a talajhőmérséklet határozza meg. A napraforgó számára ideális a magágy mélységében a talaj tartós 11-12 °C hőmérséklete. Vetésidő kísérletek adatai alapján a túl korai és megkésett vetések következtében 5-20% közötti termésvesztéssel számolhatunk. Vetésére a napjainkban kukorica vetésére is használatos szemenkénti vetőgépek alkalmasak. Sortávolsága 70-76,2 cm a vetőgép típusától függően, vetésmélysége 5-8 cm talajtípustól függően. A kivetendő tőszámot elsősorban a talajtípus, hibrid és a termesztés célja határozza meg, ezek figyelembe vételével az 55-60 ezer hektáronkénti tőállomány kialakulására törekszünk.

Fajtahasználat tekintetében elsődleges a termesztési irány (olaj, étkezési, madáreleség, stb.) meghatározása. Fontos ismernünk a területünk gyomösszetételét és a növényvédelmi kapacitásunkat, hiszen rendelkezésünkre állnak mind a HO (magas olajsavas), mind az LO (alacsony olajsav tartalmú) hibridek között különböző posztemergensen is gyomirtható napraforgó hibridek, melyek nagyobb mozgásteret biztosítanak gyomszabályozás tekintetében (Romhány *et al.*, 2010).



Forrás: Kleffmann piackutatás 2019.

2.ábra: Fajtatulajdonosok piacrész változása Magyarországon 2017-2019.

Figure 2: Varietal owners change in the market part in Hungary 2017-2019.

Növényápolási munkáit tekintve legnagyobb kihívást a gyomszabályozás jelenti. A napraforgó korai fejlődési stádiumában széles sortávolságából adódóan is gyenge gyomelnyomó képességgel rendelkezik. A herbicidekkel történő gyomszabályozás mellett a napraforgó növény 40-50 cm-es növénymagasságáig rendelkezésünkre áll a sorközművelő kultivátorral történő mechanikai gyomszabályozás lehetősége. Az 50-60 cm-t meghaladó állomány már jó gyomelnyomó képességgel rendelkezik. Herbicidekkel történő gyomszabályozásra az úgynevezett PPI, PRE, PREPOST és POST gyomirtási technológiák és ezek kombinációi állnak rendelkezésünkre.

Rovarok tekintetében elsősorban a talajlakó kártevők jelentenek nagyobb veszélyt, ellenük csávázással és talajfertőtlenítéssel tudunk védekezni. Növénypatogén gombák ellen szintén a csávázás és fejlett állományban permetezéssel védekezhetünk. Általános problémát jelentenek kelés után a szikleveles növényeket támadó barkó fajok, különösen a neonikotinoidos csávázó szerek korlátozása óta. Helyileg és időjárási viszonyok függvényében jelentősebb kárt okozhatnak még rajta levéltetvek és poloska fajok.

A napraforgó érését a tányér szegélyén lévő pikkelylevelek törékennyé válása jellemzi. Az érés során a kaszatok vízleadása a tányér vízleadásánál gyorsabban történik, ebből adódóan az állományszárítás (deszikkálás) alkalmazásával tudjuk elérni a betakarításhoz megfelelő állapotot.

A betakarítást gabonakombájnok segítségével végezzük, melyek speciális napraforgó betakarító adapterekkel vannak felszerelve. Fontos, hogy amennyiben a betakarított kaszatok nedvességtartalma meghaladja a 8-9%-ot, akkor szárítani szükséges. A szárítást

40-60 °C-on végezzük. Amennyiben magasabb nedvesség tartalommal történik a betárolás, a termény befülledhet, avasodhat, valamint szélsőséges esetekben öngyulladás is kialakulhat (Romhány *et al.*, 2010.).

A gyomnövény fogalma

Minden olyan növényt, növényi részt, mely a természeti kívánt kultúrától eltér, akár vetettük, akár nem, gyomnövénynek tekintünk. A gyomnövények legtöbbször a kultúrnövénynél jobb ökológiai alkalmazkodó képességgel rendelkeznek, ebből adódóan gyérítésük nehéz. A gyomok között megkülönböztethetünk valódi és relatív gyomokat. A valódi gyomnövény például napraforgóban a csattanó maszlag, míg relatív gyom a cukorrépában a napraforgó. A termesztett kultúrában a gyomnövények jelenléte több szempontból is káros, elvonják a növény számára hasznos tápanyagot, árnyékolnak, élősködhetnek. Közvetett módon is károsak lehetnek, mint például kártevők és kórokozók köztes gazdái, betakarítást követően rontják a szárítás hatásfokát, stb.

A napraforgó legfontosabb gyomnövényei

Napraforgó esetében legnagyobb mértékben a T₃-as és a T₄-es életformába tartozó egyes kétszikű fajok fordulnak elő, illetve néhány G₁-es és G₃-as csoportba tartozó faj (Reisinger, 1977). A jelenleg rendelkezésünkre álló herbicides technológiák alapján különbséget teszünk könnyebben és nehezebben irtható gyomnövények között. A könnyebben irtható csoportba soroljuk az *Amaranthus spp.*, *Chenopodium spp.*, *Polygonum spp.*, a *Raphanus raphanistrum* és a *Sinapis arvensis* fajokat. Magról kelő egyszikűek közül könnyebb a védekezés a *Panicum spp.*, *Echinochloa crus-galli* és a *Setaria spp.* ellen. Magyarországon legnagyobb tömegben előforduló gyomnövény napraforgóban az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*), melynek jelentős gazdasági kártétele mellett humán egészségügyi, allergén hatása is jelentős. Kompetíciós kísérletek alapján megállapítható, hogy 10 db/m²-es *Ambrosia artemisiifolia* borítottság 37%-os termésvesztést okoz, míg az *Abutilon theophrasti* esetében 10 db/m²-es borítottság esetén 34-37 % volt a termésvesztés aránya (Dávid *et al.* 2006).

Évelő kétszikűek, mint például a *Cirsium arvense* és a *Convolvulus arvensis* kevésbé gyéríthető napraforgóban, az ellenük való védekezést az előveteményben, vagy annak betakarítását követően tudjuk hatékonyan elvégezni.

3.táblázat: Leggyakrabban előforduló gyomnövények és borítottságuk, napraforgóvetésekben

Table 3. Most commonly occurring weeds and their calves, sunflower crops

Rangsor	Magyar név	Tudományos neve	Átlagosborítása (%)
1.	Parlagfű	<i>Ambrosia Artemisiifolia</i>	9,99
2.	Fehér libatop	<i>Chenopodium album</i>	5,99
3.	Apró szulák	<i>Convolvulus arvensis</i>	3,68
4.	Olasz szerbtövis	<i>Xanthium italicum</i>	2,37
5.	Kakaslábfű	<i>Echinochloa crus-galli</i>	2,28
6.	Mezei aszat	<i>Cirsium arvense</i>	2,24
7.	Vadköles	<i>Panicum miliaceum</i>	2,22
8.	Fakó muhar	<i>Setaria pumila</i>	2,12
9.	Tarackbúza	<i>Elymus repens</i>	1,65
10.	Varjúmák	<i>Hibiscus trionum</i>	1,29
11.	Csattanó maszlag	<i>Datura stramonium</i>	1,2
12.	Lapulevelű keserűfű	<i>Persicaria lapathifolia</i>	1,14
13.	Mezei zsúrló	<i>Equisetum arvense</i>	1,08
14.	Madárkeserűfű	<i>Polygonum aviculare</i>	0,84
15.	Szulákkeserűfű	<i>Fallopia convolvulus</i>	0,74
16.	Szőrös disznóparéj	<i>Amaranthus retroflexus</i>	0,72
17.	Pirók ujjasmuhar	<i>Digitaria sanguinalis</i>	0,59
18.	Selyemmályva	<i>Abutilon theophrasti</i>	0,57
19.	Sövényeszulák	<i>Calystegia sepium</i>	0,57
20.	Hamvas szeder	<i>Rubus Caesius</i>	0,5

Forrás: Pinke és Karácsony 2011.

A napraforgó gyomszabályozása

A gyomszabályozás a gyomok negatív hatásának minimalizálása és a termesztés optimalizálása érdekében végzett rendszerszemléletű megközelítés, melynek fontos szerepe van a prevenciónak. Az ökonómiai küszöbérték, olyan gyomsűrűséget jelent, ahol a védekezniünk kell, a gyomok ökonómiai kártételének megelőzése érdekében. Abban az esetben, amikor a gyomnövény populáció szint eléri azt a volument, hogy a kultúrnövény már károsodik, kártételi küszöbértékről beszélünk. Kártételei küszöbérték esetén még nem indokolt a védekezési eljárás megkezdése. A gyomszabályozás legfőbb célja, hogy megelőzzük a szaporító képletek képződését, a gyomok kelését, valamint minimalizáljuk a kultúrnövény-gyom kompetícióját (*Berzsenyi 2000*).

A napraforgó gyomirtását és az alkalmazandó technológia megválasztását több tényező befolyásolja, ezek közül a legfontosabbak:

- Terület kiválasztása
- Elővetemény gyomirtása
- A talaj szervesanyag tartalma, kötöttsége
- A terület gyomösszetétele
- Csapadékviszonyok
- Talajművelés módja, minősége
- Tervezett tőszám
- Vetés ideje
- Gépkapacitás, gépek beállítása
- Csatlakozósorok pontos betartása
- Sorközművelés lehetősége
- Állományszárítás
- Betakarítás
- Tervezett utóvetemény megválasztása

Az agrotechnikai gyomszabályozás lehetőségei

Minden növénykultúra esetében, de a napraforgónál kimondottan fontos, hogy okszerű agrotechnikai módszerek alkalmazásával igyekezzünk a gyomnövények mennyiségét és

összetételét csökkenteni. Törekednünk kell, hogy minden olyan tényezőt figyelembe vegyünk és alkalmazzunk, mely a kultúrnövény kompetícióját erősíti a gyomokkal szemben. Az agrotechnikai védekezés során az első és egyik legfontosabb a **megfelelő tábla kiválasztása**. Lényeges szempont, hogy a területen előzőleg az évelő gyomnövények ellen védekezzünk. A herbicidek szelektivitási faktorát figyelembe véve ajánlott a minimum 1%-os humusz tartalom és 30 feletti Arany-féle kötöttségi számmal rendelkező területek kiválasztása, ennél lazább, homokosabb talajokon a keléskor lehulló intenzív csapadék hatására könnyen a napraforgó gyökérszónájába mosódhatnak a herbicidek, károsítva a kultúrnövényt is. **Vetésforgó** segítségével az előveteményben már elvégezhetjük az évelő gyomnövények elleni védekezést és a szer- illetve hatóanyag rotáció előnyös a gyomok hatékonyabb visszaszorításában. A **vetőágy minősége, vetésidő és állománysűrűség** együttesen meghatározzák az állomány gyomelnyomó képességét. Az optimális vetésidő következtében egyenletes, gyorsan fejlődő növényállomány sokkal kisebb esélyt ad a gyomnövény kompetíció erőteljesebb fejlődésének, szemben a túl korán, vagy túl későn vetett állományokkal. A magasabb növény-sűrűség szintén a jobb gyomelnyomó képességéből adódóan lehet előnyös. A betakarítási idő helyes megválasztása is befolyásolja a gyomok és a kultúrnövény versengését. Túlzottan elhúzódo betakarítás esetén a gyomnövények magassága meghaladhatja a napraforgó magasságát ezzel nehezítve a betakarítást (Nyiri, 1993).

Mechanikai gyomszabályozás

Napraforgó esetében a kukoricánál szűkebb időintervallum áll rendelkezésünkre a mechanikai gyomszabályozási módszerek alkalmazására. Leginkább elterjedt módszer a sorköz kultivátorozása, melyet precíziós GPS vezérelt gépekkel már 4 leveles kortól végezhetünk. A korai kultivátorozás esetén lehetőségünk van ismételt kultivátorozásra is. Szintén gyakorlatban alkalmazott mechanikai gyomirtási eljárás a sorok töltögetése az erre alkalmas töltögető ekével. (Romhány *et al.*, 2010). Az integrált védekezés során már az elővetemény gyomszabályozása is részét kell, hogy képezze a későbbi gyomállomány gyérítésének, ezért a tarló elmunkálása és kezelése során már előkészítjük talajunkat a következő kultúra számára. A tarlólántás segítségével meg tudjuk őrizni a talaj vízkészletét és serkentjük a gyommagkészlet mielőbbi csírázását, ezáltal mechanikai

módszerekkel is tudjuk gyéríteni azokat. Élő gyomok csirázása esetén lehetőségünk van a mechanikai és vegyszeres gyomirtási módszerek kombinációjára.



Forrás: Agrárágazat, 2014.05)

1.kép: Napraforgó sorközművelő kultivátorozása 16 soron

Image 1: Cultivating sunflower row cultivators on 16 lines

Vegyszeres gyomszabályozás lehetőségei

A napraforgó gyomelnyomó képessége a fejlődési időszak kezdetén gyenge, amíg a lomblevelek megfelelő takarást nem biztosítanak. Vegyszeres gyomszabályozási módszerek közül a PPI, PRE, PREPOST és a POST technológiák, illetve ezek kombinációi alkalmazhatóak.

PPI presowing kezelések: a technológia lényege, hogy vetés előtt kijuttatva sekélyen a talajba dolgozzuk a vegyszert. Száraz tavaszokon és laza talajokon jó hatást érhető el a technológia alkalmazásával. A bedolgozás következtében a vegyszer bemosó csapadéktól függetlenül tudja kifejteni hatását. A hatóanyagok illékony és fényre történő gyors bomlásának következtében fontos a bedolgozás időzítése. A vegyszer kijuttatása és a bedolgozás között 0,5-1 óra időtartamnál több ne teljen el, mert a hatásfok jelentősen csökken. A technológia hatékony alkalmazására készültek kombinált magágy készítő

gépek, melyek a vegyszer kijuttatással egy menetben végzik a bedolgozást is, így mind munkaszervezés szempontjából, mind hatékonyság szempontból előnyösebbek a két külön géppel történő kijuttatással szemben. Jelenlegi szabályozás alapján egy engedélyezett bedolgozásra alkalmas készítmény van napraforgóban a Balan (600 g/kg benfluralin hatóanyaggal). Az elsősorban preemergens technológiában alkalmazható Racer (25% fluorkloridion) bedolgozásával szintén javítható a szer hatékonysága száraz időjárás esetén.

PRE preemergens kezelések: a technológia során vetést követően, de kelést megelőzően juttatjuk ki a használni kívánt vegyszert. Az ide tartozó készítmények hatásspektrumuk alapján két nagy csoportba sorolhatók a magról kelő egyszikűek és a magról kelő kétszikűek ellen használható készítményekre. Alkalmazása során fontos, hogy a talaj felszíne jól elművelt aprómorzsa legyen, mert rögös talajon jelentősen csökken a kezelés hatékonysága. Másik fontos tényező, hogy a kezelést követő 7-10 napon belül a hatóanyag működéséhez 15-30 mm bemosó csapadék szükséges, ennek elmaradása esetén a kívánt hatás elmarad. Érdemes említést tenni a túlzott bemosó csapadék okozta problémákról. Sík területen az adjuváns talajban lefelé történő mozgása elmarad a hatóanyag mozgásától, ennek következtében a kultúrnövény károsodhat, dombos területen a hatóanyag összemosódhat, így ott fokozott gyomirtó hatás mellett a kultúrnövény teljes pusztulása is bekövetkezhet, míg a dombokon a várt gyomirtó hatás elmaradhat. Az oxifluorfen hatóanyag esetében van csapadék nélküli gyomirtó hatás is, viszont ennek a hatóanyagnak 2018-ban az engedélykirata lejárt és már csak a készletek felhasználására van lehetőség a törvényi előírások betartása mellett.

4.táblázat: Engedélyezett készítmények, főként magról kelő kétszikű gyomok ellen

Table 4: Authorised preparations, principally against seeded two-rock weeds

Megnevezés	Készítmény
Afalon dispersion	450 g/l linuron
Galigan, Goal duplo, Global duplo, Oxy	240 g/l oxifluorfen (engedélykirata lejárt)
Modowon 4 F	480 g/l bifenox
Pledge 50 WP	50% flumioxazin
Racer	25% fluorkloridion

Forrás: Saját szerkesztés

5.táblázat: Engedélyezett készítmények, főként magról kelő egyszikű gyomok ellen

Table 5: Authorised preparations, principally against seeded Monocotys

Megnevezés	Készítmény
Dual gold 960 EC, Tender	960g/l S-metolaklór
Gardoprim Plus Gold	312 g/l S-metolaklór, 187 g/l terbutilazin
Spectrum 720 EC	720 g/l dimetenamid-P
Stomp Super, Pendigan, Pendi, Sharpen	330 g/l pendimetalin
Successor 600	600 g/l petoxamid
Successor T	300 g/l petoxamid, 187,5 g/l terbutilazin
Wing-P	312 g/l S-metolaklór, 187 g/l terbutilazin

Forrás: Saját szerkesztés

POSZT posztemergens kezelés: más néven állomány kezelés. A védekezés már a kikelt gyomok ellen irányul. A magról kelő kétszikű gyomnövények többségénél elmondható, hogy 2-4 leveles állapotban legérzékenyebbek az ellenük használt hatóanyagokra. Az évelő egyszikűek közül a fenyércirok (*Sorghum halepense*) 15-25 cm-es állapotában, míg évelő kétszikűek közül a mezei aszat (*Cirsium arvense*) tölévelőrszás állapotában a legérzékenyebb. Ezeknél a kezeléseknél fontos a kijuttatáshoz használt permetlé mennyisége a megfelelő fedettség elérésének érdekében. A posztemergens kezeléseknél 250-300 l/ha permetlével tudjuk elérni a kívánt fedettséget. A kijuttatás során figyelni kell a hőmérsékletre, mivel 25 °C felett a használt hatóanyagok többsége a kuktúrnövényen is fitotoxikus tüneteket okozhat. A növény fenológiai állapota is befolyásolja a kijuttatás időpontját, szikleveles korban lévő napraforgó esetében a kezelést kerüljük, mert perzselés tünetei jelentkezhetnek (*Romhány et al., 2010*).

Hagyományos gyomirtási technológiával kezelhető napraforgó hibridek esetében posztemergensen kétszikű gyomok ellen az alábbi két szer alkalmazható:

-Pledge 50 WP (50% flumioxazin) a magról kelő kétszikű gyomnövények ellen, a napraforgó 2-4 leveles állapotában alkalmazható kontakt, perzselő hatású készítmény. hatását talajon és zöld növényi részen is kifejti.

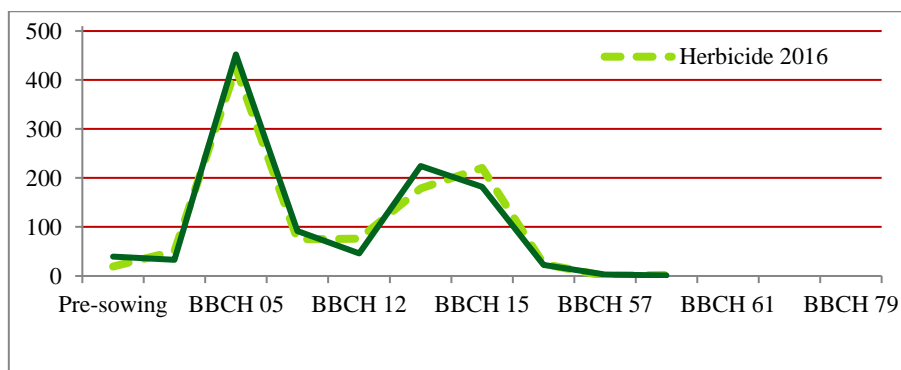
-Modown (480 g/l bifenox) főként a magról kelő kétszikűek ellen hatásos, szintén kontakt, perzselő hatással rendelkező készítmény.

6. táblázat: Magról kelő egyszikű gyomnövények ellen napraforgóban posztemergensen alkalmazható szerek

Table 6: Products for post-emergence use in sunflowers against seedlings

Megnevezés	Készítmény
Agil 100 EC, Paladin	100 g/l propaquizafop
Focus Ultra	100 g/l cikloxidim
Fusilade Forte	150 g/l Fluazifop-P-butil
Leopard 5 EC, Targa Super, Gramin	5% quizalofop-P-etil
Pantera 40 EC	40 g/l quizalofop-P-tefuril
Perenal, Gallant Super	108 g/l haloxifop-R-metilészter
Select 240 EC	240 g/l kletodim
Select Super	120 g/l kletodim

Forrás: Saját szerkesztés



Forrás: Kleffmann piackutatás, 2017.

3.ábra: A napraforgó herbicid kezeléseik időzítése kezelt terület ha.

Figure 3: he timing of sunflower herbicide treatments is treated area ha.

A napraforgó herbicid toleráns technológiák kialakulása

A növényeket folyamatosan ugyanazon hatóanyaggal/hatóanyag családdal kezelve az adott hatóanyaggal szemben kialakulhat rezisztencia. Ezt a herbicid rezisztenciából adódó lehetőséget sikerült kihasználni a napraforgó posztemergens gyomirtási technológia továbbfejlesztése során. A herbicid rezisztencia lehet szerzett vagy öröklött, létrejöhet mutáció, szelekció vagy genetikai beavatkozás során (Kádár 2013). Európában a társadalmi ellenállás következtében a transzgenikus technológiákkal szemben a herbicid toleráns technológiák fejlesztése került előtérbe és ebben az irányban folytatódott a kutatás-fejlesztés. az 1980-as években kezdték bevezetni az első herbicid toleráns, triazin ellenálló repce hibrideket. A bevezetést követően rövidesen megjelentek az 1990-es években a szulfonil-karbamid toleráns kukoricák, majd 1994-től az imidazolinon toleráns technológiák megjelenése hozott újabb előrelépést. Az Európai szabályozással párhuzamosan Magyarországon még szigorúbb moratórium van érvényben a transzgenikus növényekkel szemben, ezért a herbicid toleráns technológiák alkalmazása jelenti a megoldást.

A 2005-ös évtől hazánkban is elérhetővé vált kereskedelmi forgalomban az imidazolinon hatóanyagcsoportra ellenálló kukorica és napraforgó gyomirtási technológia. Ezt követően a tribenuron-metil ellenálló napraforgó gyomirtási technológia bevezetése is megtörtént (Kukorelli 2016). 2012-től már őszi káposztarepceben is bevezetésre került az imidazolinon ellenálló gyomirtási rendszer.

Clearfield gyomirtási technológia

A technológia kialakulása az USA szója területein imazetapir hatóanyaggal szemben ellenálló vad napraforgó növények megfigyelésével kezdődött. A nemesítők az itt megfigyelt napraforgó egyedekből pollent gyűjtöttek és keresztezések során a köztermesztésben használt napraforgó hibridekbe jutatták a rezisztenciáért felelős gént. A keresztezések eredményesnek bizonyultak, mert az így létrehozott hibridek is rezisztensé váltak az imidazolinon hatóanyagcsoport herbicidjeivel szemben (*Schneider és Miller 1981*). A technológiát a BASF Clearfield technológiának nevezte el, melynek része a BASF által is minősített hibrid és a Pulsar gyomirtó szer. A fejlesztések kezdetben kukoricában voltak jelentősek, de 2003-ban az USA-ban bevezetésre került a napraforgóban is alkalmazható Clearfield technológia. Hazánkban 2000-ben indult meg a technológia alkalmazása. Kezdetben a Limagrain és a Syngenta nemesítő házaktól egy-egy hibrid volt elérhető. A technológia elterjedését napraforgóban a hagyományos gyomirtással rendelkező hibridektől elmaradó terméspotenciál gátolta. Komolyabb áttörés 2008-as évben következett be, ettől kezdve a modern napraforgó hibridek már elérték, sőt a technológia hatékonyságának köszönhetően meghaladták hagyományos gyomirtási technológiával kezelhető társaik termését. Napjainkban a konvencionális hibridek folyamatos visszaszorulása mellett a Clearfield technológia dinamikusan növekszik. Magyarországon a Kleffmann független piackutató felmérései alapján 2017-ben a teljes napraforgó vetésterület 64%-án alkalmazták a technológiát.

A Clearfield technológiában használt imazamox hatóanyag az acetolaktát-szintetáz enzim működését gátló herbicidek csoportjába tartozik. Hatásmechanizmusuk a fehérjék anyagcsere folyamataiba történő beavatkozás, azon belül az esszenciális aminosavak bioszintézisének gátlásán alapul (*Tóth 2017*). A gyomirtási technológia három fő pillérből áll, melynek alapja az imazamox hatóanyag. Második pillére az állományban kezelhető imidazolinon ellenálló napraforgó hibrid. harmadik pilléreként az alapgyomirtás során alkalmazott Wing-P (dimetenapid-P, pendimetalin) gyomirtó szer. A Wing-P preemergensen alkalmazva a magról kelő egy- és kétszikű gyomnövények ellen hatásos. Hatásához már 15-20 mm bemosó csapadék is elegendő.

Az imazamox hatóanyag széles hatásspektrummal rendelkezik, a legtöbb magról kelő egy- és kétszikű, valamint az évelő egy- és kétszikű gyomnövény ellen hatásos (*Loch et al. 1992*). Mivel a pillangós virágúak családjára nem ártalmas, így azok gyomirtására

hatékonyan alkalmazható. Gyártói ajánlás alapján a Pulsar 40 SL (40 g/l imazamox) gyomirtó szert a kétszikű gyomok 2-4, az egyszikű gyomok 1-3 leveles fejlettségében 1,2 l/ha dózisban kijuttatva tudja leginkább kifejteni hatását.

Clearfield Plus gyomirtási technológia

A BASF és a Nidera nemesítőház közös munkájából 2006-ban hagyományos nemesítési eljárással létrehozták a CLHA „Plus” gént, ezzel a Clearfield Plus hibridek új távlatokat nyitottak a napraforgó gyomirtás tekintetében. A CLHA gént tartalmazó növények a nemes napraforgó vonalakkal lett létrehozva, így a vad napraforgóból származó Clearfield hibridekkel szemben jobb imidazolinon toleranciával és nemesítés szempontjából is jobb tulajdonságokkal bírnak. Kutatások során kiderült, hogy a CLHA „Plus” gén markerezhető, ezáltal a nemesítés pontosabbá és hatékonyabbá tehető. Ezzel együtt egy másik, a Clearfield technológia napraforgó, szója vetésforgóban fellépő napraforgó árvakelés gyomirtási problémája is megoldódott. A Clearfield Plus hibridek esetében megszűnt a részleges keresztrezisztencia, így a konvencionális napraforgó hibridekhez hasonlóan a szulfonilurea hatóanyagra érzékeny, mivel csak az imidazolinon hatóanyag csoportra mutatnak rezisztenciát.

A technológia során alkalmazható herbicidet Pulsar Plus néven hozza forgalomba a BASF. Imazamox hatóanyag tartalma 25 g/l és kizárólag CLHA „Plus” hibridekben 2 liter/ha dózisban alkalmazható. Adjuváns rendszere továbblépést jelent a korábban már megismert Pulsar 40 SL gyomirtó szerhez képest. Ez az adjuváns rendszer gyorsabb felszívódást és jobb megtapadást tesz lehetővé. A Clearfield Plus napraforgó gyomirtási technológia a bevezetést követően intenzív növekedésbe kezdett, 2017-ben már a Magyarországi napraforgó terület 24%-án került alkalmazásra.

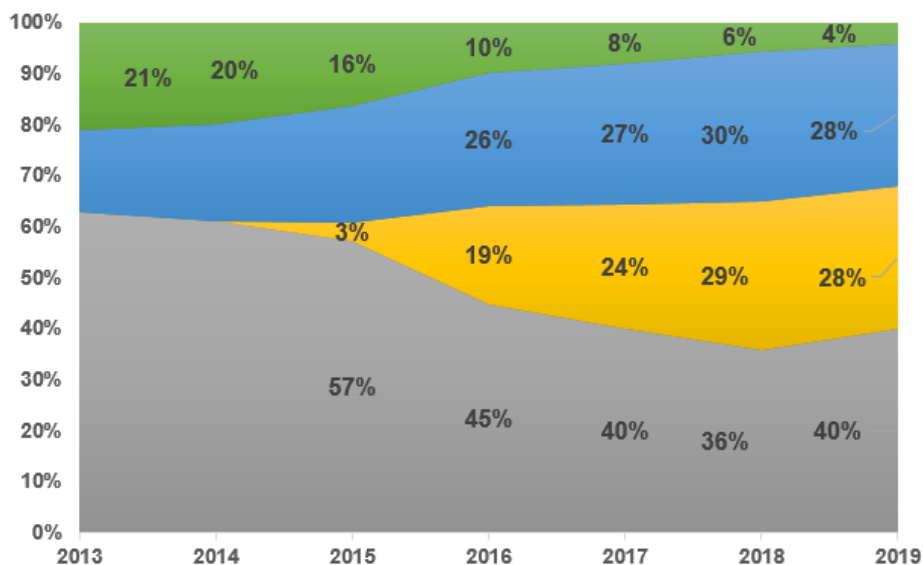
Express toleráns gyomirtási technológia

A technológia szintén a tengerentúlon 1994-ben, Kanadában tribenuron-metil rezisztens napraforgó növények megfigyelésével kezdődött. Az így fellelt növények segítségével a DuPont-Pioneer nemesítői keresztezéssel létrehozták az első tribenuron-metil ellenálló napraforgó hibridet. A DuPont 1977-ben fejlesztette ki és szabadalmaztatta az első szulfonil-karbamid hatóanyagot (klórszulfuron). Ezzel egy komoly technológiai fejlődést

is hozott a növényvédelem területén, mivel a korábban megszokott magas dózissal szemben hektáronként néhány gramm elegendőnek bizonyult a kívánt hatás kifejtéséhez (Tóth 2017). A szulfonil karbamidok főként levélen keresztül szívódnak fel, ahol 3-5 óra alatt érik el hatáshelyüket. Hatásmechanizmus tekintetében a tribenuron-metil ALS gátló, az aminosavak bioszintézisén keresztül a fehérjék anyagszere folyamatát gátolja. A másik két technológiához hasonlóan itt is egy gyomirtási rendszerről beszélünk, melynek része a tribenuron-metil hatóanyagra toleráns napraforgó hibrid és az Express 50 SX gyomirtó szer.

Tendenciák a hazai napraforgó termesztés technológiai megoszlásában

Jelenleg Magyarországon a hagyományos napraforgó termesztése visszaszorulóban van, 2019-ben mindössze az országos vetésterület 4%-át foglalták el konvencionális hibridek. A fennmaradó területen valamilyen herbicid toleráns napraforgó hibridet termesztnek. A vezető technológia az imidazolinon toleráns hibridekre épül (Clearfield hibridek és Clearfield Plus hibridek együttesen a vetésterület 68%-án). Ezen túl a szulfonil-urea toleráns hibridek terjedtek el, az Express Sun technológia és a tribenuron-metil toleráns napraforgók (Kleffmann, 2019).



Forrás: Kleffmann piackutatás

4.ábra: Napraforgó technológia váltás tendenciái Magyarországon 2013-2019.

Figure 4: Sunflower Technology change trends in Hungary 2013-2019

Minden herbicid toleráns technológia egy több pillérré épülő rendszerből áll, melynek része és alapja a herbicid toleráns napraforgó hibrid és a hozzá tartozó gyomirtó szer, valamint a teljes gyomirtási technológiai ajánlat (preemergens és egyszikű irtó ajánlat a technológiához tartozó posztemergens gyomirtó szer mellett).

WEED CONTROL IN SUNFLOWERS

ZOLTÁN SZÁNTÓ

BASF Hungária Kft.

SUMMARY

Sunflower is the biggest oil crop in Hungary cultivated on 610-660 kha. Based on the studies of BASF Hungária Kft. and Market Insight Ltd. the biggest challenge in sunflower production is weed control, even though 96% of Hungarian sunflower producers use herbicide tolerant technologies. This review article summarizes sunflower weed control technologies, focusing on post-emergent weed control.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését a EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú „Innovatív tudományos műhelyek a hazai agrár felsőoktatásban” című projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

IRODALOMJEGYZÉK

Alex V. (1977): A napraforgó. Mezőgazda kiadó, Budapest, 14-16 p.

- Berzsenyi Z.* (2000): A gyomszabályozás módszerei In: Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Szerk: Hunyadi K., Béres I., Kazinczi G. Mezőgazda kiadó, Budapest. 9, 224-245, 256-259, 370-371, 624-626 p.
- Dávid I. - Béres I. - Kazinczi G. - Kovács I.* (2006): A selyemmályva (*Abutilon theophrasti* Medic.) és a bojtortján szerbtövis (*Xanthium italicum* L.) versengése kukoricával és napraforgóval. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest 83 p.
- De Candolle, A.P.* (1836): Trib. III. Asteroideae. Pp. 211–497 in *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis, sive enumeratio contracta ordinum, generum, specierumque plantarum huc usque cognitarum, juxta methodi naturalis normas digesta, Pars 5, Sistens Calycereae et Compositarum tribus priores.* Treuttel et Würtz, Parisiis, Paris.
- Dodoens (Dodonaeus), R.* (1559): *Commentariorum de stirpium historia imaginum... et stirpium herbarumque complures imagines novae...* Antwerp
- Dodoens (Dodonaeus), R.* (1583): *Historia vitis vinique et stirpium nonnullarum aliarum: item medicinalium observationum exempla rara.* Cologne
- Frank J. - Szendrő P.* (1999): A napraforgó biológiája, termesztése, Mezőgazda kiadó, Budapest, 13 p.
- Fülek Gy.* (1999): Tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda kiadó, Budapest 337-338 p.
- Kádár A.* (2013): Vegyszeres gyomirtás és természabályozás. 60-70 p.
- Láng G.* (1976): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda kiadó, Budapest 242-243 p.
- Carl von Linné* (1753): *Species Plantarum* (Stockholm
- Loch J. - Nosticzius Á.* (1992): Agrokémia és növényvédelemi kémia. Mezőgazda kiadó, Budapest. 371 p.
- Nyiri L.* (1993): Földműveléstan. Mezőgazda kiadó. Budapest, 285 p.
- Pepó P.* (2005): Olaj és ipari növények, Antal J Növénytermesztéstan 2., Mezőgazda Kiadó, Budapest 224-225 p.
- Pinke Gy. - Karácsony P.* (2011): Napraforgóvetéseink gyomnövényzete, Agrofórum 2011.3.33 p.
- Reisinger P.* (1977): A gyomfelvételezés módszereinek összehasonlító vizsgálata. Növényvédelem. 13. (8) 359-361.
- Rieseberg, L.H. – Seiler, G.J.* (1990) Molecular evidence and the origin and development of the domesticated sunflower (*Helianthus annuus*, Asteraceae). *Econ Bot* 44:79S-91S

Romhány, L. - Vágvölgyi, S. - Nagyné Kutni, R. (2000): Az étkezési napraforgó nemesítése az élelmiszerbiztonság szolgálatában. In: XVI. Növénynevelési Tudományos Napok : Magyar Tudományos Akadémia Székháza, Budapest, 2010. március 11. : összefoglalók. Szerk.: Veisz Ottó, MTA Agrártudományok Osztályának Növénynevelési Bizottsága, Budapest, 121.

Schneider, A. - Miller, J.F. (1981): Description of sunflower growth stages. Crop science, 901-903 p.

Szendrői P. (1980): A napraforgó termesztése. Mezőgazdasági kiadó, Budapest, 5 o.

Tóth E. (2017): Az express 50 SX alkalmazása PR63E82-es napraforgóban. Agrofórum 18 (2): 70 p.

[http5: www.kleffmann.com](http://www.kleffmann.com)

A szerző levélcíme – Address of the author:

Szántó Zoltán

BASF Hungária Kft., Váci út 96-98., 1133 Budapest, Hungary

zoltan.szanto@basf.com



A NÖVEKEDÉSRE HATÓ TÉNYEZŐK ÉS AZ ALKALMAZOTT GIDANEVELÉSI MÓDSZEREK

SZABADOS ANDOR - SZABADOS VIVIEN BIANKA - GULYÁS LÁSZLÓ

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők jelen összefoglalójukban bemutatják a világban alkalmazott három legfontosabb gidanevelési módszert: a természetes, a mesterséges és a kombinált nevelést, azok hatékonyságát, gazdaságosságát és üzemmérettől függően való felhasználhatóságának módjait. Így a szeptemberi fedeztetéssel februárban már kezdődnek az ellések és tavaszra piacképes termelést tudnak produkálni a gazdák. Fajta függvényében az anyakecske 1-3 életképes utódot hoz a világra, melyeket a tejelő fajták biztonsággal felnevelnek. Egy gida tejszüksége a 90 napos választási korig átlagosan napi 1,5 liter, ami nagy tejtermelést igényel. Ezért tejpótló tápszerek alkalmazása mesterséges táplálással az elégtelen mennyiségű tejtermelésű anyáknál ajánlott. Ami még fontosabb, hogy ezen módszer alkalmazása nem csak a tejtermékelőállítás volumenét növeli, hanem a gidanevelés gazdaságosságát is javítja mind kis-, és nagyüzemi méretekben.

Kulcsszavak: kecske, gidanevelés, mesterséges gidanevelés, tejtermelés, kisüzem

BEVEZETÉS

A tejelő kecsketartás gazdaságosságát alapvetően meghatározó tényezők az egyedek tejtermelő képessége, a született utódok száma és ivara, mindezekon keresztül a termelt tej és az értékesített tej/tejtermék mennyisége, az ebből realizálható bevétel és profit.

A különböző gidanevelési módszerek más-más költségeket és munkafolyamatokat eredményeznek. A hagyományos hazai kecsketartásban a természetes gidanevelés a legelterjedtebb módszer a kis élőmunka igény, illetve a viszonylagos alacsony bekerülési költség miatt. A gida által elfogyasztott tej mennyiségét piaci áron számolva, a minden tekintetben optimális tejpótló tápszerrel összehasonlítva viszont arra jutunk, hogy a mesterséges nevelés költsége több mint felére csökkenthető a természetesének (*Hassan et al.* 2018, *Rahman et al.* 2016). Az itt befektetett élő munka számottevően nagyobb, ám az állatok emberhez szoktatása, valamint a napi többszöri kontaktus mind üzemi szocializációs, mind egészségügyi szempontból sokkal előre mutatóbbak.

Számos tanulmány jött létre korábban a borjú tejpótló tápszerek alkalmazásával történő gidanevelés kérdésében, amiből egyértelműen kiderül, hogy a szójafehérje alapú tápszerek, illetve a borjak igényeihez szabott tejpótlók nem alkalmasak a gidák nevelésére. Az itatásos gidanevelési módszerek esetében savófehérje alapú, a kecsketej beltartalmához igazodó készítményekre van szükség, melyek ma már elérhetőek a hazai piacon kis és nagykereskedelmi tételben egyaránt. Ezek súlygyarapodást növelő hatása a természetes neveléssel összehasonlítva nem igazolt, de azonos mértékű növekedési erély eléréséhez alkalmas helyettesítő szerek (*Aytekin* 2016, *Chand* 2016).

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A kecsketartás jelentősége hazánkban és a világon

Az elmúlt ötven év során a hazánkban őshonos kiskérődzők közül a juh (*Ovis aries*) volt az, amely számban, népszerűségben és jövedelmezőségben nagy jelentőséggel bírt. Mára gazdasági jelentősége a bizonytalan bárány export és a stagnáló felvásárlási árak, valamint a gyapjú iránti kereslet drasztikus visszaesése miatt csökkenő tendenciát mutat. Jelenleg szakmaközi szervezetek a bárányhús fogyasztás hazai népszerűsítésével próbálják megoldani az ágazat válságos helyzetét. A mai piaci körülmények között a

juhtartás kizárólag tejelő gazdaságokban, intenzíven hizlalt, szelektált fajtákkal, illetve extenzív legelőhasznosítás céljából lehetséges gazdaságos.

1. táblázat A világ kecskeállományának létszámváltozása (millió egyed) (2010-2017)

Table 1. *Change in the number of goats in the world (million) (2010-2017)*

Év (1)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Afrika (2)	335	340	355	365	370	400	415	423
Ázsia (3)	520	519	525	530	538	540	555	551
Európa (4)	17,6	17,3	17,2	17,2	17	16,9	18,2	19,2
EU (5)	13,7	13,6	13,2	13,1	13	12,9	14	15,2
Világ (6)	910	920	940	960	965	1000	1025	1035

Forrás: (URL²).

(1) year (2) Africa, (3) Asia, (4) Europe, (5) EU, (6) World,

Másik kiskérdőzónk, a kecske nem tudta kivívni magának az őt megillető helyet, annak ellenére, hogy tudományosan igazolt és köztudott tény, hogy ennek az állatfajnak a teje minőségét, beltartalmát és élettani hatásait tekintve jobb, mint a tehéntej (*Polgár és Toldi* 2011). A világ számos országában sokkal jelentősebb a kecsketej, és a kecsketejéből készült termékek kultúrája, mint hazánkban. Ugyanakkor az elmúlt 10 év távlatában nagy léptékű fejlődés indult meg mind a tartás mind a termékellátás terén a kisgazdasági szektorban.

Franciaország, Spanyolország, Görögország vagy Hollandia olyan jelentős kecsketenyésztéssel rendelkező ország, amely méltán lehetne példaképe jelenlegi kecsketenyésztésünknek. Jelenleg hazánkban 1-2 nagy tenyészet üzemel amelyik holland *számentáli* import állatokkal végzi a tenyésztői és nemesítői munkát. Ugyanez az *alpesi* fajtánál 3-4 tenyészetet érint, akik francia import szaporítóanyaggal kívánnak gyorsabb és hatékonyabb genetikai előrehaladást elérni. Ugyanakkor a külföldi nagyüzemi példák az ágazat tőkehiánya és a termékek szűk piaca miatt egyelőre nem adaptálhatóak nagy számban a hazai kecskeágazatban.

Hazánkban 2018. július 1-én a KSH adatai szerint 78.000 kecskét tartottak gazdaságokban és háznál. 2017-hez képest 12.000-es csökkenés volt tapasztalható (URL¹). A hazai kecsketenyésztés szervezését és szakmai irányítását a Magyar Juh- és Kecsketenyésztő Szövetség végzi.

A II. világháború utáni időszakban nagyon elterjedt tejelő állat volt a kecske hazánkban. A "szegény ember tehene" jelző eredetileg pozitív volt, ez pedig arra utalt, hogy ez az igénytelennek aposztrofált állat szinte konyhai hulladékon, és más állat számára értéktelen melléktermékeken élve biztosította nagyon sok kisgyermek egészséges fejlődéséhez a nélkülözhetetlen, létfontosságú tejet. Több generáció nőtt úgy fel, hogy alapvető élelmiszere volt a kecsketej. Mára nyilvánvalóvá vált a modern technológia által kínált vizsgálatok elvégzése után, hogy könnyen emészthető, vitaminokban, ásványi sókban gazdag, létfontosságú aminosavakkal bőven ellátott nagy értékű tápanyagforrás, amelynek óriási jelentősége lehet a modern, egészséges táplálkozásban. Különösen ajánlott a kecsketej, vagy a belőle készített termékek fogyasztása: kisgyermekkorban, betegség utáni lábadozás idején és idős korban, emésztési elégtelenség esetén, vagy ha gondosan, igényesen kívánjuk összeállítani étrendünket. Magyarországon a 2000-es években megkezdődött a szórványos kecskeállomány termelő állományokká történő koncentrálódása, nagyüzemi színvonalú kecsketej feldolgozók építése, és így napjainkban már az igényesebb üzletekben a főként francia import kecskesajtok mellett megjelent az olcsóbb magyar kecskesajt, amelynek néhány fajtája az import sajtok többségével minőség terén is felveszi a versenyt. Tiszta ízűek, jó állagúak, jól eltarthatók, "kecske ízük" nem kifejezett. A magyar piac igényesebb része nagy örömmel fogadta ezeket a termékeket. A termelői kedv folyamatosan nő, hiszen olyan termékről van szó, amelyet az EU-n belül sehol sem korlátoz mennyiségi kvóta, így az ágazat szinte korlátok nélkül fejleszhető. Egyedül a tőkehiány sújtja az ágazatot (*Polgár és Toldi* 2011). A számos ponton dinamikusan fejlődő magyar mezőgazdaságnak olyan szegmense lehet a kecsketenyésztés, amely ugyan sohasem válik stratégiai ágazattá, de hozzájárulhat sok száz család megélhetéséhez, ezáltal a vidék fejlődéséhez, és népességmegtartó képességének fokozásához ami kiemelt uniós és kormányzati cél is egyben.

A Föld egyik dinamikusan fejlődő állattenyésztési ágazata a kecsketenyésztés. A FAO adatai szerint az állomány több mint 1 milliárd egyedre számlál. 2009 és 2017 között 125 millióval nőtt a Föld kecskelétszáma az *1. táblázat* adatai alapján. A legtöbb kecskét Ázsiában tartják. 2017 végén csak ezen a földrészen, mintegy 551 millió kecskét tartottak. A rangsorban Ázsiát Afrika követi a 423 milliós állományával, majd nagyságrendekkel elmaradva harmadik az amerikai kontinens 39 milliót meghaladó egyedszámával. A legnagyobb kecskelétszámmal Kína (153 millió), India (133 millió), illetve Nigéria (78 millió) és Pakisztán (72 millió) rendelkezik. Az EU-27 teljes kecskeállománya közel 20

millió, amelyből Görögország a 6,3 milliós létszámával az első helyen áll. Ezt követi Spanyolország (3,05 millió), majd Románia (1,2 millió) Franciaország (1,22 millió) és az ötödik legnagyobb kecsketartó tagország, Olaszország (992 ezer) (Sauer et al. 2015). 2010-től 2015-ig az EU kecskeállománya 500 ezer egyeddel csökkent, majd 2015-től 2017-re 17 millióról 19,2 millióra növekedett. Kecsketej termelés tekintetében India jár az élen, 2017-ben több mint 6 millió literrel, őt követi Banglades és Szudán 1-1 millió liter feletti termeléssel (URL²).

Növekedést befolyásoló tényezők

Több szerző vizsgálta azokat a tényezőket, amelyek a növekedési tulajdonságokat befolyásolják, így például az apa és a fajta hatás, a született egyedek neme, az alom mérete (Mourad és Anous 1998, Láczó et al. 2006b, Láczó et al. 2007, Kuchtik és Sedlackova 2005). Ezen tulajdonságokon kívül befolyásoló tényező továbbá az anya kora, fajtája és a különböző alkalmazott tejpotlószeres összetétele (Kuchtik et al. 2002).

A gidák hizlalás alatti súlygyarapodását saját teljesítményvizsgálat során tudjuk megállapítani. A hizlalás során étvágy szerint etetjük a gidákat. A gidák töretlen növekedésének, zavartalan fejlődésének legfontosabb feltétele természetes és kombinált nevelés alkalmazása esetén az anyakecskék jó gidanevelő képessége, míg mesterséges nevelési mód esetén a közeg stresszmentes és komfortos volta. (Németh 2011).

Nevelési módszerek - természetes gidanevelés

Természetes gidanevelés hazánkban a leginkább elterjedt módszer, főleg hús-, és kettős hasznosítású fajtáknál alkalmazzák, ugyanakkor az alacsony technológiai színvonal és a mesterséges nevelés munkaerőigénye miatt a tejtermelő állományoknál is ez a legerősebb módszer hazánkban. A gidákat csak választás során különítik el az anyaállatoktól, így annyi tejet fogyasztanak, amennyihez hozzáférnek. Előnyeként említik, hogy a gidák jobban, természetesen fejlődnek, ám ez magasabb alomszámmal illetve nagy csoportban nem minden esetben érvényesül. Hátránya, hogy a kecsketartás fő terméke, a tej, a gidák szoptatásában hasznosul. Csökkenti az anya tejtermelését, mivel a gidák nem szopják ki teljesen a tőgyet (Berg et al. 2005, Belanger és Bredesen 2001).

Szoptatás közben gyakran keletkeznek tőgybimbó-sérülések is. A szopás utáni fejések alkalmával az anyakecskék gyakran visszatartják a tejet, ami a tőgy gyulladásához vezet, és ez által fejési nehézséget okoz. Kettőnél több utód esetén a harmadik mindig az egyik tőgybimbót szopja ki, így az egyik tőgy-fél jól kifejlődik, míg a másik tőgyfél pedig visszamarad. Ez főként a későbbi termelésre káros, mert a két egyformán jól fejlett tőgyfél a jó tejtermelés egyik biztosítója. Tejvisszatartás alakulhat ki fejéskor (Polgár és Toldi 2011).

Nagy gondot kell fordítani a választásra, melyet fokozatosan kell végrehajtani. Választáskor a gidákat éjszakára elviszik az anyától, és egyre ritkábban engedjük ismét hozzá. Teljes választás akkor lehetséges, amikor a gidák már szilárd takarmányokon tudnak élni. Ez általában 6-8 hetes korban következik be, amikor elérik a 10-11 kg-os élősúlyt.

Akár a hirtelen, akár fokozatos választás mellett döntünk, kiváló minőségű szilárd takarmányt kell biztosítanunk a gidáknak a választás körüli időszakban, amelyhez már a választás előtt akár egy héttel is szoktathatjuk őket. Ausztráliában irányelv, hogy az abraktakarmány minimum 11 MJ emészthető energiatartalommal, és 18-20%-os nyersfehérje-tartalommal rendelkezzen a szárazanyagban (Castel et al. 2003, Mena-Guerrero et al. 2005). A gidák 3 hetes kortól már fogyasztanak szilárd takarmányokat, melynek felvételét fokozatosan növelni kell, s így csökken a tej felvétel.

Biztosítsunk számukra óvodát, majd később iskolát, ahol ad libitum fogyasztanak szénát és abrakot. A kecske óvodát a kecske iskola követi (Polgár és Toldi 2011). Nagyon fontos, hogy a főcstejet születés után mielőbb megkapják a gidák, amely immunanyagokat és egyéb fontos anyagokat (pl. vitaminokat) tartalmaz (Berg et al. 2005).

Mesterséges nevelés

Ezek a rendszerek — a mesterséges borjúneveléshez hasonlóan — tejpótló tápszerek itatásán alapulnak. Alkalmazásukkal, tejtermelő kecskefarmokon, lehetővé válik az állománylétszám gyors növelése. A kettő vagy annál nagyobb (3-4) alomlétszámú ellések során a gidák életképessége és túlélési esélye is növelhető a mesterséges nevelési módszerek alkalmazásával (Borghese et al. 1990, Belanger és Bredesen 2001).

Hazánkban tenyészállat előállítását végző telepeken, ahol a tejtermelés is fontos gazdasági cél, ez a módszer alkalmazható lenne. Ezen módszer bevezetése előtt még kidolgozandó a pontos gidanevelési technológia (Kovács et al. 2012).

Bár a mediterrán országokban, a Közel-Keleten, az USA-ban és Ausztráliában a növekvő telepenkénti egyedszám, az intenzív tejtermelő rendszerek és a gépi fejés elterjedésének következményeként a mesterséges itatási módszereket elterjedten alkalmazzák a gidanevelésben (*Havrevoll et al. 1991; Greenwood 1993; Castel et al. 2003, Mena-Guerrero et al. 2005*).

A mesterséges gidanevelés előnyei között többen a betegségek kockázatának csökkenését és a szoptatásos nevelésnél akár 15-20%-kal intenzívebb napi testtömeg-gyarapodást említik (*Delgado-Pertínez et al. 2009*).

A tejpótló-itatás eredményességét az ellés körülményei, higiénája, a gidák születési súlya és életképessége és a visszatartott tej mennyisége is nagyban befolyásolja (*Piasentier et al. 2000*).

Természetes, hogy a termelékenység és a gazdaságosság növelés érdekében a világ minden táján kísérleteznek a mesterséges gidanevelés módszerének különböző típusaival, változataival. A kutatások, melyek 2000-2010 között láttak napvilágot, arra mutatnak rá, hogy a mesteréges, tejpótló tápszer alapú gida takarmányozás révén nem tudunk szignifikánsan nagyobb gidakori súlygyarapodást, választási súlyt, kifejlétkori súlyt elérni. Ugyanakkor a 2010 után született kutatási eredmények azt igazolják, hogy a mai tejpótló tápszerek alkalmazásával már el lehet érni szignifikáns különbséget a gidakori súlygyarapodásban és a választási súly tekintetében egyaránt. (*Bugti et al. 2016, Shokrollahi et al. 2013, Yalcintan et al. 2018*). További érv a módszer mellett, hogy bizonyítottan gazdaságosabb a természetes nevelésnél, hiszen a tejpótló tápszerek olcsóbbak, mint a kecsketej és legalább azonos súlygyarapodást lehet elérni, magasabb tejtermelés mellett (*Hassan et al. 2018, Rahman et al. 2016*). Az anyák nyugodtabb, kiegyensúlyozottabb laktációnak néznek elébe. A tőgysérülések, gyulladások, kiegyenlítetlenségek száma lényegesen lecsökken. Továbbá a gidák emberhez való viszonya számottevően javul, kezelhetőségük a teljes élettartamra pozitív irányba változik (*Szabados és Szabados 2018, Chand 2016*).

Kombinált nevelés

A vegyes nevelési módszer keretei közt a fent leírt két módszert vegyítik a főcstejítatás (első hét) után mesterséges itatásra váltva. Egyes módszertanokban hosszabb, 14-20 napos természetes szoptatási periódust is alkalmaznak, ezalatt napi

2-3 kiegészítő cumis szoptatással, majd teljesen mesterséges itatásra váltanak. A napi több órás elválasztással is történtek kísérletek, melyek a tej beltartalmának változását eredményezték (Högberg 2011). Más vizsgálatok arra jutottak, hogy napi egyszeri fejés, egyszeri szoptatás nem okoz szignifikáns lemaradást a gidák súlygyarapodásában (Chigwa 2015).

A főcstej-ítatás időszaka

Bár a főcstej itatás hosszával kapcsolatban eltérőek a vélemények, mégis általánosan elfogadott, hogy az első 2 életórán nagyon fontos, hogy az újszülött főcstejhez jusson, és ez 6 órán belül ismét megtörténjen. A szerzők főcstejes időszak hosszát 24-48 órában határozták meg (Berg et al. 2005, Belanger és Thomson 2001). A tengerentúlon mind a savanyított, mind pedig a fagyasztott kolosztrum itatását alkalmazzák (Greenwood 1993). A fagyasztott kolosztrum 12 hónapig felhasználható. A főcstej fagyasztását idősebb anyák esetében alkalmazzák, mert ez alkalmas a leginkább a fagyasztásra (Argüello et al. 2006). Ügyelni kell arra is, hogy itatás előtt, a felolvasztásnál ne alkalmazzunk közvetlen hőt, mert az károsítja az ellenanyagokat.

A mesterséges nevelés hosszát a technológia, a hasznosítási típus és az előállítani kívánt termék határozza meg. Az itatás technológiától, régiótól és hasznosítástól függően a 24-48. életórától kezdődik és a külföldi szakirodalom szerint 24-42-60 napos korig tart (5-12,5 kg élősúly). Természetesen, minél korábbi az elválasztás, annál nagyobb az értékesíthető tejmenyiség egy gazdaságban (Keskin 2002, González et al. 2017).

Amikor mesterséges nevelésről beszélünk, két módszer közül választhatunk.

- Az ellés után azonnal választunk és a gidák/gödölyék azonnal az itatásos nevelőbe kerülnek elhelyezésre. A kolosztrumot tőgy-melegen kapják meg. A megfelelő immunitás eléréséhez a gida/gödölye testsúlyának 10%-át kell elfogyasztania kolosztrum formájában. A gidáknak az első 5 napon tőgy-meleg, higiénikusan kezelt kecsketejet kell adni, de később fokozatosan rátérhetnek a tejpótlók melyet 35-40 °C hőmérsékleten adagoljuk (Polgár és Toldi 2011). Gidák elé 3 hetes kortól kezdve helyezünk abraktakarmányt, jó minőségű pillangós vagy réti szénát, amelyből fokozatosan többet fogyasztanak. 5. héttől tiszta ivóvízzel kell ellátni az itatót, de ne legyen túl hideg. Megfelelő tartás és takarmányozás mellett napi 180-250 g/napos gyarapodás érhető el (Bedő és Vajdai 2001).

- A gidákat 7. vagy 10. napra választjuk, és mesterségesen neveljük őket (nem ajánlott tejvisszatartás és állat-2. téaegészségügyi okok miatt). A gidák etetése: 0-7-10 napig (1. hét) főcstej szoptatás; 8-11-14 napig (2. hét) napi 3x tejpótló szer; 15-28 napig (3. és 4. hét) napi kétszeri tejpótló szer; 29-42 napig (5. és 6. hét) vagy 29-56 napig (5-6. és 7-8. hét) napi egyszeri tejpótló tápszer. Sikeres a választás, ha időben rászoktattuk a gidákat a száraz takarmányra, ezért a 3. naptól legyen előttük friss abrak, víz, nyalósó. 4-5. naptól már nyalósót is fogyasztanak (*Polgár és Toldi 2011*).

Növendék állatok takarmányozása

A gidák felnevelésénél jelentős szakasz a választás. A tejtől és főleg az anyjuktól elválasztott állatok jelentős stressz-hatásnak vannak kitéve. A növendék állatok takarmányadagjait úgy kell megállapítani, hogy a létfenntartásukon felül, napi 130-150 g-os súlygyarapodást vetítünk előre, kiváltképpen magas fehérje tartalmú lucerna kiegészítés esetén (*Németh et al. 2005, Htoo et al. 2015*).

A növendék, vágó- és tenyészállatok növekedésében tehát 2 periódust különböztetünk meg:

Az **I.** 3 hónapos korig tart, ebben a szakaszban a növekedés igen gyors (150-180 g/nap).

A **II.** szakasz 3-7 hónapos korig tart, amikor a testsúlygyarapodás 60-85 g/nap. A takarmányozást is ennek megfelelően kell alakítani. Az abrak adag 3 hónapos korig 0,4-0,45 kg abrak, majd fokozatosan csökkenteni kell 0,2-0,3 kg-ra. A szálastakarmányokból a 3. hónapban 0,6-0,7 kg/nap szárazanyagot kell elfogyasztaniuk, amit 0,6 kg réti széna és 0,3 kg zöldtakarmány tartalmaz. A 7. hónapig a szárazanyagigény 1-1,3 kg-ra nő, amit a 0,7 kg réti széna és 0,6 kg zöldtakarmány etetésével elégíthetünk ki (*Belanger és Bredesen 2001*). A zöldtakarmányozásnak legolcsóbb és legegészségesebb módja a legeltetés, mert így a vitaminokban gazdag, változatos takarmányokon kívül még az állatok fejlődéséhez fontos istálló vagy kifutóméret is biztosítva van. A mozgás az izomzat, a csontrendszer és a belső szervek fejlődését is elősegíti. A kecskék előtt mindig legyen tiszta ivóvíz és nyalósó. A tenyészállatok jó kondíciójára jellemző, hogy a bordák mindig kitapinthatók a jó húsformák mellett. Ha zsírpárnák takarják a bordákat, akkor a széna és abrakadagokat csökkenteni kell. Célkitűzés, hogy 7 hónapos korra elérjék a tenyésztésbe vételhez szükséges 33-34 kg-os testsúlyt a nőivarú tenyészállatok (*Polgár és Toldi 2011*).

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A kecskék gazdasági haszna elvitathatatlan. Létszámuk és gazdasági jelentőségük világszinten növekedést mutat. Hazai viszonylatban számuk az elmúlt években csökkent, de gazdasági és gasztronómiai jelentőségük nőtt. Elsősorban a tejtermelés, és a feldolgozott tejtermékek piacán releváns termelő eszköz a kecske az egészségtudatos táplálkozás újbóli térnyerésének köszönhetően.
2. A tejelő ágazatban a kis és nagy gazdaságokban is jelentős szerepe lehet a mesterséges és a kombinált gidanevelésnek, hiszen a feldolgozható tej mennyiségét lényegesen meg tudjuk növelni így.
3. A 10-50 anyás gazdaságok jellemzik a hazai állományt. Nagyüzemi termelés elenyésző, ezért kis telepeken alkalmazható korszerű neveléstechnológiai módszertan kidolgozása releváns feladat napjainkban.
4. Hazánkban a húshasznú kecsketartás az alacsony hazai kecskehúsfogyasztás és a bizonytalanabb export miatt jelenleg nem számottevő.
5. A hazai kecsketartás és -tenyésztés jelenlegi szakmai színvonalát tekintve a legfontosabb megállapítások a következők:
 - a. a juh mellett a kecskére specifikált oktatásra is igény és szükség van mind takarmányozás, tenyésztés, tenyészállatnevelés és gondozás tekintetében.
 - b. a kecsketartás és tenyésztés térnyeréséhez olyan gidanevelési módszerek kidolgozása, specifikálása és közzététele szükséges, amellyel egy kiscgazdálkodó is számottevően növelni tudja gazdasága jövedelmezőségét

DIFFERENT GOAT KID REARING METHODS AND FACTORS AFFECTING GROWTH RATE

ANDOR SZABADOS - VIVIEN BIANKA SZABADOS - LÁSZLÓ GULYÁS

Széchenyi István University, Faculty of Agricultural and Food Sciences,
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

In this summary, the authors present the three most important methods of goat kid rearing in the world: natural, artificial and combined rearing, their efficiency, economy and how they can be used depending on the size of the farm. If the fertilization starts in September, kidding starts in February and farmers will be able to produce marketable products by spring. Depending on the breed, the doe brings 1-3 viable offspring to the world, which are reared safely by dairy breeds. Milk consumption for a kid is up to 1.5 liters a day, up to 90 days of age. It demands high milk production. Therefore, the use of milk replacers with artificial feeding is recommended for mothers with insufficient milk production. More importantly, the application of this method not only increases the volume of dairy production, but also improves the economics of kid rearing also by small and large farms.

Keywords: goat, kid, kid rearing, artificial kid rearing, dairy production, small farm

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését a EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú „Innovatív tudományos műhelyek a hazai agrár felsőoktatásban” című projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

IRODALOMJEGYZÉK

Argüello, A. - Castro, N. - Alvarez, S. - Capote, J. (2006): Effects of the number of lactations and litter size on chemical composition and physical characteristics of goat colostrum. *Small Rumin. Res.* 64.: 53-59.

Aytekini I. (2016): Effects of Two Different Rearing Systems on Kid Growth in Honamlı Goat, *International Human and Nature Sciences: Problems and Solution Seeking Congress October 7 – 9, 2016 Sarajevo.*: 487-494.

Bedő S. – Vajdai I. (2001): Állattenyésztési ismeretek gazdálkodóknak. *Mezőgazdasági Szaktudás, Budapest, 2001.* ·ISBN: 9633563585.

Belanger J. – Thomson B,S. (2001): Raising dairy goats. *Storey Puclishing. North Adams. MA. U.S.A.*: 178-179.

Berg, J. – Robinson, P. – Giraud, D. (2005): Raising dairy goat kids. *ANR Publicaion 8160.*: 2-3.

Borghese, A. - Terzano, G.M. - Bartocci, S. (1990): Kid production in intensive rearing. 6. Carcass and meat characteristics in Saanen and Alpine kids at 35 and 50 days of age. *Zoot. Nutr. Anim.* 16.: 167-178.

Bugti A.G. - Kaleri H.A. – Shah M.A – Zaman S. – Iqbal M.A. – Samo A.K. – Goswami N. – Kaleri R.R. (2016): Effect of milk replacer on the growth of goat kids. *Journal of Agriculture Biotechnology 2016.01.(01).*: 22–25.

Castel, J.M. - Mena, Y. - Delgado-Pertíñez, M. - Camúñez, J. - Basulto, J. - Caravaca, F. - Guzmán-Guerrero, J.L. - Alcalde, M.J. (2003): Characterization of semi-extensive goat production systems in southern Spain. *Small. Rumin. Res.* 47.: 133-143.

Chand A.P. (2016): Study on growth performance and behaviour pattern of sangamneri goat under different rearing systems, Thesis, Submitted: in the partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Veterinary Science in Livestock production and management.: 70-73.

Chigwa F.C. – Eik L.O. – Kifaro G.C. – Muhikambele V.C.M – Muchi D.E. (2015): Alternative Goat Kid-Rearing Systems for Improved Performance and Milk Sharing Between Humans and Offspring in Climate Change Mitigation, Sustainable Intensification to Advance Food Security and Enhance Climate Resilience in Africa, *Springer International Publishing Switzerland 2015.*: 331-341.

- Citing, M., - Widdowson, S. (2007) : Milk analysis. North Wales Buffalo, International Laboratory Services.*
- Delgado-Pertiñez, M. - Guzmán-Guerrero, J.L. - Mena, Y. - Castel, J.M. - González-Redondo, P. - Caravaca, F.P. (2009): Influence of kid rearing systems on milk yield, kid growth and cost of Florida dairy goats. Small Rumin. Res. 81.: 105-111.*
- Greenwood, P.L. (1993): Rearing systems for dairy goats. Small Rumin. Res. 10.: 189-199.*
- González, E.G. – Flores, J.A. – Delgadillo, J.A. – González-Quirino, T. – Fernández, I.G. – Terrazas, A. – Vielma, J. – Nandayapa, E. – Mendieta, E.S. – Loya-Carrera, J. – Flores, M.J. – Hernández, H. (2017): Early nursing behaviour in ungulate mothers with hider offspring (*Capra hircus*): Correlations between milk yield and kid weight, Small Ruminant Resesarch 151.: 59-65.*
- Hassan, T.M.M, Fathy A.I. A. Marwa S. A. Eman R. K. (2018): Effect of milk replacer on kid pre-weaning growth, milk production and farm profitability of shami goat, Egyptian J. Anim. Prod. (2018) 55(1):. 43-50.*
- Havrevoll, O. - Hadjipanayiotou, M. – Sanz-Sampelayo, M.R. - Nitsan, Z. - Schmidely, P. (1991): Milk feeding systems of young goats. In: Goat Nutrition, Morand-Fehr, P. (ed.), Pudoc,Wageningen. EAAP, 46.: 259-270.*
- Högberg M. (2011): Milk yield and composition in Swedish landrace goats (*Capra hircus*) kept together with their kids in two different systems, Master Thesis 30 HEC, Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala 2011.: 10.*
- Htoo, N.N. – Khanig, A.T. – Abba, Y. – Hitin, N.N. – Abdullah, J.F.F. – Kyaw, T. – Khan, M.A.K.G. – Lila, M.A.M. (2015): Enhancement of growth performance in pre-weaning suckling Boer kids supplemented with creep feed containing alfalfa, Vet World. 2015 Jun; 8(6): 718–722.*
- Keskin, M. (2002): Effect of rearing systems on kid performance, lactation traits and profitability of Shami (Damascus) goats. J. Appl. Anim. Res. 22.: 267-271.*
- Kovács L. - Pajor F. - Tőzsér J. - Póti P. (2012): A mesterséges gidanevelés tartási és takarmányozási gyakorlata és kutatási eredményei Irodalmi összefoglaló 1. Közlemény: a gidák mesterséges takarmányozása. AWETH Vol 8. 2.: 150.*
- Kuchtik, J. – Sedlachova, H. – Chladek, G. – Kucera, J. (2002): Evalutacion of growth and carcass value of kids nursed on a milk replacer for calres. Czech J. Anim. Sci. 47.: 502-510.*

- Kuchtik, J. – Sedlachova, H. (2005):* Effect of some non-genetic factors on the growth of kids of the brown short-haired breed. *Czech J. Anim. Sci.* 3.: 104-108.
- Láczó E. – Pajor F. – Póti P. (2006a):* Preliminary data of composition of boer goat colostrum and raw milk in Hungary. *Tejgazdaság*, 64.2.: 22-25.
- Láczó E. – Pajor F. – Póti P. (2006b):* A study of some productive and reproductive traits of Boer goat in Hungary. *Egyptian Journal of Sheep, Goat and Dessert Animals Sciences*, 1.1.: 249-253.
- Mena-Guerrero, Y. - Castel-Genís, J. M. - Caravaca-Rodríguez, F. P. - Guzmán-Guerrero, J. L. - González-Redondo, P. (2005):* Situación actual, evolución y diagnóstico de los sistemas semiextensivos de producción caprina en Andalucía Centro-Occidental. In: *Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, Sevilla, Spain.*
- Molnár J. (1999):* A magyar tincses és a nemesített magyar kecske helye a Nemzeti Agrár-Környezetvédelmi programban. *Állattenyésztés és takarmányozás*, 48, 6.: 728-732.
- Molnár A. – Molnár J. – Tóth S. – Tőz A. (1996):* Kecsketenyésztés, Gödöllői Agrártudományi Egyetem Mezőgazdasági Szaktanácsadási és Kutatásszervezési Intézet, Gödöllő.
- Mourad, M. – Anous, M.R. (1998):* Estimates of genetic and phenotypic parameters of some growth traits in Common African and Alpine crossbred goats. *small Ruminant Research* 27.: 197-202.
- Németh T. - Kukovics S. - Baranyai G. (2005):* A Magyarországon tartott kecskefajták jellemző küllemi és termelési tulajdonságai. *Magyar Mezőgazdaság. Magyar Juhászat + Kecsketenyésztés.* 14 (9):. 10-11.
- Németh Sz. (2011):* Szelekciós és biotechnikai módszerek alkalmazásának lehetőségei a kecsktenyésztés gazdaságossága érdekében. PhD disszertáció. Mosonmagyaróvár.: 50.
- Park, W.Y., G.F.W. Haenlein.ed. (2006):* Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals. Blackwell Publishing.
- Piasentier, E. - Mills, C.R. - Sepulcri, A. - Valusso, R. (2000):* Effect of rearing system on the growth rate and meat quality of young goats. In: *Proceedings of the 8th Seminar of the Sub-Network on Nutrition of the FAO-CIHEAM Inter- Regional Cooperative Research and Development Network on Sheep and Goats.* Grignon, France, 52.: 119-124.
- Polgár J. P. – Toldi Gy. (2011):* Juh- és kecsktenyésztés. Pannon Egyetem – Kaposvári Egyetem.

Rahman, M.Z. - Talukder, M.A.I. – Ali M.Y. – Akter, S. (2016): Effect of milk replacer on kid performance among small holder farmers, Asian J. Med. Biol. Res. 2016, 2 (2): 357-360.

Sauer, M. - Padeanu, I. - Dragomir, N. - Ilisiu, E. - Rahmann, G. - Sauer, W.I. - Voia, S.O. – Gavojdian D. (2015): Organic goat meat production in less favoured areas of Romania Landbauforsch · Appl Agric Forestry Res · 1. 2015 (65): 59-64.

Shokrollahi, B. - Mansouri, M. – Amanlou, H. (2013): The Effect of Enriched Milk with Selenium and Vitamin E on Growth Rate, Hematology, Some Blood Biochemical Factors, and Immunoglobulins of Newborn Goat Kids, Springer Science + Business Media New York 2013, Biol Trace Elem Res (2013) 153.: 184–190.

Szabados A. - Szabados V. B. (2018): Magyarországi gidanevelési eredmények összehasonlító elemzése, XXXVII. Óvári tudományos napok, Fenntartható agrárium és környezet az óvári akadémia 200 éve – múlt, jelen, jövő.

Yalcintan, H. – Akin P.D. - Ozturk, N. - Ekiz, B. - Kocak, O. – Yilmaz, A. (2018): Carcass and meat quality traits of Saanen goat kids reared under natural and artificial systems and slaughtered at different ages, ACTA VET. BRNO 2018, 87.: 293-300.

URL¹: <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/allat/allat1806.pdf> (Hozzáférés dátuma: 2019. Május 1.)

URL²: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL> (Hozzáférés dátuma: 2019. Május 1.)

A szerzők címe – Adress of the authors:

SZABADOS Andor – SZABADOS Vivien Bianka – GULYÁS László

Széchenyi István Egyetem

Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

9200, Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

E-Mail: andor.szabados06@gmail.com



TÁJÉKOZTATÓ ÉS ÚTMUTATÓ A SZERZŐK RÉSZÉRE

Általános szempontok

1. Csak önálló kutatáson alapuló, más közleményekben meg nem jelent, a növény-tudományok (kertészet, genetika, növénykórtan, állati kártevők, agrometeorológia, növényélettan, agrobotanika, stb.), állattudományok (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. A megfelelő nyelvi színvonal fenntartása érdekében angolul írt cikk benyújtásakor anyanyelvi lektor által kiállított igazolást is kérünk csatolni.

3. Csak formailag kifogástalan kéziratot fogadunk el.

4. A kéziratot - annak mellékleteivel együtt - elektronikusan (e-mailben) kell megküldeni Dr. Szalka Éva címére (Acta Agronomica Óváriensis Szerkesztő Bizottsága, 9201 Mosonmagyaróvár, Vár 2.; szalka.eva@sze.hu)

A kézirat összeállítása

1. Formai követelmények

1.1. A kézirat táblázatokkal és ábrákkal együtt legfeljebb 16-20 gépelt - számozatlan - oldal legyen, Times New Roman betűtípussal 11 pt betűmérettel, körben 2 cm-es margót hagyva. A gépirás fekete betűkkel, irodai (A/4-es) papír egyik oldalára, 1,5-es sorközrel 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.

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 és 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 egynyári szélfű előfordulása a Fertő-Hanság-medence
kukoricavetéseiben

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

Felvételezési hely (1)		Egynyári 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, *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 családnévének *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: (*Ivánicsics* 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 hivatkozásnál a szerző családneve és keresztnévének kezdőbetűje *dőlten* szedve, a cikk megjelenésének évszáma zárójelben, a cikk címe, a folyóirat megnevezése, az évfolyam száma félkövéren, 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 keli 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. Magyar szerzőknél ez kerülendő.

4. Ábrák és táblázatok

4.1. A digitalizált képeket, ábrákat lehetőleg TIF, JPG kiterjesztésű állományként küldjék, és ne a dokumentumba ágyazva.

4.2. Táblázatok esetében kérjük, hogy szintén Times New Roman betűtípust használjanak. Lehetőleg mellőzzék a táblázatok különféle kerettel és vonalvastagságokkal történő tarkítását.

4.3. Kérjük az eredeti ábrák, táblázatok külön állományban (pl. XLS) történő mentését, ezeket se illesszék a dokumentumba.

4.4. Ugyanazon adatsorokat grafikus és táblázatos formában nem közöljük.

Kérjük, hogy a szövegben az ábrákra és táblázatokra (dőlt betűvel írva) minden esetben hivatkozzanak.

5. Lektorálás, korrektúra

5.1. Az angol nyelvű cikkek lektorálása két szinten (anyanyelvi és szakmai bírálat) történik. Mint azt az *Általános szempontokban* említettük, a közlemény beérkezésekor benyújtott anyanyelvi lektori igazolás biztosítja az *előzetes nyelvi ellenőrzést*, amit *szakmai bírálat* követ.

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 e-mail-ben (szalka.eva@sze.hu). Csak a végleges összeállítású, hibátlan dolgozatot tudjuk szerkeszteni.

A megjelent dolgozatokért a Szerkesztőbizottság tiszteletdíjat nem tud fizetni.

A kéziratokat a dolgozat megjelenéséig megőrizzük.

A Szerkesztőbizottság

Kiadásért felelős:

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar dékánja

A szerkesztőség címe

H-9201 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

Tartalom

Varga Z.:

Az éghajlatingadozások hatásai a szőlőtermesztés feltételeire a mosoni-sík hosszú adatsorai alapján4

A. Al. Bidabadi - N.Sohrabi - M. Feizian- A. Maleki:

The effect of the short-term application of municipal sewage sludge on some of the macronutrients, heavy metals and the physiochemical characteristics of soil under lettuce cultivation30

Szabó A. – Pokovai K. – Ragályi . – Rékási M. – Sándor R.– Bernhardt B.– Koncz J. – Haszon B. – Kremper R. – Csathó P.:

Nehézfém- és egyéb toxikus mikroelem-terhelés tartamhatása a talaj károsolem tartalmak alakulására, szabadföldi kísérletben.....52

Barabás A. - Hanczné Lakatos E. - Németh – Torkos A.:

A lepárlás középkori emlékei a kőszegi várban90

Matus A.:

Vágópontok telepítésének piaci potenciálja a Csallóközben 111

Tamándl L. -Szalka É.:

A humánerőforrás helyzete a hazai mezőgazdaságban..... 136

Szemle 150

Szántó Z:

A napraforgó gyomirtása151

Szabados A. - Szabados V. B. - Gulyás L.:

A növekedésre ható tényezők és az alkalmazott gidanevelési módszerek174

Tájékoztató és útmutató a szerzők részére..... 189