

VOLUME 62.

KÜLÖNSZÁM II.

Óvári Tudományos Napok 2021

**Mosonmagyaróvár
2021**



ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS



Mosonmagyaróvár

VOLUME 62.

KÜLÖNSZÁM II.

2021

SZÉCHENYI ISTVÁN UNIVERSITY
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár
Hungary

SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

Közleményei

Volume 62. Különszám II.
Mosonmagyaróvár
2021

Editorial Board/Szerkesztőbizottság

Bali Papp Ágnes Jolán PhD	Ördög Vince DSc
Hanczné Dr Lakatos Erika PhD	Pinke Gyula DSc
Hegy Judit PhD	Reisinger Péter CSc
Kovács Attila József PhD	Salamon Lajos CSc
Kovácsné Gaál Katalin CSc	Schmidt János MHAS
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

Reviewers of manuscripts/A kéziratok lektorai:

Csenki-Bakos Zsolt Imre, Csontos Györgyi, Gergely István, JakabPéter, Jolánkai Márton, Kovács Attila Viktor, Kucserka Tamás, Molnár Zoltán, Pepó Péter, Schmidt Rezső, Selmeczy Géza, Szakál Pál, Szalai Sándor, Tamás János,

Acta Agronomica Óváriensis Vol. 62. Különszám II.

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

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

**NÖVÉNY-, VÍZ- ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI
SZEKCIÓ**



MOSONMAGYARÓVÁRI KUKORICA FENOLÓGIAI VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI ÉGHAJLATVÁLTOZÁS IDEJÉN

VARGA ZOLTÁN

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

ÖSSZEFOGLALÁS

Mosonmagyaróvár térségében végzett párhuzamos meteorológiai és kukorica fenológiai adatgyűjtési programunk 1997-ben kezdődött és napjainkban is tart. Ez az időszak jól egybeesik azzal az 1991-2020 közötti 30 évvel, melynek adatai alapján egy terület aktuális éghajlata jellemezhető. A fenológiai vizsgálatok viszonylag egyszerű és pontos módját jelentik az éghajlatváltozás regionális alakulása és hatásai tanulmányozásának. A középkorai- és középérésű kukorica hibridekre fókuszáló, s így a hazai termesztési helyzetet hitelesen leképező vizsgálatainkban ezért számszerűsítettük a növények fejlődését, az egyes fenológiai szakaszok (vetés-kelés, kelés-címerhányás, címerhányás-érés) alatti meteorológiai viszonyok alakulását, illetve az éghajlati elemek és a kukorica fejlődése közötti összefüggéseket. Elemeztük az éréscsoportok közötti fenológiai eltéréseket is. Eredményeinket a Mosoni-síkra és a Szigetközre egyaránt reprezentatívnak tekinthetjük.

Kulcsszavak: éghajlatváltozás, mezőgazdaság, kukorica, fenológia, éghajlati elemek

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az éghajlatváltozás egyre fokozódó jelentősége és globális társadalmi hatásai immáron megkérdőjelezhetetlenek (IPCC 2014). Ezért alapvető fontosságú a múltbeli és a jelenleg folyamatban lévő klimatikus folyamatok minél jobb megértése, a nélkül ugyanis

elképzелhetetlen a jelenlegi emberi tevékenység fenntartása (*Makra et al.* 2002). Ugyanakkor, míg az éghajlatváltozás globális trendjei immár évtizedek óta folyamatosan és viszonylag részletesen tanulmányozottak, s általánosan elfogadottak azoknak a legvalószínűbb környezeti alrendszerekre gyakorolt feltételezett hatásai (*Cook et al.* 2016), kevés az olyan vizsgálat, mely szűkebb régiókra vonatkozik és a mezőgazdaság specifikus szempontjait veszi figyelembe (*Wheeler és Lobley* 2021). Az ilyen vizsgálatok jelenősége abban áll, hogy a jelenleg is tartó globális éghajlatváltozás térben és időben nem egységesen zajlik le, azaz helyileg az általános trendektől akár jelentősen eltérő változások is előfordulhatnak (*IPCC* 2014). A leggyakrabban használt klímaszcenáriók szerint hazánk fokozottan érzékeny az éghajlati rendszer megváltozásának hatásaira (*Kocsis és Anda* 2010).

A mezőgazdasági tevékenység kiemelten kitett a klimatikus hatásoknak, így az azokhoz való alkalmazkodás a mezőgazdaság egyik legnagyobb kihívása a 21. században. A várható hatások közül kiemelhető a termésveszteség, a talaj leromlása, a vízkészletek csökkenő hozzáférhetősége, a romló termelékenység mutatók, valamint a növekvő termelési költségek (*Alam et al.* 2012, *Rey et al.* 2016). Az alkalmazkodás kiterjedhet a fajták jobb megválasztására, a vetésidő módosítására, a vízhasználat javítását és a talajvédelem fokozását segítő technológiák bevezetésére vagy akár a talajhasználat megváltoztatására (*Zheng et al.* 2014). A mezőgazdaság klímához való hatékony alkalmazkodásához viszont a jelenleginél lényegesen részletesebb és közvetlen információra van szükség (*Pieczka et al.* 2017). A helyi szintű pontos és releváns információk nyilvánvaló előnyt jelenthetnek a helyi gazdálkodók számára (*Dióssy* 2008).

A fenológia - a Nemzetközi Biológiai Program (International Biological Program – IBP) keretében megalkotott, általánosan használt definíciója szerint - az ismétlődő biológiai események időbeli alakulásának, az azok időbeliségét okozó biotikus és abiotikus kényszerek törvényszerűségeinek és az azonos vagy eltérő fajok fázisai közötti összefüggéseknek a tanulmányozása (*Lieth* 1974). Ez a meghatározás jól indokolja az agrometeorológiai vizsgálatok fontosságát és aktualitását, valamint érzékelteti a Mosonmagyaróváron 1997-ben megkezdett agrometeorológiai kísérletsorozat eredményeinek lehetséges felhasználási területeit.

A párhuzamos meteorológiai és fenológiai adatgyűjtés fontossága a XX. század eleje óta ismert, amikor Brounov az agrometeorológia alapelveként definiálta ennek szükségességét a kvantitatív vizsgálatok megalapozásához (*Varga-Haszonits és Varga*

2006a). Miközben az ilyen jellegű kutatások jelentősége és felhasználhatósága folyamatosan növekedni látszik, igazán hosszú, a pár évet meghaladó tartamú agrometeorológiai kísérletsorozatokkal csak ritkán lehet találkozni a szakirodalomban. Ráadásul a rendelkezésre álló, az éghajlati rendszer változásának hatását elemző hosszabb adatsorokat felhasználó fenológiai vizsgálatok általában vadon termő növényekre irányulnak, s az irodalomban lényegesen ritkábban lehet gazdasági növényekre fókuszáló, ilyen jellegű kutatásokkal találkozni. A hosszú, párhuzamos meteorológiai és fenológiai adatsorok iránti fokozódó igényt a napjainkban egyértelműen az érdeklődés középpontjába került éghajlatváltozás alakulásának és hatásainak tanulmányozása (*Rosenzweig et al. 2007, Aono és Kazui 2008*), valamint a kissé háttérbe szorult, de legalább ugyanilyen fontos éghajlati változékonysággal kapcsolatos elemzések indokolják. Továbbá az egyre nagyobb teret nyerő, s mind kidolgozottabb mezőgazdasági döntéstámogató rendszerek által igényelt, kvantifikált alapokon nyugvó információ előállítása szempontjából is szükségesek a hosszú agrometeorológiai kísérletsorozatok.

A kukorica tesztnövényként való használata több szempontból is indokoltnak látszott. Fő takarmánynövényünk kiemelkedő nemzetközi és hazai termesztési jelentősége éppúgy indokolják ezt, mint a fajon belüli alakgazdagsága (a nagyon különböző éréscsoportok megléte) és nagyfokú alkalmazkodóképessége.

Mindezen megfontolások alapján azt a célt tűztük ki, hogy hosszú kukorica fenológiai adatsoraink részletes, agroklimatológiai szemléletű elemzésével segítsük a Mosoni-sík és a Szigetköz mezőgazdasági termelőinek eredményesebb alkalmazkodását a környezeti rendszer jelenlegi állapotához és várható jövőbeli változásaihoz.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A mosonmagyaróvári Agroklimatológiai Kutatócsoport tevékenysége keretében elindított szántóföldi kísérletsorozatunk helyszínül a jelenlegi Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának mosonmagyaróvári növénytermesztési kísérleti telepét választottuk. A hazánkban termesztett kukorica hibridválaszték általában több mint 80 %-ban a középkorai- (FAO 300-399) és a középérésű (FAO 400-499) éréscsoportokból kerül ki, ezért a vizsgálatba bevont növényállományokat is ezekből választottuk. A párhuzamosan mért meteorológiai adatok az Országos Meteorológiai

Szolgálat és a mosonmagyaróvári kar által közösen üzemeltetett hivatalos meteorológiai állomásról származtak. A kukorica állományok évről-évre a meteorológiai adatgyűjtés pár km²-es körzetében voltak megtalálhatók, s az ilyenkor megkövetelt reprezentativitás biztosított volt. A párhuzamos fenológiai és meteorológiai adatgyűjtés 1997-ben kezdődött, s egy 2014-2016 közötti kényszerű szünettől eltekintve napjainkig tart. A középkorai éréscsoport esetén egy évvel később indultak a vizsgálatok.

A kukoricatermesztést jellemző rendkívül gyors fajtarotáció miatt nem tudtuk végig ugyanazokat a hibrideket használni kísérleteink során, de az fontos szempont volt az éréscsoportokat reprezentáló növények megválasztásánál, hogy az egymást váltó hibridek érésideje (FAO száma) ne térjen el lényegesen. A mezőgazdasági kultúrnövények fenológiai vizsgálatakor ugyanis fontos annak tisztázása, hogy a fajták közötti különbségek mekkora szerepet játszanak a fenológiai jelenségek eltérő időpontjaiban. Ha ezek a különbségek nagyok, akkor az egyes fajtákat külön kell vizsgálni; ha viszont nem jelentősek az eltérések, akkor ettől eltekinthetünk, s általánosságban az adott faj (vagy esetünkben éréscsoport) fenológiai eseményeiről beszélhetünk (*Szakály* 1963, 1972). A hibridek megválasztásával ez utóbbira törekedtünk. Az általunk alkalmazott hibridek az alábbiak voltak a most elemzett kísérleti időszakban. Középkorai érésűek (FAO 300-as éréscsoport): 1998-2004: Asgrow 043, 2005: Cisco, 2006-2011: LG-3362, 2012-2013: LG-3350, 2017: Chapalu, 2018-2019: Zephir, 2020: Replik, 2021: Limanova. Középerésűek (FAO 400-as éréscsoport): 1997-1999: Mv-444, 2000: Dekalb545, 2001-2004: Dekalb471, 2005: Occitan, 2006-2013: LG-3475, 2017: Initio, 2018: Inclusiv, 2019 és 2021: DKC4351, 2020: SY Octeon.

Az általunk gyűjtött fenológiai adatok a növények fejlődését, növekedését és produktivitását számszerűsítették. Úgy találtuk, hogy a fenológiai adatsorok fent említett homogenitási kritériuma legjobban a növényfejlődésre vonatkozó adatok esetén teljesült, így jelen vizsgálatainkban a fenológiai jelenségek bekövetkezési időpontját, a fejlődési szakaszok hosszát és az adott szakaszokra jellemző átlagos napi fejlődési ütemet használtuk.

A kukorica vegetációs periódusát a kezdeti fejlődés (a vetéstől a kelésig terjedő időintervallum), a vegetatív fejlődés (a keléstől a címerhányásig terjedő periódus) és a generatív fejlődés (a címerhányástól az érésig terjedő periódus) időszakára felosztva végeztük az adatgyűjtést és az adatok elemzését. Említést érdemel, hogy ismeretesek a kukorica vegetációs periódusának az itt használnál lényegesen részletesebb felosztásai is

(Zadoks skála - *Zadoks et al.* 1974; BBCH-skála - *Weber és Bleiholder* 1990, *Lancashire et al.* 1991), de esetünkben – mint ahogyan az ilyen jellegű vizsgálatok esetében általában - nem látszott indokoltnak azok használata.

A fenológiai adatokhoz az Országos Meteorológiai Szolgálat és a Széchenyi István Egyetem által közösen működtetett mosonmagyaróvári meteorológiai főállomás következő mért és számított meteorológiai értékeit társítottuk: átlagos léghőmérséklet ($^{\circ}\text{C}$), napi minimumhőmérsékletek átlaga ($^{\circ}\text{C}$), napi maximumhőmérsékletek átlaga ($^{\circ}\text{C}$), átlagos talajhőmérséklet 5, 10, 20, 50 és 100 cm-es mélységben ($^{\circ}\text{C}$), napfénytartam összeg (óra), átlagos relatív nedvesség (%), csapadékösszeg (mm), párologtatóképesség összege (mm, *Varga-Haszonits és Varga* (2006b) által leírt módon kalkulálva), ariditási index (a párologtatóképesség összeg és a csapadékösszeg hányadosaként számítva) és fototemikus index (az átlaghőmérséklet és a napfénytartam összeg hányadosaként meghatározva).

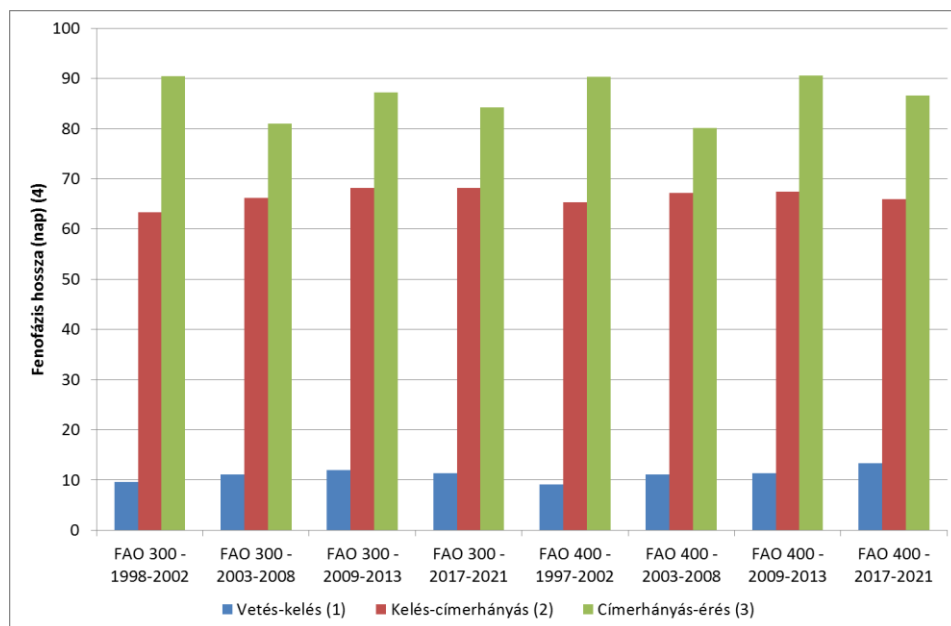
Az adatbázis kialakítását követően *Sváb* (1981) által leírt egyszerű statisztikai módszerek segítségével elemeztük az alapvető mosonmagyaróvári fenológiai jellemzők, illetve az egyes fenológiai szakaszok alatti meteorológiai viszonyok időbeli alakulását, melyek az egész a Mosoni-síkra reprezentatívnak tekinthetők. Az adatsorokat nagyjából egyenlő, öt-hat éves időszakokra osztva vizsgáltuk az azokat jellemző átlagokat, szórásokat, illetve azok időbeli alakulásának törvényszerűségeit és a változások szignifikanciáját (kétmintás t-próbával). Elemeztük továbbá a fenofázisok alatti meteorológiai viszonyoknak a középkorai- és középerésű kukoricahibridek fejlődésére gyakorolt hatását – döntően lineáris regresszió analízissel. A statisztikai vizsgálatokat *Microsoft Excel 2010* szoftver segítségével végeztük. Pragmatikus okokból és a terjedelmi szempontokat is szem előtt tartva az elvégzett statisztikai vizsgálatok részletesebb bemutatására nem térünk ki az eredmények ismertetésénél.

EREDMÉNYEK

Mint említettük, a kukorica fenológiai jellemzőinek vizsgálatakor az 1990-es évek végétől napjainkig tartó időintervallumot hozzávetőlegesen egyenlő szakaszokra bontva elemeztük a 3. évezred elején tapasztalható tendenciákat. A kezdeti fejlődés általában a tenyészidőszak teljes időtartamának 6-8 %-át tette ki, a vegetatív szakasz 39-42 %-át, míg a generatív fejlődés kicsit több mint a felét, 51-55 %-át. Ez a megoszlás – némi

ingadozással, de szignifikáns eltérések nélkül - mindkét éréscsoport valamennyi vizsgált időszakára jellemző volt, s jó egyezést mutatott a korábbi évtizedekre vonatkozó országos vizsgálataink (Varga-Haszonits és Varga 1998) eredményeivel.

Az egyes fenofázisok relatív hossza mellett a fázistartamok tényleges hosszára irányuló elemzéseink eredményei (1. ábra) is azt bizonyítják, hogy az egyes éréscsoportok között, illetve a különböző időszakokban nem volt szignifikáns eltérés.



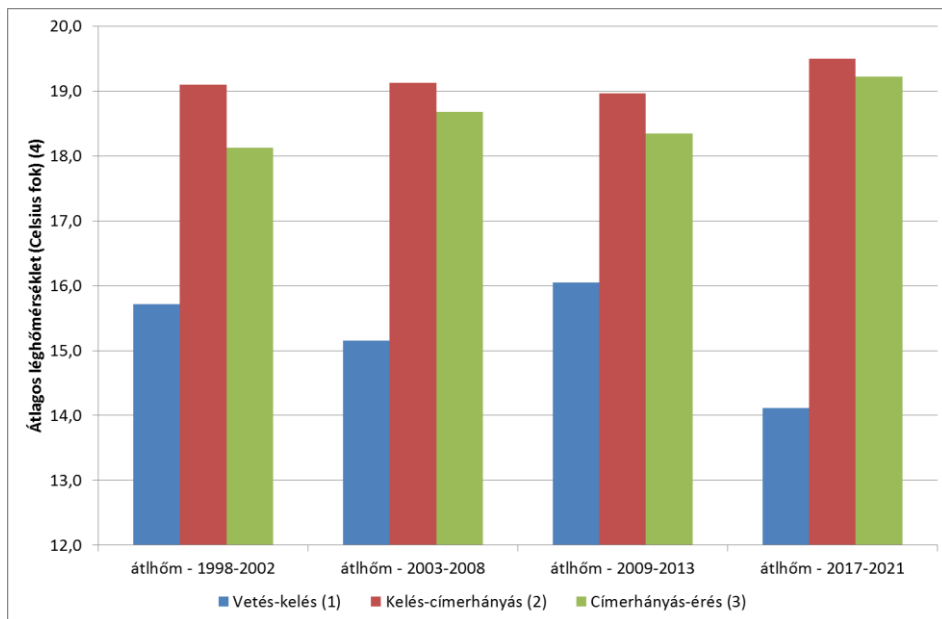
1. ábra. Kukoricahibridek átlagos fázistartamai

Figure 1. Average phenophase durations of maize hybrids

(1) Sowing-emergence; (2) Emergence-anthesis; (3) Anthesis-ripening; (4) Phenophase durations (days)

Az egyes fenofázisokat jellemző meteorológiai viszonyok alakulásáról, melyeket hasonló módszerekkel elemeztünk, először is az mondható el, hogy a kezdeti fejlődés időszakától eltekintve érzékelhető egy - egyelőre általában még nem vagy csak gyengébben szignifikáns - melegedési folyamat az utóbbi két évtizedben mindkét éréscsoport esetén (2-3. ábra). Említést érdemel, hogy az itt bemutatott, az átlagos léghőmérsékletekre vonatkozó tendenciákkal megegyezőket tapasztaltunk a többi talaj- és léghőmérsékleti elem esetében is. Azt is fontos megjegyezni, hogy az 1951-1990-es időszakra vonatkozó, hasonló jellegű eredményekhez (Varga 1999) képest statisztikailag is igazolható a

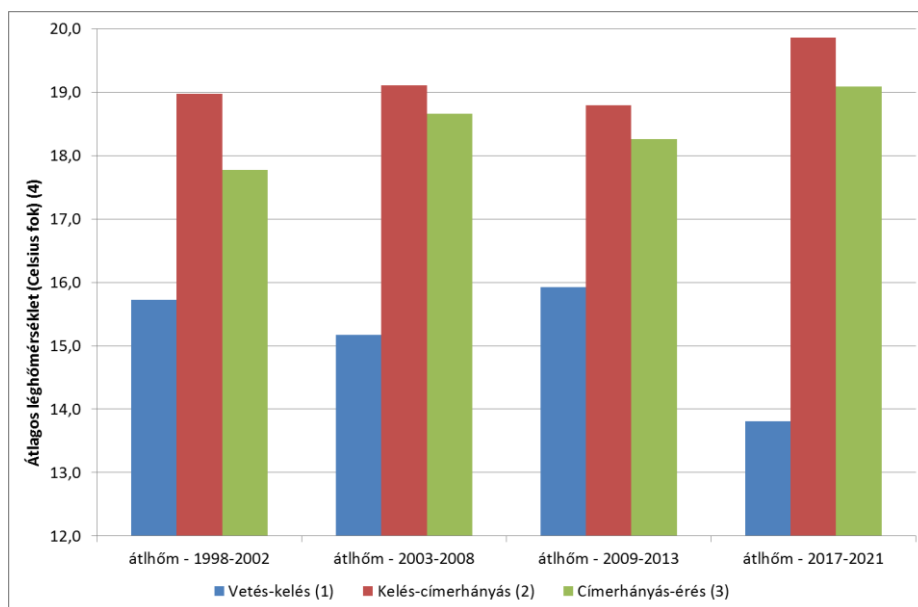
kukorica tenyésztésidőszaka léghőmérsékleti viszonyainak szignifikáns megváltozása a középkorai és középerésű hibridek esetén egyaránt.



2. ábra. Középkorai érésű kukoricahibridek fenológiai szakaszai alatti léghőmérsékleti viszonyok alakulása

Figure 2. Average air temperature conditions during the phenological stages of maize hybrids (mid-early maturity group)

(1) Sowing-emergence; (2) Emergence-anthesis; (3) Anthesis-ripening; (4) Average air temperature (degrees Celsius)

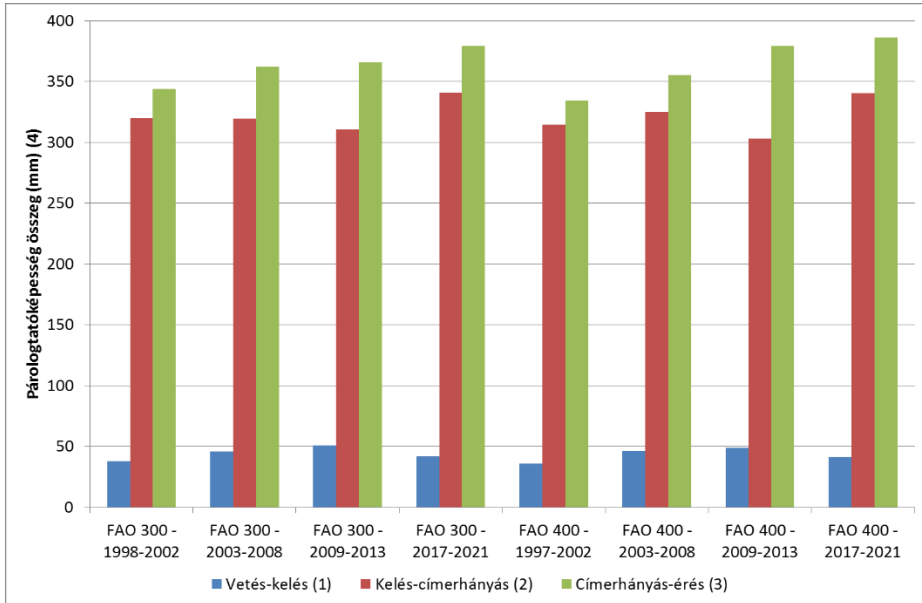


3. ábra. Középérésű kukoricahibridek fenológiai szakaszai alatti léghőmérsékleti viszonyok alakulása

Figure 3. Average air temperature conditions during the phenological stages of maize hybrids (middle maturity group)

(1) Sowing-emergence; (2) Emergence-anthesis; (3) Anthesis-ripening; (4) Average air temperature (degrees Celsius)

Hasonló irányú, de nagyobb mértékben szignifikáns változások figyelhetők meg az alapvetően termikus elemek által meghatározott párologtatóképesség alakulását illetően (4. ábra) az utóbbi évtizedekben, melyek különösen a címerhánnyás-érés időszakban növelték meg fő takarmánynövényünk vízmérlegének kiadási oldalát. Az 1951-1990-es évek átlagához (Varga 1999) viszonyítva még szembetűnőbb ez a termesztési kockázatot jelentősen fokozó klimatikus átrendeződés.

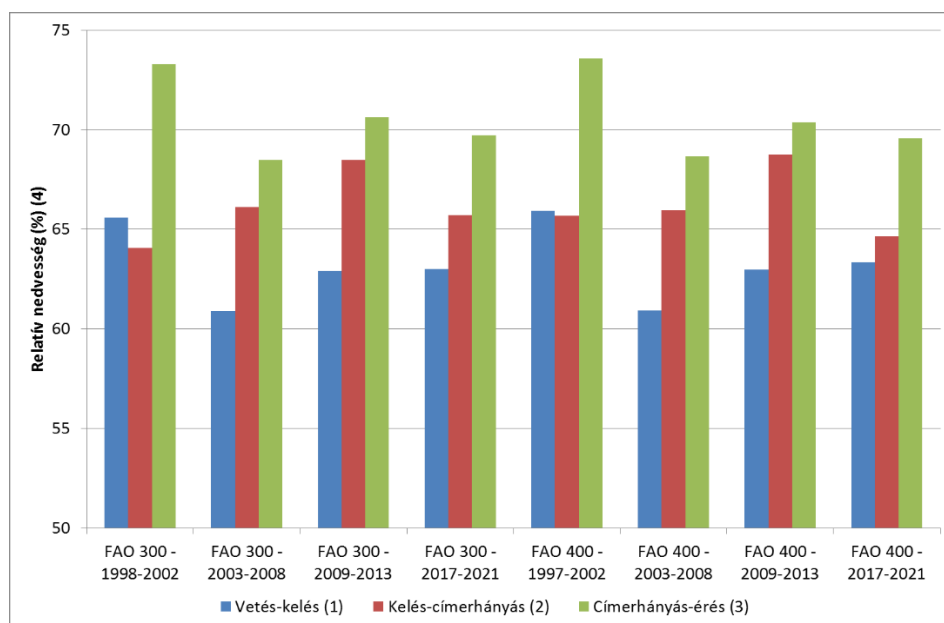


4. ábra. Kukoricahibridek fázisstartamai alatti átlagos párologtatóképesség összegek

Figure 4. Average potential evaporation amounts during the phase durations of maize hybrids

(1) Sowing-emergence; (2) Emergence-anthesis; (3) Anthesis-ripening; (4) Potential evaporation amount (mm)

A relatív nedvesség értékeinek vizsgálatakor a hőmérsékleti elemeknél tapasztalhoz hasonló mértékű, de azzal ellentétes irányú változásokat tapasztaltunk (5. ábra), melyek szintén a növényfejlődés generatív szakaszában jelentkeztek a legkifejezettebben. Ezen meteorológiai elemnél is megállapítható, hogy az utóbbi nagyjából két évtized változásai tovább erősítik a 20. század második felében tapasztalt (Varga 1999) klimatikus tendenciákat. A levegő telítettségi hiányának fokozódása egyébként logikusan következik a léghőmérséklet emelkedéséből, mely a levegő párabefogadó képességének növelése által járul hozzá a relatív nedvességi értékek csökkenéséhez, s ez végső soron szintén az aszálykockázat fokozódását eredményezi.



5. ábra. Kukoricahibridek fázisstartamai alatti átlagos relatív nedvesség értékek

Figure 5. Average relative humidity values during the phase durations of maize hybrids

(1) Sowing-emergence; (2) Emergence-anthesis; (3) Anthesis-ripening; (4) Relative humidity (%)

Az 1-2. táblázatok a meteorológiai elemeknek a növényfejlődésre gyakorolt hatását foglalják össze a két éréscsoportra és a teljes vizsgálati időszakra kiterjedően oly módon, hogy az egyes fejlődési szakaszok alatti lineáris összefüggés vizsgálatok korrelációs koefficiens értékeit mutatják be a kapcsolatok szorosságát kifejező szignifikancia szinteket is megjelenítve. A két éréscsoport között általában ebben a vonatkozásban sem találtunk jelentős különbségeket, bár a generatív szakasz talajhőmérsékleti viszonyai a középérésű hibridek fejlődését erősebben befolyásolták, mint a középkorai hibridekét. Kiemelhető még, hogy a meteorológiai viszonyok fejlődést befolyásoló szerepe a vegetatív szakaszban többnyire csökkent a többi fenofázishoz képest.

A meteorológiai elemek vonatkozásában a hőmérsékleti elemeknek a kezdeti fejlődés során a 300-as FAO-számú éréscsoport fejlődésére gyakorolt jelentős hatása érdemel említést, de ennél is jelentősebb a napfénytartam, valamint az egységnyi napfénytartamra eső átlaghőmérséklet változás, azaz a közös hőmérsékleti és sugárzási hatást kifejező fototermikus index minden fejlődési szakaszban erősen szignifikáns kapcsolata a

fejlődéssel mindkét éréscsoport esetén. Szintén ki kell emelnünk a döntően termikus elemek alakulása által meghatározott párologtatóképesség hasonlóan meghatározó befolyását a két éréscsoport hibridjeinek kezdeti fejlődésére. Ettől eltekintve a higrikus elemek hatása jelentősen elmarad a termikus elemekétől. Ezek a megállapításaink alapvetően összecsengenek az 1960-1985 közötti adatokat feldolgozó, hasonló jellegű korábbi vizsgálatok eredményeivel (*Varga-Haszonits és Varga 1998*).

A meteorológiai elemek és a kukorica fejlődése közötti kapcsolatot oly módon is számszerűsítettük, hogy a három fejlődési szakaszra vonatkozó adatokat egyesítettük. Az ezekre vonatkozó r értékek is megjelennek az *1-2. táblázatokban*, s látható, hogy ilyen esetekben – az ariditási index kivételével – a legmagasabb szinten szignifikáns kapcsolatok mutathatók ki.

1. táblázat. Meteorológiai elemek hatása a középkorai érésű kukorica hibridek fázisstartamára és fejlődési ütemére - lineáris regresszióanalízis korrelációs koefficiens értékei

Table 1. Effect of meteorological elements on the phase duration and development rate of maize hybrids (mid-early maturity group) - values of the correlation coefficient of linear regression analysis

FAO300	Fázisstartamra gyakorolt hatás (1)				Fejlődési ütemre gyakorolt hatás (2)			
	Vetés-kelés (3)	Kelés-c.hányás (4)	Cimerhányás-érés (5)	Együttesen (6)	Vetés-kelés	Kelés-c.hányás	Cimerhányás-érés	Együttesen
Talajhőmérséklet 5cm (7)	0,4922	0,2729	0,2532	0,6106	0,4088	0,2604	0,2470	0,5504
Talajhőmérséklet 10cm (8)	0,5235	0,3108	0,2494	0,6496	0,4628	0,3045	0,2454	0,5700
Talajhőmérséklet 20cm (9)	0,4782	0,2581	0,2345	0,7339	0,4452	0,2528	0,2261	0,6454
Talajhőmérséklet 50cm (10)	0,3612	0,4327	0,3002	0,8576	0,3547	0,4350	0,2739	0,7554
Talajhőmérséklet 100cm (11)	0,2012	0,2948	0,4122	0,9287	0,2232	0,3010	0,4037	0,8091
Minimumhőmérséklet (12)	0,3731	0,1241	0,0387	0,7940	0,3071	0,1334	0,0045	0,7093
Maximumhőmérséklet (13)	0,5273	0,0141	0,0028	0,6051	0,4284	0,0089	0,0100	0,4999
Átlaghőmérséklet (14)	0,5340	0,1466	0,0077	0,6758	0,4339	0,1552	0,0077	0,5831
Napfénytartam (15)	0,6557	0,5638	0,6719	0,9709	0,6260	0,5576	0,6697	0,9045
Fototermikus index (16)	0,8199	0,7577	0,7910	0,8686	0,8308	0,7626	0,7846	0,9642
Relatív nedvesség (17)	0,2676	0,1044	0,0800	0,4684	0,2218	0,1100	0,0768	0,4378
Csapadék (18)	0,3700	0,0412	0,1158	0,8206	0,3863	0,0332	0,1483	0,7484
Párolgatóképeség (19)	0,5682	0,5389	0,3834	0,9700	0,6218	0,5359	0,3899	0,8774
Ariditási index (20)	0,2433	0,0447	0,1463	0,2771	0,1905	0,0500	0,1860	0,2722

(1) Impact on phanophase duration; (2) Impact on development rate; (3) Sowing-emergence; (4) Emergence-anthesis; (5) Anthesis-ripening; (6)-(11) Average temperature of different soil layers (degrees Celsius); (12) Minimum air temperature (degrees Celsius); (13) Maximum air temperature (degrees Celsius); (14) Average air temperature (degrees Celsius); (15) Sunshine duration (hours); (16) Photothermal index; (17); Relative humidity (%); (18) Precipitation amount (mm); (19) Potential evaporation amount (mm); (20) Aridity index

Szignifikancia szint jelölése

Indication of significance level

NS
10
5
2
1
0,1

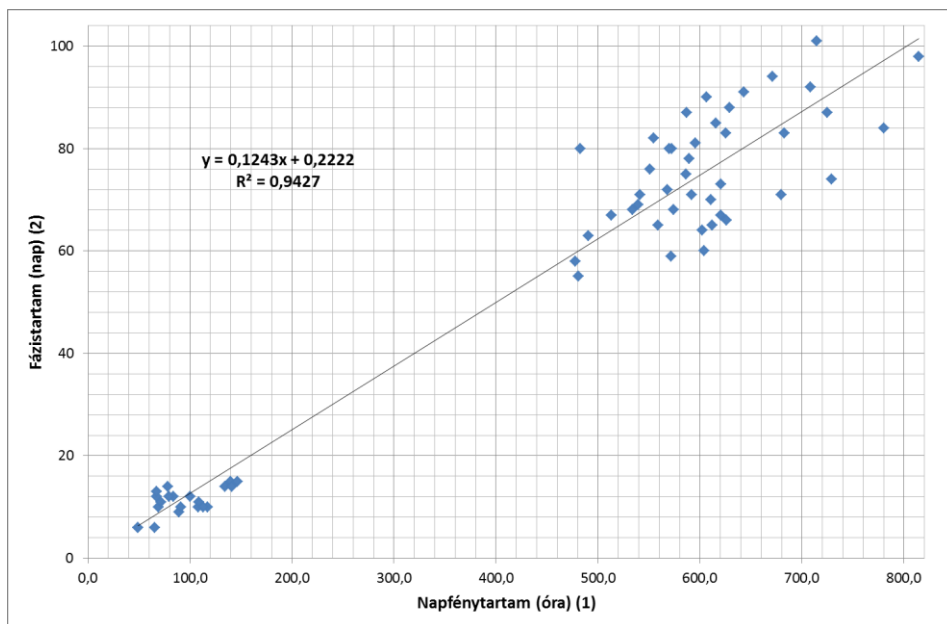
2. táblázat. Meteorológiai elemek hatása a középerésű kukorica hibridek fázisstartamára és fejlődési ütemére - lineáris regresszióanalízis korrelációs koefficiens értékei

Table 2. Effect of meteorological elements on the phase duration and development rate of maize hybrids (middle maturity group) - values of the correlation coefficient of linear regression analysis

FAO400	Fázisstartamra gyakorolt hatás (1)				Fejlődési ütemre gyakorolt hatás (2)			
	Vetés-kelés (3)	Kelés-c.hányás (4)	Cimerhánys-érés (5)	Együttesen (6)	Vetés-kelés	Kelés-c.hányás	Cimerhánys-érés	Együttesen
Talajhőmérséklet 5cm (7)	0,2850	0,3435	0,6049	0,5666	0,1476	0,3409	0,6027	0,5504
Talajhőmérséklet 10cm (8)	0,2980	0,3561	0,6007	0,6049	0,1884	0,3514	0,6002	0,5662
Talajhőmérséklet 20cm (9)	0,2534	0,2983	0,5803	0,6946	0,1628	0,2943	0,5731	0,6366
Talajhőmérséklet 50cm (10)	0,1603	0,4624	0,5907	0,8202	0,0943	0,4654	0,5647	0,7303
Talajhőmérséklet 100cm (11)	0,0045	0,4962	0,5888	0,9079	0,0245	0,5015	0,5765	0,7748
Minimumhőmérséklet (12)	0,0557	0,4426	0,4062	0,7353	0,0100	0,4682	0,3736	0,6983
Maximumhőmérséklet (13)	0,4312	0,3583	0,2751	0,5396	0,3124	0,3961	0,2740	0,4533
Átlaghőmérséklet (14)	0,3338	0,4791	0,3764	0,6078	0,2304	0,5147	0,3678	0,5505
Napfénytartam (15)	0,7075	0,5834	0,6623	0,9727	0,7770	0,5791	0,6473	0,8656
Fototerikus index (16)	0,6599	0,8308	0,8026	0,8602	0,8600	0,8520	0,7884	0,9637
Relatív nedvesség (17)	0,4701	0,0063	0,3137	0,4695	0,4417	0,0283	0,3276	0,4801
Csapadék (18)	0,8961	0,1315	0,1072	0,8174	0,5115	0,1682	0,1609	0,7446
Párolgatóképeség (19)	0,8012	0,4338	0,1517	0,9480	0,7466	0,4056	0,1449	0,8460
Ariditási index (20)	0,0300	0,1421	0,2561	0,2216	0,1546	0,1658	0,3072	0,1533

(1) Impact on phanophase duration; (2) Impact on development rate; (3) Sowing-emergence; (4) Emergence-anthesis; (5) Anthesis-ripening; (6)-(11) Average temperature of different soil layers (degrees Celsius); (12) Minimum air temperature (degrees Celsius); (13) Maximum air temperature (degrees Celsius); (14) Average air temperature (degrees Celsius); (15) Sunshine duration (hours); (16) Photothermal index; (17); Relative humidity (%); (18) Precipitation amount (mm); (19) Potential evaporation amount (mm); (20) Aridity index

A fenti táblázatokban – mintegy elsődleges közelítésként használt – lineáris összefüggés vizsgálatok általában reális feltételezést jelentenek a meteorológiai viszonyoknak a kukorica hibridek fejlődésére gyakorolt hatásának jellegét illetően az egyes fenofázisokban. Ezen túlmutatóan bizonyos esetekben a három fenológiai szakaszra vonatkozó adatokat egyesítő, komplexebb vizsgálatok során is azt tapasztaltuk, hogy nem-lineáris függvényekkel közelítve az éghajlat-fejlődés kapcsolat szorosságát kifejező korrelációs koefficiens értékei nem javíthatók érdemben, mint ahogyan az a 6. ábrán is látható.

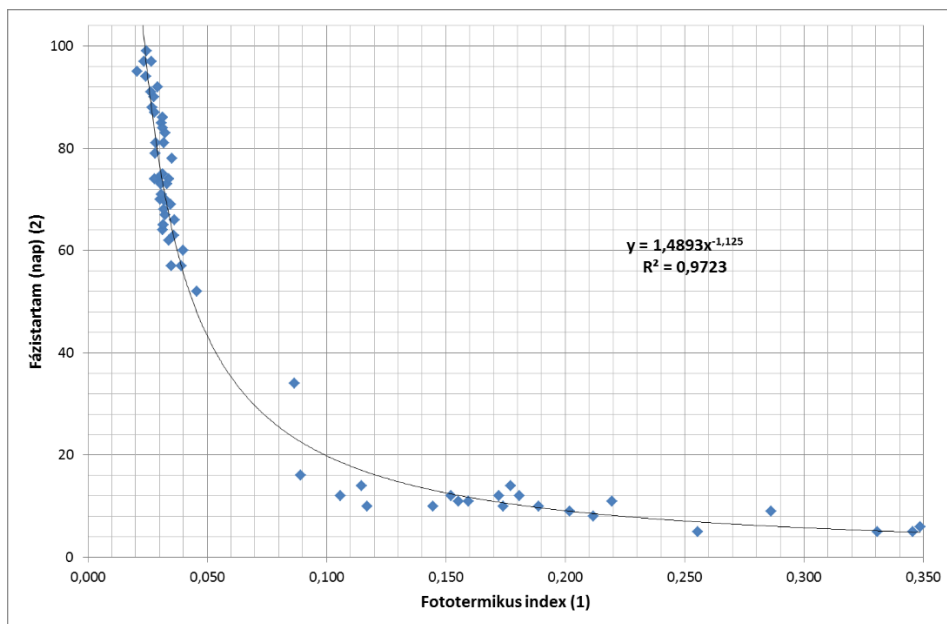


6. ábra. A kukorica fenofázisai alatti napfénytartam összeg hatása a középkorai érésű hibridek fenofázisainak hosszára

Figure 6. Effect of sunshine duration sums during maize phenophases on phenophase duration of maize hybrids (mid-early maturity group)

(1) Sunshine duration (hours); (2) Phenophase duration (days)

Ugyanakkor néhány esetben egy más jellegű függvény illesztése még számottevően képes javítani a táblázatokban megjelenített r értékeken, mint ahogyan az a 7. ábrán bemutatott példából is kitűnik, ahol a fototermikus indexnek a 400-as FAO-számú hibridek fázistartamaira gyakorolt hatását kifejező amúgy is magas korrelációs koefficiensét (0,8602) hatványfüggvény használatával szinte determinisztikusra, 0,9860-ra sikerült növelni.



7. ábra. A kukorica fenofázisai alatti fototermikus index hatása a középérésű hibridek fenofázisai hosszára

Figure 7. Effect of photothermal index during maize phenophases on phenophase duration of maize hybrids (middle maturity group)

(1) Photothermal index (2) Phenophase duration (days)

KÖVETKEZTETÉSEK

Fontosabb megállapításaink az alábbi pontokban foglalhatók össze.

1. A két fő hazai érecsoportot reprezentáló kukorica hibridek fejlődése között nem találtunk szignifikáns különbséget.
2. A két érecsoport fenológiai szakaszai alatti meteorológiai viszonyok is nagyon hasonlóképpen alakultak.
3. A vetés-kelés szakasz meteorológiai viszonyai esetén nem volt kimutatható termikus vagy higrikus trend.
4. A vegetatív és generatív fenofázisokat a termikus elemek és a párologtatóképesség emelkedő értékei, valamint a relatív nedvesség csökkenő tendenciája jellemezték, ami kedvezőtlen a vízmérleg alakulása szempontjából.

5. Az egynyári növények vegetációs periódusa alatti klimatikus átrendeződés mértéke nem haladta meg az éves értékek vizsgálatával kapott értékeket, s szignifikánsan elmaradt az áttelelő növények tenyészidőszakát jellemző változásoktól.
6. A vegetatív szakaszban általában csökkent a meteorológiai elemek fejlődést befolyásoló szerepe.
7. A napfénytartam önmagában is erősen meghatározta az egyes fenofázisok hosszát, de a fototermikus index használatakor még ez az összefüggés javítható volt.
8. Általában reális közelítés lineáris kapcsolatot feltételezni a meteorológiai elemek és a kukorica fejlődése között, de bizonyos esetekben érdemes más jellegű függvényt használni.

Összességében elmondható, hogy a mosonmagyaróvári több évtizedes agroklimatológiai vizsgálat sorozat eredményei egyfelől jó egyezést mutatnak korábbi, hasonló jellegű kutatások tapasztalataival, másfelől viszont pontosítják az egyre inkább kibontakozó éghajlatváltozásnak a kukoricafenológiára gyakorolt regionális hatásait.

RESULTS OF MAIZE PHENOLOGICAL STUDIES IN MOSONMAGYARÓVÁR AT THE TIME OF CLIMATE CHANGE

ZOLTÁN VARGA

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

SUMMARY

Our parallel meteorological and maize phenological data collection program in the Mosonmagyaróvár area began in 1997 and it continues to this day. This period coincides well with the 30 years between 1991 and 2020, which can be used to characterize the current climate of an area. Phenological studies are a relatively simple and accurate way to examine the regional evolution and effects of climate change. Therefore, in our studies focusing on maize hybrids belonging to the mid-early and intermediate maturity groups and thus authentically representing the domestic cultivation situation, we quantified the development of plants and the meteorological conditions during each phenological stage (sowing-emergence, emergence-flowering (anthesis), flowering (anthesis)-maturation),

and the impact of climatic elements and the development of maize. Differences between phenology of maturation groups were also analyzed. Our results can be considered representative of both the Mosoni plain and the Szigetköz.

Keywords: climate change, agriculture, maize, phenology, climatic elements

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését megalapozó kutatás az **Insula Magna komplex fejlesztési projekt** és a **Tématerületi Kiválósági Program 2020, Nemzeti Kihívások Alprogram, Autonóm Közlekedési Rendszerek Kiválósági Központ létrehozása Széchenyi István Egyetemen** című, **TKP2020-NKA14 azonosító számú projekt** támogatásával jött létre.

FELHASZNÁLT IRODALOM

Alam, M.M. - Siwar, C. - Toriman, M.E. - Molla, R.I. (2012): Climate change induced adaptation by paddy farmers in Malaysia. *Mitigation Adaptation Strategies for Global Change* 17. 173–186.

Aono, Y. - Kazui, K. (2008): Phenological data series of cherry tree flowering in Kyoto, Japan, and its application to reconstruction of springtime temperatures since the 9th century. *International Journal of Climatology*. 28, 905-914.

Cook, J. - Oreskes, N. - Doran, P.T. - Anderegg, W.R.L. - Verheggen, B. - Maibach, E.W.- Carlton, J.S. - Lewandowsky, S. - Skuce, A.G. - Green, S.A. - Nuccitelli, D. - Jacobs, P.- Richardson, M.- Winkler, B. - Painting, R. - Rice, K. (2016): Consensus on consensus: a synthesis of consensus estimates on human-caused global warming. *Environ. Res. Lett.* 11. 048002.

Dióssy L. (2008): The influence of global climate change on air and soil temperatures in maize canopy. *Időjárás*. 112(2). 125-139.

IPCC (2014): *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland. 1-31.

- Kocsis T. – Anda A. (2010):* A globális éghajlatváltozás várható hatásai Magyarországon. In: *Anda A. - Kocsis T. /szerk./: Agrometeorológiai és klimatológiai alapismeretek. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 64-69.*
- Lancashire, P.D - Bleiholder, H - Langeluddecke, P - Stauss, R - van den Boom, T - Weber, E - Witzsen-Berger, A. (1991):* A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Ann. Appl. Biol.* 119 (3): 561–601.
- Lieth, H. (1974):* Phenology and Seasonality Modeling. Springer Verlag, Berlin.
- Makra L. - Horváth Sz. - Pongrácz R. - Mika J. (2002):* Long term climate deviations: an alternative approach and application on the Palmer drought severity index in Hungary. *Physics and Chemistry of the Earth.* 27 (23-24). 1063-1071.
- Pieczka I. - Szabóné A. K. - Pongrácz R. - Bartholy J. (2017):* Regionális klímamodellszimulációk eredményei az új RCP-szcenáriók figyelembevételével. *Léggör: Az Országos Meteorológiai Intézet szakmai tájékoztatója.* 62. 175-178.
- Rey, D. - Holman, I.P. - Daccache, A. - Morris, J. - Weatherhead, E.K. - Knox, J.W. (2016):* Modelling and mapping the economic value of supplemental irrigation in a humid climate. *Agricultural Water Management* 173. 13–22.
- Rosenzweig, C - Casassa, G - Karoly, D.J - Imeson, A - Liu, C - Menzel, A - Rawlins, S - Root, T.L - Seguin, B - Tryjanowski, P. (2007):* Assessment of observed changes and responses in natural and managed systems. In: *Parry, M.L - Canziani, O.F - Palutikof, J.P - van der Linden, P.J - Hanson, C.E. (Eds.), Climate Change (2007): Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge UP, Cambridge, UK, 79–131.*
- Sváb J. (1981):* Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Szakály J. (1963):* Hazai őszi búza fajták fenológiai jelenségei. Beszámolók az 1962-ben végzett tudományos kutatásokról. Országos Meteorológiai Intézet, Budapest. 334-348.
- Szakály J. (1972):* Növényfenológiai vizsgálatok újabb eredményei. Beszámolók az 1969-ben végzett tudományos kutatásokról. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest. 413-416.
- Varga Z. (1999):* A kukorica (*Zea mays* L.) vegetációs periódusa alatti meteorológiai viszonyok összehasonlító vizsgálata. *Acta Agronomica Óváriensis.* 41 (1), 61-73.
- Varga-Haszonits Z. - Varga Z. (1998):* A meteorológiai tényezők hatása a kukorica fenofázisainak tartamára. *Növénytermelés.* 47 (5), 503-512.

Varga-Haszonits Z. - Varga Z. (2006a): Agrometeorológia. Egyetemi jegyzet. Mosonmagyaróvár.

Varga-Haszonits Z. - Varga Z. (2006b): Agrometeorológiai gyakorlatok. Egyetemi jegyzet. Mosonmagyaróvár.

Weber, E. - Bleiholder, H. (1990): Erläuterungen zu den BBCH-Dezimal-Codes für die Entwicklungsstadien von Mais, Raps, Faba-Bohne, Sonnenblume und Erbse - mit Abbildungen. Gesunde Pflanzen. 42, 308–321.

Wheeler, R. – Lobley, M. (2021): Managing extreme weather and climate change in UK agriculture:

Impacts, attitudes and action among farmers and stakeholders. Climate Risk Management 32. 100313

Zadoks, J. C. - Chang, T. T. - Konzak, C. F. (1974): A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14, 415-421.

Zheng, Y - Byg, A. - Thorsen, B.J. - Strange, N. (2014): A temporal dimension of household

vulnerability in three rural communities in Lijiang, China. Hum. Ecol. 42. 283–295.

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



FAJTASPECIFIKUS HATÁSOK A NÖVÉNYTERMESZTÉSSEN

PEPÓ PÉTER

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási
Kar, Növénytudományi Intézet, Debrecen

ÖSSZEFOGLALÁS

Hajdúságban mészlepedékes csernozjom talajon hosszú évek óta folyamatosan vizsgáljuk, teszteljük a fontosabb szántóföldi növényfajok (búza, kukorica, napraforgó) genotípusainak agrotechnikai inputokra adott fajta/hibrid-specifikus reakcióját. Kutatási eredményeink azt bizonyították, hogy jelentős különbségek voltak a fajták/hibridek között a tápanyagreakcióban, a növényvédelmi technológiákra adott reakciókban, a vetéstechnológiai reakciókban. Fajta/hibrid-specifikus agrotechnika alkalmazásával csökkenthetjük az ipusztériális inputok mennyiségét, jobban kihasználhatjuk a genotípusok potenciális termőképességét.

Kulcsszavak: fajok, fajták, trágya-, tőszám-, vetésidő-, fungicid-reakció

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az elmúlt évtizedekben jelentős változások mentek végbe a hazai növénytermesztésben, amely érintette mind a termesztés biológiai alapjait, mind annak agrotechnikai elemeit. A magyar növénytermesztésben az 1970-es, de még inkább az 1980-as évektől jelen vannak a legnagyobb multinacionális nemesítő házak fajtái/hibridjei, ill. a hazai nemesítés is világszínvonalú genotípusokat bocsájt a hazai termelők részére. Ezzel a kiváló színvonalú biológiai alapokkal jelentős mértékben lehetett növelni a hazai növénytermesztés versenyképességét. A legkorszerűbb genotípusok hazai használata a gyakorlatban jelentette egyrészt a fontosabb növényfajokon belül a fajták/hibridek számának számottevő bővülését (quantitatív

változások), másrészt azt is, hogy a fajon belüli genotípusok igen jelentős mértékben eltérő tulajdonságokkal (qualitatív változások) jellemezhetők. Ez utóbbihoz tartoznak azok a technológiai reakciók, amelyek még kevésbé vizsgáltak, ill. azok gyakorlati innovációja nem megfelelő mértékű. Ezek a fajtaspecifikus hatások különösen fontosak a precíziós gazdálkodásban.

A hazai növénytermesztésben a legnagyobb területen termesztett növényünk a kukorica (~1,0 millió ha), az őszi búza (~0,9 millió ha) és a napraforgó (0,6 millió ha). Mindhárom növényfaj esetében jelentős az államilag minősített fajták/hibridek száma (kukorica ~300, búza ~150, napraforgó ~50), melyek igen jelentős mértékben különböznek egymástól agrotechnikai reakciójukban.

Az őszi búza termesztésben az eltérő ökológiai és agrotechnikai feltételek mellett a fajta termésre gyakorolt hatását a kutatók (*Korobskoi* et al. 1997, *Ladonin* 1999, *Pepó* 2014) eltérő mértékűnek (5-30%) találták. A búza agrotechnikai elemei között alapvető fontosságú a trágyázás (*Láng* 1974, *Ruzsányi* 1975, *Bocz* 1976, *Koltai* és *Balla* 1982, *Jolánkai* 1982, *Pepó* 1995). Az eltérő genotípusú búza fajták N-igénye és trágyareakciója jelentősen különbözött egymástól a hazai és nemzetközi kutatások eredményei alapján (*Pepó* 1996, *Korobskoi* et al. 1997, *Podolska* 1997, *Filipov* és *Dachev* 1999, *Weber* et al. 1999, *Pepó* 2001a, *Pepó* 2002).

A kukorica tápanyagigényes növény, a talaj természetes tápanyagkészletét jól hasznosítja, de igényli és meghálálja a szakszerű trágyázást is (*Győrffy* 1966, *Debreczeni* és *Debreczeniné* 1983, *Menyhért* 1985, *Ruzsányi* 1992, *Berzsenyi* 1993, *Sárvári* 1995a, *Pepó* et al. 2000, *Pepó* 2001b). Az egyes kukorica hibridek trágyareakciója jelentős hibridspecifitással jellemezhető (*Sárvári* 1984). Ugyanakkor a kukorica optimális tőszámreakciójában is jelentős különbségeket lehetett megállapítani (*Nagy* 1989, *Sárvári* 1995b, *Sárvári* et al. 2002, *Gozübenli* et al. 2004, *Pepó* et al. 2006, *Pepó* és *Murányi* 2014).

A napraforgó hibridek esetében az egyes agrotechnikai tényezők nem csak a termés mennyiségét, hanem annak olajtartalmát is jelentős mértékben befolyásolják (*Ahmed* 2015, *Pepó* 2018). Különösen jelentős ebből a szempontból a napraforgó hibridek specifikus reakciója a vetéstechnológiai elemekkel szemben. A korai és megkésített vetésidőre a hibridek reakciója, termésmennyisége jelentős mértékben eltérhet egymástól (*Vágvölgyi* et al. 1999, *Pepó* 2010, *Pepó* 2012, *Baghdadi* et al. 2014). Hazai és külföldi kutatók (*Szabó* 2014, *Crnobarac* et al. 2014) széleskörű vizsgálatai ezen túlmenően a

napraforgó hibridek eltérő tőszámreakcióját bizonyították. Néhány vizsgálati eredmény (Szabó és Pepó 2006, Novák et al. 2012) a napraforgó hibridek speciális „fungicid”-reakcióját állapította meg.

Kutatásunk alapvető célja az volt, hogy a meghatározó jelentőségű szántóföldi növényeknél (búza, kukorica, napraforgó) vizsgáljuk egyes agrotechnikai elemekre adott fajtaspecifikus reakciót. Ezeknek a reakcióknak az ismerete hatékonyan szolgálhatja a precíziós növénytermesztési technológiák továbbfejlesztését.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kutatásokat a Debreceni Egyetem MÉK Növénytudományi Intézet Látóképi Kísérleti Telepén végezzük folyamatosan. A kísérlet Debrecentől 15 km-re a Hajdúsági löszháton található. A kísérletek talaja mészlepedékes csernozjom. A kísérleti terület közepes humusztartalommal (2,8%) és foszfor- és káliummellátottsággal (AL-oldható P_2O_5 133 mg/kg, AL-oldható K_2O 240 mg/kg) jellemezhető. A talaj kémhatása közel semleges ($pH_{KCl} = 6,2$), az Arany-féle kötöttségi száma 43. A talaj vízgazdálkodási tulajdonságai igen kedvezőek.

A búza, kukorica és napraforgó fajtákat/genotípusokat kisparcellás kísérletekben teszteljük az egyes agrotechnikai elemek (trágyázás, tőszám, vetésidő, növényvédelem) fajta/hibrid-specifikus hatásainak a meghatározása céljából. A többi agrotechnikai tényező esetében az optimális termesztéstechnológia elvárásait követjük.

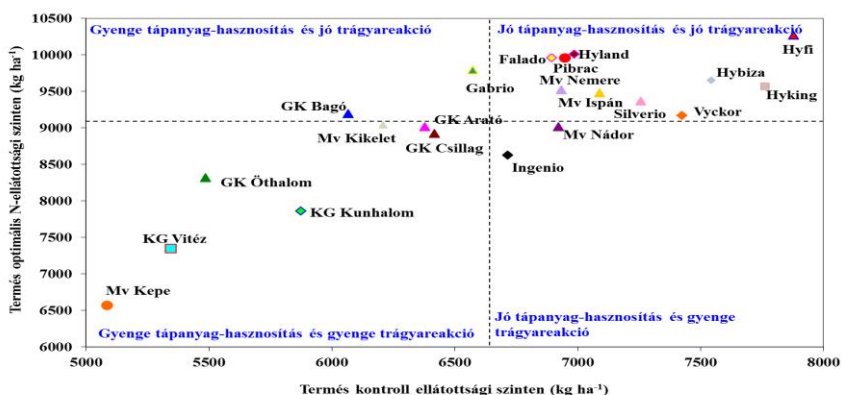
EREDMÉNYEK

A szántóföldi növényfajok genotípusai jelentős mértékben különböznek nem csak a termőképességükben, beltartalmi mutatóikban, adaptációs képességükben, hanem a különböző agrotechnikai beavatkozásokra adott reakciójukban is. Ezen tulajdonságok ismerete kétségtelenül fontos mind elméleti, mind gyakorlati szempontból, ugyanakkor viszonylag kevésbé vizsgált területet jelent. A három nagy területen termesztett szántóföldi növényfajunk, a búza, kukorica és napraforgó esetében évtizedek óta folyamatosan teszteljük azok fajta/hibrid-specifikus reakcióját a fontosabb agrotechnikai elemeknél.

Tartamkísérletben növekvő műtrágya adagok alkalmazásával tudjuk a búza fajták tápanyagreakcióját meghatározni. A fajtaspecifikus trágyareakció esetében fontos:

- a fajta természetes tápanyaghasznosító képessége (kontroll kezelés termése)
- a trágyázás hatására kapott terméstöbblet
- a fajta optimális trágyaadagja ($N_{opt} + PK$)
- a fajta maximális termése.

A búza fajtákat trágyareakciójuk alapján 4 csoportba soroltuk. Azok a fajták a legkedvezőbbek, amelyekben a kedvező természetes tápanyaghasznosító képesség és a jó műtrágya reakció együttesen megtalálható (jó tápanyaghasznosítás + jó trágyareakció). A kísérleti eredményeket speciális koordináta rendszerben ábrázoltuk, mely kedvező tulajdonságú csoport a koordináta rendszer jobbfelső negyedében található. A 2020. évi eredmények alapján ilyen genotípus a Hyfi, Hyland, Mv Nemere, Falado (*1. ábra*).



1. ábra: Őszi búzafajták tápanyagreakciójának tesztelése (Debrecen, 2020)

Figure 1: Testing the nutrient reaction of winter wheat varieties (Debrecen, 2020)

A búza fajták eltérő módon reagálnak az alkalmazott növényvédelmi technológiákra. Vizsgálatainkban a jó toleranciájú (GK Kőrös) és betegségekre fogékonyabb (GK Békés) fajtákat hasonlítottuk össze eltérő intenzitású növényvédelmi technológiák alkalmazása esetén. A 2021. évi kísérleti eredményeink azt bizonyították, hogy átlagos növényvédelmi technológiánál mindkét fajtánál ~400 kg/ha terméstöbbletet értünk el (437 kg/ha, ill. 376 kg/ha) a kontrollhoz képest. Intenzív növényvédelmi technológiánál mindkét fajtánál nőtt

a terméstöbbllet (GK Kőrös 757 kg/ha, GK Békés 1653 kg/ha), de annak mértéke jelentősen eltért egymástól a fajták eltérő biotikus stressztoleranciája miatt (1. táblázat).

1. táblázat: A növényvédelem fajtaspecifikus hatása a búza genotípusok termésére (kg/ha)
(Debrecen, csernozjom talaj, 2021)

Table1: Variety-specific effect of crop protection on the yield of different winter wheat genotypes (kg/ha)
(Debrecen, chernozem soil, 2021)

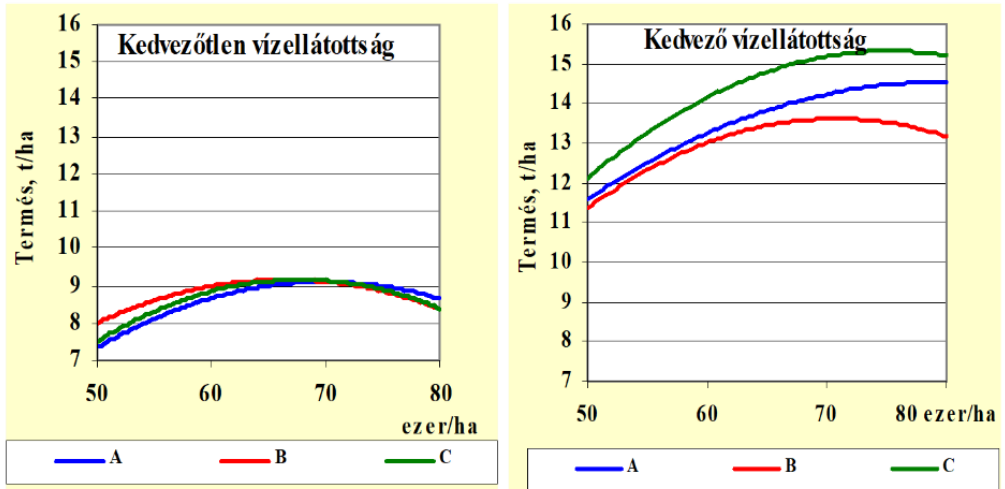
Növényvédelmi technológia	GK Kőrös		GK Békés	
	termés (kg/ha)	HTR fert. (%)	termés (kg/ha)	HTR fert. (%)
Abszolút kontroll gyomirtás: - fungicid: - inszekticid: 1x	8719	14	8075	21
Hagyományos technológia gyomirtás: hormon herbicid fungicid: 2-3 nodusz – kontakt virágzás eleje – szisztemikus inszekticid. 1x	9156 +437	10	8451 +376	16
Intenzív technológia gyomirtás: széles hatásspektrumú herbicid fungicid: 2-3 nodusz – szisztemikus virágzás eleje – több hatóanyagú szisztemikus inszekticid. 1x	9476 +757	7	9728 +1653	10

A kukorica hibridek tápanyagreakcióját tartamkísérletben vizsgálva azt állapítottuk meg, hogy a két genotípus természetes tápanyaghasznosító képessége eltért egymástól (kontroll kezelésben 10 359 kg/ha, ill. 12 208 kg/ha), de különbség volt a termésmaximumukban (14 468 kg/ha, ill. 16 054 kg/ha), valamint az ahhoz tartozó optimális N-adagban (N₁₂₀ +PK, ill. N₁₀₀ +PK) is. Ezek a kísérleti eredmények azt is bizonyították, hogy a nemesítéssel eredményesen lehetett ezt a hibridspecifikus tulajdonságot javítani (2. táblázat).

2. táblázat: Kukorica genotípusok tápanyagreakciója
(Debrecen, csernozjom talaj, 2012-2014)Table 2: Fertilizer responses of maize genotypes
(Debrecen, chernozem soil, 2012-2014)

Év / Mtr. kezelés	Régebbi genotípus (kg/ha)	Újabb genotípus (kg/ha)
2012. év Ø N _{opt} +PK	10 012 +3390 13 402 (N=90)	10 768 +4204 14 972 (N=90)
2013. év Ø N _{opt} +PK	10 630 +6124 16 754 (N=150)	14 550 +4069 18 619 (N=120)
2014. év Ø N _{opt} +PK	10 434 +2813 13 247 (N=120)	11 355 +316 14 571 (N=90)
2012-2014. évek átlaga Ø N _{opt} +PK	10 359 +4109 14 468 (N=120)	12 208 +3846 16 054 (N=100)
Az új genotípus terméstöbblete: Ø +1849 kg/ha N _{opt} +PK +1586 kg/ha		

Kísérleti eredményeink a kukorica hibridek eltérő tőszám reakcióját is bizonyították, valamint azt, hogy a hibridek optimális állománysűrűségét az évjárat vízellátottsága jelentősen befolyásolja (2. ábra). Kedvezőtlen, száraz évjáratban a hibridek közötti tőszám-különbségek minimális mértékűre csökkentek (63-65 ezer/ha). Kedvező vízellátottságú évjáratban érvényesült a hibridspecifikus tőszám reakció, azaz a hibridek optimális tőszáma igen nagy intervallumban változott (66-80 ezer/ha).



2. ábra: A tőszám, évjárat és genotípus hatása a kukorica termésére
(Debrecen, csernozjom talaj)

Figure 2: Effect of plant density, cropyear and geotypes on the yields of maize
(Debrecen, chernozem soil)

Hibridspecifikus hatásokat bizonyítottak a napraforgónál végzett kísérleteink is. Markáns különbségeket lehetett tapasztalni a vizsgált hibridek esetében mind az optimális vetésidőnél, mind az optimális állománysűrűségben. A 2020. évi eredményeink szerint egyes hibridek (D) a korai, ill. átlagos (E), míg más hibridek (A, B, C) késői vetésidőben adták a legnagyobb termést (3. táblázat). Ugyancsak hibridspecifikus hatást lehetett megállapítani az optimális betakarításkori tőszám vonatkozásában is (45 ezer/ha = A és E hibrid; 55 ezer/ha = B és C hibrid; 65 ezer/ha = D hibrid). A napraforgó hibridek vetésidő és tőszám reakcióját – vizsgálataink szerint – ugyanakkor az adott év időjárása jelentős mértékben módosította (4. táblázat).

3. táblázat: A vetésidő és genotípus kölcsönhatása a napraforgó hibridek termésére (kg/ha)

(Debrecen, csernozjom talaj, átlagos vetésidő, 2x fungicid, 2020)

Table 3: Interactive effects of planting date and genotype on the yield of sunflower hybrids (kg/ha)

(Debrecen, chernozem soil, average planting date, 2x fungicide, 2020)

Hibrid	korai vetésidő	átlagos vetésidő	kései vetésidő	terméskülönbség (korai-kései vetésidő)
A	3046	3144	3614	+568
B	3210	3147	3850	+640
C	3861	3662	4478	+617
D	3959	3454	3657	-302
E	3449	3520	3475	+26

4. táblázat: A tőszám és genotípus kölcsönhatása a napraforgó hibridek termésére (kg/ha)

(Debrecen, csernozjom talaj, átlagos vetésidő, 2x fungicid, 2020)

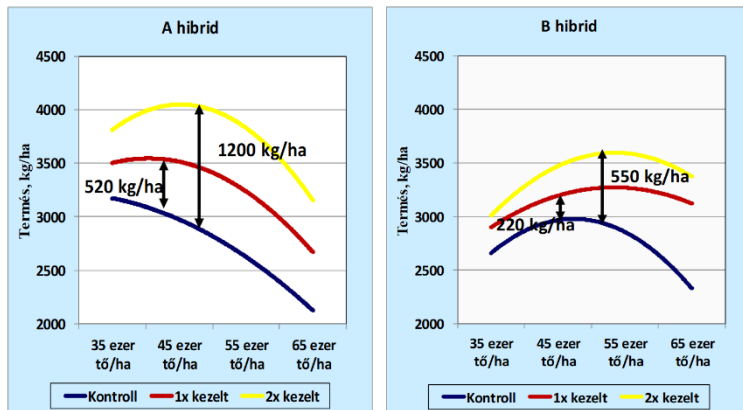
Table 4: Interactive effects of plant density and genotypes on the yields of sunflower hybrids (kg/ha)

(Debrecen, chernozem soil, average planting date, 2x fungicide, 2020)

Hibrid	35 e/ha	45 e/ha	55 e/ha	65 e/ha	75 e/ha
A	2061	2314	2226	2039	1952
B	2972	3048	3322	2939	2752
C	2873	2950	3087	2632	2522
D	3114	3377	3454	3651	3279
E	3651	4002	3520	3421	3597

A hazai és külföldi szakirodalomban alig lehet kutatási eredményeket találni a napraforgó hibridek fungicid-reakciójáról. Kísérleti eredményeink ugyanakkor azt bizonyították, hogy a napraforgó hibridek eltérő terméstartalommal reagáltak az egyszeres, ill. kétszeres fungicidkezelésre (3. ábra). A kísérletben vizsgált A genotípus

hibridspecifikus reakciója lényegesen nagyobb terméstöbbletet mutatott (520 kg/ha, ill. 1200 kg/ha), mint a B hibridé (220 kg/ha, ill. 550 kg/ha terméstöbblet egyszeri, ill. kétszeri fungicidkezelés hatására a kontrollhoz képest).



3. ábra: A fungicidkezelések, genotípus és a tőszám kölcsönhatása a napraforgó hibridek termésére
(Debrecen, csernozjom talaj, átlagos évjárat)

Figure 3: Interactive effects of fungicide treatments, genotypes and plant density on the yields of sunflower hybrids
(Debrecen, chernozem soil, average cropyear)

KÖVETKEZTETÉSEK

A szántóföldi növénytermesztésben a nagy területen termesztett növényfajok széles fajta/hibrid portfóliójának a vizsgálata azt bizonyította, hogy a genotípusok nem csak termőképességükben, minőségi és egyéb paramétereiben térnek el egymástól, hanem az agrotechnikai tényezőkre adott reakciójukban is. Búzánál a trágya és növényvédelem, kukoricánál a trágya és tőszám, napraforgónál pedig a vetésidő-tőszám, valamint a fungicid reakciót vizsgáltuk hosszú éveken keresztül. A fajta/hibrid-specifikus agrotechnikával egyrészt növelhetjük az adott genotípus termését, másrészt csökkenthetjük a felhasznált inputok mennyiségét. A fajtaspecifikus technológiai elemek különösen hatékonyan építhetők be a precíziós növénytermesztés technológiájába.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését a EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

VARIETAL-SPECIFIC EFFECTS IN CROP PRODUCTION

PÉTER PEPÓ

University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and
Environmental Management, Institute of Crop Sciences, Debrecen

SUMMARY

We have been studied and tested the agrotechnical responses of varieties/hybrids of some important field crops (winter wheat, maize, sunflower) on chernozem soil in Hajdúság region for several decades. Our research results proved that there were huge differences in the fertilizer-, crop protection-, and showing-responses of varieties/hybrids. Using of variety/hybrid-specific agrotechnical elements in field crops technologies we can reduce the quantity of industrial inputs and we can better utilize the yield potential of different genotypes.

Keywords: species, varieties, fertilizer-, plant density- showing date-, fungicide-responses

IRODALOM

Ahmed, B. - Sultana, M. - Zaman, J. - Paul, S. - Rahman, M. M. - Islam, M. R. - Majumdar, F. (2015): Effect of Sowing Dates on the Yield of Sunflower. Bangladesh Agronomy Journal, 18(1), 1-5.

Baghdadi, A. - Halim, R.A. - Nasiri A. - Ahmad I. - Aslani F. (2014): Influence of plant spacing and sowing time on yield of sunflower (Helianthus annuus L.). Food, Agriculture and Environment, 12: 688–691.

- Berzsenyi Z.* (1993) Az N-műtrágyázás és az évjárat hatása kukorica hibridek (*Zea mays L.*) szemtermésére és N-műtrágyareakciójára tartamkísérletekben az 1970-1991 években. *Növénytermelés*, 42, 11: 49-63.
- Bocz E.* (1976): Trágyázási útmutató. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Crnobarac, J. - Balalić, I. - Marinković, B. - Jaćimović, G. - Latković, D.* (2014): Influence of stand density on yield and quality of NS sunflower confectionary hybrids. *Research Journal of Agricultural Science*, 46 (2) 61-66.
- Debreczeni B.-Debreczeni B.-né* (1983): A tápanyag- és vízellátás kapcsolata. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Filipov, K. H. - Dachev, Z.* (1999): Varietal differentiation in wheat according to the effect of nitrogenous nutrition on grain yield. *Rasteniev dni Nauki*. 36. 1: 5-11.
- Gozübenli, H. - Klinik, M. - Sener, O. - Konuskan, O.* (2004): Effects of single and twin row planting on yield and yield components in maize. *Asian Journal of Plant Sciences*. 3. (2) 203-206.
- Gyórfly B.* (1966): Különböző termesztési tényezők hatása a kukorica termésére. Komplex I. In: Kukoricatermesztési kísérletek 1961-1964. (Szerk.: I'so I.). Akadémiai Kiadó, Budapest, 67-74.
- Jolánkai M.* (1982): Őszi búzafajták tápanyag- és vízhasznosítása. Kandidátusi értekezés.
- Koltay Á. - Balla L.* (1982): Búzatermesztés és –nemesítés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Korobskoi, N. F. - Shirinyan, M. K. - Kravtsova, N.D.* (1997): Responsiveness of winter wheat cultivars to mineral fertilizers. *Russian Agricultural Sciences*. 11: 19-21.
- Ladonin, V. F.* (1999): The prospects of Russian agricultural development in the XXI century. *Agrokimiya*. 3: 5-11.
- Láng G.* (1974): A trágyázás hatékonyságának néhány kérdése. *Agrártudományi Közlemény*. 34.
- Menyhért Z.* (1985): Kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Nagy J.* (1989): A műtrágyázás és az öntözés hatása a kukoricahibridek termésére. *DATE Tudományos Közlemények XXVIII*: 437-452.
- Novák A. - Szabó A. - Pepó P.* (2012): Napraforgó genotípusok tőszámreakciójának vizsgálata csernozjom talajon. *Debreceni Egyetem Agrártudományi Közlemények-Acta Agraria Debreceniensis*. 48. 123-128. ISSN: 1587-1282

- Pepó P. - Murányi E. (2014): Plant density impact on grain yield of maize (*Zea mays* L.) hybrids on chernozem soil of the Eastern Hungary. *Columella-Journal of Agricultural and Environmental Sciences*. 1. 2. 95-100.
- Pepó P. (1995): A fenntartható és környezetbarát gazdálkodás fontosabb elemei az őszi búzatermesztésben. XXXVII. Georgikon Napok, Keszthely, 157-167.
- Pepó P. (1996): Újabb adatok az őszi búza fajtaspecifikus tápanyagellátásához. *DATE Tudományos Közleményei*. XXXII. 125-142.
- Pepó P. (2001a): Újabb adatok az eltérő genotípusú őszi búzafajták trágyareakciójához. *Növénytermelés*. 50. 2-3: 203-215.
- Pepó P. (2001b): A genotípus és a vetésváltás szerepe a kukorica tápanyagellátásában csernozjom talajon. *Növénytermelés*, 50. 2-3: 189-202.
- Pepó P. (2002): Őszi búzafajták trágyareakciója eltérő évjáratokban. *Növénytermelés*. 51. 2: 189-198.
- Pepó P. (2010): A napraforgó terméshozamának agronómiai feltételei. *Agrofórum*. 21. 3. 12-17.
- Pepó P. (2012): Kockázatok és lehetőségek a napraforgó-termesztésben. *Agrofórum, Extra* 44. 20-26.
- Pepó P. (2014): Őszi búza (*Triticum aestivum* L.) fajtaspecifikus trágyareakciója. A fenntartható növénytermesztés fejlesztési lehetőségei (Szerk.: Pepó Péter). Prof. Dr. Sárvári Mihály 70 éves tudományos konferencia, Debrecen, 2014. november 21. 186-192. ISBN 978-963-473-741-4
- Pepó P. (2018): Napraforgó termesztésünk válaszüton. *Magyar Mezőgazdaság*, 73. 41, 26-27.
- Pepó P. - Ruzsányi L. - Kiss Iné. (2000): A kukorica hibridspecifikus trágyázása. *Gyakorlati Agrofórum*, 11, 3: 51-52.
- Pepó P. - Vad A. - Berényi S. (2006): Effect of some agrotechnical elements on the yield of maize on chernozem soil. *Cereal Research Communications*. (V. Alps-Adria Workshop, Opatija, Croatia) 34. 1. 1253-1256.
- Podolska, G. (1997): Response of winter wheat cultivars and lines to certain agrotechnical factors. III. Effect of nitrogen fertilization on grain yield and yield components os new winter wheat cultivars and lines. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin*. 204: 169-172.

Ruzsányi L. (1975): A növényállomány evapotranszpirációjának vizsgálata különböző tápanyagellátottsági szinten. Kandidátusi értekezés.

Ruzsányi L. (1992): A főbb növénytermesztési tényezők és a vízellátás kölcsönhatásai. Akadémiai doktori értekezés tézisei, Debrecen.

Sárvári M. (1984): Különböző kukorica hibridek tápanyag-reakciója réti talajon. *Növénytermelés*, 33. 6. 549-558.

Sárvári M. (1995a): A kukoricahibridek termőképessége és trágyareakciója réti talajon. *Növénytermelés*, 44. 2: 179-191.

Sárvári M. (1995b): A tőszám szerepe a fajtaspecifikus kukoricatermesztési technológiában. *Növénytermelés* 44, 3: 261-270.

Sárvári M. - Futó Z. - Zsoldos M. (2002): A vetésidő és a tőszám hatása a kukorica termésére 2001-ben. *Növénytermelés*, 51. 3: 291-307.

Szabó A. (2014): A vetéstechnológiai és növényvédelmi tényezők szerepe az integrált napraforgó termesztésben. 193-200. In: A fenntartható növénytermesztés fejlesztési lehetőségei: Prof Dr. Sárvári Mihály 70 éves. (Szerk. PEPÓ P.) Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen. 304.

Szabó A. - Pepó, P. (2006): Újabb adatok a napraforgó-hibridek tőszámreakciójáról. *Gyakorlati Agroforum*. 17. 3, 25-27.

Vágvölgyi S. - Romhány L. - Sziklai Z. - Bohák H. (1999): Fenológiai és kórtani megfigyelések késői napraforgóvetésben a Nyírségben. *Gyakorlati Agroforum* 10. 12. 35-41.

Weber, R. - Hrynczuk, B. - Runowska-Hrynczuk, B. - Kita W. (1999): Effect of tillage simplifications and differentiation of fertilization with nitrogen upon yield of selected spring wheat cultivars in periodical moisture deficiency. Conference of soil tillage systems. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis*. 74: 157-162.

A szerző levélcíme – Address of the author:

Pepó Péter

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Növénytudományi Intézet, Debrecen

pepoper@agr.unideb.hu



ÁLLAPOTMINŐSÍTÉS ÉS TERMÉSBECSLÉS KUKORICÁBAN

PAP JÁNOS - PAP NÁRCISZ - PETRÓCZKI FERENC - KUKORELLI GÁBOR

Széchenyi István Egyetem

Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

ÖSSZEFOGLALÁS

Az állapotminősítés és termésbecslés - az egész évi “nyomon követés” -, az egyes terméselemek termésre gyakorolt hatásának elemzése alapvetően fontos, hogy a termesztő ne csak a végső produkcióra figyeljen, hanem az azokat befolyásoló tényezőkre is. A kukorica esetében is meghatározó tényező a szántóföldi kelés. Ez az érték nagyban eltérhet és a gyakorlatban el is tér a laboratóriumi csírázási százaléktól. A tőszám csökkenést a nagyobb tenyészterületen lévő növény nem tudja több terméssel kompenzálni. Megfigyeléseink szerint a nagyobb tenyészterület nem növeli a növényenkénti hozamot. A kukorica szemtermését a növényszám, csőszám, a cső hossza és átmérője, valamint az ezermagtömeg határozza meg. Az optimális termés feltétele, a terméselemek harmonikus együttléte. A vizsgálati eredmények szerint a szemtömeg és a cső hossza között nagyon laza az összefüggés, míg a cső tömeg és a szemtömeg között szoros és szignifikáns az összefüggés.

Kulcsszavak: szántóföldi kelés, állapotminősítés, termésbecslés, terméselemzés

BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A termésbecslés, terméselemzés a technológiai elemek közül kiemelkedő szereppel bír (Pap 2007). A termésbecslés szükségességét támasztja alá az FVM rendelete az állapotminősítésről és a termésbecslésről, (109/2007. (IX.28) számú rendelet). Szervezési szempontból fontos a várható termés ismerete, jóval a betakarítás előtt. A szubjektív

termésbecslés megbízhatóságát elsősorban a becslést végző személy gyakorlata, tapasztalata biztosítja (Simon, 1985). A termést több, úgynevezett vegetációs elem befolyásolja a növény fejlődésén keresztül, (Simon, 1974). A vegetációs elemek meghatározása minden évben szükséges, mivel csak így juthatunk használható és pontos alapadatokhoz (Pap et.al., 2009/c). A tavaszi – első – termésbecslés, illetve állapotminősítés legfontosabb mutatója a szántóföldi kelés (Pap és Pap, 2018). A szántóföldi kelés, döntő jelentőséggel bír a betakarított termés mennyiségére (Pap et.al, 2011). Keléskor eldől a várható termés mennyisége, ugyanis 10-15 %-os tőszám kiesés már szignifikáns terméseszkökenést okoz (Pap et.al, 2010). A tőszám a kukorica termésére és terméshozzájárására jelentős hatással van (Sárvári 2019). A szántóföldi kelés értékét egzakt módon az évenkénti állapotminősítés és termésbecslés során állapíthatjuk meg (Pap et.al, 2009/c). A termésbecslés szubjektív és objektív módon végezhető (Simon, 1974). Alapvető a termés-előrejelzés pontossága és az, hogy időben álljon rendelkezésre. A légi és műholdas elemzés lehetősége is fenn áll (Nátr, 1985). Több szerző, az egyes növényeknél a termésképletek mérete vagy tömege alapján állapítja meg a várható termést, amely a kukorica esetében is lehetséges. A csövek hossza és a várható szemtermés nem alkalmas a pontos becslésre, míg a cső tömege és a várható szemtermés között szoros az összefüggés (Pap et.al., 2013). A kukoricánál mind az előzetes mind a végleges számszerű termésbecslésnél alkalmazhatjuk a cső száma és a mérete szerinti becslést. Feltétele a módszernek, hogy a csövek elérjék végleges hosszúságukat, és megfelelő táblázat álljon rendelkezésre az egyes fajtákhoz, hibridekhez. A termésbecslés sarokpontja a megfelelő reprezentáció, vagyis a mintaterek hű képet adjanak az egész tábláról (Pásztor, 1981). Nem túl nagy tőszám esetén a kukorica még 20%-os tőszám kiesést is pótolni tud az ezerszemtömeg növekedésével (Menyhért, 1979). A termésbecslés során alapelv, hogy minél több adatot vételezzünk fel – még akkor is, ha rendelkezésre állnak táblázatok – mivel az egyes évjáratok, de még az adott termőhely és termesztéstechnológia is jelentősen módosíthatja az átlagnak számító táblázati értékeket (Pap, 2009. b).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A termésbecslést a Széchenyi István Egyetem mosonmagyaróvári tanszék tábláin végeztük el. A nyomvonalak mentén, 30 - 24 illetve 20 mintát vettünk.

A tavaszi – első – állapotminősítés és a számszerű felvételezés során megállapítottuk 5 folyóméteren a növények számát, illetve 5 – 5 növényen részletes elemzést is végeztünk úgy, mint a vetés mélysége, a növény hossza és a levelek száma. A mintatér környékén átfogó állapotminősítést felvételeztünk, melynek során néztük a növények színét, fejlettségét, kórokozókát-kártevőket, a talaj állapotát és a gyomviszonyokat (*1. kép*).



1. kép Kukorica tavaszi felvételezése 2012

Picture 1: Corn in spring in 2012

Forrás: Saját felvétel

Soure: Own picture

A betakarítás előtt 4 nappal, 5 folyóméterről betakarítottuk a növényeket. Lemértük a csöves termést és a vegetatív részek tömegét is. A minta teljes feldolgozása növényenként és csövenként történt. Megállapítottuk a csövek hosszát és átmérőjét a cső – és szem tömegét. 5 – 5 csövön szemszámlálást és tömegmérést végeztünk az ezerszemtömeg megállapítása érdekében. Mintaterenként a szemtermés nedvességtartalmát is meghatároztuk, (*2. kép*).



2. Kép Kukorica terméselemzés 2013. év

Picture 2: Yield analysis of corn in 2013

Forrás: Saját felvétel

Source: Own picture

A kapott adatokat Sváb (1981) szerint regresszióanalízissel értékeltük.

EREDMÉNYEK

A tavaszi – első – termésbecslés illetve állapotminősítés (1. táblázat) legfontosabb mutatója a szántóföldi kelés. A vetett magmennyiséghez képest (a vizsgált években a vetett mag db/ha 76 – 74 illetve 73 000 db/ha), átlagosan 77,5 - 82,6 illetve 77,3 százalék a kelés, amely jelentősen elmarad a laboratóriumi csírázás adataitól és nagy szóródást mutat a legalacsonyabb – 32,8 % - és a legnagyobb 95,4 % érték között, 1. táblázat.

A tavaszi állapotminősítéskor a növények fejlettsége közepes, a színük halványzöld, kórokozó és kártevőmentes volt az állomány. A tőtávolság az átlagához képest, - 21 – 23 cm - nagyon eltér, 1– 107 cm közötti, a CV érték magas, nagyfokú egyenetlenséget mutat, a leggyakoribb tőtávolság 19 - 21 cm.

1.táblázat: Kukorica tavaszi állapotminősítése 2012 – 2014. években

Table 1: Condition classification of corn in spring of 2012 - 2014

2012. év						
	Szántóföldi kelés % (1)	Tőtávolság cm (2)	Növény db/ha (3)	Vetésmélység cm (4)	Levél szám db (5)	Magasság cm (6)
n =minta	150	724	150	150	150	150
min.	52,1	1	39 621	3	1	4
max.	89,5	93	68 013	7	10	39
átlag (7)	77,5	22,5	58 903	5,4	8,19	22,2
CV %	10,3	43,6	10,26	13,2	22,3	34
2013. év						
n = 595	Szántóföldi kelés % (1)	Tőtávolság cm (2)	Növény db/ha (3)	Vetésmélység cm (4)	Levél szám db (5)	Magasság cm (6)
n =minta	120	595	120	120	120	120
min.	73,4	2	54 294	5	7	12
max.	94,1	66	70 588	9	10	39
átlag (7)	82,6	21,4	61 091	6,8	8,15	22,6
CV %	6,1	31,9	6,1	12,4	9,5	20,9
2014. év						
	Szántóföldi kelés % (1)	Tőtávolság cm (2)	Növény db/ha (3)	Vetésmélység cm (4)	Levél szám db (5)	Magasság cm (6)
n =minta	100	476	100	100	100	100
min.	32,8	7	23 933	3	2	5
max.	90,2	107	65 847	9	6	14
átlag (7)	77,3	22,7	56 400	6,3	3,9	8,5
CV %	15,4	42,8	15,4	16,3	14,4	21,5

Forrás: Saját kutatás

Source: Own research

(1)Field germination, (2)Plant spacing, (3) Plant numbers, (4) Sowing dept, (5)Leaf number, (6) Plant height,(7) Average

Az átlagos hektáronkénti növényszám 60 000 körül alakult, nagy szórást a 2012 és a 2014. évben tapasztaltunk (39 000 – 68 000 db/ha). Az átlagos vetésmélység, 5,4; 6,8, illetve 6,3 cm. A leggyakoribb vetésmélységet 5 és 6 cm között mértük. A növények fejlettségét szemlélteti a levelek száma és a növények hossza. Az átlagos levélszám 8,2 körül alakult az első két évben, még a 2014. éven átlagosan csak 4 levél található növényenként a felvételezéskor, a CV érték nagy szóródást mutat. A növénymagasság is hasonlóan alakult, mint a levélszám a 2012 – 13. évben 22 cm körüli, 8 – 39 cm szélső értékekkel, 2014. évben 8,5 cm, 5 – 14 cm közötti értékekkel. A növények között nagy szóródást mértünk.

A betakarítás előtt végzett termésbecslés és terméselemzés adatait a 2. táblázatban foglaltuk össze. A hektáronkénti növényszám 56 és 61 052 db/ha között volt, ami a tervezett kb. 70 000 db betakarításkori növényszámhoz képest, az egyes években 13 és 20% közötti tőszámcsökkenést jelent a betakarításkor. A kipusztulás nem számottevő, 0,4 és 3,3 % között van. Ez az érték már előre vetíti a termésűcsökkenést is, ha figyelembe vesszük, hogy a nagyobb tenyészterület nem jár együtt több növényenkénti terméssel. A tenyészterület mérete és a növényenkénti termés között nem kaptunk matematikailag igazolt összefüggést, 4. ábra. A betakarításkori tőtávolság azonos a tavaszi felvételezés adataival. Egy – egy növény szemterméstömege – 14 % nedvességtartalomnál – nagyon széles skálán mozgott. 2012. évben mértünk 1,6 g illetve 236,5 g szemtermést, az átlag 83,4 g, 2013 és 14. években – ban hasonló szélsőértékek mellett – az átlagos tömeg egy csövön 156,6 illetve 173 g volt, ami már részben magyarázza a kétszeres termést a 2012. évhez képest. A mintatereken a termés 2012-ben 5,49 t/ha, 2013–ban 12,9 t/ha, míg 2014-ben 9,35 t/ha volt.

A kukorica csőtermés elemzése rámutat arra, hogy a csőhossz jelentős szórása következtében nem alkalmas a várható termés megállapítására, az összefüggés bemutatására – 1 – 3. ábra - a 2013. év adatait ábrázoltuk. A csövek tömege szignifikáns és nagyon szoros összefüggést mutat a tényleges szemterméssel, ezért a pontos terméstömeg megállapításához jól használható. Az összefüggés igaz az eredeti nedvességű cső és szem összefüggésére és a 14 % nedvességtartalmú cső és szem vonatkozásában is. Az összes csőtömeg ismeretében, ha lemérünk 5-10 csövet, és azt elemezzük akkor nagy pontossággal megállapítható a mintatér várható termése. Ezzel a munka jelentősen meggyorsítható és a becslés pontossága megmarad. A kukorica

vízirtalma a betakarításkor jelentős különbségeket mutatott a mintaterék között, átlagban 21 – 24 és 29 % volt a betakarításkori vízirtalom.

2. táblázat: Kukorica betakarítási adatai 2012 – 2014 években

Table 2: Results of corn harvest of 2012 - 2014

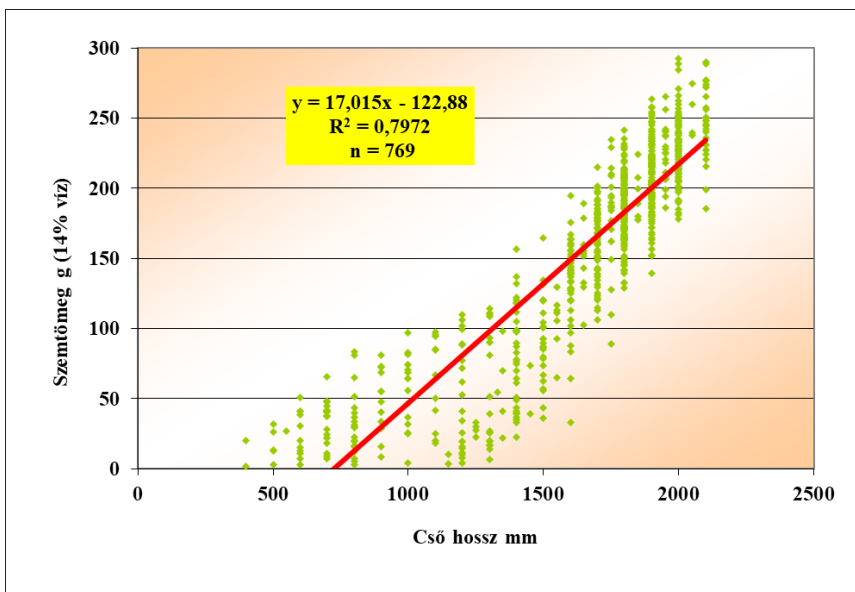
2012. év					
Vizsgált mutató (1)	Mintaszám = n	Min.	Max.	Átlag (11)	CV%
Növény db/ha (2)	30	39 621	68 013	56 880	12,3
Tenyészterület cm ² (3)	670	910	4650	1740	30,3
Tőtávolság cm (4)	700	1	93	23,3	47,5
Szemtermés g l cső (14% víz) (5)	763	1,6	236,5	83,4	58,3
Cső hossza cm (6)	763	4,5	24	13,1	25,3
Termés t/ha (7)	30	1,8	10,4	5,49	30,7
Szemtermés vízirtalma % (8)	30	16,1	31,2	21	18,9
Ezermagtömeg g (9)	150	125,3	422,3	288,9	20,6
Kipusztulás % (10)	30	0	23,8	3,31	184
2013. év					
Vizsgált mutató (1)	Mintaszám = n	Min.	Max.	Átlag (11)	CV%
Növény db/ha (2)	24	54294	69659	61052	5,9
Tenyészterület cm ² (3)	571	720	3270	1640	22,2
Tőtávolság cm (4)	595	2	66	21,4	31,9
Szemtermés g l cső (14% víz) (5)	769	1,87	292,6	156,6	46,9
Cső hossza cm (6)	772	4	21	16,2	23,5
Termés t/ha (7)	24	8,23	15,9	12,9	12,3
Szemtermés vízirtalma % (8)	24	19,2	28,9	24,1	12
Ezermagtömeg (9)	120	164	754	363,5	19,6
Kipusztulás % (10)	24	0	4,17	0,5	270
2014. év					
Vizsgált mutató (1)	Mintaszám = n	Min.	Max.	Átlag (11)	CV%
Növény db/ha (2)	20	21758	63492	55848	16,2
Tenyészterület cm ² (3)	448	980	7990	1790	36,3

Tőtávolság cm (4)	468	7	126	23,1	45,3
Szemtermés g 1 cső (14% víz) (5)	456	1,2	351	172,8	35,9
Cső hossza cm (6)	456	6,5	23	18,7	14,1
Termés t/ha (7)	20	2,7	12,6	9,35	27,5
Szemtermés víztartalma % (8)	20	24,9	34,7	29,2	8,1
Ezermagtömeg g (9)	20	202	484,5	342,8	15,6
Kipusztulás % (10)	20	0	2	0,4	170

Forrás: Saját kutatás

Source: Own research

(1)Examined factor, (2) Plant number, (3) Plant growth area, (4) Plant space, (5)Yield on a cob at 14 per cent of water content ,(6) Cob lenght,(7) Yield (8)Water content of seeds at harvesting, (9) Thousand seed weight, (10) Extinction percentage

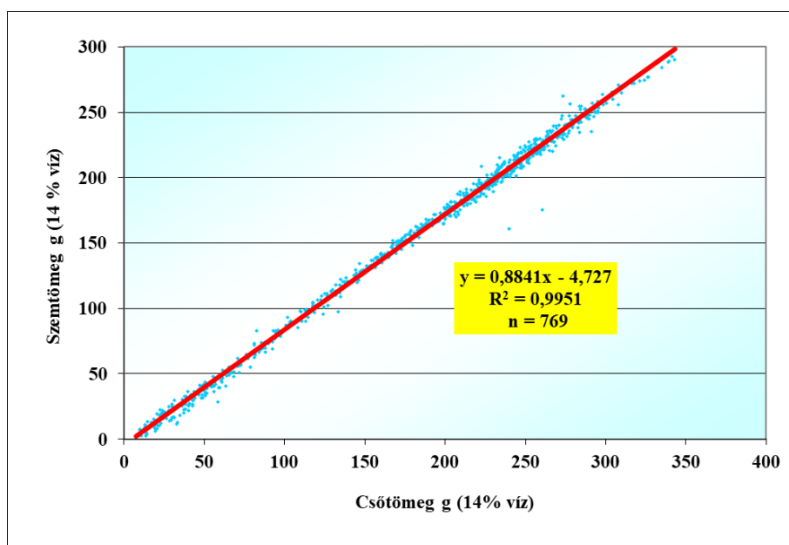


I.ábra: A cső hossza és szemtömeg összefüggése 2013.év

Figure 1: Relationship between the cob lenght and seed weight in 2013.

Forrás: Saját kutatás

Source: Own research

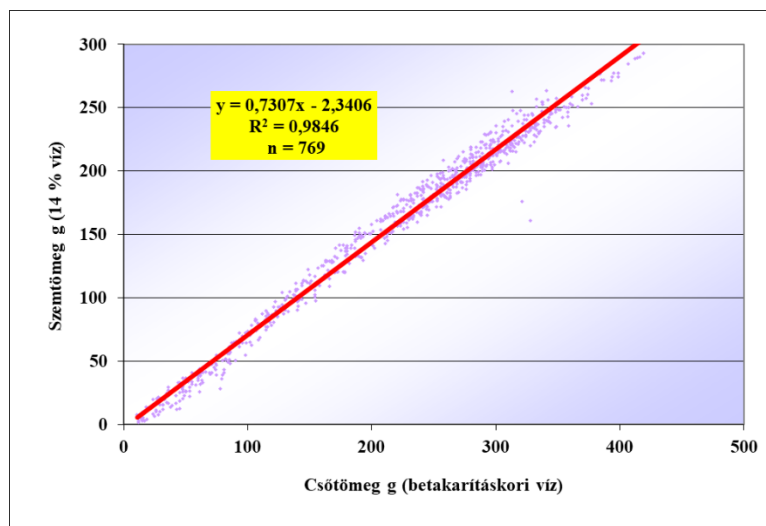


2. ábra: Csőtömeg és a szemtömeg összefüggése 2013 évben

Figure 2: Relationship between the cob weight and the seed weight in 2013.

Forrás: Saját kutatás

Source: Own research



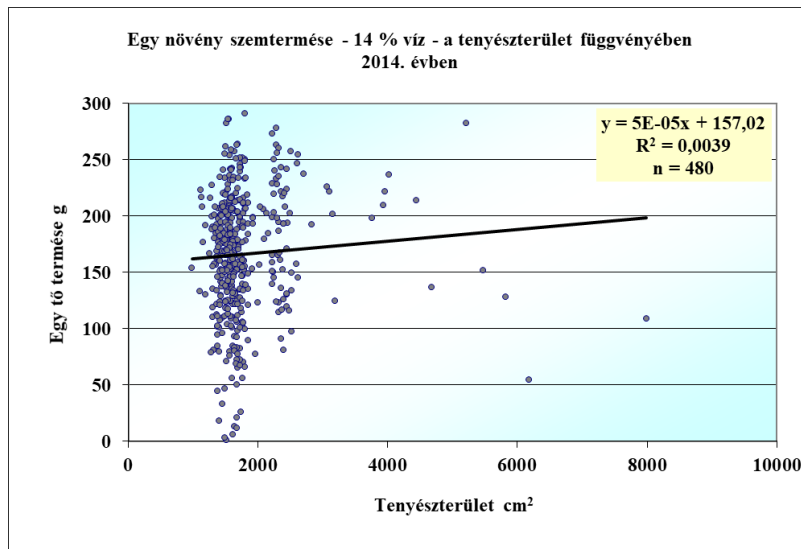
3. ábra: A betakarításkori csőtömeg és a szemtömeg összefüggése 2013 évben

Figure 3: Relationship between the cob weight and the seed weight at harvesting in 2013.

Forrás: Saját kutatás

Source: Own research

Egy – egy növény szemtermését vizsgálva a tenyészterület függvényében – 4. ábra – arra a megállapításra jutottunk, hogy matematikailag igazolható összefüggés nincs a tenyészterület mérete és az egyes növények produkciója között.



4.ábra: Egy növény szemtermésének alakulása a tenyészterület függvényében 2012 évben

Figure 4: Relationship between the seed weightper plant and plant growth area in 2012.

Forrás: Saját kutatás

Source: own research

A legtöbb növény a kedvező 1500 cm² tenyészterületen foglalja el, de ezen tartományon belül egyenlő mértékben van 100 és 250 g közötti növényenkénti szemtermés. Ez pedig azt mutatja, hogy a tenyészidőben – különösen a keléskor – elvesztett növényeket a többi növény nem tudja kompenzálni. Le kell számolni azzal a tévhitel, hogy 10 – 15 % tőszámkiesés az elvárható betakarításkori tőszámból nem okoz gondot, mert majd a kiesett növények szomszédja pótolja a hiányt. Tapasztalataink és a bemutatott összefüggés szerint ez nem így van. Ennek háttérében – eddigi tapasztalataink szerint – három tényező állhat. Elsősorban a vetőmag minőségi különbségire gondolhatunk, itt is elsősorban az ezermagtömegre. Másodsorban szóba kerülhet a talaj – főleg a magágy – nagyfokú heterogenitása és végül a tápanyagellátás egyenetlensége, heterogén szórásképe is.

Az elemzés során külön vizsgáltuk az egy csövet, és kettő csövet hozó növények szemtermését, valamint a kétsöves növények első csövének és az egycsöves kukorica csövének a szemtermését (3. táblázat, 5. ábra).

3. táblázat: Növényenkénti csövek száma és a termés, illetve tenyészterület alakulása
Table 3: Relationship between the number of cobs per plant compared to the yield and the planth grow area.

Csőszám a növényen (4)	évek		évek		évek	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013
	Csőtömeg g (1)		Szemtömeg g (2)		Tenyészterület cm ² (3)	
Egy cső egy növényen (5)	128,6	278,7	103,2	230,7	1737,8	1614,6
Kétsöves növény első csöve (6)	124,8	257,7	101,0	213,8	1857,1	1711,9
Kétsöves növény második csöve (7)	59,7	77,4	48,2	54,5		
Kétsöves növény összes tömege (8)	184,5	335,1	149,3	268,3		
SzD 5 %	17,51** *	15,6** *	15,91** *	13,6** *	138,4-	90,14*

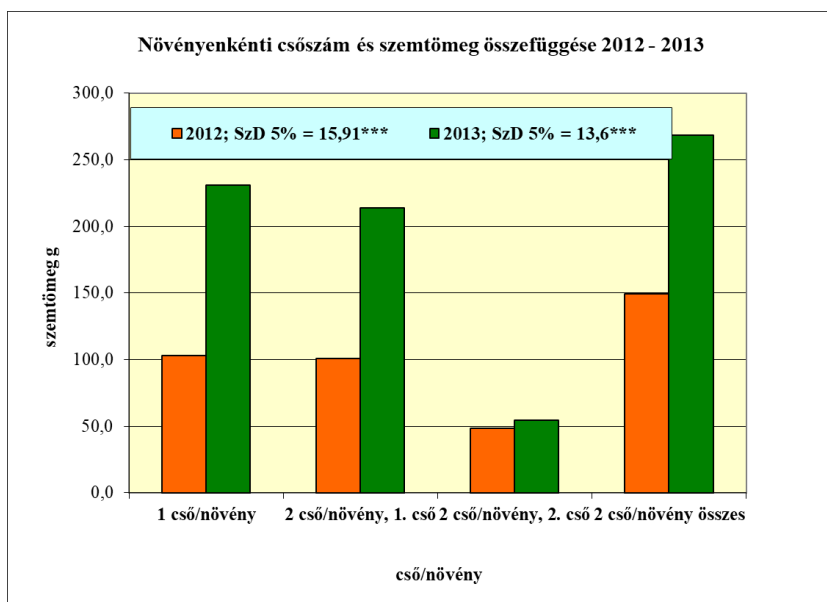
Forrás: Saját kutatás

Source: own research

- (1) Cob weight, (2) Seed weight, (3) Planth growth area, (4) Number of cobs per plant, (5) One cob on one plant, (6) First cob of a two-cobed plant, (7) Second cob of two-cobed plant, (8) Total weight of a two-cobed plant

A vizsgálatból azért maradt ki a 2014. év, mert ekkor kétsöves kukorica növény nem volt. A vizsgált két évben az egy csövet hozó növények és a kétsöves növények első csövének tömege szignifikáns mértékben nem tér el egymástól, az egycsöves javára 4 – 11 g írható, ami hasonló arányt mutat a szemtermésnél is. A kétsöves növények azonban – mind a cső, mind a szemtömeg tekintetében – matematikailag igazolhatóan több termést adtak, mint az egycsöves növények.

A tenyészterületről korábban leírtakat támasztja alá az a tény is, mi szerint a 2012. évben nem volt szignifikáns különbség a tenyészterületben az egycsöves és a kétsöves növények között. 2013. évben az eltérés matematikailag igazolt, a kétsöves növények átlagos tenyészterülete csak 100 cm² nagyobb.



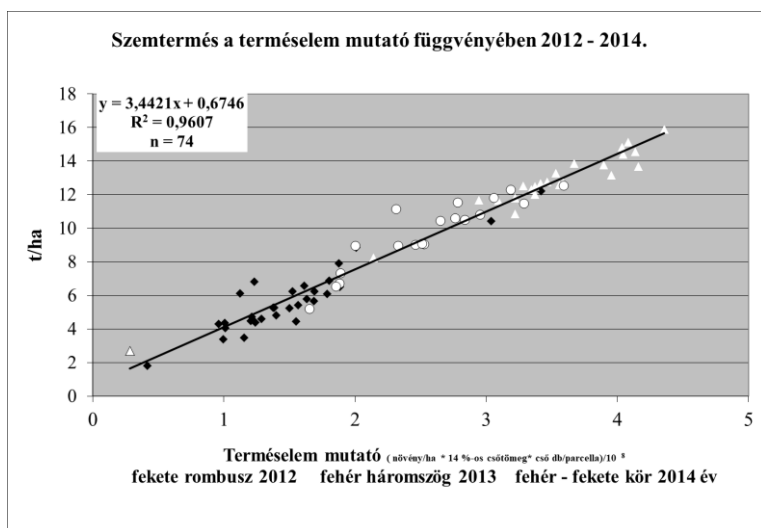
5.ábra: Csövenkénti szemtermés alakulása a növényenkénti csőtömeg függvényében 2012-2013 években.

Figure 5: Relationship between the seed weight per cob and cob weight per plant of 2012 - 2013.

Forrás: Saját kutatás
Source: Own research

Vizsgáltuk az egyes terméselemkből – hektáronkénti növényszám, parcellánkénti csőtömeg és csőszám – készített, úgynevezett terméselem mutató és a termés összefüggését, 6. ábra. A terméselem mutatót úgy számoltuk ki, hogy a három tényezőt összeszoroztuk és osztottuk 10^8 értékkel. A három évet egy koordináta rendszerben ábrázolva azt kaptuk, hogy ez a három elem alapvetően és szignifikánsan meghatározza a várható termést. Az összefüggés szignifikáns.

Az egyes pontok elhelyezkedése – évek szerint – mutatja az évek között eltéréseket is, és azt, hogy e három elem – évenkénti – alakulása miatt más és más a termésátlag.



6.ábra: Szemtermés alakulása a termés elemek függvényében 2012-2014 években.

Figure 6: Relationship between the seed weight and the yield elements of 2012 - 2014.

Forrás: Saját kutatás

Source: Own research

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A gyenge szántóföldi kelés – 77,5-82,6 % előre jelezte a várható alacsony termést, amit még a rendkívül száraz év is befolyásolt 2012 – ben, 2013. évben a kelés jobb volt, és az évjárat miatt is elfogadható termést kaptunk, ami hasonlóan alakult a 2014. évben is.

A növények fejlettsége gyenge, színük halványzöld, nagymértékben kiegyenlítetlen.

Az átlagos tőtávolság 21,4 és 22,6 cm között van, ami lényegesen nagyobb, mint a vetéskori magtávolság, a magas CV érték a heterogenitást mutatja.

A betakarításkor elvárt 70 000 db/ha növényszám helyett 59, 61, illetve 56 000 db növény volt egy hektáron.

Az átlaghoz képest nagy a szórás a vetésmélységben, ami kedvezőtlenül hat a növényfejlődésére. Ezt támasztja alá a növényenkénti 3-10 db levél és a növényhosszban megmutatkozó nagy eltérés.

A csökkent növényszám magával hozta a termés csökkenését és annak jelentős ingadozását a mintaterkek között. A tenyészterület – kipusztulás miatt – megnövekedése

nem eredményezett nagyobb növényenkénti termést. A tenyészterület és a növényenkénti hozam között nincs matematikailag igazolható összefüggés.

A cső tömege és a várható szemtermés között az összefüggés 90 % fölötti, ez a paraméter jól és pontosan alkalmazható a termés megállapítására.

A növényenkénti két cső szignifikáns terméstöbbletet eredményezett az egycsöves növényekhez képest. Az egy csöves növények szemtermése és a kétsöves növény első csövének szemtermése között nincs matematikailag igazolt különbség.

Az egy csövű és többsövű kukorica növények tenyészterülete között érdemi különbség nincs, néhány százalékkal a többsövű kukorica tenyészterülete nagyobb.

A hektáronkénti növényszám, a mintaterenkénti csőtömeg és csőszámból képzett, ún. terméselem mutató szoros és szignifikáns összefüggést mutat a terméssel. Ez igazolja a tőszám és a csőszám fontosságát, amelyből az első már a vetéskor eldől.

A vizsgált három év is alátámasztja, hogy évente szükséges elvégezni az állapotminősítést és a termésbecslést, mert az évjárat miatt jelentős eltérések adódhatnak.

STAGE QUALIFICATION AND YIELD ESTIMATION IN CORN (MAIZE)

JÁNOS PAP - NÁRCISZ PAP - FERENC PETRÓCZKI - GÁBOR KUKORELLI

Széchenyi István University, Faculty of Agricultural and Food Sciences,

SUMMARY

Condition classification and yield estimation as a kind of “follow-up” during the whole year, as well as the analysis of the effect of each yield influencing element is a basic requirement. It is not allowed for the grain-grower to pay only attention to the final product, but to take care of the influencing factors are also necessary. Field germination percentage is a determinative factor in case of corn production, too. In practice the value of it can be different on a large scale, compared to the percentage of laboratory germination. The reduction of the number of plants on a larger plant growth area can not be compensated with higher yield. As our investigations show, the larger plant growth area has no positive effect on the yield per plant. The yield of corn is determined by the number of plants, the number of cobs, the length and diameter of the cob and the thousand

seed weight. Main criteria of optimal yield is the harmonic coexistence of yield elements. On the basis of the experimental results there is a very weak relationship between the seed weight and the cob length, but there is a strong significant connection between the cob weight and the seed weight.

Keywords: field germination, stand evaluation, crop estimation, yield analization

IRODALOMJEGYZÉK

109/2007.(IX. 28.) FVM rendelet

Menyhért, Z. (1979) Kukoricáról a termelőknek. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

Nátr, L. (1985) A növénytermesztés elméleti és gyakorlati fejlesztésének új irányai. In: *Jiri, P. – Vladimir, C. – Ladislav, H.* (szerk) A főbb szántóföldi növények termésképződése. Mezőgazdasági kiadó. Budapest.

Pap, J.: 2007. A termésbecslés szerepe és jelentősége. IKR Magazin 2007 Nyár

Pap, J – Pap, V. – Pap, N. – Tuller, P.: (2009. a.) A szántóföldi kelés jelentősége. Mezőgazdaság és a vidék jövőképe. Mosonmagyaróvár. Konferencia kiadvány I. kötet. 196-203.

Pap, J – Pap, V. – Pap, N. – Tuller, P.: (2009. b.) A termésbecslés értékelése. Mezőgazdaság és a vidék jövőképe. Mosonmagyaróvár. Konferencia kiadvány II. kötet. 255-264.

Pap, J – Petróczki, F. – Pap, V. – Gergely, I. (2009. c.) A termésbecslés jelentősége. V. Növénytermesztési Tudományos Nap. Akadémiai Kiadó. 173-176

Pap, J – Földesi-Pap, V. – Késmárki, I. (2010) A vetésidő és a szántóföldi kelés szerepe a fenntartható kukoricatermesztésben. Termesztési tényezők a fenntartható növénytermesztésben. Debrecen. 172 – 179.

Pap, J. – Pap, N. – Földesi-Pap, V. (2011) A szántóföldi kelés szerepe a borsótermesztésben. Erdei Ferenc VI. Tudományos Konferencia. Kecskemét. I. Kötet. 462-466.

Pap, N. – Pap, J. (2013) A termésbecslés szerepe a kukorica–*Zea mays* L.–precíziós termesztésében. Gazdálkodás és menedzsment Tudományos Konferencia. Kecskemét. 246 – 250.o

Pap, N. – Pap, J (2018) Állapotminősítés és termésbecslés kukoricában. III. Gazdálkodás és menedzsment Tudományos Konferencia. Kecskemét. 305 – 311.o

- Pásztor, K.* (1981) Kukorica. In Kováts, (szerk.) A Növénytermesztési praktikum. Mezőgazdasági kiadó. Budapest.
- Sárvári, M.* (2019) Kukorica. In Pepó (szerk.) Integrált növénytermesztés 2. Alapnövények. Mezőgazda Lap-és Könyvkiadó. Budapest.
- Simon, B.* (1974) Termésbecslés módszerei Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Simon, B.* (1985) Termésbecslés, - biztosítás, kárbecslés. In Menyhért (szerk.) A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Sváb, J.* (1981) Biometria módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó.

A szerző levélcíme – Address of the author:

Pap János
Széchenyi István Egyetem
MÉK Mosonmagyaróvár
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér,
e-mail: pap.janos@sze.hu



A KÖZÖNSÉGES ARANYVESSZŐ (SOLIDAGO VIRGAUREA) LEBOMLÁSI FOLYAMATA SORÁN KELETKEZŐ SZÉN-DIOXID KIBOCSÁTÁS MÉRÉSE KLÍMAKAMRÁBAN

SIMON SZABINA - SIMON-GÁSPÁR BRIGITTA - ANDA ANGÉLA
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus, Keszthely

ÖSSZEFOGLALÁS

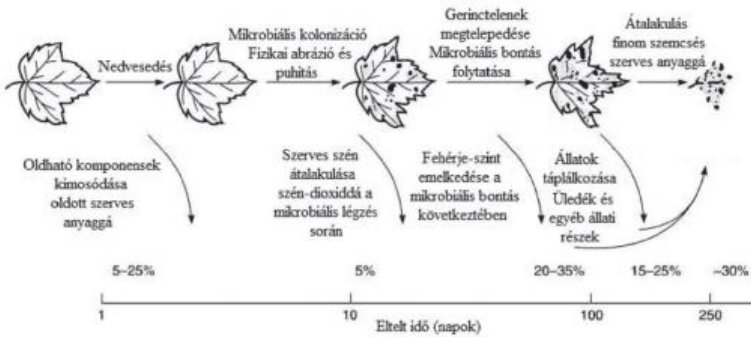
A vízben történő avarlebontás fontos részét képezi a szénkörforgásnak. Amikor az elhalt növények a vízbe kerülnek, a lebomlási folyamat megindul, ezáltal CO₂ jut a légkörbe. Az aranyvessző (*Solidago canadensis*) Magyarországon a tavak és a folyók mentén egyre nagyobb területeket hódít, így a Kis-Balaton partján is megfigyelhető terjedése. A Kis-Balaton Vízvédelmi Rendszer elsődleges szerepe a szerves tápanyagok megtartása, ezáltal pedig a Balaton vízminőségének javítása. Mivel ezen a területen nem olyan intenzív a vízmozgás, illetve hosszú a víz tartózkodási ideje a visszatartás révén, a területen – a bomló növényi részek által – a CO₂ kibocsátás magasabb lehet.

Kísérletünkben mikrokozmosz kísérletet állítottunk be klímakamrában, mely során célunk volt az aranyvessző levelének és szárának lebontása során keletkező CO₂ kibocsátás mértékének meghatározása. Eredményeink azt mutatták, hogy a növényi részek vízben történő bomlása téli időszakban hozzájárul a sekély víztestek, így a Kis-Balaton CO₂ kibocsátásának növekedéséhez.

Kulcsszavak: avarlebontás, klímakamra, Kis-Balaton, *Solidago canadensis*, aranyvessző

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A vízbe hulló avar bomlása kulcsfontosságú folyamat az ökoszisztémákban, amely nagy mértékben befolyásolja a szervesanyag képződést, a tápanyagok elérhetőségét az élővilág számára, valamint a szén-dioxid (CO₂) kibocsátást (Jeyanny *et al.* 2015). Az avarlebontás sebessége függ az avar belső tulajdonságaitól (pl. kémiai és fizikai tulajdonságok), valamint a külső, biotikus (gombák, baktériumok, makrogerinctelen szervezetek jelenléte) és abiotikus (pl. hőmérséklet) tényezőktől (Chen *et al.* 2019). Ezek alapján az avarlebontás folyamata 4 szakaszra bontható (1. ábra): 1. vízben oldható vegyületek kioldódása, 2. mikrobiális kolonizáció, 3. makrogerinctelen szervezetek aprító tevékenysége, 4. fragmentáció (Webster és Benfield 1986). Amikor a szárazföldi növényi anyag bekerül a vízbe (allochton forrás) akár 30%-os tömegveszteség is végbe mehet az első 24 óra alatt a kioldódási folyamat következtében (Petersen és Cummins 1974). Ezzel szemben lassabb lebomlási sebesség várható magas lignin- és fenoltartalom esetén (Zhang *et al.* 2019). Tehát a fő mozgatórugók a vízi ökoszisztémában az avarlebontást tekintve: a környezet, az avar összetétele, valamint a lebontó közösség.



1. ábra: Az avarlebontás folyamata (Sigeo 2005)

Figure 1: The process of the leaf litter decomposition (Sigeo 2005)

Az előrejelzések alapján a globális felmelegedés erős hatással lesz a biológiai folyamatokra az összes földi biomban (Walther 2010). Várhatóan megváltoztatja az anyagcserefolyamatokat (Brown *et al.* 2004), a fajok elterjedését és fenológiáját (Parmesan 2006), illetve az ökoszisztéma működését (Amani *et al.* 2019, Dossena *et al.*

2012). Az ökoszisztéma működésének pontosabb megértése érdekében számos tanulmány foglalkozott a növények produktivitásának tanulmányozásával (*Tilman et al.* 2014), viszont más alapvető folyamatokkal - mint például a lebontás vizsgálatával – már kevesebben (*Hättenschwiler et al.* 2005, *Gessner et al.* 2010), különösen a vízi ökoszisztémák tekintetében.

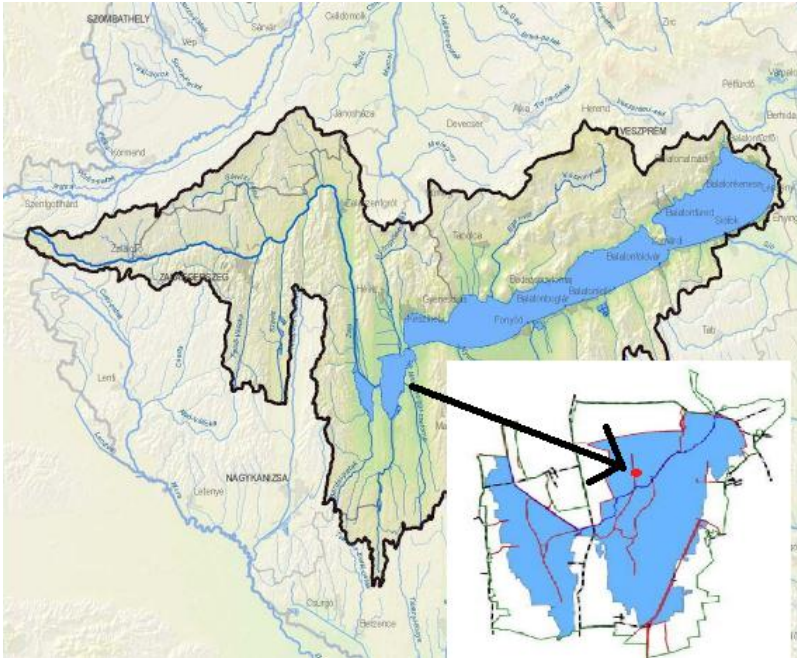
A vízben történő avarlebontás az ökoszisztéma egyik legfontosabb folyamata, hiszen befolyásolja a szén és a tápanyagok rendelkezésre állását, valamint a CO₂ és a metán (CH₄) kibocsátást, melyek mennyisége a klímaváltozás során folyamatosan növekedik (*Davidson és Janssens* 2006, *Heimann és Reichstein* 2008). Az avarlebontás erősen függ a hőmérséklettől, és várhatóan érzékenyen reagál a globális felmelegedésre, mivel a magasabb hőmérséklet gyorsítja az avarlebontás folyamatát, egyrészt a kioldódás által, másrészt pedig a makrogerinctelen szervezetek és a mikrobiális lebontók energiafelvételének növelésével (*González és Graça* 2003, *Ferreira és Chauvet* 2011). A mikrobiális lebontás során a szerves vegyületek nagyobb hányada alakul át CO₂-á (*Baldy et al.* 2007), míg a makrogerinctelen szervezetek aprító tevékenységével a durva szemcsés anyagok finom szemcsés anyaggá alakulnak és így oldják a szerves anyagokat (*Wallace és Webster* 1996). Mindezek viszont függhetnek a rendelkezésre álló avarfajtaiktól (*Follstad Shah et al.* 2017).

A Kis-Balaton Vízvédelmi Rendszer (wetland) vizes élőhely, amelynek elsődleges célja a Zala folyó eredeti áramlásának helyreállítása és a szervesanyagok megtartása a Zala folyó torkolatában, valamint a Balaton vízminőség romlásának megállítása (*Tátrai et al.* 2000). Kísérletünk helyszíne, a Kis-Balaton II-es ütem jellege „klasszikus” vizes élőhelynek mondható, 95%-ban makrofita borítással, elsősorban nádassal (*Nguyen et al.* 2005, *Tátrai et al.* 2000). Fokozottan védett természetvédelmi terület, mely a *Ramsari Egyezmény* (1971) törvényes védelme alatt áll. Mivel ezen a területen nem olyan intenzív a vízmozgás, illetve hosszú a víz tartózkodási ideje a visszatartás révén, ezáltal a területen – a bomló növényi részek által – a CO₂ kibocsátás magasabb lehet.

A közönséges aranyvessző (*Solidago canadensis*) lebontási ütemét vizsgáltuk a Kis-Balaton Ingói berkében 3 hónapon keresztül, téli időszakban. Hazánkban a közönséges aranyvessző folyamatosan újabb és újabb területeket hódít, így a Balaton és a Kis-Balaton partján is megfigyelhető a terjedése. A terepi kísérletet követően mikrokozmosz vizsgálatot állítottunk be. Célunk az volt, hogy az aranyvessző különböző részeinek lebontása során keletkező CO₂ kibocsátást feltérképezhessük.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Téli időszakban 3 hónapos kísérletet állítottunk be a Kis-Balaton Ingói berkében (ÉSZ 46°65'7,041", KH 17°19'5,464") (2. ábra) a közönséges aranyvessző levél- és szár lebontási ütemének vizsgálatára a szakirodalomban elterjedten használt avarzsákos módszer alkalmazásával (Bärlocher *et al.* 2020).



2. ábra: Mintavételi pont a Kis-Balaton Ingói berkében (forrás: vizugy.hu)

Figure 2: Sampling point in the Kis-Balaton Wetland

A vizsgálati növényanyagokat levélhullás időszakában gyűjtöttük be, megtisztítottuk a ráakódott szennyeződésektől, majd szobahőmérsékleten légszáras állapotig szárítottuk. A szárból és a levélből 10-10 grammot mértünk 15x15 cm-es avarzsákokba, melyeknek lyukátmérője 3 mm volt, ezzel biztosítva, hogy a makrogerinctelen szervezetek is hozzáférhessenek a mintákhoz (3. ábra). Növényi részenként 27 db (tehát összesen 54 db) avarzsákot készítettünk. Az avarzsákokat műanyag rekeszekhez rögzítettük, majd a kísérlet helyszínére szállítottuk. A mintavételi ponton a növényi anyagokat a Kis-Balaton vizével permetezzük, hogy a hirtelen átnedvesedés miatti töredeződést elkerüljük. A vízbe

helyezéskor a műanyag rekeszeket a parton rögzítettük, majd nagyjából a parttól 5 méterre a víztestbe helyeztük őket. Mindeközben ügyeltünk arra, hogy biztosítsuk az állandó, nagyjából 1 méteres vízborítottságot a rekeszek középre nehezéket helyezve. Mintavétel az 1., a 2., a 3., a 7., a 14., a 21., a 42., a 70. és a 98. napon történt, ekkor növényi részenként 3 párhuzamos mintát óvatosan távolítottunk el a rekeszről, laboratóriumban megtisztítottuk a ráakódott szennyeződésektől, újra légszáraz állapotig szárítottuk, majd visszamértük a tömegüket.



3. ábra: Növényi anyaggal megtöltött avarzsák

Figure 3: Filled bag with leaf litter

Az avarlebontás kísérlettel párhuzamosan kioldódás vizsgálatot is beállítottunk Pomogyi (1983) perkollációs módszere alapján. A kísérlet előkészítése megegyezett az avarzsákos kísérletével. A 10 grammnyi növényt 500 milliliter űrtartalmú

üvegpalackokba helyeztük be (növényi részenként 3 ismétléssel). Az avarzsákos kísérlet kihelyezése után a helyszínen az üvegpalackokat feltöltöttük 450 milliliter desztillált vízzel, majd természetes hőmérsékleten inkubáltuk az avarzsákos kísérlethez közel, kb. 1 méter távolságra tőle. A mintavételi napok szintén megegyeztek az avarzsákos kísérletével. Ekkor a mintákról a folyadékfázist eltávolítottuk, majd újratöltöttük desztillált vízzel. Az eltávolított folyadékokat laboratóriumba szállítottuk, ahol spektrofotometriásan megállapítottuk az ammónium- és foszfát tartalmukat Lovibond MultiDirect 0913462 típusú mérőműszer segítségével. Először vakpróbát végeztünk a vizsgálni kívánt vízmintával, majd azt követően a vízmintát tartalmazó 10 ml-es küvetta beleraktuk az első reagenst, melyet összetörtünk az erre a célra alkalmazott keverőpálcával. Miután homogén lett a vízminta az első reagens után, beleraktuk a második reagenst, amit szintén összetörtünk. Lezárás után homogenizáltuk, majd behelyeztük a műszerbe, és megvártuk a 10 perces reakciós periódust, melyet követően a mérés automatikusan megtörtént. Az eredményeket mg/l értékben kaptunk meg. Mindemellett minden vízmintában mértük a pH-t és a vezetőképességet Adwa AD111 és AD310 típusú műszerekkel.

A kísérleti időszak során *in situ* mértük a vízhőmérsékletet a kísérleti időszak alatt a HOBO UA-002-64 típusú adatgyűjtővel.

A terepi kísérletet követően mikrokozmosz kísérletet állítottunk be a közönséges aranyvessző szár- és levél CO₂ kibocsátásának feltérképezésére. A vizsgálat a Kis-Balatonon mért napi vízhőmérsékletek feldolgozásával indult, melyekből heti átlagot készítettünk, és hetente az alapján változtattuk a klímakamrában a hőmérsékletet. Az Angelantoni Industrie Ekochl 700 típusú klímakamrában szabályozható a hőmérséklet, a páratartalom, illetve a fényintenzitás. A páratartalmat fixen 50%-ra, a fényt pedig a téli időszakra való tekintettel 7 órás teljes megvilágításra és 17 órás sötét periódusra állítottuk. A minták előkészítése a terepi kísérlet módszerével egyezett meg.

300 ml úrtartalmú lombikokba 1 g növényt, 10 g iszapot – melyet a terepi kísérlet helyszínéről gyűjtöttünk be – és 100 ml vizet helyeztünk, növényi részenként 3-3 ismétléssel. Kontrollként 3 db lombikba 10 g iszapot és 100 ml vizet helyeztünk, ezzel kizárva a növényi hatást (4. ábra). A lombikokat a klímakamrába való elhelyezés előtt légmentesen lezártuk parafilmmel. A mérésekhez Testo 535 típusú CO₂ mérő műszert használtunk, melynek méréstartománya 0-9999 ppm, illetve amelyen 2 infravörös csatornás adszorpciós elven működő CO₂ érzékelő szenzor van. Az első mintavétel a

behelyezést követően 1 óra elteltével történt. Először a klímakamrán kívüli, friss levegőt mértük meg a kalibrációhoz. Ezt követően pedig a növényi résszel, iszappal és vízzel töltött lombikok CO₂ tartalmát mértük meg. Pár perc elteltével megkaptuk az értékeket ppm-ben. A vizsgálat befejezésekor kifűjtük a lombikokban lévő CO₂-t. A második mintavétel 4 óra múlva, majd hetente háromszor mértük a CO₂ értéket a klímakamrában elhelyezett növényel, iszappal és vízzel töltött lombikokban.

A kísérlet befejezésekor a lombikokban lévő növényi részeket megtisztítottuk a ráakódott szennyeződésektől, légszáraz állapotig szárítottuk, majd visszamértük tömegüket. A vízmintákat szűrőpapíron átszűrtük, majd megmértük a pH-t és vezetőképességet, illetve spektrofotometriásan meghatároztuk a bennük lévő ammónium- és foszfáttartalmat, melyeket összehasonlítottunk a terepen mért értékekkel.

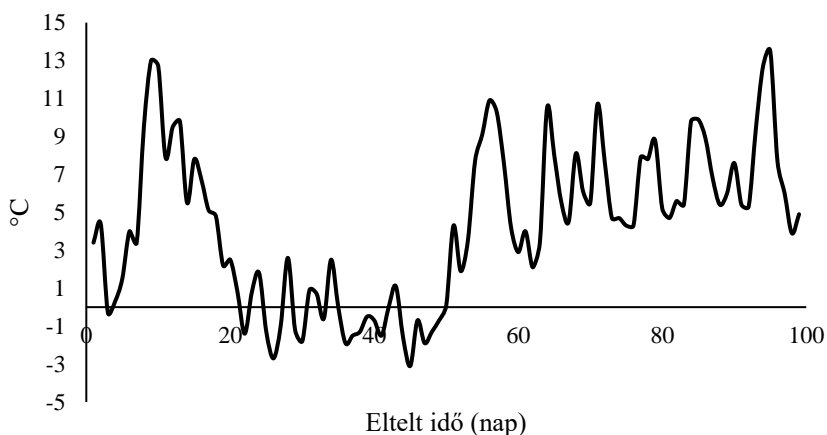


4. ábra: Aranyvessző szárral, iszappal, desztillált vízzel megtöltött Erlenmeyer lombik

Figure 4: Erlenmeyer flask filled with stem of *Solidago canadensis*, sediment, and distilled water

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

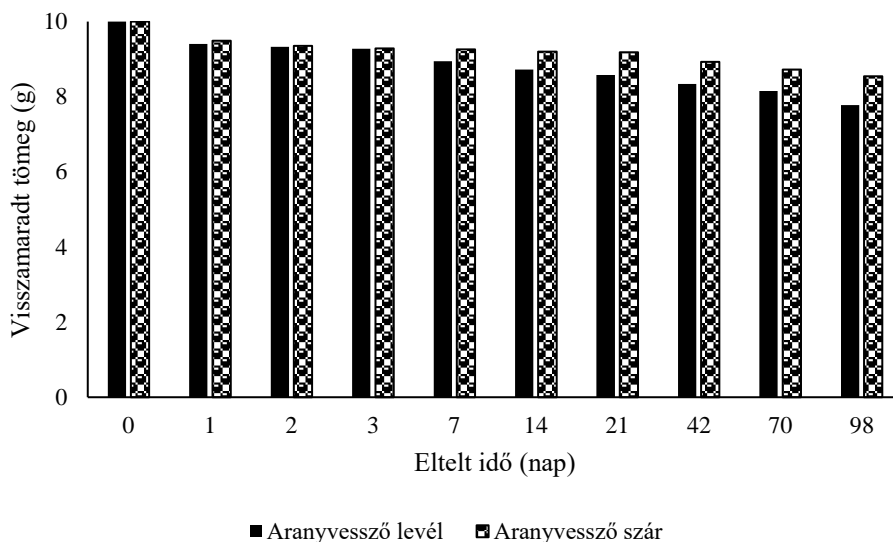
A vizsgálati időszak alatt szélsőségesen ingadozott a vízhőmérséklet, ami szorosan követte a léghőmérséklet változásait is. A 13,5 °C-os hőmérséklettől a -3,1 °C-ig terjedő skálán mozgott (5. ábra).



5. ábra: A vízhőmérséklet alakulása a kísérleti időszakban

Figure 5: The water temperature during the experimental period

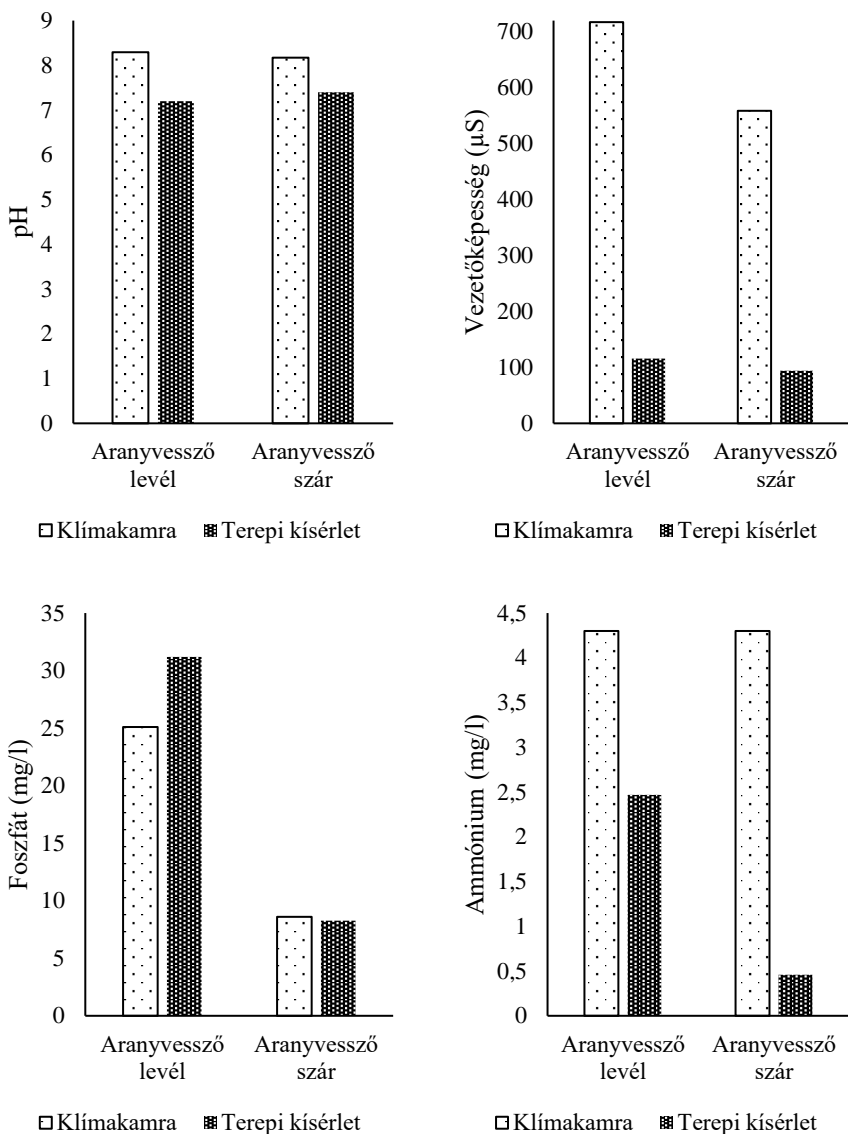
A 6. ábrán látható a visszamaradt száraz avar tömege az egyes mintavételi napokon. Levél esetében 22,2%-os tömegcsökkenést, míg a szárnál mindössze 14,5%-os tömegcsökkenést tapasztaltunk a nehezen bontható vegyületeknek köszönhetően. Az idő elteltével folyamatos volt a csökkenés mindkét növényi rész esetében. A klímakamrában végzett kísérlet végére a levélnél 4%-os, szárnál pedig 3%-os tömegcsökkenést állapítottunk meg a terepi kísérlethez képest. A különbség a szabadföldi és mikrokozmosz kísérlet között a természetes vízmozgás általi törmelék aprózódás- és kihullás eredménye lehet.



6. ábra: A visszamaradt száraz avar tömege az egyes mintavételi napokon (levél és szár)

Figure 6: Remaining dry mass on each sampling day (leaf and stem)

A 7. ábra szemlélteti a vízkémiai paraméterek alakulását a szabadföldi és a mikrokozmosz kísérlet során. A pH értékek mind a terepi, mind a klímakamra kísérletet tekintve a lebontás szempontjából optimálisnak mondhatók. A vezetőképességet, illetve az ammónium tartalmat tekintve a klímakamra kísérlet esetében magasabb értékeket kaptunk, ennek oka valószínűleg, hogy a terepi kísérlet során folyamatosan eltávolítottuk a folyadékfázist a növényről, míg a mikrokozmosz kísérletben csak a vizsgálati periódus végén. Az aranyvessző levél esetén a foszfátkioldódás mértéke magasabb volt a többi értéktől eltérően a terepi kísérlet során. Ennek oka az lehet, hogy a klímakamrában izsappal beoltott vizet alkalmaztunk, míg terepen a növényi részen kívül csak desztillált vizet használtunk. Az aranyvessző szár esetében a foszfátkioldódás esetében pedig elhanyagolható különbséget találtunk a két vizsgálati helyszín között.

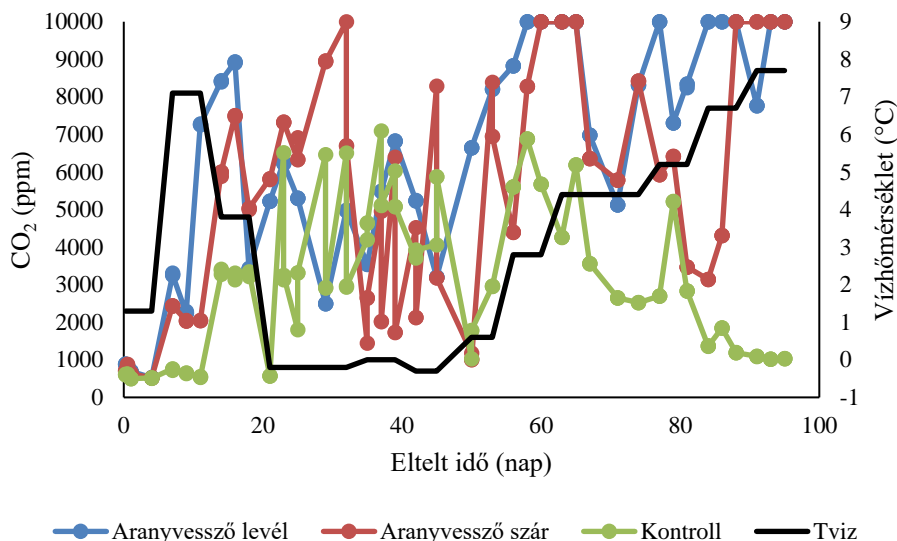


7. ábra: A terepi és a klímakamra kísérlet során mért vízkémiai paraméterek összehasonlítása

Figure 7: Comparison of chemical parameters measured during the field and climate chamber experiment

A Kis-Balaton területén nem olyan intenzív a vízmozgás, illetve hosszú a víz tartózkodási ideje a víz visszatartás révén. A vízbe hulló növényi részek, rákerülnek az

üledékre majd a bomlási folyamat során helyben maradnak, nem úgy, mint a gyorsabb folyású vizek esetén. Ennek köszönhetően a vízben történő bomlási folyamat CO₂ kibocsátása jól modellezhető mikrokozmosz kísérletekben, melynek eredménye a 8. ábrán látható. A kísérletben a növényi részeket tartalmazó kezelések CO₂ kibocsátása magasabb volt, mint a kontrolban kapott értékek. A vízhőmérséklet változásait a CO₂ kibocsátás egy kisebb eltolódással követi. A szár és a levél esetében szintén látható egy eltolódási tendencia. A levél szorosabban követi a vízhőmérséklet változásait, míg a szár 30-35 napos csúszással „követi” a levél CO₂ kibocsátási ütemét. Ez az eltérés a nehezebben lebontható, szilárdító komponensek (pl. lignin, cellulóz) miatt történik, ugyanis az aranyvessző szárban ezek az anyagok magasabb arányban találhatók meg mint a levélben.



8. ábra: Az aranyvessző levél és szár lebontása során keletkező szén-dioxid mennyisége

Figure 8: The amount of carbon dioxide produced during the breakdown of the goldenrod leaf and stem

Az édesvizekben lebomló avar jelentős mennyiségű CO₂-t juttat a légkörbe, mely a globális szén ciklus szignifikáns része. (Battin et al. 2008), ezért fontos annak a vizsgálata, hogy az emelkedő hőmérsékletre hogyan reagálnak a lebomló növényi részek. Terepi kísérletünket a harmadik legmelegebb télen végeztük (1901 óta), mely eredményeket

betápláltunk egy mikrokozmosz kísérletbe, hogy feltérképezhessük magasabb hőmérsékleten a területen elterjedt növényi részek CO₂ kibocsátását.

A hőmérséklet fontos tényező az avarlebotásban és a biológiai folyamatokban. A jövőbeli klímaváltozási forgatókönyvek azt jósolják, hogy az emelkedő hőmérséklet, főleg télen, módosítja a tápanyag-ciklust, beleértve a bomlási folyamatokat is. A közönséges aranyvessző Európa-szerte invazív növénynek számít, amely nagymértékben veszélyezteti a biológiai sokféleséget. A rövid életű, invazív közönséges aranyvessző lebomlásának, ezáltal a CO₂ kibocsátásának mérséklése érdekében annak kiirtását, helyére mocsárerdő telepítését javasolnánk, mely révén a fűzek és az éterek a növekedésük során sokkal hosszabb ideig tárolnák a szenet. Továbbá fontos megemlíteni, hogy az éghajlatváltozás miatt a bomlási folyamatokban bekövetkező különböző változások hatással lehetnek a fokozottan védett Balaton vízminőségére.

Amani et al. (2019) kutatásában a szerzők a megemelkedett légköri CO₂ és az emelkedő hőmérséklet kapcsolatát vizsgálták az avarlebotási folyamatokra. Eredményeik alapján a felmelegedés hatása az avarlebotás sebességére nem függ az avar kémiai összetételétől. Hasonló eredményre jutott *Migliorini és Romero* (2020), miszerint a megemelkedett hőmérséklet hatása az avarlebotás sebességére független az avar típusától.

Kevés tanulmány létezik, amely a hőmérsékletváltozásokat és az avarlebotást együttesen értékeli. Vizsgálatunk bizonyítja, hogy az invazív aranyvessző lebomlása során hozzájárul a globális CO₂ kibocsátáshoz. Ráadásul a jövőbeni hőmérséklet emelkedés felgyorsítja a bomlási sebességet főként azért, hogy stimulálja a mikrobák által vezérelt bomlást (*Migliorini és Romero* 2020).

A mikrokozmosz kísérlet újbóli beállítása, valamint a hőmérséklet megfelelő megválasztásával fontos válaszokat adhat a globális klímaváltozás által befolyásolt avarlebotás jövőbeni jellegére.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

„AZ INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLOGIAI MINISZTERIUM ÚNKP-21-3. KÓDSZÁMÚ ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL FINANSZÍROZOTT SZAKMAI TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.”



INVESTIGATION OF CARBON DIOXIDE EMISSION FROM GOLDENROD DECOMPOSITION IN A CLIMATE CHAMBER

SZABINA SIMON - BRIGITTA SIMON-GÁSPÁR - ANGELA ANDA
Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Georgikon Campus

SUMMARY

Leaf litter decomposition in water is an important part of the carbon cycle. When leaf litter are deposited in water, the decomposition process takes place, releasing CO₂ into the atmosphere. In Hungary, the *Solidago canadensis* is spreading over increasing areas along lakes and rivers, including the shores of Lake Balaton. The primary objective of the Kis-Balaton Wetland is to retain inorganic nutrients, thereby improving the water quality of Lake Balaton. As the water movement in this area is not very intensive and the water retention time is long, CO₂ emissions of parts of decomposing plants can be higher in this area.

We set up a microcosm experiment in a climate chamber to determine the CO₂ emissions from the decomposition of *Solidago canadensis* leaves and stems. The results showed that the decomposition of plant parts in water during winter contributes to the increase of CO₂ emissions from shallow water bodies, such as the Kis-Balaton Wetland.

Keywords: leaf litter decomposition, climate chamber, Kis-Balaton Wetland, *Solidago canadensis*.

IRODALOM

Amani M. - Graça M.A.S. - Ferreira V. (2019): Effects of elevated atmospheric CO₂ concentration and temperature on litter decomposition in streams: A meta-analysis. *International Review of Hydrobiology*. 104, 14–25.

Dossena, M. - Yvon-Durocher G. - Grey J. – Montoya J.M. – Perkins D.M. – Trimmer M. – Woodward G. (2012): Warming alters community size structure and ecosystem functioning. *Proceedings of the Royal Society B*. 279, 3011–3019.

Baldy V. – Gobert V. – Guerold F. – Chauvet E. – Lambrigot D. - Charcosset J-Y. (2007): Leaf litter breakdown budgets in streams of various trophic status: effects of dissolved inorganic nutrients on microorganisms and invertebrates. *Freshwater Biology* 52, 1322–1335.

Bärlocher F. - Gessner M.O. - Graca M.A.S. (2020): Leaf Mass Loss Estimated by the Litter Bag Technique. In *Methods to Study Litter Decomposition. A Practical Guide*, 2nd ed.; SpringerNature Switzerland AG. Part 1. 43-51.

Battin, T.J. – Kaplan L.A. – Findlay S. – Hopkinson C.S. – Marti E. – Packman A.I. - Newbold J.D. - Sabater F. (2008): Biophysical controls on organic carbon fluxes in fluvial networks. *Nat. Geosci.* 1, 95–100.

Brown J.H. - Gillooly J. F. - Allen A.P. - Savage V.M. - West G.B. (2004): Toward a metabolic theory of ecology. *Ecology*. 85, 1771–1789.

Chen Y. - Ma S. - Jiang H. - Yangzom D. - Cheng G. - Lu X. (2019): Decomposition time, chemical traits and climatic factors determine litter–mixing effects on decomposition in an alpine steppe ecosystem in Northern Tibet. *Plant Soil*. 459, 23–35.

Davidson E.A. - Janssens, I.A. (2006): Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change. *Nature*. 440, 165–173.

Ferreira V. - Chauvet E. (2011): Synergistic effects of water temperature and dissolved nutrients on litter decomposition and associated fungi. *Global Change Biology*. 17, 551–564.

Follstad Shah J.J. – Kominoski J.S. – Ardón M. – Dodds W.K. – Gessner M.O. – Griffiths N.A. – Hawkins C.P. – Johnson S.L. – Lecerf A. – LeRoy C.J. – Manning D.W.P. –

- Rosemond A.D. – Sinsabaugh R.L. – Swan C.M. – Webster J.R. – Zeglin L.H.* (2017): Global synthesis of the temperature sensitivity of leaf litter breakdown in streams and rivers. *Global Change Biology*. 23, 3064–3075.
- Gessner M.O. - Swan C.M. - Dang C.K. – McKie B.G. – Bardgett R.D. – Wall D.H. - Hättenschwiler S.* (2010): Diversity meets decomposition. *Trends in Ecology & Evolution*. 25, 372–380.
- González J.M. - Graça M.A.S.* (2003): Conversion of leaf litter to secondary production by a shredding caddis-fly. *Freshwater Biology*. 48, 1578–1592.
- Hättenschwiler S. - Tiunov A.V. - Scheu S.* (2005): Biodiversity and litter decomposition in terrestrial ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 36, 191–218.
- Heimann M. - Reichstein, M.* (2008): Terrestrial ecosystem carbon dynamics and climate feedbacks. *Nature*. 451, 289–292.
- Jeyanny V. - Rasidah K.W. - Husni M.A. - Kumar B. S. - Firdaus S.M. - Arifin A.* (2015): Leaf litter decomposition and soil carbon dioxide fluxes across climatic gradient in tropical montane and lowland forests. *Journal of Tropical Forest Science*. 27, 472–487.
- Migliorini G.H. – Romero G.Q.* (2020): Warming and leaf litter functional diversity, not litter quality, drive decomposition in a freshwater ecosystem. *Nature*. 10, 20333.
- Nguyen H.L. - Leermakers M. - Kurunczi S. - Bozo L. – Baeyens W.* (2005): Mercury distribution and speciation in Lake Balaton, Hungary. *Science of the Total Environment*, 340, 231-246.
- Parmesan C.* (2006): Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 37, 637–669.
- Petersen R.C. - Cummins K.W.* (1974): Leaf processing in a woodland stream. *Freshwater Biology*. 4, 343–368.
- Pomogyi P.* (1983): A Kis-Balaton tömegesen előforduló hínárfajok tápanyagforgalma és annak kapcsolata a vízminőségvédelemmel. Kandidátusi értekezés. Keszthely.
- Ramsar Convention.* (1971): Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat. Ramsar (Iran), February 2, UN Treaty Series No. 14583.
- Tátrai I. - Kálmán M. - Korponai J. - Paulovits G. - Pomogyi P.* (2000): The role of the Kis-Balaton water protection system in the control of water quality of Lake Balaton. *Ecological Engineering*. 16, 73-78.

Tilman D. - Isbell F. - Cowles, J.M. (2014): Biodiversity and ecosystem functioning. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. 45, 471–493.

Wallace J.B. - Webster J.R. (1996): Te role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. Annual Review of Entomology. 41, 115–139.

Walther G.-R. (2010): Community and ecosystem responses to recent climate change. Philosophical Transactions of the Royal Society B. 365, 2019–2024.

Webster J.R. - Benfield E.F. (1986): Vascular plant breakdown in freshwater ecosystems. Annual Review of Ecology and Systematics. 17, 567–594.

Zhang, M. – Cheng X. – Geng Q. – Shi Z. - Luo Y. – Xu X. (2019): Leaf litter traits predominantly control litter decomposition in streams worldwide. Global Ecology and Biogeography. 28, 1469–1486.

A szerzők levélcíme – Address of the authors

Simon Szabina

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem,

Georgikon Campus,

Környezeti Fenntarthatóság Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

e-mail: simonszabina95@gmail.com

Simon-Gáspár Brigitta

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem,

Georgikon Campus,

Környezeti Fenntarthatóság Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

e-mail: simon.gaspar.brigitta@uni-mate.hu

Anda Angéla

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem,

Georgikon Campus,

Környezeti Fenntarthatóság Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

e-mail: anda.angela@uni-mate.hu



ŐSZI BÚZA RELATÍV KLOROFILL-TARTALMA TAKARMÁNYBORSÓVAL TÖRTÉNŐ TÁRSÍTÁSBAN

KRISTÓ ISTVÁN - TAR MELINDA - IRMES KATALIN - RÁCZ ATTILA - VÁLYI-
NAGY MARIANNA

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési- tudományok Intézet,
Növénytermesztési Kutató Központ, Növénytermesztési és Agrotechnikai
Kutatóállomás, Szeged

ÖSSZEFOGLALÁS

A gabonafélék a hazai vetésterület majdnem háromnegyed részét foglalják el, ugyanakkor a fehérjenövények termőterülete elenyésző. A gabonafélék és hüvelyesek együttes termesztésével a vetésszerkezetet oly módon javíthatjuk, hogy a hüvelyes vetésterületet növeljük, a termőterületek biodiverzitását serkentjük, a gabonafélék nitrogén ellátását csökkenteni tudjuk, miközben a gabonafélék beltartalmi paramétereit és mennyiségi mutatóit stabilan magasak maradnak. Vizsgálatunk célja, hogy megállapítsuk, az őszi búza - őszi borsó növénytársításban kimutatható-e változás az őszi búza relatív klorofill-tartalmában. Növénytársítási vizsgálatunkat a Szeged–Öthalmi Kísérleti Telepen állítottuk be 2018/2019. és 2019/2020. években. A 10m²-es kísérleti parcellákon, 4 ismétlésben, 2 őszi búza fajttal (GK Szilárd, Cellule) és 2 borsó fajttal (Aviron, Enduro) végeztük a vizsgálatot. Minden őszi búza és borsó fajtát 2-2 csíraszámossal vetettük el. Az őszi búza esetén 3 millió csíra/ha és 5 millió csíra/ha, az őszi borsó esetén pedig 600 ezer csíra/ha, és 1 millió csíra/ha vetőmagmennyiséget alkalmaztunk. A növénytársításokban N fejtrágyázást nem végeztünk, viszont a kísérletben N trágyázás nélküli, 30 kg/ha N fejtrágyázású és 60 kg/ha N fejtrágyázású tiszta vetésű őszi búzát is alkalmaztunk. Eredményeinkből megállapítható, hogy növénytársításban a borsó vetéssűrűségének növelésével az őszi búza leveleinek relatív klorofill-tartalma nő, ugyanakkor a búza relatív klorofilltartalmát a társításban részt vevő borsó fajtája is

befolyásolja. Kísérletünk eredményeiből az is látható, hogy az őszi búza klorofill-tartalma a búza-borsó növénytársításban magasabb, mint a N trágyázás nélküli és a 30kg/ha N trágyázású tiszta búza állományban és sokkal kiegyenlítettebb, mint a 60 kg/ha N kezelésű parcellákon.

Kulcsszavak: őszi búza, takarmányborsó, növénytársítás, relatív klorofill-tartalom

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Magyarország vetésszerkezete beszűkült, szántóföldi területén öt fő növény (búza, árpa, kukorica, napraforgó, repce) dominál. A gabonafélék a vetésterület majdnem háromnegyed részét uralják, ugyanakkor tudatában kell lennünk, hogy az egyoldalú gabonatermesztés hosszútávon növényvédelmi, talajművelési és környezeti problémákhoz vezetnek (Antal 2005). Az ilyen növénytermesztési rendszer veszélye, hogy ökológiai, ökonómiai és stratégiai szempontból is kiszolgáltatottá teszi az országot (Pepó és Sárvári 2011). Szükségesnek látszik tehát a jelenlegi gabona túlsúlyos vetésszerkezetünk fokozatos diverzifikációja elsősorban az olaj-, hüvelyes- és takarmánynövények vetésterületének növelésével.

A fehérje behozataltól való függőség kiváltása érdekében fontos feladattá vált a hüvelyes növények területének és hozamának növelése. A fehérjenövények közül a világon, és Magyarországon is a legnagyobb arányban a szóját termesztik, de a borsó is egyre több gazdálkodó figyelmét kelti fel. A hazai vetésszerkezetben a borsó jelentősége a jó elővetemény-hatásban mutatkozik meg. Kímélően hat a talaj vízháztartására, a talaj mikrobiológiai életét serkenti (Gollner et al. 2019), csökkenti a gabonafélék gombás megbetegedését, valamint az ezzel összefüggő talajfertőzés potenciálját (Radics 2002). Ugyanakkor a borsó nitrogénygyűjtő képessége sem hanyagolható el, melynek köszönhetően a szükséges nitrogéntrágya mennyisége csökkenthető.

Feltételezésünk szerint a gabonafélék és hüvelyesek együttes termesztésével a vetésszerkezetet oly módon javíthatjuk, hogy a hüvelyes vetésterületet növeljük, a termőterületek biodiverzitását serkentjük, a gabonafélék nitrogén ellátását csökkenteni tudjuk, miközben a gabonafélék beltartalmi paraméterei és mennyiségi mutatói stabilan magasak maradnak. A növénytermesztés speciális módszere a növénytársítás, amikor két vagy több növényt együtt vetve, természetve és betakarítva azok előnyös tulajdonságait

próbáljuk kihasználni. A növénytársításban a gabonafélék főként támasztó szerepet töltenek be, a hüvelyesek pedig nitrogényűjtésükkel segítik az együtt-termesztést.

Magyarországon a 20. század elejéig általánosan elterjedt volt a gabonafélék és a borsó együtt termesztése (*Cserhádi* 1901), viszont a gépesítettség fokozódása, a kémiai növényvédelem elterjedése és a kacsos borsófajták nemesítése egyre a tiszta vetések létrejöttét eredményezte a növénytermesztésben (*Bocz* 1996). Így mára a termelők szinte el is felejtették Magyarországon a gabonafélék és a borsó együtt termesztését, noha nemzetközi szinten a témáról számos publikáció (*Murray és Swensen* 1985, *Fujita et al.* 1992, *Ghaley et al.* 2005, *Gooding et al.* 2007, *Tosti és Guiducci* 2010, *Urbatzka et al.* 2011, *Lithourgidis et al.* 2011, *Kristó et al.* 2021, *Vályi-Nagy et al.* 2021) megjelent.

Korábban a termelők a növény N-ellátottságának mértékéről általában a költséges, időigényes és laboratóriumi háttér munkát igénylő analitikai vizsgálatokkal szerezhettek tudomást. Ma ennek meghatározására a roncsolás mentes műszeres vizsgálatot részesítik előnyben, melyeket a szántóföldön gyorsan el lehet végezni. *Vasileva et al.* (2005) összefüggéseket talált a levél klorofill mennyisége és a levél nitrogén tartalma között. A készüléket számos növényen, így búzában (*Reeves et al.* 1993, *Fox et al.* 1994, *Hoel* 2002., *Ortuzar-Iragorri et al.* 2005., *Arregui et al.* 2006, *Naud et al.* 2009, *Tarnawa et al.* 2017, *Kristó et al.* 2019) is tesztelték.

Vizsgálatunk célja, hogy megállapítsuk, az őszi búza - őszi borsó növénytársításban kimutatható-e változás az őszi búza relatív klorofill-tartalmában.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Növénytársítási vizsgálatunkat a Szeged–Öthalmi Kísérleti Telepen állítottuk be. A 10 m²-es kísérleti parcellákon, 4 ismétlésben, 2 őszi búza fajtával (GK Szilárd, Cellule) és 2 borsó fajtával (Aviron, Enduro) végeztük a vizsgálatot 2018/2019 és 2019/2020 években. Minden őszi búza és borsó fajtát 2-2 csíraszámossal vetettük el (*1. táblázat*). Az őszi búza esetén az 5 millió csíra/ha vetéssűrűséget tekintettük 100%-nak, az őszi borsó esetén pedig az 1 millió csíra/ha-t. Kísérletünkben az őszi búzánál 3 millió csíra/ha, az őszi borsónál 600 ezer csíra/ha vetőmagmennyiség 60%-os vetőmagmennyiséget jelentett. A búza-borsó növénytársítás optimális vetési arányának kiderítése érdekében a 100%-os és 60 %-os vetésnormák minden variációját beállítottuk vizsgálatunkban.

1. táblázat: Kísérletben alkalmazott kezelések

Table 1: Experimental treatments

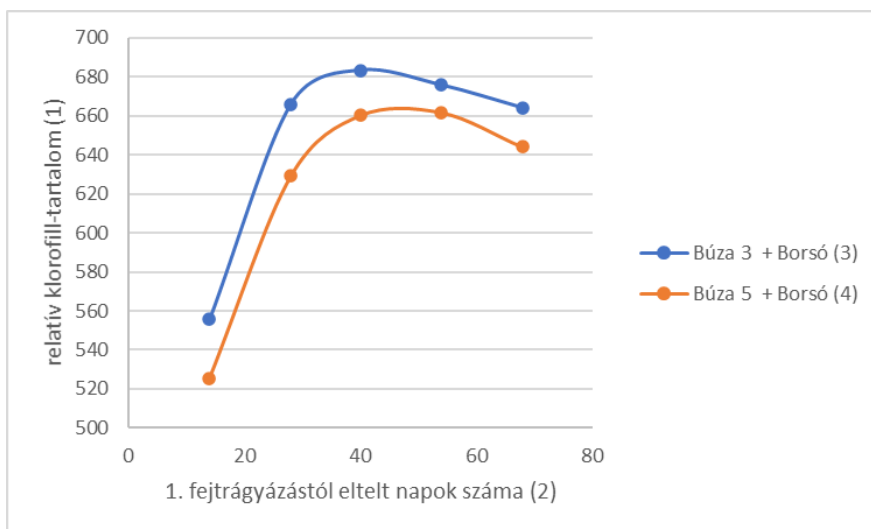
N fejtrágya (kg/ha) (1)	Őszi búza csíraszám (csíra/ha) (2)	Takarmányborsó csíraszám (csíra/ha) (3)		
		0 millió	0,6 millió	1 millió
-	3 millió	60:0	60:60	60:100
-	5 millió	100:0	100:60	100:100
-	3 millió	60:0	-	-
-	5 millió	100:0	-	-
30	3 millió	60:0	-	-
30	5 millió	100:0	-	-
60	3 millió	60:0	-	-
60	5 millió	100:0	-	-

(1) N top dressing (kg ha⁻¹), (2) Seed number of winter wheat (seed ha⁻¹), (3) Seed number of fodder pea (seed ha⁻¹)

A kísérleti parcellák mindegyike 200 kg/ha mennyiségű komplex (15:15:15) NPK műtrágyát kapott a terület alapművelése előtt. A növénytársítások N szolgáltatásának modellezése érdekében a borsó-búza társítások mellett tiszta búzavetések is beállítottunk N fejtrágya nélkül, 30 kg/ha N fejtrágyával és 60 kg/ha fejtrágyával. A 30 kg/ha-os N fejtrágyázású parcellákat csak a bokrosodás, a dupla dózisu kezeléseket két részletben juttattuk ki: 30-30 kg/ha mennyiséget bokrosodáskor, és szárbainduláskor. A vizsgált két év során a N-fejtrágyázásokat közel azonos naptári időszakban végeztük: az 1. fejtrágyázás 2019-ben március 17-én, 2020-ban március 18-án, a 2. fejtrágyázás 2019-ben április 30-án, 2020-ban május 2-án történt.

A búzalevél relatív klorofill koncentrációját a Hydro N-Tester hordozható klorofillmérő műszerrel mértük. A méréseket mindkét búzafajta minden kezelésének mind a 4 ismétlésében elvégeztük. A méréseket évenként 5 alkalommal (április eleje, április közepe, április vége, május közepe, május vége), vagyis 12-15 naponként végeztük. Az 1. mérés az 1. fejtrágyázás, a 4. mérés a 2. fejtrágyázás után két héttel történt.

EREDMÉNYEK



1. ábra: 3 millió csíra/ha és 5 millió csíra/ha vetéssűrűségű őszi búza állományok relatív klorofill-tartalma növénytársításban

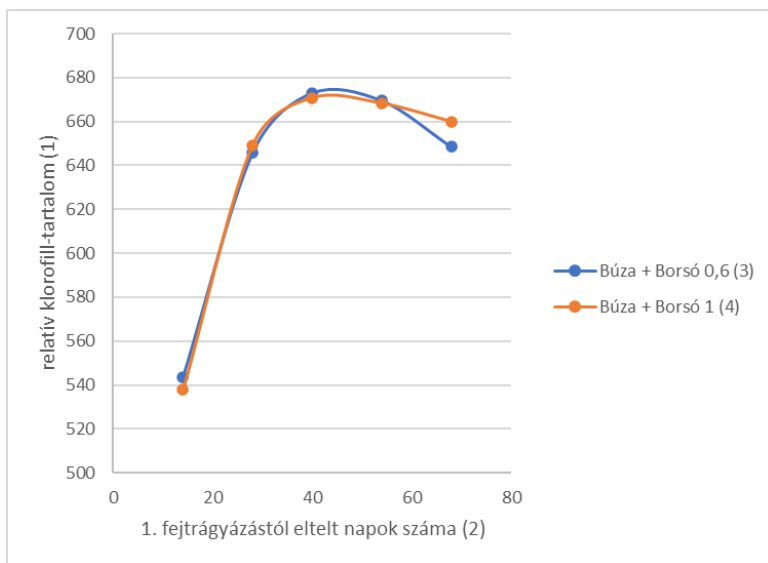
Figure 1: Relative chlorophyll content of winter wheat stocks with a sowing density of 3 million germs ha⁻¹ and 5 million germs ha⁻¹ in plant association

(1) relative chlorophyll content, (2) number of days since 1. top dressing, (3) Wheat 3 +Pea, (4) Wheat 5 + Pea

Az 1. ábrán a borsó-búza növénytársítások különböző vetéssűrűségű őszi búza állományának relatív klorofill-tartalmát láthatjuk. Megállapítható, hogy már az első méréskor az eltérő növényssűrűségű állományok különböző értékeket vettek fel, vagyis az eltérő csíraszám az őszi búzánál viszonylag korán (április eleje) már eltérő relatív klorofill-tartalmat eredményez. A mérési értékeket összekötő vonalak eltérő szinteken vannak: az 5 millió csíra/ha-os búza társítások alacsonyabb, a ritkább (3 millió csíra/ha) búzaállományok magasabb relatív klorofill-tartalmat mutatnak, amely akár a növényenkénti N mennyiség korlátosságára is utalhat.

A 2. ábrán a borsó állománysűrűségének hatását szemléltethetjük a búza, mint társnövény relatív klorofill-tartalmára. Látható, hogy az első 4 mérési időpontban, az eltérő borsósűrűségű társításban az őszi búza relatív-klorofill-tartalma szinte nem is tér el, ami azzal magyarázható, hogy május közepéig, a borsó virágzásáig állománysűrűségtől

függetlenül a borsó N szolgáltatása nem jellemző. Az utolsó mérési eredmény azonban arra utalhat, hogy növénytársításban a nagyobb egyedszámú borsó az őszi búza relatív klorofill-koncentrációját emeli, hiszen a nagyobb borsósűrűség nagyobb N szolgáltatást eredményez.

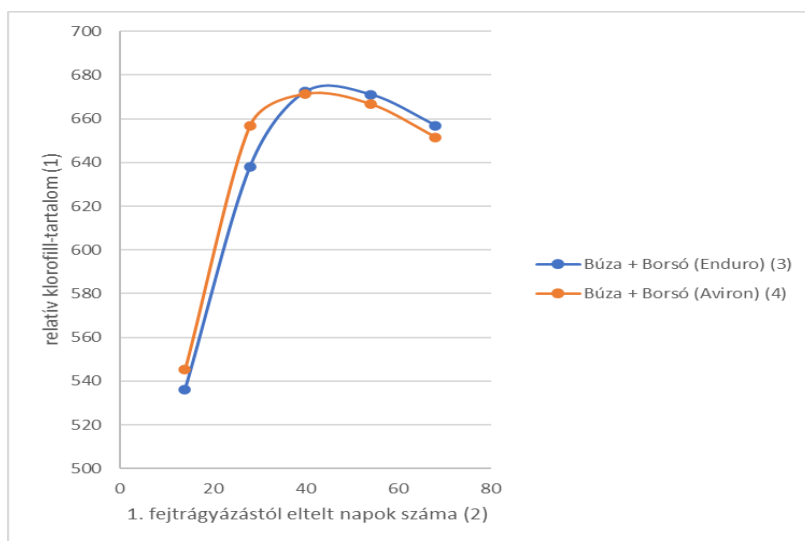


2. *ábra*: 0,6 millió csíra/ha és 1 millió csíra/ha vetéssűrűségű takarmányborsó hatása az őszi búza relatív klorofill-tartalmára növénytársításban

Figure 2: Effect of fodder peas with a sowing density of 0.6 million germs ha⁻¹ and 1 million germs ha⁻¹ on the relative chlorophyll content of winter wheat in plant association

(2) number of days since 1. top dressing, (3) Wheat + Pea 0.6, (4) Wheat + Pea

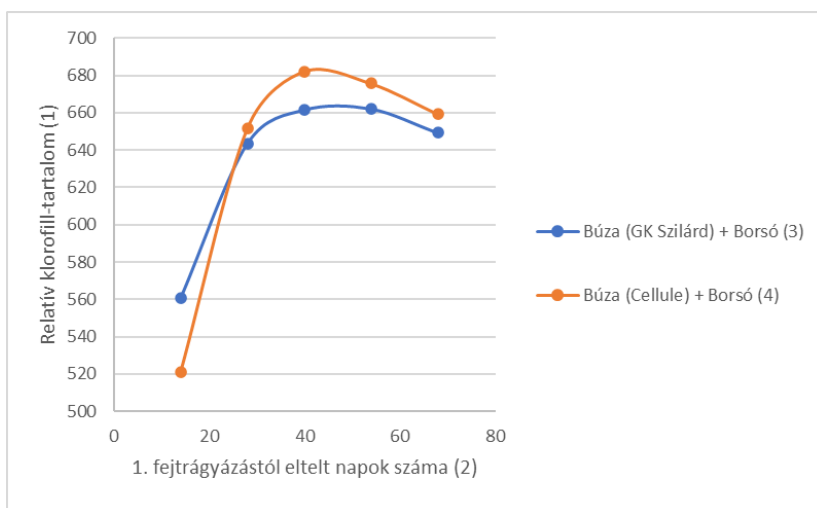
A 3. *ábrán* a borsófajták hatását tanulmányozhatjuk a növénytársítások őszi búzájának relatív klorofill-tartalmára. A grafikon jól szemlélteti, hogy az Aviron borsófajta az első két mérési időpontban magasabb relatív klorofill-tartalmat eredményezett, mint az Enduro. A következő három mérésnél az Enduro borsófajtaival együtt termesztett őszi búza állomány relatív klorofill koncentrációja volt magasabb. Eredményeink az egyes borsófajták eltérő N felhasználási és szolgáltatási reakcióját jól szemléltetik.



3. *ábra*: Borsófajták (Enduro, Aviron) hatása az őszi búza relatív klorofill-tartalmára

Figure 3: Effect of pea varieties on relative chlorophyll content of winter wheat (1) relative chlorophyll content, (2) number of days since 1. top dressing, (3) Wheat + Pea (Enduro), (4) Wheat + Pea (Aviron)

A 4. *ábra* az őszi búza fajták alapján mutatják a relatív klorofill-tartalom alakulását. Az április eleji méréskor még a GK Szilárd fajta relatív klorofill-tartalma magasabb volt, mint a Cellule fajtáé. Majd a későbbi adatfelvételezések alkalmával a Cellule értékei felülmúlták a GK Szilárd relatív klorofill-tartalmát. A mérési értékek az őszi búza fajtaspecifikus N igényét láttatják, hiszen az egyes fajták az egyes fenológiai fázisokban más-más N igénnyel és N tartalommal bírnak, így relatív klorofill-tartalmuk is különböző.

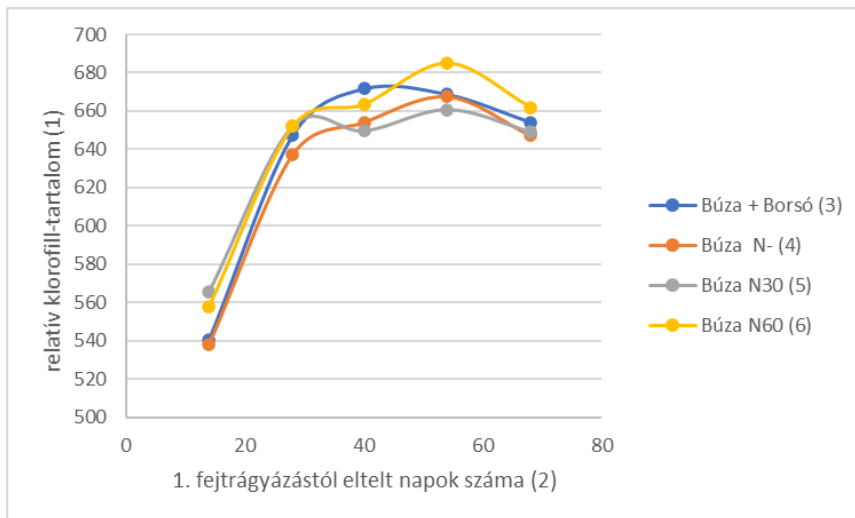


4. *ábra*: Őszi búza fajták (GK Szilárd, Cellule) relatív klorofill-tartalma növénytársításban

Figure 4: Relative chlorophyll content of winter wheat varieties in plant association. (1) relative chlorophyll content, (2) number of days since 1. top dressing, (3) Wheat (GK Szilárd) + Pea, (4) Wheat (Cellule) + Pea

Az 5. *ábra* az eltérő N-ellátási stratégiák hatását mutatja az őszi búza relatív klorofill-tartalmára. Látható, hogy az április eleji méréskor a búza-borsó növénytársításban és a tiszta, N fejtrágyázás nélküli búzaállományban a relatív klorofill-tartalom szinte ugyanakkora volt. Ezzel szemben a bokrosodáskor N fejtrágyázásban részesített parcellák már a kezelés után két héttel magasabb relatív klorofill-tartalmat mutattak, mint a N fejtrágya nélküli és a borsós vetések. Az április közepi méréskor a N fejtrágya nélküli tiszta búza értéke volt a legalacsonyabb, míg a borsós búza relatív klorofill-tartalma megközelítette a N fejtrágyázású parcellákét. Az április végi méréskor a görbék lefutása arról tanúskodik, hogy a N fejtrágyázású parcelláknál a N ellátás fogytán volt, relatív klorofill-tartalmuk a N fejtrágya nélküli állomány értékét közelítette. Ezzel szemben a borsós búza N tartalma emelkedett, hiszen relatív klorofill-tartalma nőtt. Ebben az időszakban kapta a második 30 kg/ha-os N adagját a dupla N fejtrágyázású kezelés, ami miatt a negyedik mérési időpontra a relatív klorofill-tartalma nagy mértékű emelkedést mutat. Az utolsó, május végi mérésre a búzaállomány élettani stádiuma miatt a relatív klorofill-tartalom minden kezelésnél ugyan csökkenő tendenciát mutat, de a csökkenés mértéke a kezelés sajátosságaitól nagymértékben függ. Összességében az ábrából látható,

hogy az őszi búza-borsó növénytársításnál a búza relatív klorofill-tartalma kevésbé hullámzó, sokkal kiegyenlítettebb képet mutat, mint ahogy a N műtrágyával segített növényeknél tapasztaltuk.



5. ábra: Különböző N-ellátási stratégiák hatása az őszi búza relatív klorofill-tartalmára

Figure 5: Effect of different N-supply strategies on the relative chlorophyll content of winter wheat. (1) relative chlorophyll content, (2) number of days since 1. top dressing, (3) Wheat + Pea, (4) Wheat N-, (5) Wheat N30, (6) Wheat N60

KÖVETKEZTETÉSEK

Eredményeinkből megállapítható, hogy búza-borsó növénytársításban az őszi búza relatív klorofilltartalmát a társításban részt vevő borsó fajtája, a borsó és a búza növénytársítás sűrűsége, a búza fajtája, és a fejlődési állapota is befolyásolja. A nagyobb egyedszámú borsó az őszi búza relatív klorofill-koncentrációját emeli, vagyis nagyobb borsósűrűség nagyobb N szolgáltatást eredményez. Ugyanakkor figyelembe kell venni, hogy a különböző borsófajták kezdetben eltérő N felhasználási, majd N szolgáltatási reakcióval bírnak. Eredményeink rámutatnak, hogy az egyes őszi búza fajták a különböző fenológiai fázisokban más-más N igénnyel és N tartalommal jellemezhetők, így relatív klorofill-tartalmuk is különböző, amely eredmények *Tarnawa et al. (2017)* és *Kristó et al. (2019)* eredményeivel összhangban vannak. Az őszi búza klorofill-tartalma a búza-

borsó növénytársításban magasabb volt, mint a N trágyázás nélküli és a 30 kg/ha N trágyázású tiszta búza állományban és sokkal kiegyenlítettebb, mint a 60 kg/ha N kezelésű parcellákon, mely utat mutat egy fenntartható, környezetkímélő tápanyagellátási módszer kidolgozásához.

RELATIVE CHLOROPHYLL CONTENT OF WINTER WHEAT IN ASSOCIATION WITH FODDER PEA

ISTVÁN KRISTÓ - MELINDA TAR - KATALIN IRMES - ATTILA RÁCZ -
MARIANNA VÁLYI-NAGY

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Plant Production Scientific
Institute,
Crop Production Research Center, Crop Production and Agrotechnical Research
Station, Szeged

SUMMARY:

Cereals occupy almost three quarters of the domestic sown area, but the area under protein crops is negligible. Cereals and legumes in intercrop not just increase the sowing area of legumes, but also allows lower inputs through reduce fertilizer and maintain inner content values and quantitative parameters of the cereals in high level. The aim of our study was to determine whether there is a change in the relative chlorophyll content of winter wheat in the winter wheat – winter pea plant association. The aim of our study was to determine whether there is a change in the relative chlorophyll content of winter wheat in the winter wheat – winter pea plant association. Our investigations were made on the Research Station of Szeged-Óthalom, in 2018/2019 and 2019/2020 years. The experimental plots were 10 m², in four repeats, with two winter wheat varieties (GK Szilárd, Cellule) and 2 pea varieties (Aviron, Enduro). All winter wheat and pea varieties are sown with two seed density (winter wheat 3 and 5 million seed ha⁻¹, winter pea 0,6 and 1 million seed ha⁻¹), in every species in every combination. No N fertilization was carried out in the crop associations, but in the experiment we used winter wheat without fertilization, 30 kg ha⁻¹ N fertilization and 60 kg ha⁻¹ N fertilization pure wheat. From our results it can be stated that the relative chlorophyll content of winter wheat leaves increases in plant association by increasing the sowing density of peas. The results of our

experiment also show that the chlorophyll content of winter wheat in wheat-pea crop association is higher than in N unfertilized and 30 kg ha⁻¹ N fertilized pure wheat and much more balanced than in 60 kg ha⁻¹ N-treated plots.

Keywords: winter wheat, fodder pea, plant association, relative chlorophyll content

IRODALOMJEGYZÉK

Tarnawa Á. - Czerödiné Kempf L. - Nyárai-Horváth F. – Máté A. - Szentpétery Zs. (2017): The comparison of spring to early summer SPAD values of various winter cereals. *Columella: Journal of Agricultural and Environmental Sciences.* (4) 73-77.

Antal J. (2005): Növénytermesztés I. Mezőgazda Kiadó, Budapest

Arregui, L. M., - Lasa, B. - Lafarga, A. - Iraneta, I. - Baroja, E. - Quemada, M. (2006): Evaluation of chlorophyll meters as tools for N fertilization in winter wheat under humid Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy.* 24, (2) 140-148.

Cserháti S. (1901): Általános és különleges növénytermesztés. Czéh Sándor-féle Könyvnyomda, Magyar-óvár

Fox, R. H. - Piekielek, W. P. - Macneal, K. M. (1994): Using a chlorophyll meter to predict nitrogen fertilizer needs of winter wheat. *Communications in Soil Science and Plant Analysis.* 25, (3-4) 171-181.

Fujita, K. - Ofosu-Budu, K. G. - Ogata, S. (1992): Biological nitrogen fixation in mixed legume-cereal cropping systems. *Plant and Soil.* 141, 155-175.

Ghaley, B. B. - Hauggaard-Nielsen, H. - Høgh-Jensen, H. - Jensen, E. S. (2005): Intercropping of wheat and pea as influenced by nitrogen fertilization. *Nutrient Cycling in Agroecosystems.* 73, 201–212.

Gollner, G. - Starz, W. - Friedel, J. K. (2019): Crop performance, biological N fixation and pre-crop effect of pea ideotypes in an organic farming system. *Nutrient Cycling Agroecosystems.* 115, 391–405.

Hoel, B. O. (2002): Chlorophyll meter readings in winter wheat: Cultivar differences and prediction of grain protein content. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B Soil & Plant Science.* 52, (4) 147-157.

Kristó I. –Tar M. –Jakab P.– Milánkovics M. – Irmes K. – Rác A. – Vályi-Nagy M. (2021): The influence of winter wheat and winter pea intercrop on grain yield and profitability. *Research Journal of Agricultural Science.* 53, (1) 81-88.

- Kristó I. – Tar M. – Irmes K. - Jakab P. – Petróczi I. M.* (2019): Effects of nitrogen supply on rate of weight of straw and ear and on the chlorophyll content of three winter wheat varieties. *Research Journal of Agricultural Science*. 51, 138-142.
- Lithourgidis, A. S. - Vlachostergios, D. N. - Dordas, C. A. - Damalas, C. A.* (2011): Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems. *European Journal of Agronomy*, 34 (4): 287-294.
- Vályi-Nagy M. -, Tar M. - Irmes K. - Rácz A. - Kristó I.* (2021): Winter wheat and winter pea intercrop: an alternative technology of crop management preserves high yield quality and stability at low input. *Research Journal of Agricultural Science*. 53, (1) 120-127.
- Murray, G. A. - Swensen, J. B.* (1985): Seed yield of austrian winter field peas intercropped with winter cereals. *Agronomy Journal*. 77 (6) 913-916.
- Naud C. - Makowski D. - Jeuffroy M* (2009): Leaf transmittance measurements can improve predictions of the nitrogen status for winter wheat crop. *Field Crops Research*. 11 (1) 27-34.
- Ortuzar-iragorri, M. A. - Alonos, A. - Castellon, A. - Besga, G. - Estavillo, J.M. - Aizpurua, A.* (2005): N-tester use in soft winter wheat: evaluation of nitrogen status and grain yield prediction. *Agronomy Journal*. 97 (5) 1380-1389.
- Pepó P. - Sárvári M.* (2011): Gabonanövények termesztése. Az Agrármérnök MSc szak tananyagfejlesztése. Debreceni Egyetem. 143.
- Radics L.* (2002): Alternatív növények termesztése II. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
- Reeves, D. W., Mask, P. L., Wood, C. W., Delaney, D. P.* (1993): Determination of wheat nitrogen status with a hand-held chlorophyll meter: influence of management practices. *Journal of Plant Nutrition*. 16. (5) 781-796
- Tosti, G. - Guiducci, M.* (2010): Durum wheat-faba bean temporary intercropping: Effects on nitrogen supply and wheat quality. *European Journal of Agronomy*. 33. (3) 157-165.
- Urbatzka, P. - Graß, R. - Haase, T. - Schüler, C. - Trautz, D. - Heß, J.* (2011): Grain yield and quality characteristics of different genotypes of winter pea in comparison to spring pea for organic farming in pure and mixed stands. *Organic Agriculture* (1) 187–202.
- Vasileva E. - Filipov K.H. - Dachev Z.* (2005): Evaluation of the nitrogen of wheat through the chlorophyll content in leaves. (Otsenka na azotnoto khranene na pshenitsata po khlorofilnoto sadarzhanie na listata.) *Journal Source Ekologiya-i-Badeshche (Bulgaria)*. Ecology and Future. 4. (2-3) 98-101.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

Kristó István

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési- tudományok Intézet,
Növénytermesztési Kutató Központ, Növénytermesztési és Agrotechnikai Kutatóállomás
6726 Szeged, Alsó kikötő sor 9.

Kristo.Istvan@uni-mate.hu

Tar Melinda

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési- tudományok Intézet,
Növénytermesztési Kutató Központ, Növénytermesztési és Agrotechnikai Kutatóállomás
6726 Szeged, Alsó kikötő sor 9.

Tar.Melinda@uni-mate.hu

Irmes Katalin

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési- tudományok Intézet,
Növénytermesztési Kutató Központ, Növénytermesztési és Agrotechnikai Kutatóállomás
6726 Szeged, Alsó kikötő sor 9.

Irmes.Katalin@uni-mate.hu

Rácz Attila

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési- tudományok Intézet,
Növénytermesztési Kutató Központ, Növénytermesztési és Agrotechnikai Kutatóállomás
6726 Szeged, Alsó kikötő sor 9.

Racz.Attila@uni-mate.hu

Vályi-Nagy Marianna

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési- tudományok Intézet,
Növénytermesztési Kutató Központ, Növénytermesztési és Agrotechnikai Kutatóállomás
6726 Szeged, Alsó kikötő sor 9.

Vályi-Nagy.Marianna@uni-mate.hu



AZ ŐSZI KÁPOSZTAREPCE TERMESZTÉSTECHNOLÓGIÁJA ÉS TÁPANYAGELLÁTÁSÁNAK AKTUÁLIS KÉRDÉSEI

KUBINA LAJOS – SCHMIDT PÉTER – KOLTAI GÁBOR - KALOCSAI RENÁTÓ
Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdasági- és Élelmiszertudományi Kar, Víz- és
Környezettudományi Tanszék, Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

A repcetermesztés az elmúlt években teljesen átalakult Magyarországon. Általánossá vált a hibridek használata, valamint intenzív termesztéstechnológiák terjedtek el. Ezzel együtt növekedtek a termésátlagok is, így vált a repce az egyik legjövődélmezőbb növénykultúrák egyikévé. A jövődélmezőség megőrzése elsőrendű feladat, melyhez a termésátlagok további emelése mellett meghatározó a minőségi paraméterek javítása és a terméshbiztonság. A repce termesztése napjainkban jelentős kihívásokkal néz szembe. A klímaváltozás hatására az évtizedek termesztési rutinja átalakul:

- forgatás nélküli talajművelési módok elterjedése
- későbbi vetésidő alkalmazása (az augusztusi vetés helyett már szeptember 1-2 dekádjában történő vetés)
- olyan területen is termesztjük, amelyek eddigi tapasztalataink alapján nem kedvezőek a minőségi és mennyiségi repce termesztésének
- a vetéstechnológiában általánossá vált a dupla gabonaszor elterjedése, így a hektáronkénti magmennyiség csökken
- nálunk nem olyan elterjedt a 45 és 75 cm-es szorávolság, mint Nyugat-Európában, ahol ezáltal a mechanikai gyomirtás (kultivátorozás) elterjedőben van, így kevesebb a növényvédőszer felhasználás
- a klímaváltozás hatására egyre nagyobb szerepe van, a lombon keresztüli növénytáplálásnak, mind makro és mikroelemek és biostimulátorok alkalmazása.

Kulcsszavak: repce, termesztéstechnológia, tápanyagutánpótlás, biostimulátor

BEVEZETÉS

Az elmúlt két évben hazánkban csökkent a repce vetésterülete (300.000 ha KSH adat 2020), ami részben a klímaváltozásnak tudható be, részben pedig a növényvédelmi technológiákban bekövetkezett szigorításokkal, szerkivonásokkal kapcsolatos.

Ezen kihívásokra a nemesítőházak új kimagasló termőképességgel, kiváló pergés ellenállósággal, szárazság tűréssel és különböző gombabetegségekkel szemben ellenálló hibrideket nemesítenek és hoznak forgalomba. A repcetermesztőknek különösen fontos a magasabb olajtartalomra való nemesítés, hiszen 40% olaj tartalom felet %-onként 1,5 százalék minőségi felár kompenzálható.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS A TALAJMŰVELÉS FEJLŐDÉSE

Az irodalomban a talajművelés céljának különböző meghatározásait találjuk. Ezek a meghatározások koronként változnak és szerzőként is különböznek. A századforduló elején *Cserhádi* (1905), hazánkban a növénytermesztés kiemelt kutatója legnagyobb tudósa, a talajművelés célját kilenc pontban foglalta össze. Ezek a következők:

- a talaj morzsalékos struktúrájának előállítás,
- a talajban felvehető tápanyagok mennyiségének növelése,
- a talaj időközönként forgatása,
- a talaj alkotórészeinek keverése,
- a trágya és a tarló alátakarása,
- a gyomok és a káros rovarok irtása,
- a felső réteg tömörítése bizonyos esetekben,
- talaj beérledésének előmozdítása,
- a talaj felületének megfelelő alakúra formálása.

Grábner (1935) szerint a talajművelés feladata, hogy a lehető legkedvezőbb feltételeket biztosítsa a termesztendő növények fejlődésére, a vetéstől a betakarításig. (*Lőrincz et al.*,1978).

Kemenesy (1961) a talajművelés technikai célkitűzéseit a következőkben foglalja össze:

- tarlók, zöldtrágyák és trágyák bevitele a talajba,
- a kellő vetőágy megteremtése,
- gyomirtás,
- kártevők és kórokozók gyérítése,
- a vízgyűjtés és vízmegőrzés - a kedvező víz-, illetve léggazdálkodási viszonyok megteremtése.

Tisdale, S.L. ÉS Nelson, W.L. (1966) (Lőrincz et al., 1978) a következő tényezők figyelembevételével emeli ki a növénytermesztés és a talajművelés célját:

- hatás a szerves anyagra és a talaj szerkezetére,
- hatás a növényi tápanyag-ellátottságra,
- hatás a gyomosságra, rovar-és betegségkárookra,
- hatás a vízfelvétele és a talajjerózióra.

A századforduló után hazánkban és külföldön számos szakember dolgozott ki és alkalmazott új, addig még nem ismert talajművelési rendszert. Szinte minden esetben új talajművelő eszközt alakítottak ki, bizonyos mértékig újabb elméletet is képviselnek, amelyek napjainkban is hatnak talajművelésünkre, alapjául szolgálnak bizonyos fokig az energiatakarékos talajművelési irányzatoknak. Ezen rendszerek közül legjelentősebbek:

Campbell-féle talajművelési rendszer:

Campbell (1907) az észak-amerikai Nebraska száraz viszonyaira dolgozta ki az aszályos tájak talajművelési rendszerét, amelynek célja, hogy képessé tegye a talajt minél több nedvesség befogadására és megőrzésére. Rendszerének lényege, hogy a talajt szántás után nem hagyta hantos állapotban, hanem a feltalajt megjáratta tömörítőkerékkel, fogással majd tárcsásboronával. Így a talaj állandóan porhanyós állapotban maradt. A Campbell-féle talajművelési módszer széles körben elterjedt, melynek ma is élő eredménye a tárcsás borona használata.

Jean-féle eke nélküli talajművelési rendszer:

A XX. század első évtizedében vált ismertté, amelyet Jean gazda dolgozott ki Franciaországban. Az őszi búza betakarítása után 3-4 cm mélyen azonnal meglazította a talajt, majd ezután azonnal hengerezett. A lazítást többször ismételte egyre mélyebben, így a vetés idejére 20 cm mély, kitűnően morzsás, beérett talajhoz jutott. A lazításhoz első időszakban véső, majd lúdtalp alakú kultivátorkéseket használt. E művelési mód hibája, hogy csak jó szerkezetű, a nyári szárazság és hőség miatt amúgy sem gyomosodó

területeken eredményes. Jean mozgalmában kiemelkedő, hiszen felhívta a figyelmet az eke nélküli művelés lehetőségére és alkalmazására.

Baross-féle rendszer:

A hazai talajművelésben az eke bizonyos és ésszerű mellőzését Baross talajművelési rendszere jelentette. Lényegében két talajművelési rendszert dolgozott ki (Sipos, 1978).

- korán lekerülő elővetemények után (borsó, bükköny, repce), mivel ezek a növények a talaj vízkészletét nem használják fel teljes mértékben, így betakarítás után, tarlóhántás nélkül azonnal 15-20cm mélyen szántott. A szántást fogasboronával, hengerrel és szükség esetén tárcsával munkálta el. Az ápoláshoz tárcsát használt, amelyet fogas és henger követett.
- későn lekerülő elővetemények után (cukorrépa, kukorica) szántás nélküli művelést alkalmazott. Eke helyett gözekevontatású gruberrel járatta meg a talajt 16-18 cm mélyen. Alapművelés után tárcsa, fogas és henger szükség szerinti alkalmazásával készített megfelelő minőségű magágyat.

Gyárfás-féle rendszer:

Gyárfás József részben hazai, részben külföldi tapasztalatok alapján dolgozta ki talajművelési rendszerét, melyet 1921-ben megjelent „Sikeres gazdálkodás szárazságban, Magyar Dry-Farming” című könyvében ismertetett. Technológiája a szántásos művelésen alapul, bár egyik alapelve az akkor még gyakori, évi 2-3 szántás csökkentése volt, különösen száraz viszonyok mellett. Száraz viszonyok között – a talajnedvesség megőrzése miatt – a talaj felszínének forgatás nélküli porhanyítását javasolja. Gyárfás (1921) a száraz viszonyok között az alábbi talajművelési rendszert tartja megfelelőnek, melynek alapelvei általában még ma is érvényesek:

- minden növény talaját azonnal fel kell törni,
- ősszel minden bevetetlen területet mélyen kell szántani,
- az őszi mélyszántás tavaszi újra szántását kerülni kell.

Manninger-féle rendszer:

Manninger (1957) a szántás nélküli, sekélyművelés rendszerét dolgozta ki. Korán lekerülő elővetemények után szántás nélküli, sekély művelést alkalmazott, amelyet tárcsával, vagy kultivátorral végzett. Az elővetemények alá középmélyen megszántotta a

talajt. A tárcsázás, illetve kultivátororzás után a talajfelszint azonnal -főként hengerrel - elmunkálta, a művelést fokozatosan mélyítette és így 15-18 cm mély, gyommentes, porhanyós réteget alakított ki. A rendszer hátránya, hogy csak jó szerkezetű, jó vízgazdálkodású talajokon ad megfelelő eredményt. Előnye, hogy az ekés művelésnél 2-3-szor gyorsabb a sekélyművelés, sokkal olcsóbb, mint a háromszori szántás, nagyobb területen, kedvezőbb talajnedvesség mellett végezhető így el a talajművelés.

Kemenesy-féle rendszer:

Kemenesy (1961) is forgatás, nélküli, sekély talajelőkészítésen alapuló rendszert dolgozott ki, azonban szerinte az őszi alá végzett sekélyművelés feltétele a tavasziak alá végzett őszi mélyszántás. Kemenesy véleménye, hogy ahol a talaj kultúrállapota nem megfelelő (gyomosodott, szétfolyó és szerkezetnélküliségre hajlamos talaj) az eke nélküli sekélyművelés alkalmazása nem helyes.

Sipos-féle rendszer:

Sipos (1978) másfél évtizedes kísérletsorozat eredményeinek felhasználásával folyamatosan dolgozta ki munkatársaival a periódusos mélyítő művelés rendszerét. Kísérleteik bizonyították, hogy csernozjom talajon jelentősen növelhető az össztermés a talaj négyévenkénti, egyszeri 35-40 cm-es mélyszántásával. Ugyanez a hatás réti, szikes és erdőtalajokon négyévenkénti forgatás nélküli mélylazítással érhető el. A mélyművelést követő években szántás nélkül készíthető elő a talaj. Ezzel a módszerrel a talajművelés energia- és más ráfordítási költségei csökkennek az évenkénti mélyszántásos műveléssel szemben.

A témával kapcsolatos hazai irodalmi forrásmunkák száma szinte áttekinthetetlenül nagy. *Láng* (1996) szerint a talajkészleteket csökkentő egyik veszélyforrás a talajdegradáció, a természeti okokon kívül elsősorban a földhasználattal kapcsolatos, ezért a víz- és energiatakarékos talajművelési eljárások egyben a fenntartható fejlődés meghatározó elemei is. A növénytermelés növekvő vízigényének és a csökkenő vízkészleteknek az ellentmondását csak a vízfelhasználás hatásfokának növelésével lehet megoldani, *Várallyai* (1987). Ennek lehetséges módja a talajművelési eljárások okszerű megválasztása lehet. A talajművelés már rövid távon is hatással van a talajra. A különböző talajművelési eljárási módok - hagyományos ekére alapozott művelés vagy a forgatás nélküli művelési eljárások – ütköztetése áll. *Birkás* (1995) megállapítása, miszerint a növények nem szántást vagy forgatás nélküli művelést igényelnek, hanem különböző paraméterekkel (porozitás, tömörödöttség, rögfrakció méret stb.) jellemezhető

bizonyos talajfizikai állapotot. *Birkás* (1994) a kultivátoros alpművelés előnyeként a kisebb rögzépződést és porosítást, a tágabb nedvességtartalomban lehetséges használatot, a művelő talp kialakulásának kisebb veszélyét, a kisebb nedvesség veszteséget, és a szántáshoz viszonyítva 25-35 %-kal kisebb energia igényt tartja. Az integrált alkalmazkodó gazdálkodási rendszerek alapján az alkalmazkodó talajművelést tekinti, és ez alatt a kedvezőtlené váló termőhelyi és gazdálkodási körülményekhez való alkalmazkodást érti amire a talaj fizikai állapotához igazodóművelési mélység, mód és eszköz a jellemző. Az alkalmazkodó művelés során előtérbe kerülnek a talajkondíciót kímélő lazítók, illetve a mély és sekélyművelésnek a növényi sorrenddel összehangolt váltakozása.

Forgatás nélküli talajművelési módok elterjedése

A napjainkban történő klimatikus viszonyok megváltozása miatt, a legtöbb gazdaságban az őszi vetésű növénykultúrák alá már forgatás nélküli alpművelést alkalmaznak. Ez nemcsak a vízmegőrzés, a kisebb rögzépződés és porosítás miatt fontos, hanem gazdasági szempontokból is. A forgatás nélküli rendszerek olyan energia- és víztakarékos eljárások, amelyekkel tompíthatók a termésingadozások és a ráfordításokkal arányos hozamok érhetőek el.

Minimális és talajvédő művelési rendszerek alkalmazása terjedt el Magyarországon, a forgatás nélküli módszere négy változata említhető (*Nyiri L.1993*).

1. Tárcsás alpművelési rendszer
2. Nehézkultivátoros alpművelésre alapozott rendszer
3. Középmély lazítóra alapozott rendszer
4. Kombinált művelés és vetés

Különböző talajművelő gépek, gépkapcsolások (rövidtárca, mulcskultivátor, gruber, forgólazító, rövidtárca-kultivátor kombináció) terjedtek el az utóbbi évtizedekben, melyekkel a forgatás nélküli talajművelés a reneszánszát éli. Mindegyik típusú gépre, gépkapcsolásra jellemző, hogy a talaj lezárására, visszatömörítéséhez és mélységvezetéséhez (kisebb párolgás így vízmegőrzés, vízelvezetés) különböző kialakítású tömörítőhengereket használnak. Ilyenek lehetnek az U-profilos, tüskés, tárcsás, gumigyűrűs, pálcikás, vágógyűrűs henger. Ezek mélységét a gépkapcsolásoknál külön hidraulikával lehet állítani, így vetésmélység alá tudunk tömöríteni, mellyel a vetőmag és a talajkapcsolata szorosabbá válik, egyöntetűbb lesz a kelés. A direktvetés

célja, hogy a vetőmagot közvetlenül az elővetemény tarlójába helyezze minimális talajbolygatás mellett. Direktvetés, mulcsvetés esetében ezen gépkapcsolások a vetőmagot a szármaradványok alá helyezi, ami biztosítja a vetőmag és a talaj optimális kapcsolatát. A direktvetés megőrzi a csírázáshoz szükséges nedvességet a minimális bolygatás végett, a tarló maradványok a talaj felszínén maradnak, ezáltal csökken a párolgás. Ez megfelelő védelmet biztosít a víz és szél erózió ellen.

A repce vetéstechnológiája

A repcetermesztés sikerét a talajművelés alapozza meg, s az ennek során elkövetett hibákat nem lehet a későbbi agrotechnikai beavatkozásokkal helyrehozni. A talajelőkészítéstől is függ a csírázás megindulása, a kelés ideje, egyöntetősége, s ez határozza meg a későbbi növényszámot, sőt nagy részben a télállóságot, végsősoron a termesztés sikerét.

A talajművelés során elkövetett hibák kihatnak az őszi és a tavaszi gyomosodásra is, amit a vegyszeres gyomirtás sem képes minden esetben helyrehozni. A talajműveléssel a repce apró magja számára jól átmunkált, nedves, biológiailag érett, ülepedett, de nem tömörödött, porhanyós és nem porosított magágyat kell kialakítani (*Radics L.*2011). Az időjárási anomáliák miatt a vetésterület nagysága nagymértékben ingadozik az egyes évjáratokban. A repce vetésideje a hagyományos augusztus 20-a körüli időpontról kitolódott augusztus végére, szeptember elejére. A vetés időpontját a termőtájon és időjáráson kívül a vetendő fajta is befolyásolja, mivel a fajták között a kezdeti fejlődési, növekedési erély tekintetében is jelentős különbség van (*Eőri T.*1982).

Az utóbbi évtizedben a megváltozott klimatikus viszonyok miatt a vetésidő még jobban kitolódott és kitolódhat a száraz nyár és enyhe telek miatt. Az optimális vetés időpontját ezen tényezők nagyban befolyásolják, mert az optimális időben végzett vetés biztonságos termést ad. A vetésidőt úgy kell meghatározni, hogy az állomány az első fagyok beálltaig érje el a 8-10 leveles „törzszás” állapotot. A túl korai vetés felnyurgulást, kifagyást okozhat, a kései a meg nem erősödött állományok tavaszi felfagyását eredményezheti, mivel a gyenge gyökérzet és vékony gyökérnyak miatt kipusztulhat az állomány. A vetőmagnorma a korábbi 1,6 – 1,8 millió/ha csíraszámról, (8-11 kg/ha) jelentősen csökkent. Ennek hátterében nemcsak a növénynemesítés áll azért, mert a fajtákat felváltották a hibridek, hanem a vetéstechnológiában bekövetkezett változások miatt. A 12 cm-es sortávolságot felváltotta a dupla gabonaszor, a 45 cm-es és a 75 cm-es

sortávolság. Szélesebb sortávolságok elterjedése is általánossá vált. Repce térállása miatt, így minél több oldalhajtást tud hozni és vastagabb becőfal alakulhat ki, így a hektáronkénti magmennyiség drasztikusan lecsökkent 320-400 ezer csira/ha (1,8-2,4 kg/ha).

A repce tápanyagellátása

A repcehibridek ma már igen magas terméspotenciállal rendelkeznek. Ahhoz, hogy a genetikai potenciálban rejlő lehetőségeket kiaknázhassuk, a kedvező időjárási körülmények és a megfelelően kialakított magágy mellett egy szakszerű alkalmazott tápanyagellátásra is szükség van. Lehetőleg ne periodikus tápanyagellátást folytassunk repce esetében, mivel a repce a makro (N P K Ca Mg és S) és mikro (B és Zn) tápelemekre egyaránt igényes.

1.táblázat: Füleki és Szirtes Repce tápanyagigénye 2002

Table 1: Nutrient requirements for rapeseed of Füleki and Szirtes 2002

Makroelemek	N	P₂O₅	K₂O	CaO	MgO	S
kg/t	50-60	25-35	40-50	30-35	8-10	12-16
Mikroelemek	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
g/t	70-140	8-16	100-230	380-700	3-7	110-220

Forrás:URL¹

Source: URL¹

A repce nagy mennyiségű tápanyagot igényel, mivel hosszú vegetációs időszakú és nagy mennyiségű zöldtömeget ad. Ezen tápanyagmennyiséget a talajnak és a műtrágyának együttesen kell biztosítania. A repce kezdeti fejlődése szempontjából érdemes odafigyelni az őszi alaptrágyázásra.

Őszi alaptrágyaként NPK -műtrágya használata javasolt. A forgalomban lévő trágyaanyagok között egyre több típusú műtrágya tartalmaz mikroelemeket. A nitrogén hatóanyag szabja meg a kijuttatandó műtrágya mennyiségét. Általánosan elfogadott nézet, hogy az őszi alaptrágyázással kijuttatott nitrogén mennyisége ne haladja meg a 40-45 kg/ha adagot. A vetés ideje is befolyásolja a kijuttatandó nitrogén hatóanyag mennyiségét, mivel minél korábban vetjük a repcét annál kevesebb nitrogént célszerű kijuttatni, mivel a nagyobb mennyiségű őszi nitrogén ugyanis - enyhe hosszú ősz esetén

– a szövetek fellazulásával és túl buja fejlődésével jár és az áttelelés kockázatát növeli (Eőri T.2012).

A termesztéstechnológiában alapműtrágyázással biztosítjuk a repce őszi fejlődéséhez szükséges nitrogén mennyiségét és a teljes tenyészidőszak foszfor és kálium szükségletét.

A repce elsősorban a nitrogén, kálium és kén hiányára reagál érzékenyen, de megfelelő mennyiségű foszforra, kalciumra és magnéziumra is szüksége van. A sikeres repcetermesztés kiindulópontja egy jó minőségű NPK-műtrágya használata alaptrágyaként, amely a csak nitrogénnel való trágyázáshoz képest jelentős terménynövekedést biztosít. A termesztéstechnológiában alapműtrágyázással biztosítjuk a repce őszi fejlődéséhez szükséges nitrogén mennyiségét és a teljes tenyészidőszak foszfor és kálium szükségletét. A foszfor- és káliumtartalmú műtrágyákat a nyárvégi talajmunkákkal dolgozzuk be a gyökérszónába. Az ősszel kijuttatott foszfor elengedhetetlen a fejlődéshez: számos sejtpépítő vegyület építőanyaga, emiatt meghatározó a korai fejlődési időszakban, különösen a gyökérképzésben. Növeli az elágazódás mértékét, valamint kedvező hatása van a termékenyülésre és a magfejlődésre, így a kívánt olajtartalom eléréséhez is hozzájárul. A kálium nagymértékben javítja a növények vízfelhasználásának hatékonyságát, valamint aszály- és fagyűrő képességét.

A repce számára kiemelten fontos makroelem a kén. A negyedik esszenciális makroelemről, a kénnel eddig jobbra csak, mint az egyik legfontosabb környezetszennyező elemről volt információnk. Ma már tudjuk, hogy a kénhiány következtében csökken a növények ellenálló képessége, romlanak a termés minőségi, valamint mennyiségi mutatói (Kalocsai et al., (2004). Hiánya jelentősen befolyásolja az olajtartalmat. Kénhiány már ősszel is jelentkezhethet; ezért fontos, hogy a fiatal növények számára is juttassunk ki megfelelő mennyiséget belőle. A kén tartalmú NPK-műtrágyák mellett a tavaszi kénes nitrogénműtrágya általában fedezi a repce hazai területeinkre jellemző 30–40 kg/ha kénigényét.

*Fülek*y (2014) a fennmaradó nitrogént tavasszal lehetőleg két részletben kapja meg:

- először a vegetáció megindítását követő 5-7 napra
- másodszer áprilisban a zöldbimbós stádium kezdetén fejtrágyázzuk.

Tekintettel a repce kénigényére, az első fejtrágya feltétlenül kénes nitrogéntrágya (NS típusú) legyen szilárd vagy folyékony formában. Ebben a stádiumban a fejtrágyaként alkalmazott Nitrosol még töményen kijuttatható a növényre. Amennyiben nem áll

rendelkezésre kéntartalmú szilárd nitrogén műtrágya, úgy feltétlenül Ca-, Mg-tartalmú MAS (mész–ammon–salétrom) típusú műtrágyákat (pl. Pétisó, Linziszó) használjunk.

A lombozaton keresztül történő növénytáplálás, - makro- és mikroelemek, valamint biostimulátorok alkalmazása

A klímaváltozás hatásait érdemben befolyásolni egyelőre nem áll módunkban, így maradtak azok a tényezők, melyre mi vagyunk hatással: Ezek a következők: öntözés és melioráció, talajművelés, termesztéstechnológia, faj- és fajtaváltás, valamint a tápanyagutánpótlás. A megváltozott időjárási körülmények, csapadékmentes tavasz miatt a második fejtrágyázás egyre többször elmarad, így a repce harmonikus tápanyagutánpótlását lombon keresztül tudjuk biztosítani.

A lombtrágyázás jelentőségét az adja, hogy a gyökéren keresztüli tápanyagfelvétel mellett a fiatal növényi részek, levelek tápelem-felvétele is jelentős. A növény felületére juttatott tápanyagok közvetlenül és rövid időn belül felszívódnak, hatásuk nem csapadékfüggő. Olyan esetekben javasolt az alkalmazása, amikor gyors beavatkozásra van szükség az állomány minőség megőrzésének érdekében. A növények levélzetén keresztül történő tápanyagpótlása hatékony, viszont csak kis mennyiségre korlátozódik (Kalocsai 2010).

Nem csupán a makroelemeket, hanem különös tekintettel a mezo- és mikroelemek megfelelő időben és mennyiségben történő kijuttatására. A repce lombon keresztül történő tápanyagellátása, a tavaszi elsősorban bórra és kénre koncentráló. A levélre kijuttatott tápanyagok akár 5–20-szor hatékonyabban szívódnak fel URL¹, mint talajon keresztül, ezt a repcében mindenképp érdemes kihasználnunk. Amennyiben kora tavasszal foszforhiány tüneteit tapasztaljuk a repcén, ezt hatékonyan orvosolhatjuk foszfor túlsúlyos NP, vagy NPK lombtrágyával. Savanyú, mésztelen talajokon a Ca, Mg pótlására is figyeljünk oda – erre is van lehetőség lombon keresztül. Az őszi lombtrágyázás vonatkozásában még lemaradásban vagyunk az igazán jelentős repcetermelő országokhoz képest. E célok elérése érdekében ősszel különösen figyelniünk kell a gyökérzet megfelelő fejlődésére. Ebben a foszfor, mint makroelem és két mikroelem, a bór és a cink is kulcsszerepet játszik. A foszfor gyökérbérbézésben játszott szerepe közismert. Megfelelő alaptrágyázással a repce gyökéren keresztüli foszforellátása ideális időjárási körülmények között egyszerűen megoldható. Probléma akkor merülhet fel, ha a hideg hamarabb érkezik a keltetésnél, vagy ha az egyre gyakrabban előforduló

őszi aszályos időjárás miatt korlátozott a talajoldatból történő tápanyagfelvétel. Ilyenkor elkél a segítség a levélen keresztül. Az anyagcsere-folyamatok felpörgetése mellett ez repcenövényünk immunitását is aktiválja, mellyel a gombabetegségekkel szembeni ellenálló képessége is jelentősen javul URL¹.

Az őszi káposztarepce cinkigénye 150–200 g/t, amelynek őszi kijuttatásnál azért van különös jelentősége, mert a cink közvetve serkenti az auxin hormonok szintézisét, amely pedig alapvetően befolyásolja a gyökér- és szárnövekedést. Cinkhiányos területen tehát erősen ajánlott a cink kijuttatása is.

A bór esszenciális elem a merisztémaszövetek új sejtszövetek fejlődésében és növekedésében, a virágok megtermékenyülésében és a magkötésben, a szénhidrát-anyagcserében, a keményítő, cukrok transzlokációjában (Sárdi K. 2003). Ezért folyamatos és egyenletes B-ellátásra van szükség a tenyészidőszak során.

Napjainkban a növénytermesztők számára az abiotikus környezeti stresszhatásokkal (szárazság, UV-stressz, sókoncentráció, víznyomás) szembeni védekezés az egyik legnagyobb kihívás, hiszen ezek a tényezők káros hatással vannak a növények növekedésére és megakadályozzák a genetikai potenciálban, illetve a tápanyagutánpótlásban rejlő maximális termésmennyiség elérését. A gazdasági veszteségek megelőzése érdekében egyre többen alkalmaznak rendszeresen biostimulátor hatóanyagokat azzal a céllal, hogy módosítsák a növények fiziológiai folyamatait.

A leghatékonyabb biostimulátorok általában olyan természetes anyagok, melyek növényi hormonokból vagy növényi hormonok prekursoraiból állnak. Amennyiben ezeket a növényekben helyesen alkalmazzuk közvetlenül a fiziológiai folyamatokra fognak hatást gyakorolni, így potenciális előnyökkel járnak a növekedés, fejlődés, termésképződés, valamint a környezeti stresszhatásokra adott válaszreakciók szempontjából.

A biostimulátorok számtalan szerves vegyületet tartalmazhatnak – huminsav származékokat, vitaminokat, aminosavakat, szerves vegyületeket – de a gyártás során kiemelt jelentőségű, hogy a különböző összetevőket milyen arányban vegyítik egymással. Ez az alapja annak, hogy a biostimulátor komplexek valódi megoldást jelentsenek a növények anyagcsere folyamatainak szabályozására, befolyásolására, a növekedés serkentésére, a stressz okozta korlátozások enyhítésére, a nagyobb hozam elérése érdekében URL²

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Birkás M.* (1994): A nehéz kultivátorok alkalmazásáról. Mezőgazdasági Technika. 35. évf. 1994/8. 2-5. p.
- Birkás M.* (1994): Az alkalmazkodó talajművelés időszerezése. Mezőgazdasági Technika. 35. évf. 94/9. 5-7. p.
- Birkás M.* (1995): A kukorica talajművelési rendszere. Agrofórum VI. évf. 5. sz. 1995. 13-15. p.
- Bocz E.* (szerk) (1992): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Cserhádi S.* (1905): Általános és különleges növénytermelés I. kötet, Győr
- Eőri T.* (2012): A repce versenyképes termesztése. Mezőgazda Kiadó
- Eőri T.* (1982): Vetésidő-kísérletek az Új Fertődi repcefajtákkal. Növénytermelés. 32.4. 321-326 p. Budapest
- Fülekgy Gy. – Sárdi K.* (2014): Tápanyag-gazdálkodás mezőgazdasági mérnököknek. Mezőgazda Kiadó
- Gyárfás J.* (1921): A magyar „Dry Farming” sikeres gazdálkodás szárazságban. Budapest
- Gyórfy B. – Berzsenyi Z. – Árendás T. – Berényi G.* (1996) Növénytermesztési tényezők hatása a talaj szervesanyag tartalmára és pH-jára Martonvásár 96/1 13. p.
- Grábner E.* (1935): Szántóföldi Növénytermesztés. Pátria Irodalmi Vállalat és Nyomdai Részvénytársaság Budapest
- Kalocsai R.* (2010): A levéltrágyázás szerepe a tápanyagellátásban. Agro Napló. 2010/02. pp. 75-76.
- Kalocsai R. – Schmidt R. – Szakál P.* (2004): Lehetőségek a trágyázás hatékonyságának növelésére környezetbarát módon a főbb szántóföldi kultúráknál. Agro Napló VIII. évf. 6. sz.
- Kemenesy E.* (1961): A földművelés irányelvei. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Kemenesy E.* (1972): Földművelés, talajerőgazdálkodás. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Láng I.* (1996): Fenntartható mezőgazdasági fejlődés. Mezőgazdasági Technika XXXVII. évf. 1996.1-3. p.
- Lőrincz J.- Sipos G.- Sipos S.* (1978): Földműveléstan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Nyiri L.* (1993). Földműveléstan. Mezőgazda Kiadó
- Pusztai P.- Radics L.* (2011): Alternatív növények korszerű termesztése. Szaktudás Kiadóház Zrt, Budapest

Radics L. (2012): Fenntartható szemléletű szántóföldi növénytermesztés 2.

Agroinform Kiadó, Budapest

Sárdi K. (2003): Agrokémia. A növénytáplálás alapjai. Keszthely

Szendrői P.(szerk) (1993): Mezőgazdasági géptan. Mezőgazda Kiadó, Budapest

Várallyai Gy. (1987): A talaj vízgazdálkodása. Doktori értekezés

URL¹ <https://agrarium7.hu/cikkek/143-a-repce-tapananyag-utanpotlasi>

2021.10.01

URL² <https://hu.timacagro.com/2020/09/10/de-mi-is-az-a-biostimulator/2021.08.24>.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

Kubina Lajos – Schmidt Péter - Koltai Gábor - Kalocsai Renátó

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdasági- és Élelmiszertudományi Kar, Víz- és

Környezettudományi Tanszék, Mosonmagyaróvár

H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

E-mail: lajoskubina@yahoo.com,

schmidt.peter@gmail.com,

koltai.gabor@sze.hu,

kalocsai.renato@sze.hu,



ŐSZI BÚZA TERMÉSBECSLÉS 2019.

PAP NÁRCISZ – PAP JÁNOS

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság. és Élelmiszertudományi Kar

Növénytudományi Tanszék

Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők 2012. évtől végzik őszi búzában az állapotminősítést, termésbecslést és terméselemzést. A mintatereket a Széchenyi István Egyetem mosonmagyaróvári tangazdaságának különböző tábláin jelölték, a gazdaság vetésszerkezete szerint. Megfigyeléseik szerint a szántóföldi kelés mindig kisebb, mint a laboratóriumi csírázás. A kisebb kelésnek azért van jelentősége, mert a csökkenő tőszámot, a megnövekedett tenyészterület ellenére sem tudja a bokrosodás kompenzálni. Ezt bizonyítja, hogy 0,5 és 1 cm tőtávolság esetén is tapasztaltak erőteljes és produktív bokrosodást, míg 4 – 5 cm tőtávnál is rögzítettek egykalászos töveket. Elemzésük során azt tapasztalták, hogy a két kalászt – vagy többet – nevelő búzatő összes kalásztömege és így a szemtömege is közel kétszer annyi, mint az egy kalászu tőé. További, alapvető tapasztalat, hogy a több kalászu búza legnagyobb kalásza nagyobb tömegű, mint az egykalászu tő „magányos” kalásza. Az erőteljesen bokrosodó és így több kalászt nevelő tövek mutatják a vetőágykészítés, a vetés és a vetőmag minőségének fontosságát. Mivel ezek a tényezők határozzák meg a magas szántóföldi kelés értékét, valamint a gyors és erőteljes kezdeti fejlődést és így a nagy produktív bokrosodást. A becslés során az objektív mutatók használatát szorgalmazzák, mint pl. a kalász tömege és a várható termés összefüggése, amely szoros korrelációt mutat, míg a kalász hossza és a szemtömeg nem ad megbízható becslést. A szerzők szerint a modern növénytermesztés és különösen is a precíziós gazdálkodás nem nélkülözheti a termésbecslést és terméselemzést, amely megmutatja a gazda munkáját és a beavatkozásra szoruló területeket.

Kulcsszavak: szántóföldi kelés, állapotminősítés, termésbecslés, produktív bokrosodás
Keywords: field germination, stand evaluation, crop estimation, productive tillering

BEVEZETÉS

A globális felmelegedés, éghajlatváltozás a növénytermesztőt újabb feladatok elé állítja. A 3. évezredben a növénytermesztésben is csak úgy érhetünk el optimális eredményeket – közben megőrizve, javítva a környezeti feltételeket – ha a technológiai elemeket együttesen, összehangolva alkalmazzuk, és azokat folyamatosan elemezzük, javítjuk. Mindeközben nem feledkezhetünk meg azokról a technológiai elemekről, amelyek kissé megkoptak, feledésbe merültek. Ilyen alapelem a termésbecslés, terméselemzés, és a vetésidő. Véleményünk szerint a termésbecslés és terméselemzés szakszerű és pontos végrehajtása egyenértékű bármely más – talajművelés, tápanyagellátás, vetés, stb. – technológiai elemmel.

A növénytermesztésben elért eredmények és a tudományos ismeretek egyre inkább megkövetelik, hogy ne csak a végső produkcióra figyeljünk, hanem az azokat befolyásoló tényezőkre, hatásokra is gondot fordítsunk, amelyek meghatározzák a termés alakulását és egyes évjáratokban azok nagyfokú ingadozását okozzák. Ez csak az egész tenyészidő végigkísérésével érhető el – egész évi nyomon követés – majd a betakarítás előtti termésbecsléssel és terméselemzéssel értékelhető a tenyészidő egésze és választ kaphatunk a felmerülő kérdésekre. A szubjektív és objektív becslésnek is alapja a megfelelő számú és véletlenszerű mintavétel.

Azt tapasztaltuk, hogy az agrotechnikai eljárások mellett jelentős hatása van olyan tényezőknek is, amelyekre eddig kevés figyelmet fordítottunk vagy azokat sablonosan alkalmaztuk. Itt kell megemlíteni a vetésidő kiemelt szerepét, valamint a vetőmagot melynek fontos a származása, minősége, a tenyészidőn kívüli kezelése, tárolása. A termeszítő ne elégedjen meg a laboratóriumi vizsgálatokkal, azt ki kell egészíteni a szántóföldi megfigyelésekkel, a gyakorlatban megvalósuló tényezőkkel. Ez utóbbihoz tartozik a szántóföldi kelés, adott helyen és évben értelmezhető konkrét agrotechnika mellett, de döntő és alapvető hatása van a terméstömeg alakulására. A kelés mellett a kezdeti fejlődés és annak üteme csak az állapotminősítés és termésbecslések során értékelhető és hatása a termés alakulására egyértelmű.

A tenyészidő alatt vizsgáltuk és elemeztük azokat a mutatókat, amelyek befolyásolják, alakítják a terméstömeg alakulását, mint pl. a bokrosodás mértéke.

A becslési gyakorlatunk és az eredmények azt mutatják, hogy a 10-40 hektár között a tábla méretével azonos számú mintából kapott eredmények és a ténylegesen betakarított termés hibahatáron belül van.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A mára feledésbe merült, a növénytermesztő számára – semmivel nem pótolható – információt szolgáltat az állapotminősítés, termésbecslés, és terméselemzés (Pap 2007). Kelés után az állapotminősítéskor számszerűen kimutatható, – szemben a csírázási százalékkal – hogy az adott körülmények között mekkora a szántóföldi kelés értéke, milyen a csírázási- és a kelési erély, amely jól megmutatkozik az állomány homogenitásában, fejlettségében. A növekedés és fejlődés korai szakasza és annak minőségi mutatói már jól előrevetítik, a várható termés alakulását is. Az állapotminősítés, valamint a várható termés előzetes és végleges termésbecslés fontosságát hangsúlyozza az (FVM 109/2007. (IX.28) számú rendelete. A becslési eljárás elengedhetetlen a gyakorló szakemberek számára, és az agrárágazat felsőbb szintjeinek is fontos információval szolgál (Fodor 2019). A várható termés ismerete már a betakarítás előtt szükséges és indokolt lehet (Simon 1985, Fodor 2019). A szubjektív termésbecslés megbízhatóságát nagymértékben befolyásolja a becslést végző személy gyakorlata, tapasztalata, és a termésre ható ökológiai tényezők. A termést több, úgynevezett vegetációs elem befolyásolja, melyeket a tenyészidőben nyomon tudjuk követni, (Simon 1974). A vegetációs elemeket minden évben szükséges rögzíteni, mivel azok nagymértékben függenek a fajtától, termőhelytől, és évjáratonként, az alkalmazott technológia függvényében nagy változatosságot mutatnak. (Pap et al. 2009. c.). A szántóföldi kelés döntő és meghatározó szerepét hangsúlyozza (Pap et al 2011), melynek értékét az állapotminősítés és termésbecslés során állapíthatjuk meg (Pap et al 2009. a). Pap et al. (2009. c.) megállapítja – több év tapasztalata alapján –, hogy a termésbecslés pontosságát, az abból levonható következtetéseket segíti az egész évi nyomonkövetés, felvételezés, és elemzés. A megbízható termésbecslés alapja az állapotminősítés, valamint a megfelelő reprezentáció és véletlenszerű mintavétel. A fajta, technológia és évjárat hatása miatt minden esetben el kell végezni az alapvizsgálatokat. A becslés pontos

képet ad a várható termésről és annak okairól. A gyenge szántóföldi kelés és kipusztulás következtében a heterogén állomány termése elmarad a várható szinttől. Ezt támasztja alá *Pepó* (2019) megállapítása, mely szerint az intenzív technológiák alkalmazása során a természetstechnológia szerepe megnő. Kiemeli, hogy egy agrotechnikai elem optimumtól való eltérő végrehajtása a másik agrotechnikai elem módosítását követeli meg. Ezzel cseng össze *Pap et al.* (2019) megállapítása, mely szerint az alacsony szántóföldi kelés következtében csökkenő tőszámot nem képes kompenzálni a produktív bokrosodás. A csírázási százaléktól jelentősen eltérő szántóföldi kelés okát a magágykészítésben és a vetésben kell keresni. *Pap et al.* (2010) a talajművelésen – különösen is a magágykészítés – és a vetés minőségén túl fontosnak tartja kiemelni, hogy a szántóföldi kelés értékét nagyban befolyásolja a vetőmag minősége. *Pap és Pap* (2013) megállapítja, hogy a betakarításkori növényszám alapvetően a szántóföldi keléstől függ, melynek értéke függ a gazdától, az alkalmazott technológiától és a vetőmag minőségétől. (*Pap et al.* 2018) megfigyelései szerint a bokrosodás nem tudja kompenzálni a kieső tőszámot, ezért érdekünk a csírázáshoz közeli szántóföldi kelés. Azt is megfigyelték, hogy a bokrosodás „sűrű” állományban is lehet erőteljes, míg ritka állományban egészen elhanyagolható. *Pepó* (2020) a búza termésmennyiségét meghatározó elemeknek tartja a területegységre jutó kalászszaámot, a kalásonkénti szemszaámot és az ezermagtömeget. A kalászszaám az elvetett mag és a kikelt növények számatól, illetve a produktív bokrosodástól függ. A kalászszaám alakulását szélsőséges intervallumban határozza meg az időjárás – a kelésen keresztül – a kikelt növények száman és az eloszlásán keresztül. *Varga* (2020 a) a sikeres búzatermesztés kulcsfontosságú elemének tartja a biztonságos kelést, a jó kezdeti fejlődést és az egyenletes állományt. A megfelelő csíraszám biztosításánál fontos kiemelni, hogy a megkéselt vetésidő, illetve az alapozó technológia hiányosságai a vetőmagnorma emelésével nem ellensúlyozható. *Varga* (2020 b) a homogén állomány biztosításában nagy szerepet lát a frakcionált vetőmagban. Véleménye szerint az egyforma méretű vetőmag vetésekor egyenletes kelést tudunk elérni és a kezdeti fejlődés is kiegyenlített. Az egyenletes tenyészterület megalapozza a kedvező egyedi bokrosodóképességet, ami kedvezően hat a termés mennyiségére. A termésbecslési eljárásokban megkülönböztetnek szubjektív és objektív termésbecslést. A szubjektíven belül az állapotminősítést és a számszerű termésbecslést (*Simon* 1974). A termés-előrejelzés pontosságát hangsúlyozva, megkülönböztet szubjektív, vagy vizuális értékelést, a termésszaám és terméstömeg megállapításán alapuló objektív becslést, és

végül a terméshozamot döntően befolyásoló tényezők – pl. időjárás – menetének elemzését (Nátr 1985). Az őszi búzánál első az őszi állapotminősítés - november végén, december elején - , ekkor megállapítható a szántóföldi kelés, a beállottság, vegetatív fejlettség, vetésmélység, bokrosodás mértéke, stb. A tavaszi első felvételezés időpontja április eleje - közepe, a tavaszi második állapotminősítés ideje május eleje - közepe. A várható termést összefüggés alapján számolják ki, amelyhez az állománysűrűséget, kalászsám, a kalásonkénti szemszámot és az ezermagtömeget használják (Láng 1970). Búzánál az objektív termésbecslést a betakarítás előtt végzik el, megszámlálják a mintaterén található kalászok számát és az első 10 kalász hosszát lemérik le. Ezután táblázatból leolvassák az egy hektáron várható termést (Kováts és Ragasits 1981). A kalász hossza és a szentömeg között laza összefüggést találtak, míg a kalász tömege és a szemtermés között szignifikáns a kapcsolat (Pap et al. 2010). Sörárpánál a kalászszámból, az átlagos kalásonkénti szemszámból és a tapasztalati ezermagtömegeből számolják ki a várható termést (Kismányoky 1981). A termésbecslés pontosságát a megfelelő reprezentáció adja, amikor a mintaterék hű képet adnak az egész tábláról (Pásztor 1981). A termésbecslés során szükséges minden – mérhető és rendelkezésre álló – adat felvétele, mivel az egyes évjáratok, de még az adott termőhely és termesztéstechnológia is jelentősen módosíthatja az átlagnak számító táblázati értékeket (Pap 2009. b).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A felvételezéseket – 2018 őszén és 2019 tavaszán, illetve a betakarításkor végeztük, a tangazdaság tábláján. A tábla méretének megfelelő mintaszámmal dolgoztunk és azzal a fajtavál, ami vetésre került, esetünkben a Solehio a fajta neve. Az elvetett magmennyiség és minőségi mutatók alapján meghatároztuk a kivetett magok számát egy hektárra és ennek segítségével történt az őszi elemzés. Az őszi állapotminősítés során szubjektív és számszerű felvételezést végeztünk. Megszámoltuk az egy négyzetméteren lévő növényeket, és egy – egy folyóméteren részletes elemzést végeztünk. Mértük a tőtávolságot, vetésmélységet, bokrosodást, a bokrosodási csomó mélységét és a növény hosszát. A mintatér körüli állapotminősítés alapján értékeltük a növények színét, fejlettségét, a talaj ápoltságát, a gyomosságot, illetve a kórokozók és kártevők jelenlétét. A tavaszi felvételezés során – 50 cm hosszán – mértük a tőtávolságot, vetésmélységet,

bokrosodási csomó mélységét, a hajtásszámot vagyis a bokrosodás mértékét és a növények hosszát. A betakarítás előtt 3 – 4 nappal egy négyzetméterről begyűjtöttük a növényeket, mértük az összes tömeget, a kalász- és a szemtömeget. Egy folyóméterről – az eredeti tőtávolságot rögzítve – gyökerestől felszedtük a növényeket, és teljes elemzést végeztünk. Megállapítottuk a tőtávolságot, vetésmélységet, a produktív bokrosodás mértékét, a bokrosodási csomó mélységét, a kalászok hosszát és tömegét, a kalászban lévő szemek számát és tömegét. A adatokat elemeztük, és összefüggéseket kerestünk.

A kapott adatokat Sváb (1981) szerint regresszió- és varianciaanalízissel értékeltük.

EREDMÉNYEK

A vizsgált évben a búza vetése október 24. volt. Ezért az első – őszi – állapotminősítésre november 20. került sor, *1. táblázat*.

Az elvetett mag mennyisége 5,3 millió db volt. Az őszi állapotminősítés legfontosabb feladata a szántóföldi kelés megállapítása, amely táblázatban vagy szakirodalomban nem található meg, illetve a sok évi átlagból sem tudjuk megmondani. Az egyedüli mód az adott táblára történő felvételezés. A szántóföldi kelés egyszerre – minimum – két fontos területről tájékoztat bennünket. Egyrészt megmutatja, hogy a növénytermesztő mindent megtett-e azért – magágykészítés, vetés ideje, módja, stb. – hogy a kelési százalék minél közelebb legyen a laboratóriumi értékhez. Másrészt – és erről szeret elfeledkezni a gyakorlat – tájékoztat bennünket arról, hogy a vetőmag előélete, tárolása, minősége megfelelő volt-e, ami szintén okozhatja a gyengébb kelést a csírázási százaléknál. A legfontosabb szempont, hogy a kikelt növények száma alapvetően meghatározza a várható termést, úgy a mennyiségét, mint a minőségét. A szántóföldi kelés alakulásáról – *1. táblázat* – megállapíthatjuk, hogy – átlagban – jelentősen elmaradt a csírázási értéktől. A mintaterék átlagai alapján 67 és 95 százalék között mozgott, de ennél fontosabb, hogy a szóródás a megengedhető érték fölött van, a CV% értéke 15,6%. Az egyenetlen kelés pedig azt eredményezi, hogy a pontos becsléshez is több mintára van szükség. Az egyenetlen kelés egyik oka lehet – egyéb tényezők mellett, mint a vetőmag minősége pl. - a vetésmélység alakulása. Ebben az évben előfordult 1 cm- től egészen 8 cm mélységig történő vetés is, az átlag 4 cm volt. A vetésmélység szóródása nagy, de a legtöbb búzamazag az ideálisnak nevezhető mélységbe – 3 – 5 cm – került.

1. táblázat: Őszi állapotminősítés alapadatai 2018-as évben

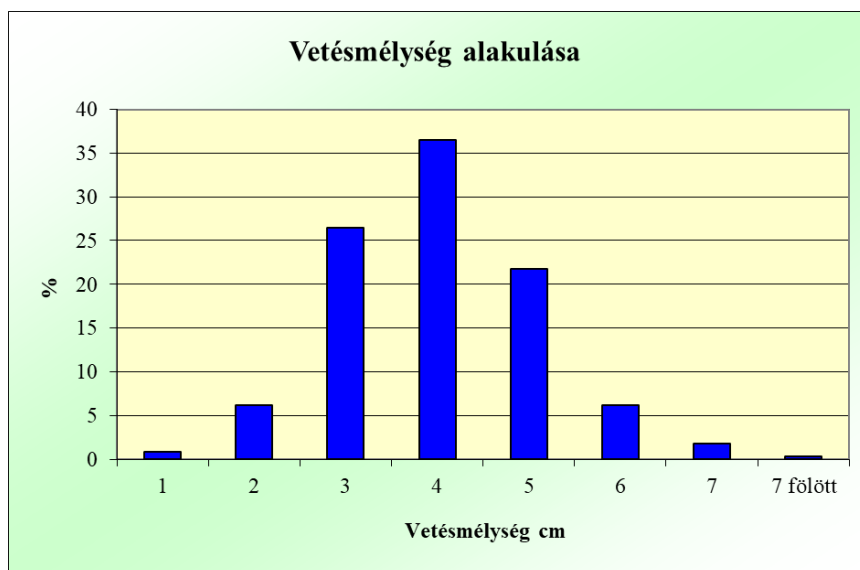
Table 1: Basic data of condition classification in 2018

Vizsgált tényező (1)	A vizsgált tényező értéke (2)			
	minimum	maximum	átlag	CV%
Vetés ideje	2018. október. 24.			
Állapotminősítés ideje	2018. november. 20.			
Vetett mag (db/ha)	5 335 500			
Szántóföldi kelés (%)	66,5	95,1	77,6	15,6
Tőtávolság (cm)	0,5	15	2,1	93,3
Vetésmélység (cm)	1	8	4	29
Bokrosodás mértéke	Bokrosodás nem indult meg			
Növénymagasság (cm)	1	19,5	7,8	37
Tenyészterület (cm ²)	6,1	123,5	27,7	66,4
Mintaszám (3) N = 344				

Forrás: Saját kutatás

Source: Own research

(1) Examined factor, (2) Value of the examined factor, (3) Sowing time, (4) Date of condition classification, (5) Number of sown seeds, (6) Field germination (7) Plant space, (8) Sowing depth, (9) Rate of tillering, (10) Plant height, (11) Plant growth area, (12) Number of samples, (13) Average



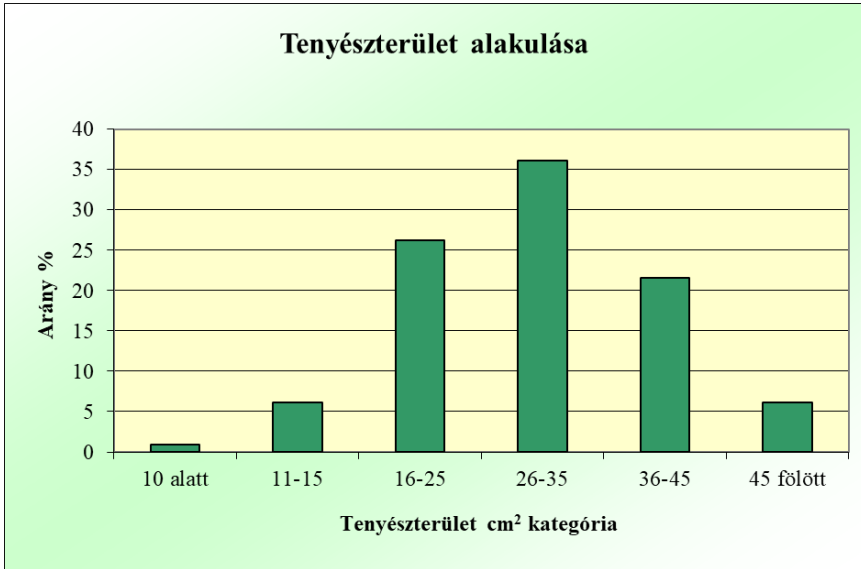
1. ábra: A vetésmélység alakulása 2018- ban

Figure 1: Realization of sowing depth in 2018

Forrás: Saját kutatás

Source: Own research

Az összes növény mérése alapján – *1. ábra* – megállapíthatjuk, hogy a – kedvezőnek tartott – 30 – 50 cm mélyre történő vetés több mint 84 százaléka ebbe a tartományba esik. Ez megmutatja, hogy a gyenge szántóföldi kelés nem a vetésmélységtől függ.



2. ábra: Kelés utáni tenyészterület alakulása az állaptminősítéskor 2018-ban

Figure 2: Realization of the plant growth area during condition classification in 2018

Forrás: Saját kutatás

Source: Own research

A tőtávolság és a tenyészterület összefügg, ezért ezt a két paramétert a tenyészterület elemzésével mutatjuk be. A kelés utáni tenyészterület – 2. ábra – jelentős szórást mutat, a CV% értéke 66,4 %. A növények alig több mint egy negyede található akkora tenyészterületen amely ideálisnak mondható. Több mint kétharmada pedig – köszönhetően a nagyobb tőtávolságnak – nagyobb területet foglal el, mint az ideális. A tőszám kiesés, ami egyenlő a nagyobb tenyészterülettel, akkor lenne elfogadható, ha a nagyobb területtel bíró növények – egyedi – termése nagyobb lenne, mint a kisebb tenyészterülettel bírók. A végső elemzésnél látjuk, hogy ez nincs így.

A felvételezés során – november közepe - nem találtunk bokrosodó növényeket.

A növények fejlettsége jól lemérhető a hosszúságon, 1. táblázat, 3. ábra. Az adatokból kitűnik, hogy jelentős szórás mellett gyenge növények mentek a télbe. A növények több mint 57 százaléka gyenge fejlettségű, amely nagyban befolyásolja a télállóságot, illetve a tavaszi fejlődés gyorsaságát is.

A tavaszi állapotminősítésre 2019. április 4.-én került sor, 2. táblázat.



3 ábra: Növényhossz alakulása 2018 őszén

Figure 3: Realization of plant height in autumn in 2018

Forrás: Saját kutatás

Source: Own research

2. táblázat Őszi búza tavaszi állapotminősítése a 2019-es évben

Table 2: Condition classification of winter wheat in spring in the year 2019

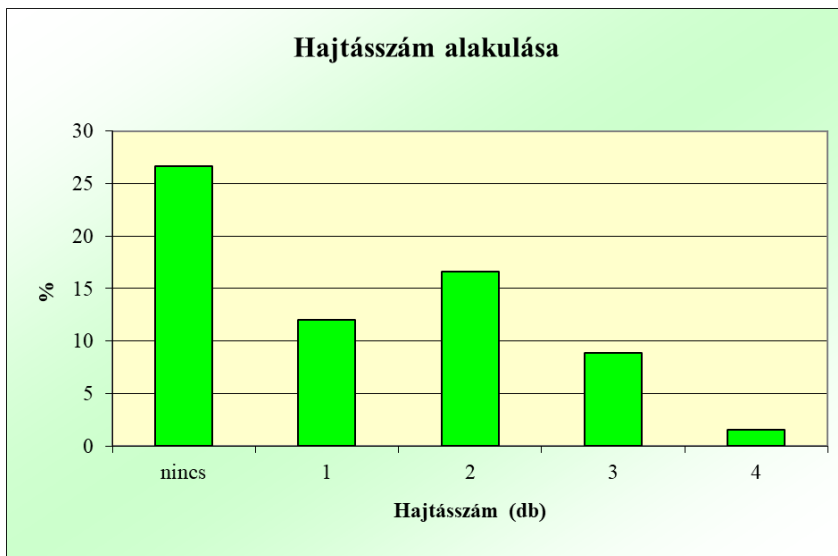
Vizsgált tényező (1)	A vizsgált tényező értéke (2)			
	minimum	maximum	átlag	CV%
Állapotminősítés ideje	2019. április. 4.			
Tőtávolság (cm)	0,4	13	2,2	96
Bokrosodási csomó mélysége (cm)	0,5	4	1,3	51
Hajtásszám (db)	0	4	1,2	99
Növénymagasság (cm)	6	25	14,8	24,5
Gyökérszám (db)	1	10	3,5	52
Tenyészterület (cm ²)	5	132	24,9	80,3
Mintaszám (3) N = 221				

Forrás: Saját kutatás

Source: Own research

(1)Examined factor, (2) Value of the examined factor, (3) Date of condition classification, (4) Plant space ,(5) Dept of tillering, (6) Number of side-shoots, (7) Plant height, (8) Number of roots, (9) Planth growth area, (10) Number of samples

A tavaszi felvételezés idején – 2019. április. 4. – minimális bokrosodást regisztráltunk, szemben az állapotminősítéskor kapott nulla értékkel, 1. táblázat, 4. ábra. Ebben az évben egy főhajtásra – átlagban – csak 1,2 mellékajtás jut, ami rendkívül kevésnek mondható. A növények több mint $\frac{1}{4}$ -én nem jelent meg mellékajtás.

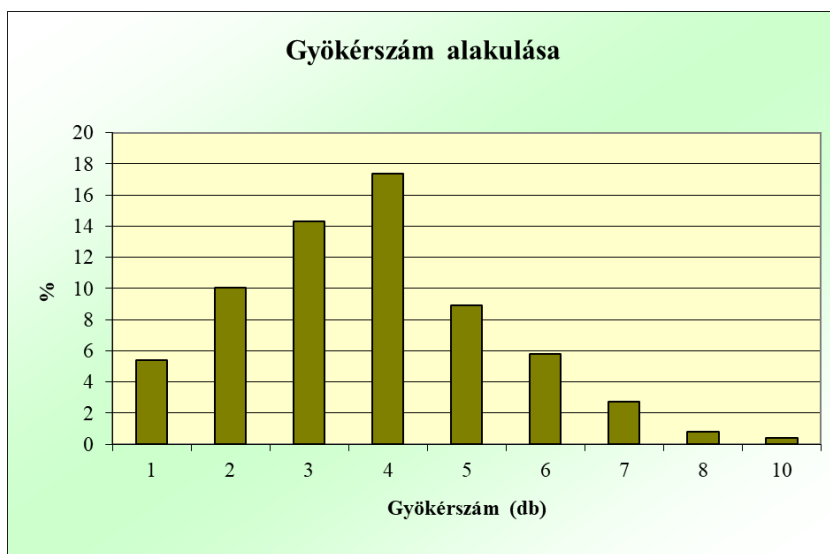


4. ábra: Mellékajtások alakulása tavasszal 2019 évben

Figure 4: Realization of the number of side-shoots in spring in 2019

Forrás: Saját kutatás

Source: Own research



5. ábra: Gyökérszám alakulása tavasszal

Figure 5: Realization of the number of roots in Spring

Forrás: Saját kutatás

Source: Own research

A gyenge bokrosodást tükrözi vissza a minimális gyökeresedés is, ami a tövenkénti átlagos 3,5 db gyökérrel jellemezhető. A gyenge gyökerezés nagy szerepet játszott a termés alakulásában, a rendelkezésre álló víz és tápanyag felvételében és hasznosításában.

A növények fejlettségét mutató növényhossz a sokévi átlag körül alakul, értéke 14,8 cm.

A tőtávolság és a tenyészterület alakulása azonos az őszi felvételezésnél megállapítottakkal, és a nagyfokú egyenletlenséggel.

A betakarítás előtti termésbecslés és terméselemzés 2019. július 1. volt, 3. táblázat.

3. táblázat Őszi búza betakarítás előtti termésbecslés és terméselemzés

Table 3. Condition classification and analization of winter wheat before harvesting

Vizsgált tényező (1)	A vizsgált tényező értéke (2)			
	minimum	maximum	átlag	CV%
Termésbecslés ideje	2019. július. 1.			
Növénymagasság (cm)	24	85	65,4	20,5
Produktív bokrosodás	0,14	0,8	0,44	53,3
Termés (t/ha)	3	5,2	3,92	17,6
Tábla termése (t/ha betakarításkor)	3,65			
Kalászonkénti szemszám (db)	1	41	18	55,7
Ezermagtömeg (g)	5	56	37	30,7
Harvest index	0,3	0,39	0,34	9,4
Mintaszaám (3) N = 163				

Forrás: Saját kutatás

Source: Own research

(1) Examined factor, (2) Value of the examined factor, (3) Date of condition classification, (4) Plant height, (5) Productive tillering, (6) Yield (7) Yield of the whole field at harvesting, (8) Number of seeds in spikes (9) Thousand seed weight, (10) Harvest index, (11) Number of samples

A betakarítás előtti termésbecslést 2019. július 1. volt. *1. táblázat*. A búza növények viszonylag rövidszárúak voltak, növénytámagasság elmarad a jellemző 75-85 cm értéktől, a mintaterkek között nagy a szóródás.

A produktív bokrosodás elmarad a kívánatostól, mivel második kalászra nem számíthatunk minden második tőnél sem, értéke 0,44. A mintaterkek termése között az eltérés jelentős, az átlagtermés – 3,92 t/ha – is elmarad az évjárat adta lehetőségtől, de jól jellemzi a tábla betakarított termését, ami 3,65 t/ha.

A terméselemek közül kiemelt kalászonkénti szemszám, az ezermagtömeg és a Harvest index rendkívül alacsony és kedvezőtlen értéke ad választ a betakarított termés szintjére.

A terméselemzés során külön figyelmet fordítottunk a bokros és mellékhajtás nélküli kalászok és azok termésének elemzésére, 4. táblázat, 6. ábra. Azt tapasztaltuk – amihez hazai és nemzetközi adatokat nem találtunk –, hogy a produktív bokrosodás esetén a növény legnagyobb kalásza nagyobb tömegű, mint a mellékhajtás nélküli tő egyedüli kalásza. A különbség $p=0,1$ % szinten szignifikáns, mind a kalász- mind a szemtömeg

vonatkozásában. A bokros növény legnagyobb kalásza 29 – 39 százalékkal nagyobb kalászt illetve szemtermést ad, mint az egy kalászt hozó növény egyedüli kalásza.

4. táblázat Őszi búza, kalász – és szemtömeg alakulása a tövenkénti kalászsám szerint a 2019-es évben.

Table 4. The relationship between mass of ear and grain of wheat depending on ear numbers of plants in the year 2019

Termés/kalász (1)	Kalász (2)		Szem (3)		
	Kalász/tő (4)	Tömeg g	(%)	Tömeg g	%
Tövenkénti egy kalász		1,15	100	0,75	100
Többkalású tő első kalásza		1,48	128,7	1,04	138,7
Többkalású tő összes tömege		2,61	227	1,73	230,7
SzD5%		0,37***		0,23***	

Forrás: Saját kutatás

Source: Own research

(1) Yield of a spike, (2) Spike, (3) Seed, (4) Spike of a plant, (5) Mass of seed per spike, (6) First spike of more-spiked plants, (7) Total spike mass of more-spiked plants

Ennél is drasztikusabb az eltérés, ha a bokros növény összes hozamát nézzük, mert az, több mint kétszerese a nem bokrosodott növény kalász és szemtömegének.



6. ábra: Növényenkénti kalászsám és a kalász szemtermésének összefüggése 2019

Figure 6: Relationship between the number of spikes and the seed yield of the spikes in 2019.

Forrás: Saját kutatás

Source: Own research

A gyakorlatban ezzel szemben van az a vélemény, hogy az egy kalású növény kalásza nehezebb, mint a többkalású növény nagyobbik kalásza. Korábban ezért vetettek több magot és nem számoltak a bokrosodással.

Véleményünk és tapasztalatunk alapján azt mondhatjuk, hogy ennek több oka van. Ezek közül az első, hogy a bokrosodott növény gyökérzete nagyobb és erőteljesebb - 5. táblázat -, és így több vizet és tápanyagot tud felvenni, illetve hasznosítani a talajból. A második pedig az, hogy a felvett tápanyagot a növény elsősorban a főkalásza juttatja és ennek köszönhető az első kalász nagyobb tömege. Az pedig magától értetődik, hogy a produktív bokrosodott növény szemtermése lényegesen – adott esetben 2 – 3 -szor is – nagyobb, mint az egykalású búzáé.

5. táblázat Az őszi búza tenyészterület - és gyökértömeg összefüggése a növényenkénti kalászsám szerint a 2019-es évben.

Table 5. Relationship between the planth growth area and the root mass in relation to the number of spikes in the year 2019.

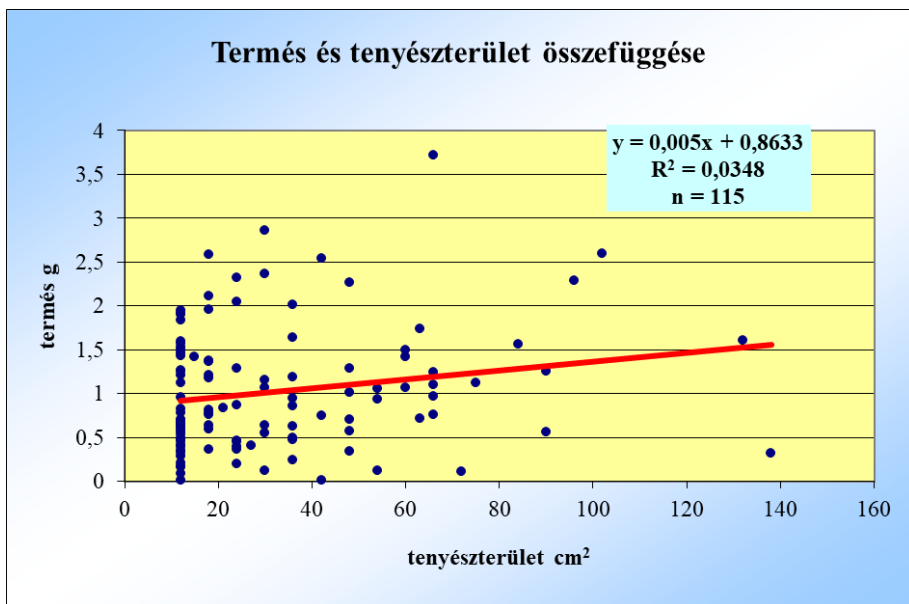
	Tenyészterület (3)		Gyökértömeg (4)	
	cm ²	(%)	(g)	(%)
Egy kalászú tő (1)	36,8	100	0,42	100
Többkalászú tő (2)	27,8	75,5	0,8	190,5
SzD5%	12,24 -		0,22**	

Forrás: Saját kutatás

Source: Own research

(1)Single-spiked plants,(2) More-spiked plants, (3) Planth growth area,(4) Root mass

A produktív bokrosodás hatását és jelentőségét fokozza az a tény – 5. táblázat – mely szerint a bokrosodott növények és a „magányos” búza növények tenyészterülete – eddigi felméréseink alapján csupán 5 – 10 százalékban tér el – az idei évben az egy kalászú növényeknél 25 százalékkal nagyobb, mint a bokros töveknél. A tenyészterület és termés összefüggése felhívja a figyelmet arra, hogy a „megspórolt” vetőmagot – kisebb vetőmag norma – és a hiányos kelést nem pótolja a bokrosodás.



7. ábra: Tenyészterület és a növényenkénti szemtermés összefüggése őszi búzánál 2019.

Figure 7: Relationship between the plant growth area and the seed yield of the plants by winter wheat in 2019

Forrás: Saját kutatás

Source: Own research

A bokrosodás nem tenyészterület kérdése, sokkal inkább függ a vetéstől, ezen belül is annak idejétől, módjától és minőségétől. A jó és magas szántóföldi kelés és az erőteljes bokrosodásért mindent meg kell tenni, úgymint az aprómorzás, beeredett magágyba való vetés, valamint jó minőségű vetőmagot vessünk, jókor és jó minőségben.

A növények gyökértömegét vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a bokrosodott növények gyökértömege közel kétszerese az egy kalászt hozó növényekénél, amely szoros, szignifikáns összefüggést ad, 5. táblázat.

KÖVETKEZTETÉSEK

80 százaléknál alacsonyabb szántóföldi kelés okát a magágy minőségében és a vetés minőségében látjuk.

A bokrosodás és a tenyészterület között – kevesebb kikelt növény pótlásának lehetősége – nem találtunk bizonyítható összefüggést, sőt az idei évben a bokros növények kisebb területet foglalnak el, mint az egy kalászt hozó növények. A produktív bokrosodás nem képes pótolni a hiányzó töveket, amit mutat a tenyészterületek közötti minimális eltérés. Kis tenyészterület esetén is találtunk erőteljesen bokrosodó növényeket, míg nagy tenyészterületen is voltak egy kalászú növények.

A gyenge kelést ebben az évben nem követte elfogadható bokrosodás, nem jutott minden második növényre másodkalász.

Szoros összefüggést kaptunk a bokrosodott növények és az azokon lévő kalászkok tömege között. Ezek szerint a bokros növények legnagyobb kalásza nagyobb tömegű, mint az egy kalászú növények kalásza. A tövek kalásztömege között pedig kétszeres különbség is előfordult a többkalászú növények javára. A bokrosodott növények kalásztömege közel kétszerese a nem bokrosodott növényeknek

Ez utóbbi összefüggés arra hívja fel a figyelmet, hogy oda kell figyelni a vetőágy készítésre és a vetésre, hogy az elvetett magvakból minél több növény keljen ki.

WINTER WHEAT CROP ESTIMATE 2019.

NÁRCISZ PAP – JÁNOS PAP

Széchenyi István University, Faculty of Agricultural and Food Sciences,

The authors have been carrying out stand evaluation, crop estimation and yield analysis in winter wheat since 2012. The sampling areas were assigned at the fields of the Training Farm of the Faculty of Agricultural and Food Sciences of Széchenyi István University Mosonmagyaróvár according to the structure of the cropping system. According to their observations the value of field emergence is always lower than the laboratory germination. The weak emergence is important because the lower plant density cannot be compensated by the increased tillering in spite of having larger plant growth space. It is proven by the fact that they detected strong productive tillering even at 0,5 and 1 cm plant spacing while there were single-spiked plants at 4-5 cm plant spacing as well. The analysis revealed that the total ear mass and grain mass of wheat plants bearing two or more ears is almost the double than that of the single-spiked plants. It was a further basic experience that the largest ear of "multiple-spiked" plants is always heavier than the

single ear of one-spiked plants. Plants with intense tillering and more ears demonstrate the importance of proper seedbed preparation and drilling and the significance of sowing good quality seeds. These are the factors that determine field germination and emergence, influence the speed and intensity of initial development and by all these factors the sufficient productive tillering. The authors emphasize the use of exact and objective methods at crop estimation, e.g. the relationship between the ear mass and the yield which is in strong correlation whilst ear length and grain mass are not suitable for a precise estimation. The authors conclude that crop estimation and yield analysis must be inevitable tools of modern crop production and will be particularly important in precision agriculture. These tools also qualify the job done by farmers and helps to identify the areas that require special attention.

Keywords: field germination, stand evaluation, crop estimation, productive tillering

IRODALOMJEGYZÉK

109/2007.(IX. 28.) FVM rendelet

Fodor Z. (2019): Termésbecslés és állapotminősítés. Mezőgazdasági kézikönyv 4. Kiadó, Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, Agrárminisztérium. Budapest.

Kismányoky T. (1981) Sörárpa. In Kováts, A Növénytermesztési praktikum. Mezőgazdasági kiadó. Budapest.

Kováts A. – Ragasits I. (1981): Búza. In Kováts, A Növénytermesztési praktikum. Mezőgazdasági kiadó. Budapest.

Láng G. (1970): A búza. A növénytermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

Nátr L. (1985): A növénytermesztés elméleti és gyakorlati fejlesztésének új irányai. In *Jiri P. – Vladimi C. – Ladislav H. (szerk.): A főbb szántóföldi növények termésképződése.* Mezőgazdasági kiadó. Budapest.

Pap J. (2007): A termésbecslés szerepe és jelentősége. IKR Magazin 2007 Nyár

Pap J. – Pap V. – Pap N. – Tuller P. (2009. a.): A szántóföldi kelés jelentősége. Mezőgazdaság és a vidék jövőképe. Mosonmagyaróvár. Konferencia kiadvány I. kötet. 196-203.

Pap J – Pap V. – Pap N. – Tuller P. (2009. b.): A termésbecslés értékelése. Mezőgazdaság és a vidék jövőképe. Mosonmagyaróvár. Konferencia kiadvány II. kötet. 255-264.

- Pap J – Petróczi F. – Pap V. – Gergely I.* (2009. c.): A termésbecslés jelentősége. V. Növénytermesztési Tudományos Nap. Akadémiai Kiadó. 173-176
- Pap J. – Földesi-Pap V.* (2010): A technológiafejlesztés kiindulópontja az állapotminősítés és a termésbecslés. *Agrofórum*. **21.** (6.) 14-18.
- Pap J. – Pap N. – Földesi-Pap V.* (2011): A szántóföldi kelés szerepe a borsótermesztésben. Erdei Ferenc VI. Tudományos Konferencia. Kecskemét. I. Kötet. 462-466.
- Pap N. – Pap J.* (2013): A termésbecslés szerepe az őszi búza – *Triticum aestivum ssp. vulgare* – precíziós termesztésében. Gazdálkodás és menedzsment Tudományos Konferencia. „Környezettudatos gazdálkodás és menedzsment” Kecskemét. 241-245.
- Pap N. – Pap J. – Schmid R.* (2018): Őszi búza termésbecslés. Fenntartható agrárium és környezet, az Óvári Akadémia 200 éve – múlt és jelen, jövő. Programfüzet XXXVII. Óvári Tudományos Napok. 2018. november 9-10. Az előadások összefoglalói. 123.o.
- Pap N. – Pap J. – Schmidt R.* (2019): Stand evaluation, crop estimation and yield analysis of winter wheat for the optimization of yields. *Acta Agraria Debreceniensis*. (1) 103-109.
- Pásztor K.* (1981): Kukorica. In *Kováts A. (szerk.): Növénytermesztési praktikum. Mezőgazdasági kiadó. Budapest.*
- Pepó P.* (2019): Közönséges búza. In *Pepó P. (szerk.): Integrált növénytermesztés 2. Alapnövények. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó. Budapest.*
- Pepó P.* (2020): Új megközelítés a búzatermesztésben - a növény igényei és annak adaptív technológiája. *Agrofórum*. **31.** (9.) 14-19.
- Simon B.* (1974): Termésbecslés módszerei Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Simon B.* (1985): Termésbecslés, - biztosítás, kárbecslés. In *Menyhért (szerk.) A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.*
- Sváb J.* (1981): Biometria módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó.
- Varga G.* (2020 a): Hibridkalászosok termesztéstechnológiája – fókuszban a vetés. *Agrofórum* **31.** (8) 28. – 29.
- Varga G.* (2020 b): Hibridbúza. Nagy hozamok, stabil teljesítmény. *Agrofórum* **31.** (9) 30. – 31.

A szerző levélcíme – Address of the author:

Pap Nárcisz

Széchenyi István Egyetem

MÉK Mosonmagyaróvár

H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér,

narcisz.pap@gmail.com



**A KRITIKUSAN FONTOS ANTIBIOTIKUMOK (CIA)
ÁLLATEGÉSZSÉGÜGYI ALKALMAZÁSÁNAK
KÖRNYEZETTOXIKOLÓGIAI JELENTŐSÉGE ÉS HATÁSA A VÍZ-TALAJ
KONTINUUMRA**

PORDÁN-HÁBER DÓRA – KALOCSAI RENÁTÓ – VONA VIKTÓRIA - GUBÓ
EDUÁRD – SZAKÁL TAMÁS

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

ÖSSZEFOGLALÁS

A kritikusan fontos antibiotikumok (CIA- Critically Important Antibiotics) és összeségében minden antimikrobiális vegyület, amelyet a gazdasági haszonállatok tenyésztése során használnak, nélkülözhetetlen eszközei az állategészségügynek. Egyrészt az állattartó telepekre jellemző állománysűrűség miatt, az elavult állattartási technológiák és az export-import miatti állategészségügyi protokollkezelések miatt, megkerülhetetlen az állományok folyamatos antibiotikummal történő kezelése. Az antibiotikumok metabolizációja és hatásai máig nem tisztáztak, már a hígtrágyára gyakorolt hatásukban sem. A hígtrágyaként kijutatott antibiotikum maradványanyagok hatása a talajra, és talajvíz mátrixra széles skálán mozog, mivel a hatóanyagok adszorpciója függ a talaj típusától, a kijutatott mennyiségtől, a termesztett növény antibiotikum érzékenységétől, és a klimatikus jellemzőktől. Éppen ezért nincs határértékre vonatkozó szabályozás a földekre kijutatott hatóanyag dózisének mértékéről, azonban azt már kutatások bizonyítják, hogy a felhasznált antibiotikum mennyisége korrelál az állatokban és az állatokból előállított termékekben növekvő antibiotikum rezisztens baktériumok számának növekedésével.

A cikkünk áttekintést nyújt az antibiotikumok azon csoportjairól, melyeket a WHO, és az EMA illetve a nemzetközi és hazai jogszabályozások a legmagasabb prioritásúnak

ítéltek, egyrészt mert a humán egészségügyben életmentő gyógyszerek, és a felelőtlen használatuk miatt kialakuló rezisztencia súlyos következményeket okozhatnak a humán egészségügyben, másrészt mert az utóbbi években megsokszorozódtak az antibiotikumokkal kapcsolatos nemzetközi környeztoxikológiai kutatások és azok eredményeiből már következtethetünk az összefüggésekre, amelyek az állattenyésztés-talaj-víz-egészségügyi mátrixot jellemzik.

Kulcsszavak: CIA, antibiotikum, környeztoxikológia, állategészségügy

ANTIBIOTIKUMOK AZ ÁLLATEGÉSZSÉGÜGYBEN

Az antibiotikumok (ATB-k) lehetnek természetes vagy szintetikus vegyületek, amelyek a gyógyszerek azon csoportjába tartoznak, amelyek a humán- és állatgyógyászatban jelentős szerepet játszanak a fertőzések megelőzésében és kezelésében (*Kaiser et al. 1972*).

Az antibiotikumok bakteriosztatikus módon gátolják vagy baktericid módon elpusztítják a mikroorganizmusokat, mint a baktériumokat, gombákat és protozoonokat, amellett, hogy állati növekedésserkentőként működnek (*Kümmerer et al. 2009, Serrano et al. 2005*).

Az ATB-ket, amelyek 1000 Da-nál kisebb molekulatömegű molekulák, kémiai szintézissel vagy a természetben előforduló vegyületek kémiai módosításával állítják elő (*Polianciuc et al. 2020*).

Az ATB-k kémiai szerkezetükben és hatásmechanizmusukban különböznek egymástól, ami lehetővé teszi, hogy ezeket a vegyületeket több osztályba sorolják, mint például az állategészségügyben legtöbbször használt β -laktámok, kinolonok, tetraciklinek, makrolidok, szulfonamidok és a kloramfenikolok (*Kümmerer et al. 2009*).

Az antibiotikumok széles körben alkalmazhatók az állatgyógyászatban, mivel farmakológiai stabilitásra tervezték őket, a legtöbb antibiotikum nem tud metabolizálódni és kezelés után biológiailag lebomlani, ezért a környezetben tartósan tovább perzisztálnak (*Martin-Laurent et al. 2019, Fair et al. 2014*).

Annak ellenére, hogy a kutatók a gyakori fertőzések miatti mortalitás és morbiditás csökkentésében nagy sikereket értek el az antibiotikumok felfedezésével és alkalmazásával, hamarosan megfigyeltek a laboratóriumokban, és röviddel azután a klinikai gyógyászatban is olyan baktériumokat, amelyek képesek elviselni vagy ellenállni

az antibiotikumok hatásának. (*Abraham et al.* 1940, *Barber et al.* 1947, *Barber et al.* 1948)

Napjainkban az antibiotikus kezeléseknek ellenállni képes mikrobiális kórokozók fejlődését az egyik legsürgetőbb közegészségügyi válságnak tekintik (*Smith et al.* 2000, *Bush et al.* 2011, *CDCP* 2013, *Davies et al.* 2013)

Ezért a WHO (World Health Organisation) CIA listája az egészségügyben használt összes antimikrobiális szert 3 csoportba sorolja a humán gyógyászatban betöltött szerepük alapján:

1. Kritikusán fontos antibiotikumok
2. Kiemelten fontos antibiotikumok
3. Fontos antibiotikumok (*Scott et al.* 2019)

1.táblázat: Az antibiotikumok osztályozása WHO kategóriák szerint az állatgyógyászatban (FVE, 2021)

Table 1: Classification of antibiotics by WHO category in veterinary medicines (FVE, 2021)

WHO kategória		ATB csoport	Állategészségügyben engedélyezett hatóanyagok
Kritikusán fontos ATB-k	Legmagasabb prioritású ATB-k	Polimixinek	Colistin (vagy polimixin E), polimixin B
		Makrolidok	Spiramicin, tilozin, tilmikozin, tildipirozin, tilvalozin, tulatromicin, gamitromicin
		(Fluoro)kinolonok	Enrofloxacin, danofloxacin, difloxacin, ibafloxacin, flumequine, marbofloxacin
		Cefalosporinok (3.-4. generációs)	Ceftiofur, ceftuinome, cefovecin
	Nagyon magas prioritású ATB-k	Aminoglikozidok	Apramicin, gentamicin, neomicin, streptomycin
		β -laktám penicillinek	Amoxicillin-klavulánsav
Magas prioritású ATB-k	Amfenikolok	Florfenikol	
	Cefalosporinok (1.-2. generációs)	Cefalexin, cefalonium	
	Szűk spektrumú penicillinek	Penicillin G és penicillin V, penethamate, oxacillin, cloxacillin, nafcillin	
	Linkozamidok	Clindamicin, linkomicin, spektinomicin, pirlimicin	
	Szulfonamidok, diaminopirimidinek	Trimethoprim/sulfamethoxazol	
	Tetraciklinek	Doxiciklin, oxitetra-ciklin	
Közepes prioritású ATB-k	Pleuromutilinek	Tiamulin, valnemulin	
	Nitroimidazolok	Metronidazol	
	Nitrofurantoinok	Furazolidon	
	Polipeptidek	Bacitracin	

A 2019 februárjában nyilvános konzultáció tárgyát képező tudományos szakvélemény az antibiotikumokat rangsorolta, figyelembe véve mind azt a kockázatot, amelyet az állatokban való alkalmazásuk okozhat a humán közegészségügyben, az antimikrobiális rezisztencia kialakulása révén. Az Antimikrobiális Tanácsadó Szakértői Csoport (AMEG) készítette, és az EMA (European Medicines Agency) állat- és humángyógyászati bizottsága (CVMP/CHMP) is elfogadta, összhangban az EMA

irányelveivel, a szoros és integrált együttműködést elősegítő „One Health” megközelítést a humán- és állatgyógyászat között (EMA/CVMP 2021).

A frissített rangsorolás figyelembe veszi az antibiotikumok 2014-es kezdeti kategorizálása óta szerzett tapasztalatokat, amelyek három kategóriát javasoltak az Egészségügyi Világszervezet CIA-listáján a kritikus fontosságú antimikrobiális szerek besorolásához, vagyis azon ATB-knál, amelyek az emberi egészség szempontjából leginkább relevánsak. A felülvizsgált kategorizálás az antibiotikumok minden osztályát figyelembe veszi, és további kritériumokat is tartalmaz, például az alternatív antibiotikumok elérhetőségét az állatgyógyászatban. A besorolás jelenleg négy kategóriát foglal magában, A-tól D-ig: *Avoid*-Kerülje, *Restrict*-Korlátozza, *Caution*-Vigyázzon vele és *Prudence*-Fontolja meg (EMA 2020, WHO 2017).

2.táblázat: Az antibiotikumok osztályozása WHO kategóriák szerint az állatgyógyászatban (EMA, 2020)

Table 2: Categorisation of antibiotic classes for veterinary use (EMA,2020)

A (AVOID kategória)	Amdinopenicillinek	Karbapenemek	Mycobakteriális betegségekre alkalmazható hatóanyagok	Glikopeptidok
	Ketolidok	Lipopeptidok		Glicilciklinok
	Monobaktámok	Oxazolidinonek		Foszfon sav
	Rifamicinek	Riminofenazinek	További cefalosporinok és penemek	Pseudomonicsav
	Karboxipenicillinek	Szulfonok		Újonnan meghatározott hatóanyagok a humán egészségügyben melyek még nem engedélyezettek az állategészségügyben
Sztreptograminok				
B (Restrict)	Cefalosporinok (3.-4. generációs)	Polymyxinek	(Fluoro)kinolonok	
C (Caution)	Aminoglikozidok	Aminopenicillinek és béta-laktám inhibitorok	Amfenikolok	Makrolidok
		Cefalosporinok (1.-2. generációs)	Linkozamidok Pleuromutilinok	Rifamicinek
D (Prudence)	Aminopenicillinek béta-laktám inhibitorok nélkül	Aminoglikozidok (Spektinomycin)	Szulfonamidok (Dihidrofolát redukáló inhibitorok és kombinációjuk)	
	Tetraciklinek	Béta-laktám rezisztens penicillinek	Ciklusos polipeptidok	Nitroimidazolok
	Szűk spektrumú penicillinek (béta-laktám érzékeny penicillinek)		Szteroid antibakteriális szerek	Nitrofurán származékok

A gazdasági haszonállatok szempontjából a B- Restrict kategória a legfontosabb és a fent említett riportokkal összesítve a HPCIA (Highest Priority -Critically Important Antibiotics) kategória az, ami az állattenyésztést közvetlenül érint, tehát a 3.-4. generációs Cefalosporinok, Fluorokinolonok és a Polymyxinek (EMA 2019, EMA 2021).

A Population Correction Unit (PCU) az Európai Gyógyszerügynökség (EMA) által 2009-ben kifejlesztett és Európa-szerte elfogadott elméleti mértékegysége. Figyelembe veszi egy ország állatállományának alakulását egy tárgyév alatt, valamint az egyes fajok becslött tömegét az antibiotikum-kezelés idején. Ez a becslés, lehetővé teszi az évről évre történő összehasonlítást és a tendenciák megfigyelését (Khan et al. 2021, ESVAC 2020).

Magyarország az EU-s tagállamok közül az ötödik helyen áll a mg/PCU élelmiszertermelő haszonállatra jutó megvásárolt antimikrobiális állatgyógyászati készítmények rangsorolásában, a 2018-as ESVAC jelentés alapján.

ANTIBIOTIKUMOK HATÁSA A TALAJ-VÍZ KONTINUUMRA

Általában a gyógyszerészeti termékek összetett kémiai szerkezettel jellemezhető vegyületek, amelyek nagyon változó moláris tömeggel, alacsony illékonysági potenciállal, több ionizálható funkciós csoporttal (amfoter molekulákkal), eltérő pKa értékkel és alacsony oktanol-víz megoszlási hányadossal rendelkeznek (log Kow), ami alacsony bioakkumulációs potenciált jelez (*Thiele-Bruhn et al. 2004*).

A log Kow azt jelzi, hogy egy szerves vegyianyag, mennyire hajlamos a lipidekre vagy zsírokra szétválni, és a talaj, üledék, biomassza vagy iszap részecskéihez adszorbeálódni (*Cunningham et al. 2008*).

Annak ellenére, hogy a kutatások gyakran az antibiotikumokra, mint a bakteriális fertőzések kezelésére vagy megelőzésére összpontosítanak, a legtöbb klinikai antibiotikum olyan biomolekulákból származik, amelyeket a talajban élő mikroorganizmusok másodlagos metabolitokként természetesen termelnek (*Martin et al. 2003*).

Az antibiotikumok natív szerepe sokrétű, és pigmenteket, toxinokat és különféle effektorokat foglal magában (*Palmer, 2008*), emiatt még mindig aktív vita tárgya, hogy az antibiotikumok természetes körülmények között gátló hatást fejtenek-e ki (*Davies et al. 2010, Ying et al. 2007*).

Az olyan rezisztencia gének például, mint a β -laktamázok, a kutatások szerint évmilliókkal ezelőtt keletkeztek (*Barlow et al. 2003, Hall et al. 2004, Aminov et al. 2007*), ami arra utal, hogy az antibiotikumok már jóval a klinikai orvoslásban való felhasználásuk előtt modulálták a mikrobiális populációkat.

Mindazonáltal az emberi tevékenység következtében felszabaduló és a környezetben felhalmozódó antibiotikumok példátlan mértékűek, amelyek a mikroorganizmusok és az állatok helyi közösségeire egyaránt hatással lehetnek. Ebben a részben az antibiotikum-szennyezés közvetlen, a rezisztencia alakulásától független hatásaival foglalkozunk. A talajban és vízben élő baktériumok és gombák nem csupán a Föld legváltozatosabb és legdiverzifikáltabb ökoszisztémáinak alapját képezik (*Lozupone et al. 2007, Caporaso et*

al. 2011), hanem kulcsfontosságúak az olyan fontos ökológiai funkciók ellátásában is, mint a tápanyag-ciklus, a lebontás és az elsődleges termelékenység (*Torsvik et al. 2002, Gibbons et al. 2015, Van Bruggen et al. 2019*).

Az antibiotikum-szennyezéssel összefüggő szelektív nyomás a taxonok diverzitásának csökkentésével vagy a mikrobiális összetétel megváltoztatásával hathat a teljes mikrobiális közösség összetételére. Általánosságban elmondható, hogy az antibiotikum-expozíció hozzájárul a Gram-negatív baktériumok szaporodásának serkentéséhez, szemben a Gram-pozitív baktériumokkal. Ez utóbbi fokozott érzékenységet mutat az antibiotikumokkal és fertőtlenítőszerekkel szemben a külső sejtmembrán hiánya miatt (*Delcour et al. 2009*).

Az antibiotikumoknak való kitettség, így a kritikus ökológiai szerepet betöltő kulcsfontosságú mikrobiális taxonok elvesztéséhez vezethet. A kutatások azt mutatják, hogy a vízi környezetben az antibiotikum-szennyezés csökkenti a mikrobiális sokféleséget, beleértve a szénciklusért és az primer produkcióért felelős taxonokat is (*Martinez et al. 2017, Ding et al. 2010, Eckert et al. 2019, Grenni et al. 2018*).

Hasonlóképpen, az antibiotikumok talajban való jelenléte megváltoztatja a mikrobiális közösség szerkezetét, ami a biomasza redukálódásához és a mikrobiális aktivitás csökkenéséhez vezet, beleértve a nitrifikációt, a denitrifikációt (*Westergaard et al. 2001, Thiele-Bruhn et al. 2005, Cycon et al. 2019*).

Ezen kívül az antibiotikumok befolyásolhatják a baktériumok enzimaktivitását is, beleértve a dehidrogenázokat, foszfatázokat és ureázokat, amelyeket a talajaktivitás fontos mutatóinak tekintenek (*Cycon et al. 2019*).

Végül, a mikrobiális közösségek antibiotikumokkal történő megzavarása a paraziták és kórokozók megnövekedett mennyiségéhez vezethet mind a talajban, mind a vízben. Kimutatták, hogy az antibiotikum-szennyezés a vízi környezetben a toxikus cianobaktérium fajok gyakoriságának növekedéséhez vezet, ami eutrofizációt okoz az édesvízi környezetben, és egészségügyi kockázatot jelent az emberre (*Drury et al. 2013*).

Az ATB-k alkalmazása az állatgyógyászatban, a gazdasági haszonállatok esetében a legmagasabb, mivel ezek a vegyületek a kórokozó mikroorganizmusok szaporodásának megelőzése és terápiája mellett elősegítik az állatok növekedését (*Kümmerer et al. 2009*).

Az állattenyésztési tevékenységek ATB felhasználásának oka, az állatok jólétének biztosítása, kereskedelmi tevékenység esetén pedig a termékminőség és a piaci versenyképesség biztosítása. Az ATB-eket a haszonállatoknak, vízbe, -takarmányba

keverve vagy vakcinaként adagolják, majd ezek a vegyületek metabolizálódnak, vagy anyamolekulaként ürülnek tovább a környezetbe (*Reemtsma et al.* 2006).

A lebomlás mértéke függ az hatóanyag típusától, az alkalmazott dózistól, és a kezelt fajtól, az életkortól és az egészségi állapottól. Ha a vegyület közvetlenül nem metabolizálódik, a széklettel és a vizelettel ürül ki, majd eljut a környezetbe, ahol a trágyázás eredményeként hatással van a talaj-víz mátrixra (*Katz et al.* 1980, *Díaz-Cruz et al.* 2003)

Kümmerer et al. (2009) tanulmánya szerint, az ATB-k 80-90%-a kiindulási vegyületként ürül ki a környezetben, azaz olyan vegyületként, amely nem ment át metabolizmuson az állati szervezetben.

A már említetten kívül, két másik fontos talaj- és vízbejutási mód is létezik, amelyet meg kell említeni: a gyógyszer-csomagolás nem megfelelő helyen történő elhelyezése az állattartó telepen (*Sapkota et al.* 2008) és a víz közvetlen szennyezése az akvakultúrákon keresztül, így az utóbbi években megnőtt az aggodalom az antimikrobiális vegyületek környezetre gyakorolt hatásai miatt (*Christian et al.* 2003).

Mint a legtöbb kémiai vegyület esetében, az ATB-k rendeltetési helyét és viselkedését a környezetben befolyásolják a vegyületek fizikai és kémiai jellemzői (molekulaszerkezet, méret, alak, oldhatóság, hidrofóbitás) és a talaj (pH, textúra), mellett az éghajlati viszonyok (hőmérséklet, csapadék) és a biológiai tényezők (mikrobiális lebomlás) is (*Kemper et al.* 2008).

Fontos paraméter az ATB-k vizsgálata során, hogy az a hatóanyagcsoport, amelyeknek nagy a szorpciós potenciálja (K_d) a talajrészecskékben hajlamosak felhalmozódni és akkumulálódnak, ellentétben az alacsony K_d értékkel rendelkező hatóanyagcsoporttal, amelyek könnyen eljutnak a vízi környezetbe (*Sarmah et al.* 2006).

Regitano et al. (2012) szerint általában azok a vegyületek, amelyeknek $K_d < 5 \text{ L kg}^{-1}$ az értéke és felezési ideje kevesebb, mint 21 nap, mint például a szulfonamidok ($K_d = 0,2-2,0 \text{ L kg}^{-1}$), relatív perzisztenciájuk miatt kimosódhatnak a talajvízbe, ellentétben azokkal, amelyeknek

$K_d > 5 \text{ L kg}^{-1}$ és felezési ideje 21 napnál hosszabb, amelyek hajlamosak felhalmozódni a talajfelszíni rétegekben, akár csak a tetraciklinek és fluorokinolonok csoportja ($K_d = 70-5000 \text{ L kg}^{-1}$ -nél).

A K_d -értékek jelentősen eltérhetnek bizonyos vegyületeknél a különböző talajtípusokban (*Van Dijk et al.* 2000).

Tolls et al (2001) szerint az ATB-k szorpcióját a kationcsere folyamatok, az agyagásványok felületére való adszorpció, a fémionokkal való komplexképző reakciók, és a hidrogénhidak is befolyásolhatják.

Sassman és Lee tanulmányában (2005) a tetraciklinek szorpciójának fő mechanizmusa a kationcsere volt, és a szorpciós potenciált befolyásolta a környezet pH-ja és a talajmátrixban elterjedt agyagásványok kationcserélő képessége.

Az ATB-k, amelyek többnyire összetett molekulák, ugyanazon hatóanyagcsoporton belül eltérő funkcionalitásúak lehetnek, ami azt eredményezi, hogy eltérő pH-viszonyok között lehetnek semlegesek, kationosak, anionosak vagy ikerionosak. Az ATB-k egy hatóanyagcsoporton belüli különböző funkciói miatt a fizikai-kémiai és biológiai jellemzők, mint például a log Kow, a szorpciós potenciál, a fotoreaktivitás, az antibiotikum aktivitás és a toxicitás, a pH-val változhatnak. A pH-tól függő egyéb tényezők az oldhatóság, a hidrofóbság és a log Kow (*Cunningham et al.* 2008).

Ami a gyógyszerek pH-függő oldhatóságának vizsgálatát illeti, ez nemcsak a végeredményt és a vizsgálati folyamatot érintheti, hanem a környezeti hatások értékelését is, amely magában foglalja a toxikológiai vizsgálatokat (*Fatta-Kassinós et al.* 2011).

A toxicitási tesztek általában akut és krónikus vizsgálati módra oszthatók. Az akut toxicitási vizsgálat célja, hogy értékelje a szervezetre gyakorolt hatásokat rövid expozíciós időszak alatt, azzal a céllal, hogy meghatározza a vizsgált anyag azon koncentrációját, amely ellenőrzött körülmények között káros hatásokat fejt ki. A krónikus toxicitási tesztek során az élőlények folyamatosan ki vannak téve a hatóanyag jelenlétének, életciklusuk jelentős időtartama alatt, (*Rand et al.* 1985).

ANTIBIOTIKUMOK HATÁSA A TALAJRA

A talaj fontos szerepet tölt be az ökoszisztémánkban, hiszen a tápanyagok és az állati és növényi élőhelyek alapja, amellett, hogy hatalmas bioreaktorként működik, ahol a szennyező anyagok lebomlása és a tápanyagok átalakulása történik.

Thiele-Bruhn et al. (2003) szerint azonban a talaj lehet az állatgyógyászatban használt ATB-k végső rendeltetési helye is.

Dingand et al. (2010) szerint a talajba kerülve az ATB-k megváltoztathatják a mikrobaközösség szerkezetét, mert még a széles hatásspektrumúakon is előfordulhatnak szelektív hatások több mikroorganizmus csoportra. Ennek eredményeként a

mikroorganizmusok relatív abundanciája megváltozik, ami megzavarja a különböző fajok közötti kölcsönhatásokat.

A szennyező anyagok talajban való szorpciója általában az egyik fő mechanizmus a toxicitás szabályozására, mivel csökkenti annak mérhetőségét (*Welp et al.* 1999).

Ezen túlmenően a talajban élő szervezetekre gyakorolt toxicitás idővel csökken, a molekulák metabolizációja miatt, valamint egyes talajmikroorganizmusok ATB-kkel szembeni toleranciája miatt (*Esiobu et al* 2002, *Krieg et al.*1984).

Girard et al. (2011) a kinolonok csoportjába tartozó ciprofloxacín talajmikrobiális közösségekre gyakorolt hatásait tanulmányozta egyes *Pseudomonas* fajok esetén, és a talaj mikrobiális aktivitásának csökkenését figyelte meg a kísérletek első 25 napjában, amikor 0,2 és 20 mg/kg⁻¹ közötti koncentrációknak voltak kitéve. Ebből az eredményből a szerzők arra következtettek, hogy a ciprofloxacín megzavarhatja a tápanyagok újrahasznosítását a talajban.

Általánosságban elmondható, hogy az állatgyógyászati ATB-k abiotikus vagy biotikus lebomlást szenvedhetnek el a talaj-víz szakaszon. Néhány bomlástermék, mint például az oxitetraciklin, hasonló toxicitású, mint az alapvegyület (*Halling-Sørensen et al.* 2002).

A lebomlást befolyásolhatják a környezeti feltételek, például a hőmérséklet, a páratartalom, az évszak, a talaj típusa, a pH és a molekula jellemzői, például a méret, például télen az ivermectin felezési ideje hatszor nagyobb, mint nyáron, és a lebomlás gyorsabb volt homokos talajban, mint homokos vályogtalajban (*Bull et al.*1984, *Halley et al.*1993).

Az ATB-k átvitelét a szervezetben az határozza meg, hogy képesek-e áthaladni a hámsejtek lipid kettős rétegén. A biológiai membránokon való áthatolásukat befolyásoló legfontosabb tulajdonságok a lipofilitás, a hidrogénkötési kapacitás, a méret és a töltés (*Mälkiä et al.* 2004).

Így emberekre is veszélyes lehet például az akvakultúrákból származó szennyezett élelmiszer fogyasztása, vagy a szennyezett vízzel való érintkezés révén. (*Batchelder et al.* 1981, *Ren et al.* 2014). kihagyjam?

ANTIBIOTIKUMOK HATÁSA A TALAJ VÍZBÁZISÁRA

A felszíni vizek antibiotikus szennyeződésének első bejelentett esete több mint két évtizeddel ezelőtt Angliában történt, amikor *Watts et al.* (1982) legalább egy, a

makrolidok, tetraciklinek és szulfonamidok csoportjába tartozó vegyületet talált a folyóvízben $1 \mu\text{g L}^{-1}$ koncentrációban. Ezt követően más kutatók, mint például *Richardson et al.* (1982) *Pearson et al.* (1993), *Ternes et al.* (1998), és *Hirsch et al.* (1999) is fejlesztettek olyan eljárásokat, amelyek lehetővé tették más ATB-csoportok kimutatását is.

Az algák érzékenysége az antibiotikumokra nagyon változatos. Egy toxicitási teszt kimutatta, hogy a *Selenastrum capricornutum* zöld alga kevésbé volt érzékeny a legtöbb vizsgált molekulára, mint a *Microcystis aeruginosamicroae*. Az *M. aeruginosa* növekedése gátolt volt, ha $0,1 \text{ mg-nál kisebb L}^{-1}$ oxitettraciklin koncentrációnak tették ki (*Halling-Sørensen et al.* 2000).

A cianobaktériumok számos ATB-re érzékenyek voltak, mint például az amoxicillin, a penicillin benzil, a spiramicin, a tetraciklin stb. Mindezek az eredmények nagyon aggasztóak, miután az algák a tápláléklánc alján helyezkednek el, és ezen organizmusok populációjának csökkenése megzavarhatja a vízi ökoszisztémákat. A szaporodást gátló hatást más vízi szervezeteknél is megfigyelték, mint például az *Artemia sp.* és *Daphnia magna* ha van magyar neve azt plusz zárójelben a latin (*Hu et al.* 2011, *Brambilla et al.* 1994, *Halling-Sørensen et al.* 2000, *Macrì et al.* 1988, *Wollenberger et al.* 2000).

Ez alapján tehát fontos figyelembe venni, hogy a reprodukív hatások bármely élőlénypopulációban jelentős károkat okozhatnak a természetes egyensúlyban, mivel az organizmusok közvetlenül kapcsolódnak egymáshoz a trofikus láncban (*Boxall et al.* 2003).

Wollenberger et al. (2000) kilenc, általánosan használt állatgyógyászati ATB akut toxicitását tanulmányozta, és alacsonyabb akut toxicitást számolt be az oxolinsavról és magasabb toxicitást az oxitettraciklinre. Korábban *Dojmi di Delupis et al.* (1992) vizsgálatában mérsékelt toxicitásról számolt be az aminozidin, az eritromicin és a mérsékelt linkomicin ATB-k esetében a *Daphnia magna* esetében. Ezek közül a bacitracin mutatta a legmagasabb toxicitási értéket.

Egy másik tanulmányban *Kolodziejska et al.* (2013) négy állatgyógyászati ATB toxicitását határozta meg különböző vízi szervezetekre. Ebben a vizsgálatban az oxitettraciklin és a florfenikol erősebb hatással volt a *Lemna minorra* és a *Scenedesmus vacuolatus* zöldalgára mint a *Vibrio fischeri* tengeri baktériumra és mikro rákokra.

Vizsgálták az ATB-k krónikus hatásait is a vízi szervezetekre. *Kin et al.* (2012) értékelte az acetaminofen és linkomicin ATB-k krónikus toxicitását két rákfaj és egy halfaj

esetében. A rákfajok esetében az acetaminofen ATB nem okozott jelentős hatást a reprodukcióra, ha mérsékelt koncentrációnak volt kitéve. Hasonló eredményeket figyeltek meg a túlélés és a növekedés tekintetében, amikor alacsonyabb rendű rákokat a legmagasabb koncentrációjú linkomicinnek tették ki. Esetükben jelentősen csökkent a túlélési esély, amit 30 nappal a kikelés után figyeltek meg.

Az ATB-knek kitett vízi szervezetekre gyakorolt genotoxikus és enzimátikus hatásokat is több szerző figyelte meg. Például *Botelho et al* (2019), az oxitettraciklin és a florfenikol ATB-k genotoxikus hatásairól számolt be egy olyan jelentős brazil víztározó vizében, ahol haltenyésztési tevékenységet folytatnak nilusi tilápia (*Oreochromis niloticus*) halfajjal. Ebben a vizsgálatban DNS-károsodást figyeltek meg a teszt segítségével, amikor 425, illetve 4000 ng L⁻¹ florfenikol és oxitettraciklin koncentrációnak voltak kitéve.

Oliveira et al. (2013) megfigyelte a kataláz aktivitás gátlását zebra-dánió (*Danio rerio*) halak felnőtt agyában és kopoltyújában, ha magasabb koncentrációjú amoxicillinnek (50 és 100 mg L⁻¹) voltak kitéve.

A vízi környezetben a hígulás jelensége miatt a vegyi anyagok koncentrációja általában, beleértve az ATB-ket is, µg L⁻¹ és ng⁻¹ szinten mérhető. Így a megfigyelt hatások krónikusak lesznek, azaz jóval hosszabb ideig szükséges őket mérni, mint az akut vizsgálatok esetében. Így a toxicitás értékelése során, különösen a vízi élőlényekre vonatkozóan, figyelembe kell venni a környezetileg releváns koncentrációk alkalmazását, mivel így a hatások valóságosabbak lesznek, és valóságosabban ábrázolják a metabolizáció folyamatát (*Rogstad et al.* 1992, *FAO* 2002).

ANTIMIKROBIÁLIS REZISZTANCIA

Az Európai Betegségmegelőzési és Járványvédelmi Központ becslései szerint Európában évente 25 000 ember hal meg közvetlenül a gyógyszerrezisztens bakteriális fertőzések következtében (*ECDC* 2019), míg a brit kormány által közölt legújabb becslések szerint a halálozások száma inkább világszerte félmillióhoz közelít (*Davies* 2013).

Az antibiotikum-rezisztencia a világ gazdaságaira is jelentős pénzügyi terhet ró, mivel csak az USA becslések szerint évi 35 milliárd dollárt költ a rezisztens fertőzések kezelésére (*CDCP*, 2013).

Tovább rontja a helyzetet, hogy az elmúlt évtizedekben technikai és gazdasági kihívások miatt csökkent az antibiotikumok felfedezésének aránya, ami „antibiotikum-válsághoz” vezetett (*Livermore* 2011).

Ez a prognózis arra készítette a világ vezetőit, hogy az antibiotikumok használatának azonnali csökkentését kérjék (*Bush* 2011, *Cohen* 1992, *Neu* 1992).

Míg a korai antibiotikus kezelések nagyon ígéretesnek tűntek, a bakteriális fertőzések kezelésében, aminek eredményeként egyes kutatások a fertőző betegségek megszüntetését hirdették, az antibiotikum-rezisztens baktériumokat gyorsan megfigyelték az antibiotikumok szélesebb körű alkalmazása után (*Barber* 1948, *Finland* 1979, *Spellberg* 2008, *Shoemaker* 2001).

Az elmúlt évtizedekben az antibiotikum alkalmazás veszélyességének felismerése, valamint a kimutatási technikák szélesebb körű elérhetősége, az antibiotikum-rezisztencia hagyományos technikákon keresztüli dokumentálására irányuló munkák exponenciális növekedéséhez vezetett, PCR, qPCR vagy metagenomikai módszerekkel (*Chen* 2013, *Ju* 2019, *Graham* 2016, *Pruden* 2012).

Az ATB-k használatával kapcsolatos egyik legnagyobb probléma az előző fejezetben tárgyaltakon túl, az ATB-kre rezisztens baktériumtörzsek kialakulása a környezetben, ami főként a hatóanyagok alacsony koncentrációban történő folyamatos alkalmazása miatt alakul ki. (*Kraemer* 2019).

A bakteriális rezisztencia, a bakteriális DNS mutációi vagy horizontális génátviteli mechanizmusok révén jön létre, amelyek magukban foglalják, a más baktériumokkal való konjugációt is, és a bakteriofággal való transzdukciót, és a transzformáció útján történő szabad DNS felvételt is (*Botelho*, 2015).

A folyamatos és hosszan tartó szubletális koncentrációk, rezisztens plazmidok megosztását okozzák nem rezisztens organizmusokkal (*Thiele-Bruhn*, 2003, *Sarmah*, 2006).

A bakteriális rezisztencia előfordulásának másik lehetősége, hogy a szennyezett trágya kijuttatásával a talajba kerülő ATB-maradékok alacsony koncentrációja kedvez a rezisztens populációk kiválasztódásának (*Schmitt*, 2006).

Thiele-Bruh, (2003) szerint azonban, az ATB-vel kezelt állatok ürülékéből származó rezisztens mikroorganizmusok közvetlen talajba juttatása fontosabb a rezisztencia szempontjából, mint az ATB-maradékok gyártása és kezelése során fellépő toxicitás.

Fontos megjegyezni, hogy a talajban nagy mennyiségű ARG-k (antibiotikum rezisztancia gének) található. *Schmidt* (2000) szerint nem elkülöníthető, hogy ez természetesen vagy az állatgyógyászati ATB-k használata miatt következik be.

Esiobu (2002) a tejelő szarvasmarha trágyával trágyázott kerti talaj izolált baktériumai 70%-os rezisztenciát mutattak az ampicillin, penicillin, tetraciklin, vankomicin és sztreptomycin ATB-kkel szemben. Az expozíció intenzitása általában a baktériumok kezelésének eredetétől függ.

Costanzo (2005) kimutatta, hogy egy szennyvíztisztító reaktorból származó baktériumok rezisztensek voltak a ciprofloxacinnra, tetraciklinre, ampicillinre, trimetoprimre, eritromicinre és szulfametoxazol antibiotikumokra, míg a szennyvízgyűjtő vízfolyásból izolált baktériumok rezisztensek az eritromicinre és ampicillinre. Ugyanez a tanulmány kimutatta, hogy az eritromicin, klaritromicin és amoxicillin ATB-k 1000 $\mu\text{g L}^{-1}$ koncentrációban jelentősen csökkentették a baktériumok denitrifikációjának sebességét.

A rezisztens baktériumokból a rezisztencia gének horizontális géntranszferrel terjeszthetők, és humán kórokozókra is átterjedhetnek. A vízi környezetben előforduló gyógyszerrezisztens kórokozók közvetlenül eljuthatnak az emberhez. A horizontális génátvitel történhet akvakultúra-környezetben, a táplálékláncban vagy az emberi bélrendszerben. Az ATB-rezisztencia előfordulása a humán kórokozókban súlyosan korlátozzák a humán fertőzések terápiás lehetőségeit. Figyelembe véve a gyors növekedést és az haszonállat-ágazat fontosságát a világ számos régiójában, az ATB-k széles körben elterjedt, intenzív és gyakran szabálytalan felhasználása miatt, az állattenyésztés területén szigorú szabályozásokra van szükség a bakteriális rezisztencia kialakulásának és terjedésének megakadályozására, az emberi egészséget veszélyeztető kockázatok csökkentése érdekében *Heuer* (2009).

Egy másik, a baktériumokkal szembeni rezisztenciával kapcsolatos problémát is ki kell emelni, vagyis, hogy a baktériumpopulációk rezisztensek-e az adott szektorban használt ATB-vel szemben. Ilyen esetben a gazdálkodó megváltoztatja az ATB adagolását például növeli a dózist a hatékonyabb védekezés reményében, ami egy kontraproduktív folyamat. Így ez a gyakorlat arra készíti az ilyen mikroorganizmusokat, hogy idővel ellenállóvá váljanak az újonnan alkalmazott molekulával szemben és az alkalmazott dózis növelése azonban a talaj és víz mátrixban növeli a toxicitás kockázatát.

A bakteriális rezisztencia közvetlen következményeként megnövekszik az eredménytelen kezelések gyakorisága, a fertőzések súlyossága, a betegségek elhúzódása, a véráram fertőzések gyakorisága, a kórházi kezelés és a halálozás növekedése. A betegségek elhúzódását igazolták a fluorokinolonokkal szemben rezisztens *Campylobacteres* eset-kontroll vizsgálatokban, és kimutatták a kinolonokra rezisztens *Salmonella typhimurium* fertőzések fokozott súlyosságát, valamint a nem tífuszos *Salmonella serotypes* és *Campylobactert*, melyek megnövekedett mortalitást okoztak (Heuer, 2009, Goni-Urriza, 2000, Schwartz, 2003, Mispagel, 2005, Watkinson, 2007, Baquero 2008, Faria C, 2009).

KONKLUZÍÓ

Amint azt eddig tárgyaltuk, a bakteriális rezisztencia veszélyt jelent az ATB-k állattenyésztésben való hatékonyságának stabilitására és az ökoszisztémára. Ezért az ATB-k körültekintő alkalmazása minden állattenyésztési ágazatban megoldást jelent a probléma leküzdésére vagy csökkentésére. Így Magyarországon a 27/2021. (VIII. 11.) állatgyógyászati termékekről szóló AM rendelet 128/2009. (X. 6.) FVM rendelet módosításával kívánja első lépésben szabályozni az ABR terjedését. A kormányrendelet értelmében az élelmiszer-termelő állatok kezelésekor a humán-egészségügyi szempontból kritikus fontosságú hatóanyagok megelőző célú alkalmazása ezentúl tilos. Nem megelőző célú alkalmazáskor a használat indokoltságát laboratóriumi érzékenységi vizsgálattal kell alátámasztania az állatorvosnak. Továbbá 2021. augusztus 19-től legfeljebb hétnapos kezelésre elegendő mennyiségű antibiotikumot írhat fel az állatorvos és azt kizárólag vényen teheti meg. Az antibiotikumok esetében tehát már nem alkalmazható a kevesebb adatot tartalmazó ún. megrendelő. Emellett az állatorvosnak az AMR kockázatáról is tájékoztatnia kell az állattartót.

**ECOTOXICOLOGICAL SIGNIFICANCE AND IMPACT OF THE USE OF
CRITICALLY IMPORTANT ANTIBIOTICS (CIA) IN VETERINARY
MEDICINE ON THE WATER-SOIL CONTINUUM**

DÓRA PORDÁN-HÁBER – RENÁTÓ KALOCSAI – VIKTÓRIA VONA - EDUÁRD
GUBÓ – TAMÁS SZAKÁL
Széchenyi István University
Faculty of Agricultural and Food Sciences

SUMMARY

Critically Important Antibiotics (CIAs) and all antimicrobial compounds used in farm animal production are essential tools for animal health. On the one hand, due to the stocking density of livestock farms, outdated animal husbandry technologies and veterinary treatment protocols due to export-import, continuous antibiotic treatment of livestock is unavoidable. The metabolism and effects of antibiotics are still unclear, not even in its effect on slurry. The effect of antibiotic residues applied as a slurry on the soil and groundwater matrix varies widely, as the adsorption of the active ingredients depends on the type of soil, the amount applied, the antibiotic sensitivity of the cultivated plant, and the climatic characteristics. Therefore, there is no limit value regulation for the level of active substance applied to soil. However, research has already shown that the amount of antibiotic used, correlates with the increase in antibiotic resistance in animals and animal products.

My article provides an overview of the groups of antibiotics that have been prioritized by the WHO and the EMA, as well as international and legislation, because life-saving drugs in human health and resistance due to irresponsible use can have serious consequences. This article covers the research and experiments have been published in recent years on the effects of this international impact on wildlife and its environmental behavior.

Keywords: CIA, antibiotics, environmental toxicology, animal health

IRODALOMJEGYZÉK:

- Abraham E.P. - Chain E.* (1940): An enzyme from bacteria able to destroy penicillin. *Nature*. 146:837.
- Aminov R.I. - Mackie R.I.* (2007): Evolution and ecology of antibiotic resistance genes. *FEMS Microbiol. Lett.* 2007; 271:147–161.
- Baquero, F. - Martínez, J.L. - Cantón, R.* (2008): Antibiotics and antibiotic resistance in water environments. *Curr. Opin. Biotechnol.*, **19**, 260–265.
- Barber M.* (1947): Staphylococcal Infection due to Penicillin-resistant Strains. *BMJ*. 2:863–865.
- Barber M.* (1948): Rozwadowska-Dowzenko M. Infection by penicillin-resistant staphylococci. *Lancet*. 2:641–642.
- Barlow M. - Hall B.G.* (2003): Experimental prediction of the natural evolution of antibiotic resistance. *Genetics*. 163:1237–1241.
- Batchelder, A.R.* (1981): Chlortetracycline and oxytetracycline effects on plant growth and development in liquid cultures. *J. Environ. Qual.*, **10**, 515–518.
- Botelho J. - Grosso F. - Peixe L.* (2019): Antibiotic resistance in *Pseudomonas aeruginosa* Mechanisms, epidemiology and evolution. *Drug Resist Updat*.
- Botelho R.G. - Monteiro S.H. - Tornisielo V.L.* (2015): Veterinary Antibiotics in the Environment, chapter 5 (pp.105-146)
- Boxall, A.B.A. - Kolpin, D.W. - Halling-Sørensen, B. - Tolls, J.* (2003): Are veterinary medicines causing environmental risks? *Environ. Sci. Technol.* **37**, 286A–294A.
- Brambilla, G. - Civitareale, C. - Migliore, L.* (1994): Experimental toxicity and analysis of bacitracin, flumequine and sulphadimethxine in terrestrial and aquatic organisms as predictive model for ecosystem damage. *Quimica Anal.*, **13**, 573–577.
- Bull, D.L., et al.* (1984): Fate of avermectin B1a in soil and plants. *J. Agric. Food Chem.*, **32**, 94–102.
- Bush K. - Courvalin P. - Dantas G. - Davies J. - Eisenstein B. - Huovinen P. - Jacoby G.A. - Kishony R. - Kreiswirth B.N. - Kutter E.* (2011): Tackling antibiotic resistance. *Nat. Rev. Microbiol.* 9:894-896.
- Caporaso J.G. - Lauber C.L. - Walters W.A. - Berg-Lyons D. - Lozupone C.A. - Turnbaugh P.J. - Fierer N. - Knight R.* (2011): Global patterns of 16S rRNA diversity at a depth of millions of sequences per sample. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 108:4516–4522.

CDCP (2013) - Centers for Disease Control and Prevention (2013): *Antibiotic Resistance Threats in the United States*. Centers for Disease Control and Prevention; Atlanta, GA, USA:

Christian T. - Schneider R.J. -, Farber H.A. - Skutlarek D. - Meyer M.T. - Goldbach H.E. - (2003): Determination of antibiotic residues in manure, soil, and surface waters. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.*, **31**, 36–44.

Costanzo S. - Murby J. - Bates J. (2005): Ecosystem response to antibiotics entering the aquatic environment. *Mar. Pollut. Bull.*, **51**(1–4), 218–223.

Cunningham, V. (2008): Special characteristics of pharmaceuticals related to environmental fate. In: Kümmerer, K. (Ed.), *Pharmaceuticals in the Environment. Sources, Fate, Effects and Risk, 3rd ed.* Springer, Berlin Heidelberg, pp. 23–34.

Cycoń M. - Mroziak A. - Piotrowska-Seget Z. (2019): Antibiotics in the Soil Environment—Degradation and Their Impact on Microbial Activity and Diversity. *Front. Microbiol.* 10:338.

Davies J. - Davies D. (2010) Origins and evolution of antibiotic resistance. *Microbiologia.* 74:417–433.

Davies S.C. - Fowler T. - Watson J. - Livermore D.M. - Walker D. (2013): Annual Report of the Chief Medical Officer: Infection and the Rise of Antimicrobial resistance. *Lancet.* 381:1606–1609.

Delcour A.H. (2009): Outer membrane permeability and antibiotic resistance. *Biochim. Biophys. Acta Proteins Proteom.* 1794:808–816.

Díaz-Cruz, M.S., De Alda, M.J.L., Barceló, D. (2003): Environmental behavior and analysis of veterinary and human drugs in soils, sediments and sludge. *Trac-Trends Anal. Chem.*, **22**, 340–351.

Ding C. - He J. (2010): Effect of antibiotics in the environment on microbial populations. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 87:925–941.

Dojmi di Delupis, G. - Macri, A. - Civitareale, C. - Migliore, L. (1992): Antibiotics of zootechnical use: effects of acute high and low dose contamination on *Daphnia magna* Straus. *Aquatic Toxicol.*, **22**, 53–60.

Drury B. - Scott J. - Rosi-Marshall E.J. - Kelly J.J. (2013): Triclosan exposure increases triclosan resistance and influences taxonomic composition of benthic bacterial communities. *Environ. Sci. Technol.* 47:8923–8930.

*Eckert E.M. - Quero G.M. - Di Cesare A. - Manfredini G. - Mapelli F. - Borin S. - Fontaneto D. - Luna G.M. - Corno G. (2019): Antibiotic disturbance affects aquatic microbial community composition and food web interactions but not community resilience. Mol. Ecol.*28:1170–1182. *Ecol. Indic.* **8**, 1–13.

EMA (2021): European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC), European Food Safety Authority (EFSA) and European Medicines Agency (EMA).

EMA (2020): Categorisation of antibiotics used in animals promotes responsible use to protect public and animal health, 28 January 2020 EMA/688114/2020 Media and Public Relations

EMA (2019): 31 October 2019, EMA/CVMP/158366/2019, Committee for Medicinal Products for Veterinary Use, Advice on implementing measures under Article 37(4) of Regulation (EU) 2019/6 on veterinary medicinal products – Criteria for the designation of antimicrobials to be reserved for treatment of certain infections in humans

EMA/CVMP (2021): Committee for Medicinal Products for Veterinary Use CVMP strategy on antimicrobials 2021-2025

Esiobu, N., Armenta, L., Ike, J. (2002): Antibiotic resistance in soil and water environments. Int. J. Environ. Health Res., **12**, 133–144.

ESVAC (2020):European Medicines Agency, European Surveillance of Veterinary Antimicrobial Consumption, ‘Sales of veterinary antimicrobial agents in 31 European countries in 2018’. (EMA/24309/2020)

Fair, R. J. - Tor, Y. (2014): Antibiotics and bacterial resistance in the 21st century. Perspectives in medicinal chemistry, **6**, 25–64.

Faria C. - Vaz-Moreira I. - Serapicos E. - Nunes OC. - Manaia CM. (2009): Antibiotic resistance in coagulase negative Staphylococci isolated from wastewater and drinking water. Sci. Total Environ, **407**, 3876–3882.

Fatta-Kassinos, D. - Meric, S. - Nikolaou, A. (2011): Pharmaceutical residues in environmental waters and wastewater: current state of knowledge and future research. Anal. Bioanal. Chem., **399**, 251–275.

FVE – Federation of Veterinarians of Europe (2021): EU Delegated Act on criteria for reserving antimicrobials for human use only

*Gibbons S.M. - Gilbert J.A. (2015): Microbial diversity-exploration of natural ecosystems and microbiomes. Curr. Opin. Genet. Dev.*35:66–72.

- Girard, C. - Greve, J. - Lamshöft, M. - Fetzer, I. - Miltner, A. - Schäffer, A. - Kästner, M.* (2011): Biodegradation of ciprofloxacin in water and soil and its effects on the microbial communities. *J. Hazard. Mater.*, **198**, 22–30.
- Goni-Urriza, M. - Capdepuy, M. - Arpin, C. -Raymond,N. -Caumette, P -Quentin,C.* (2000): Impact of an urban effluent on antibiotic resistance of riverine Enterobacteriaceae and *Aeromonas* spp. *Appl. Environ. Microbiol*, **66**, 125–132.
- Grenni P. - Ancona V. - Barra Caracciolo A.* (2018): Ecological effects of antibiotics on natural ecosystems: A review. *Microchem. J.* 2018; 136:25–39.
- Hall B.G. - Barlow M.* (2004): Evolution of the serine β -lactamases: Past, present and future. *Drug Resist. Updates.*7:111–123.
- Halley, B.A. - Vanden-Heuvel, W.J.A. - Wislocki, P.G.* (1993): Environmental effects of *Halling-Sørensen, B.* (2000): Algal toxicity of antibacterial agents used in intensive farming. *Chemosphere*, **40**, 731–739.
- Halling-Sørensen, B. - Sengeløv, G. - Tjørnelund, J.* (2002): Toxicity of tetracyclines and tetracycline degradation products to environmentally relevant bacteria, including selected tetracycline-resistant bacteria. *Arch. Environ. Contamin. Toxicol.*, **42**, 263–271.
- Heuer, O. - Kruse, H. - Grave, K. - Collignon, P. - Karunasagar, I. - Angulo, F.* (2009): Human health consequences of use of antimicrobial agents in aquaculture. *Clin. Infect. Dis.*, **49**(8), 1248–1253.
- Hirsch, R. - Ternes, T. - Haberer, K. - Kratz, K.L.* (1999): Occurrence of antibiotic in the aquatic environment. *Sci. Total Environ.*, **225**, 109–118.
- Hu, W.* (2011): The Study on Occurrence and Distribution of Typical Pharmaceuticals and Personal Care Products (PPCPs) in Tianjin Urban Aqueous and Soil Environment and the Combined Estrogenic Effects. D. Nankai University.
- JIACRA III.* (2016–2018): Third joint inter-agency report on integrated analysis of consumption of antimicrobial agents and occurrence of antimicrobial resistance in bacteria from humans and food-producing animals in the EU/EEA, Stockholm, Parma, Amsterdam: ECDC,
- Kaiser G.V.- Kukulja S.* (1972): Modifications of the β -lactam system, Cephalosporins and Penicillins, *Academic Press*, Pages 74-133,
- Katz, S.E.* (1980): The effects of human health. In: Subtherapeutic Use of Antimicrobials in Animal Feeds. National Academy of Sciences, Washington, DC.

- Kemper, N. (2008): Veterinary antibiotics in the aquatic and terrestrial environment. *Ecological Indicators*, Volume 8, Issue 1, P1-13,
- Khan, X. - Rymer, C. - Ray, P. - Lim, R. (2021): Quantification of antimicrobial use in Fijian livestock farms. *One Health*. 13. 100326. 10.1016
- Kim, P. - Park, Y. - Ji, K. - Seo, J. - Lee, S. - Choi, K. - Kho, Y. - Park, J. - Choi, K. (2012): Effect of chronic exposure to acetaminophen and lincomycin on Japanese medaka (*O. latipes*) and freshwater cladocerans *Daphnia magna* and *Moina macrocopa*, and potential mechanisms of endocrine disruption. *Chemosphere*, **89**, 10–18.
- Kołodziejska, M. - Maszkowska, J. - Białk-Bielinska, A. - Steudte, S. - Kumirska, J. - Stepnowski, P. - Stolte, S. (2013): Aquatic toxicity of four veterinary drugs commonly applied in fish farming and animal husbandry. *Chemosphere*, **92**, 1253–1259.
- Kraemer, S. A. - Ramachandran, A. - Perron, G. G. (2019): Antibiotic Pollution in the Environment: From Microbial Ecology to Public Policy. *Microorganisms*, 7(6), 180.
- Krieg, N.R. - Holt, J.G. (1984): Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, 1st ed., Williams & Wilkins, Baltimore.
- Kümmerer, K. (2009): Antibiotics in the aquatic environment-A review—Part I. *Chemosphere*, **75**, 417–434.
- Lozupone C.A. - Knight R. (2007): Global patterns in bacterial diversity. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 104:11436–11440.
- Macrì, A. - Stazi, A.V. - Di Delupis, D.G. (1988): Acute toxicity of furazolidone on *Artemia salina*, *Daphnia magna*, and *Culex pipiens molestus* larvae. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, **16**, 90–94.
- Mälkiä, A. - Murtomäki, L. - Urtili, A. - Kontturi, K. (2004): Handbook of Bioequivalence *J. Pharmacol. Sci.*, **23**, 13–47.
- Martin J.F. - Liras P. (2003): Organization and Expression of Genes Involved in the Biosynthesis of Antibiotics and other Secondary Metabolites. *Ann. Rev. Microbiol.* 43:173–206.
- Martin-Laurent F. - Topp E. - Billet L. - Batisson I. - Malandain C. - Besse-Hoggan P. - Morin S. - Artigas J. - Bonmineau C. - Kergoat L. - Devers-Lamrani M. - Pesce S. (2019): Environmental risk assessment of antibiotics in agroecosystems: ecotoxicological effects on aquatic microbial communities and dissemination of antimicrobial resistances and antibiotic biodegradation potential along the soil-water continuum. *Environ Sci Pollut Res Int*. Jun;26(18)

- Martínez J.L.* (2017): Effect of antibiotics on bacterial populations: A multi-hierarchical selection process. *F1000Research*.6:51.
- Mispagel, H. - Gray, J.T.* (2005): Antibiotic resistance from wastewater oxidation ponds. *Water Environ. Res.*, **77**, 2996–3002.
- Monteiro, S.H.* (2014): Ocorrência de antibióticos e estudo de resistência microbiana em sistemas aquaculturais do Rio Paraná, Reservatório de Ilha Solteira, na região de Santa Fé do Sul, estado de São Paulo. Tese (Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo). 111f.
- Oliveira, R. - McDonough, S. - Ladewig, J.C.L. - Soares, A.M.V.M. - Nogueira, A.J.A. - Domingues, I.* (2013): Effects of oxytetracycline and amoxicillin on development and biomarkers activities of zebrafish (*Danio rerio*). *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, **36**, 903–912.
- Paper 469, *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*, Rome.
- Palmer HM. - Young H. - Winter A. - Dave J.* (2008) - Emergence and Spread of Azithromycin-resistant *Neisseria gonorrhoeae* in Scotland. *J Antimicrob Chemother.* 62(3):490–4.
- Pearson, M. - Inglis, V.* (1993): A sensitive microbioassay for the detection of antibacterial agents in the aquatic environment. *J. Fish Dis.*, **16**, 255–260.
- Polianciuc, S. I. - Gurzău, A. E. - Kiss, B. - Ștefan, M. G. - Loghin, F.* (2020): Antibiotics in the environment: causes and consequences. *Medicine and pharmacy reports*, 93(3), 231–240.
- Rand, M. - Petrocelli, S.R.* (1985): Fundamentals of aquatic toxicology: methods and application. London, Hemisphere Publishing Corporation.
- Reemtsma, T. - Jekel, M.* (2006): Organic Pollutants in the Water Cycle, Properties, Occurrence, *Analysis and Environmental Relevance of Polar Compounds*. WILEY VCH, Weinheim.
- Regitano, J.B. - Leal, R.M.P.* (2012): Comportamento e impacto ambiental de antibióticos usados na produção animal brasileira. *R. Bras. Ci. Solo*, **34**:601–616.
- Ren, X. - Pan, L. - Wang, L.* (2014): Effect of florfenicol on selected parameters of immune and antioxidant systems, and damage indexes of juvenile *Litopenaeus vannamei*
- Richardson, M.L. - Bowron, J.M.* (1985): The fate of pharmaceutical chemicals in the aquatic environment. *J. Pharm. Pharmacol.* 37, 1–12.

- Rogstad, A. - Hormazabal, V. - Ellingsen, O.F. - Rasmussen, K.E. (1991): Pharmacokinetic study of oxytetracycline in fish. I. Absorption, distribution and accumulation in rainbow trout in freshwater. *Aquaculture*, 96, 219–226.
- Sapkota, A. - Sapkota, A. - Kucharski, M. - Burke, J. - McKenzie, S. - Walker, P. - Lawrence, R. (2008): Aquaculture practices and potential human health risks: current
- Sarmah, A.K. - Meyer, M.T. - Boxall, A.B.A. (2006): A global perspective on the use, sales,
- Sassman, S.A., Lee, L.S. (2005): Sorption of three tetracyclines by several soils: assessing the role of pH and cation exchange. *Environ. Sci. Technol.* **39**, 7452–7459.
- Schmidt, A.S. - Bruun, M.S. - Dalsgaard, I. - Pedersen, K. - Larsen, J.L. (2000): Occurrence of antimicrobial resistance in fish-pathogenic and environmental bacteria associated with four Danish rainbow trout farms. *Appl. Environ. Microbiol.*, **66**, 4908–4915.
- Schmitt, H. - Stoob, K. - Hamscher, G. - Smit, E. - Seinen, W. (2006): Tetracyclines and tetracycline resistance in agricultural soils: microcosm and field studies. *Microbiol. Ecol.*, **51**, 267–276.
- Schwartz, T. - Kohnen, W. - Jansen, B. - Obst, U. (2003): Detection of antibiotic-resistant bacteria and their resistance genes in wastewater, surface water, and drinking water biofilms. *FEMS Microbiol. Ecol.*, **43**, 325–335.
- Scott, H. M. - Acuff, G. - Bergeron, G. - Bourassa, M. W. - Gill, J. - Graham, D. W. - Kahn, L. H. - Morley, P. S. - Salois, M. J. - Simjee, S. - Singer, R. S. - Smith, T. C. - Storrs, C. - & Wittum, T. E. (2019): Critically important antibiotics: criteria and approaches for measuring and reducing their use in food animal agriculture. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1441(1), 8–16.
- Serrano, P.H. (2005): Responsible use of antibiotics in aquaculture. Fisheries Technical
- Smith J.M, Feil E.J., Smith N.H. Population structure and evolutionary dynamics of pathogenic bacteria. *BioEssays*. 2000; 22:1115–1122.
- Ternes, T.A. (1998): Occurrence of drugs in German sewage treatment plants and rivers. *Water Res.*, **32**, 3245–3260.
- the usage of avermectins in livestock. *Vet. Parasitol.*, **48**, 109–125.
- Thiele-Bruhn S. - Beck I.C. (2005): Effects of sulfonamide and tetracycline antibiotics on soil microbial activity and microbial biomass. *Chemosphere*.59:457–465.

- Thiele-Bruhn, S.* (2003): Pharmaceutical antibiotic compounds in soils-a review. *J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 166 (2), 145–167.
- Thiele-Bruhn, S. - Seibicke, T. - Schulten, H.R. - Leinweber, P.* (2004): Sorption of pharmaceutical antibiotics on whole soils and particle size fractions. *J. Environ. Qual.* **33**, 1331–1342.
- Tolls, J.* (2001): Sorption of veterinary pharmaceuticals in soils: a review. *Environ. Sci. Technol.* **35**, 3397–3406.
- Torsvik V. - Øvreås L. - Øvreås L.* (2002): Microbial Diversity and Function in Soil: From Genes to Ecosystems. *Curr. Opin. Microbiol.* **5**:240–245.
- Van Bruggen A.H.C. - Goss E.M. - Havelaar A. - van Diepeningen A.D. - Finckh M.R. - Morris J.G.* (2019): One Health—Cycling of diverse microbial communities as a connecting force for soil, plant, animal, human and ecosystem health. *Sci. Total Environ.* **664**:927–937.
- Van Dijk, J. - Keukens, H.J.* (2000): Residues of Veterinary Drugs in Food: Proceedings of the Euroresidue IV Conference, Veldhoven, The Netherlands.
- Watkinson, A.J. - Murby, E.J. - Costanzo, S.D.* (2007): Removal of antibiotics in conventional and advanced wastewater treatment: implications for environmental discharge and wastewater recycling. *Water Res.*, **41**, 4164–4176.
- Watts, C.D. - Craythorne B. - Fielding, M. - Killops, S.D.* (1982): Nonvolatile organic compounds in treated waters. *Environ. Health Perspect.*, **46**, 87–89.
- Welp, G. - Brümmer, G.W.* (1999): Effects of organic pollutants on soil microbial activity: the influence of sorption, solubility, and speciation. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, **43**, 83–90.
- Westergaard K. - Müller A.K. - Christensen S. - Bloem J. - Sørensen S.J.* (2001): Effects of tylosin as a disturbance on the soil microbial community. *Soil Biol. Biochem.* **33**:2061–2071.
- WHO* (2017): Guidelines on Use of Medically Important Antimicrobials in Food-Producing Animals Policy brief Geneva: [World Health Organization](#)
- Wollenberger, L. - Halling-Sørensen, B. - Kusk, K.O.* (2000): Acute and chronic toxicity of veterinary antibiotics to *Daphnia magna*. *Chemosphere*, **40**, 723–730.
- Yim G. - Wang H.H. - Davies J.* (2007): Antibiotics as signalling molecules. *Philos. Trans. R. Soc. B Boil. Sci.* **362**:1195–1200.

A szerző levélcíme – Address of the author:

Pordán-Háber Dóra – Kalocsai Renátó – Vona Viktória – Szakál Tamás

Széchenyi István Egyetem,

Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,

H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

E-mail: pordanhaberdora@gmail.com



ŐSZI KALÁSZOSOK ÉS ŐSZI BORSÓ TÁRSÍTÁSÁNAK HATÁSA A TALAJ TELJES MIKROBIÁLIS AKTIVITÁSÁRA

RÁCZ ATTILA¹ - UJJ APOLKA² - TAR MELINDA¹ - VÁLYI-NAGY MARIANNA¹
- IRMES KATALIN¹ - TÓTH ESZTER³ - SZENTPÉTERI LAJOS¹ - KRISTÓ
ISTVÁN¹

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési-tudományok Intézet,
Növénytermesztési és Agrotechnikai Kutatóállomás, Szeged

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Fenntartható Fejlesztés és Gazdálkodás
Intézet, Gödöllő

³Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Budapest

ÖSSZEFOGLALÁS

A hüvelyesek és gabonafélék együtt termesztése egy ősi növénytermesztési eljárás. A gabonafélék és hüvelyes növények társítása elősegítheti a talaj biológiai aktivitásának növelését így magasabb a szerves anyagok forgalma a talajban. Az ilyen termesztési rendszerben alkalmazott gabonafélék és hüvelyes növények közötti versengés serkentőleg hat a hüvelyesek nitrogén megkötésére. A talaj mikrobiális aktivitásának serkentése hatékonyabb a szerves formában történő tápanyagutánpótlással. A növénytársítási vizsgálatainkat a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési és Agrotechnikai Kutatóállomásának öthalmi és fülöpszállási kísérleti telepén állítottuk be. A növénytársításokat négy ismétlésben, véletlen blokk elrendezésű, 10 m²-es parcellákon vizsgáltuk. A talajminták méréséhez a fluoreszcein-diacetát (FDA) mennyiségének meghatározását alkalmaztuk, amely egy széles körben elfogadott, egyszerű és érzékeny módszer a talajban lévő teljes mikrobiális aktivitás mérésére. Eredményeinkből megállapítható, hogy a két termőhely közül a fülöpszállási meszes réti talaj az enzimaktivitás tekintetében aktívabb, mint az öthalmi réti csernozjom. Illetve a különféle növénytársítási kombinációk alkalmazásával talajaink teljes mikrobiális

aktivitása fokozható. A növénytársításokban az őszi borsó serkentőleg hat a talaj mikrobiális enzimaktivitására, amely tovább fokozható mikrobiális készítmények (talajoltó baktérium, mikorrhiza gombával történő magkezelés) használatával.

Kulcsszavak: növénytársítás, talaj enzimaktivitás, teljes mikrobiális aktivitás, FDA analízis

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Magyarország szántóföldi vetésterületét áttekintve látható, hogy öt főnövény (búza, árpa, kukorica, napraforgó, repce) dominál, amelyek közül a vetésterület közel háromnegyed részét a gabonafélék uralják (KSH 2019). A növénytermesztés fejlődésével, gabonanövényeink terméshozama megtriplázódott ebből kifolyólag a gabona vetésterület növekedni kezdett, amely hozzájárult az abrakfogyasztó állatok létszámának gyarapodásához. Az állatok takarmányozásához nagyfokú fehérjeigény lépett fel, amelyet a hazai disszonáns vetésszerkezet és a hüvelyes növények csekély termésmennyisége nem elégített ki (Bocz 1996). Az ezredforduló óta még súlyosabb lett az ország „fehérjeéhsége” a kereslet fedezésére jelenleg nincs elegendő állati (rovarfehérje, halliszt, csontliszt, húsliszt) vagy növényi fehérjeforrásunk. Magyarország csupán 15-20 %-os önellátásra képes, így hazánk nagy mennyiségű importra szorul (*http1*). Szójából évente 600 ezer tonna a keresletünk, amelyet a gyakorta alacsony minőségű GMO importtal fedezünk (*http2*). A Nemzeti Fehérjeprogram célkitűzése között szerepel a szója vetésterületének növelése. Azonban az elmúlt évek tapasztalatai alapján egyértelművé vált, hogy az évjáráttól és termőhelytől függetlenül a támogatások ellenére sem tudunk kellő mennyiséget előállítani. A program javasolja továbbá a méltatlanul elfeledett fehérjenövényeinkben (őszi borsó, lóbab, szegletes lednek, csillagfürt stb.) rejlő potenciál kiaknázását, amelyek egyes termőhelyeken jobban teljesítenének a szójánál (*http3*).

A fehérjenövények választéka bőséges, alternatív fehérjeforrásként gondolhatunk a takarmányborsóra, amely a termesztett hüvelyes növényeink közül a világon a második legnagyobb terméshozammal rendelkezik (Antal 2005). A hüvelyesek nitrogénygyűjtésükkel a talaj mikrobiológiai életének serkentésével kiváló elővetemények. A mikroorganizmusok szerepe a tápanyagkörforgalmak közül a nitrogén ciklusban a legfontosabb. A levegő 78%-át kitevő elemi nitrogén a biológiai körforgalomba a baktériumok általi megkötés révén kerül be (Stefanovits et al. 1999). A talajok tápanyag

szolgáltató képességének javítása érdekében alkalmazott szerves és műtrágyázás erőteljes hatással van a talaj nitrogéntartalmára és mikrobaközösségére egyaránt (*Bandick és Dick* 1999). A talajban a biológiai nitrogén-kötésre számos mikroorganizmus csoport, képes például a pillangósvirágúakkal szimbiózisban élő (*Rhizobium* sp., *Bradyrhizobium* sp.) fajok (*Szabó* 2008). A borsó a gyökérzetén élő nitrogényűjtő baktériumok (*Rhizobium leguminosarum*) által képes nagy mennyiségű nitrogén megkötésére (*Láng* 1976, *Radics* 2002). A pillangós növények a saját nitrogén szükségletük kielégítésén felül képesek többet „megtermelni”, így a talajt gazdagítják nitrogénnel, valamint szervesanyaggal. A hüvelyes növények által termelt nitrogénmennyiség nagy jelentőséggel bír talajaink termékenységének megőrzése szempontjából (*Fülek* 1999).

A globális klímaváltozás egyre égetőbb probléma, amelynek jelei mutatkoznak a mezőgazdaságban is (*Birkás et al* 2008). A kedvezőtlen éghajlati hatások a megfelelő fajtaválasztással, időben és szakszerűen elvégzett agrotechnikával mérsékelhetők (*Jolánkai és Birkás* 2007). A közel azonos tenyészfajta, de eltérő környezeti igényekkel rendelkező fajok keverékének termesztésével jobban tudunk alkalmazkodni a változó klimatikus és gazdasági viszonyokhoz. A hazai gyakorlatban szokás volt a borsót támasztónövényvel (búza, árpa, zab) vetni (*Kurnik* 1970). A hüvelyesek és gabonafélék együtt termesztése egy ősi növénytermesztési gyakorlat. A termesztés fő célja az erőforrások (terület, fény, tápanyagok) teljes mértékű felhasználása (*Li et al.* 2003) valamint a termés minőségének és mennyiségének növelése (*Mpairwe et al.* 2002). A gabonafélék és hüvelyes növények társítása elősegítheti a talaj biológiai aktivitásának növelését, így magasabb a szerves anyagok forgalma a talajban (*Dick et al.* 1988). Az ilyen termesztési rendszerben alkalmazott gabonafélék és hüvelyes növények közötti versengés serkentőleg hat a hüvelyesek nitrogén megkötésére (*Hardason és Atkins* 2003). A talaj mikrobiális aktivitásának serkentése hatékonyabb a szerves formában történő tápanyagutánpótlással (*Höflich et al.* 2000).

A fluoreszcein-diacetát (FDA) mennyiségének meghatározása széles körben elfogadott, egyszerű és érzékeny módszer a talajban lévő teljes mikrobiális aktivitás mérésére. A szintelen FDA-t egyaránt hidrolizálják a szabad és a membránhoz kötött enzimek, felszabadítva egy színes végterméket, amely spektrofotométerrel mérhető (*Adam és Duncan* 2001). A mikrobiális enzim-aktivitás módszerrel kimutatható eredmények a teljes mikrotömeg működőképességét jelzik, vagyis a lebontó, energiatermelő folyamatokban résztvevő szervezetek mennyiségét lehet megállapítani (*Biró et al.* 2012).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Növénytársítási vizsgálatainkat a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési és Agrotechnikai Kutatóállomásának öthalmi és fülöpszállási kísérleti telepén állítottuk be 2020/2021. évben. Öthalom Szeged mellett, hazánk délkeleti részén helyezkedik el, talaja mélyben sós réti csernozjom talaj. Fülöpszállás Kecskemét és Dunaföldvár között, az ország középső részén található, meszes réti talajjal (1. táblázat). A növénytársításokat négy ismétlésben, véletlen blokk elrendezésű, 10 m² -es parcellákon vizsgáltuk. A kísérlet során alkalmazott agrotechnikai eljárásokat a 2. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat: Talajmintavételi adatok

Table 1: Soil sampling datas

Szint mélysége: 0-20 cm (1)			
Paraméterek (2)	Mértékegységek (3)	Öthalom (4)	Fülöpszállás (5)
KA	KA egység	41	50
pH (KCl)	pH egység	7,5	7,9
Összes só (6)	m/m % sz.a.	0,03	0,02
Humusz (7)	m/m % sz.a.	2,5	2,8
CaCO₃	m/m % sz.a.	1,7	18
P₂O₅	m/m % sz.a.	235,1	266,4
K₂O	mg/kg sz.a.	237,1	624,8
NO₃⁻-N+NO₂⁻-N	mg/kg sz.a.	35,2	27,5
SO₄²⁻-S	mg/kg sz.a.	10,9	6
Na	mg/kg sz.a.	60,4	249,3
Mg	mg/kg sz.a.	195,1	429,4
Cu	mg/kg sz.a.	1,4	2,3
Zn	mg/kg sz.a.	5,8	1,9
Mn	mg/kg sz.a.	11,9	23,5

(1) soil depth: 0-20 cm, (2) parameters, (3) units of measure, (4) and (5) location of survey, (6) all salt, (7) humus

2. táblázat: A kísérlet során alkalmazott agrotechnikai eljárások

Table 2: Agrotechnical methods used in the experiment

2020/2021 (1)				
Agrotechnikai eljárás (2)	Időpont (3)	Kijuttatott hatóanyag (4)	Készítmény (5)	Dózis (6)
Tarlóhántás (7)	2020. augusztus	-	-	-
Műtrágya kijuttatás (8)	2020. október 2.	NPK	NPK komplex (15:15:15)	200 kg/ha
Grüberezés (9)	2020. október 10.	-	-	-
Kombinátorozás (10)	2020. október 20.	-	-	-
Talajoltás + kombinátorozás (11)	2020. október 27.	<i>Rhizobium leguminosarum</i>	Biofil	1 l/ha
Vetés (12)	2020. október 27.	-	-	-
Preemergens gyomszabályozás (13)	2020. október 28.	pendimetalin	Stomp Aqua	3 l/ha
Műtrágya kijuttatás (8)	2021. március 10.	ammónium-nitrát (34%)	ammónium-nitrát	30 kg/ha
Fungicid kezelés (14)	2021.03.26	azoxistrobin	Blister	0,7 l/ha
Inszticid kezelés (15)	2021.04.12	alfa-cipermetrin	Eribea	0,1 l/ha
Műtrágya kijuttatás (8)	2021.04.27	ammónium-nitrát (34%)	ammónium-nitrát	30 kg/ha
Inszticid kezelés (15)	2021.05.12	gamma-cihalotrin	Rapid CS	0,08 l/ha
Aratás (16)	2021.07.05	-	-	-

(1) the year of the experiment, (2) agrotechnical methods, (3) date, (4) ingredient, (5) preparation, (6) dose, (7) stubble cultivation (8) fertilizer, (9) grubber, (10) combinator, (11) soil inoculation + combinator, (12) sowing (13) herbicide (14) fungicide, (15) insecticide, (16) harvest

A növénytársítási kísérletek előveteménye őszi búza volt. Október végén egy menetben, parcella vetőgépekkel kerültek elvetésre a parcellák. Öthalmon a GK Csillag és Cellule őszi búza fajtákat vetettük el, míg Fülöpszálláson összehasonlítási alapként a GK Csillagot. Az őszi árpa fajta a GK Aréna, az őszi tritikálé fajta a GK Maros volt, az őszi borsó esetében pedig az Aviron fajtával dolgoztunk mind a két termőhelyen. Elvetésre kerültek tiszta és keverék vetésekben is, ahol a gabonaféléket hüvelyes növényvel társítva vetettük el. Azért, hogy a nitrogén hatást megtudjuk figyelni és összehasonlíthatók legyenek a tiszta és keverék vetések, kialakításra kerültek olyan parcellák, amelyekben az önmagában vetett kalászos növényt fél (30 kg/ha N) illetve teljes (60 kg/ha N) fejtrágyával kezeltük, Öthalmon és Fülöpszálláson egyaránt (3. táblázat). A növénytársításokat és a tiszta vetéseket 3-3 féle csíraszámval vetettük el. A kalászosok esetében 100 %-nak az 5 millió csíra/ha vetéssűrűséget, az őszi borsó esetében pedig az

1 millió csíra/ha-t tekintettük. Kísérletünkben a kalászosoknál a 75 %-os vetőmagmennyiség 3,75 millió csíra/hektárt az őszi borsónál 750 ezer csíra/hektárt jelentett. Továbbá a gabonaféléknél az 50 %-os mennyiség 2,5 millió csíra/hektárt az őszi borsónál 500 ezer csíra/hektárt jelentett. Vizsgálatunkban a 100 %-os a 75 %-os és az 50 %-os vetésnormák minden lehetséges kombinációját beállítottuk (4. táblázat). Őthalmon mikrobiológia készítményekkel kezelt növénytársításokat is vizsgáltunk. Mikrobiológiai készítményekkel végzett kísérletünk vetése előtt mikorrhiza gombával történő magkezelést és baktériumos (*Rhizobium leguminosarum*) talajoltást végeztünk (3. táblázat).

3. táblázat: A kísérletben alkalmazott kezelések áttekintő táblázata

Table 3: Overview table of treatments used in the experiment

ŐTHALOM	FÜLÖPSZÁLLÁS
Tisztavetésű gabonafélék: - Őszi búza (Cellule, GK Csillag) - Őszi árpa (GK Aréna) - Őszi tritikálé (Maros) Tisztavetésű hüvelyes: - őszi borsó (Aviron)	Tisztavetésű gabonafélék: - Őszi búza (GK Csillag) - Őszi árpa (GK Aréna) - Őszi tritikálé (Maros) Tisztavetésű hüvelyes: - őszi borsó (Aviron)
Növénytársítások: - Cellule + Aviron - GK Csillag + Aviron - GK Aréna + Aviron - Maros + Aviron	Növénytársítások: - Cellule + Aviron - GK Csillag + Aviron - GK Aréna + Aviron - Maros + Aviron
Tisztavetésű gabonafélék + Nitrogén: - Cellule + fél fejtrágya (N 30 kg/ha) - Cellule + teljes fejtrágya (N 60 kg/ha) - GK Csillag + fél fejtrágya (N 30 kg/ha) - GK Csillag + teljes fejtrágya (N 60 kg/ha) - GK Aréna + fél fejtrágya (N 30 kg/ha) - GK Aréna + teljes fejtrágya (N 60 kg/ha) - Maros + fél fejtrágya (N 30 kg/ha) - Maros + teljes fejtrágya (N 60 kg/ha)	Tisztavetésű gabonafélék + Nitrogén: - Cellule + fél fejtrágya (N 30 kg/ha) - Cellule + teljes fejtrágya (N 60 kg/ha) - GK Csillag + fél fejtrágya (N 30 kg/ha) - GK Csillag + teljes fejtrágya (N 60 kg/ha) - GK Aréna + fél fejtrágya (N 30 kg/ha) - GK Aréna + teljes fejtrágya (N 60 kg/ha) - Maros + fél fejtrágya (N 30 kg/ha) - Maros + teljes fejtrágya (N 60 kg/ha)
Növénytársítások + Mikrobiológiai készítmények: - Cellule + Aviron + <i>Rhizobium leguminosarum</i> (talajoltás) - Cellule + Aviron + Mikorrhiza gomba (magkezelés) - GK Aréna + Aviron + <i>Rhizobium leguminosarum</i> (talajoltás) - GK Aréna + Aviron + Mikorrhiza gomba (magkezelés)	Fülöpszálláson nem állítottuk be mikrobiológiai készítményekkel történő kezeléseket.

4. táblázat: A gabonafélék és őszi borsó növénytársításokban alkalmazott csíraszámok és arányaik

Table 4: Seed numbers used in plant associations

		Őszi borsó csíraszámok (millió csíra/ha) (1)			
		0	0,5	0,75	1
Gabonafélék csíraszám (millió csíra/ha) (2)	0	–	0:50	0:75	0:100
	2,5	50:0	50:50	50:75	50:100
	3,75	75:0	75:50	75:75	75:100
	5	100:0	100:50	100:75	100:100

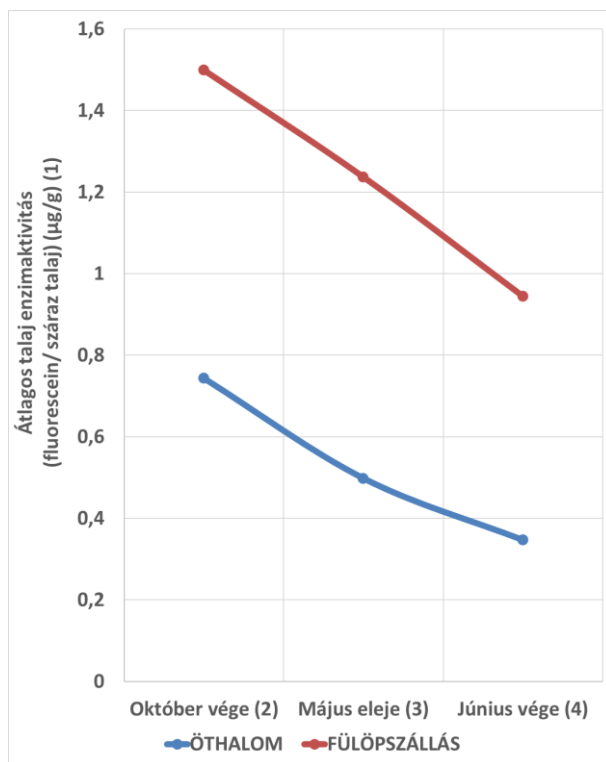
(1) pea seed numbers (million/ha), (2) cereal seed numbers (million/ha)

Az enzimaktivitás meghatározásához a talajminta gyűjtést három különböző időpontban végeztük: vetés előtt (október közepe), a borsó virágzás és hüvelykötődésekor (május), és betakarítás előtt (június vége). Az egyes parcellákról a talaj felső (0-20 cm) rétegeből négy ismétlésben gyűjtöttünk talajmintákat, majd ezeket összekevertük. A talaj enzimaktivitás mérés folyamatának neve a talaj teljes mikrobiális aktivitás meghatározása, fluorescein diacetát felhasználásával. Először a mintákból kimértünk 1 g talajt műanyag kémcsövekbe. A talajhoz hozzá adtunk kálium-foszfát puffer oldatot. Ezt követően a mintákat 30 °C-on 30 percig melegítő rázógépre helyeztük. Ezután ráértük a mintákra a fluorescein diacetát törzsoldatot, alaposan összeráztuk, majd 30 °C-on 1 órára melegítő rázógépre tettük. Az idő előrehaladtával és a melegítés hatására elszíneződik a talajoldat így a felülúszó részből eppendorf csövekbe pipettáztuk az oldatot, végül a folyamatot megszakítottuk acetonnal. A mintákat ezután leüleptítettük és megmértük spektrofotométerrel a fényelnyelést 490 nanométeren, a kapott eredményeket Excel táblázatba jegyeztük fel.

EREDMÉNYEK

A felvételezési időpontok előrehaladtával, a két termőhely talaj enzimaktivitása csökkenő tendenciát mutat. A vetés előtt és az aratás kezdete között eltelt időszakban, legkisebb értékekkel az Öthalmon beállított kísérletek rendelkeztek. Azonban

Fülöpszálláson a vegetációs időszakban nagyobb értékeket lehetett mérni. Az idő előrehaladtával növekedett a két termőhelyen mért értékek közötti távolság, Fülöpszálláson október végén 2,0-szer nagyobb, május elején 2,4-szer nagyobb, június végén 2,7-szer nagyobb értékeket mértünk, mint Öthalmon ugyanezekben az időpontokban. A legnagyobb talaj enzimaktivitási érték (1,49 $\mu\text{g/g}$) Fülöpszálláson volt mérhető a legkisebb érték (0,34 $\mu\text{g/g}$) pedig Öthalmon (1. ábra).



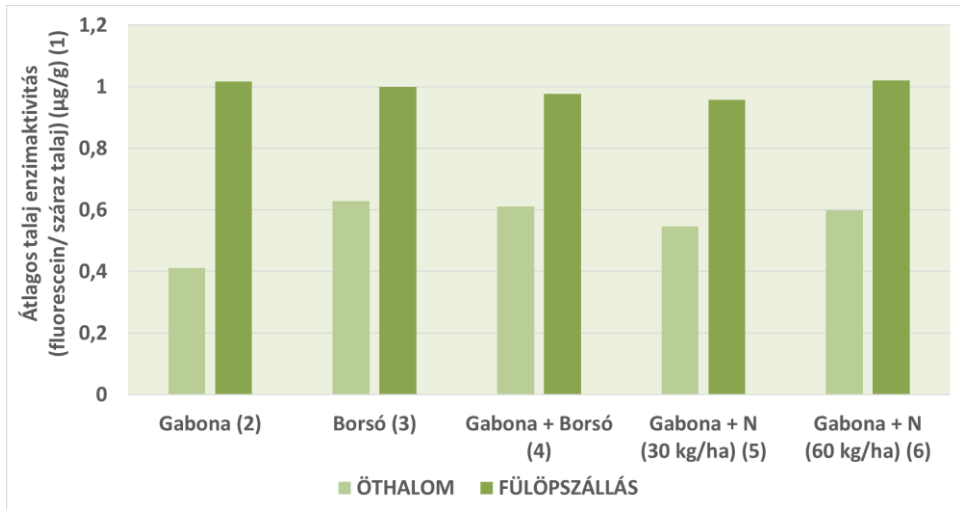
1. ábra: A különböző időpontokban mért talaj enzimaktivitás változása

Figure 1: The change of the soil enzyme activity at different times

(1) average soil enzyme activity (fluorescein / dry soil) ($\mu\text{g} / \text{g}$), (2) end of October, (3) beginning of May, (4) end of June

A második ábrán is szembevetendő, hogy a termőhelyek között nagy az eltérés a talaj teljes mikrobiális enzimaktivitásának tekintetében. Fülöpszálláson nagyobbak a mért értékek az Öthalmon vett talajmintákhoz képest. Öthalmon a kontroll (önmagában vetett gabona) parcellában mért érték (0,41 $\mu\text{g/g}$) volt a legkisebb, a legnagyobb (0,62 $\mu\text{g/g}$) pedig az

önmagában vetett borsóban volt, amely közel azonos értékkel rendelkezett, mint a növénytársítás (0,61 $\mu\text{g/g}$). A műtrágyával kezelt parcellákban kisebbek voltak a talaj enzimaktivitásának értékei a 30 kg/ha fejtrágyát kapott parcellákban 0,54 $\mu\text{g/g}$, a 60 kg/ha-os dózissal kezelt parcellákban pedig 0,59 $\mu\text{g/g}$ volt. Fülöpszálláson a kontroll parcellában közel 2,5-szer nagyobb értékeket mértünk, mint az öthalmi gabonák talajában. A fülöpszállási meszes réti talajon az értékek 1 $\mu\text{g/g}$ -hoz közelítenek, illetve csekély mértékben át is lépik azt, az önmagában vetett gabona és a 60 kg/ha nitrogént kapott parcellák esetében (2. ábra).



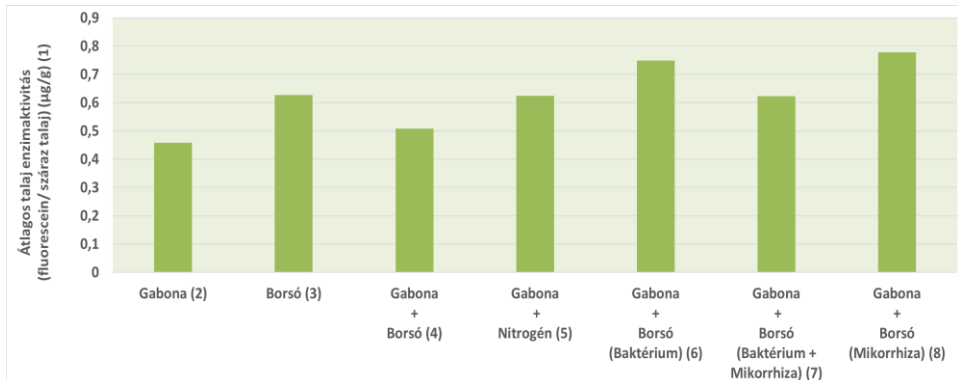
2. ábra: A termőhelyek és különböző kezelések hatása a talaj teljes mikrobiális aktivitására

Figure 2: The effect of sites and different treatments on the total microbial activity in the soil

(1) average soil enzyme activity (fluorescein / dry soil) ($\mu\text{g/g}$), (2) cereal, (3) pea, (4) cereal+pea, (5) cereal+nitrogen (30 kg/ha), (6) cereal+nitrogen (60 kg/ha)

A kísérletben az eltérő műtrágya dózison felül Öthalmon alkalmaztunk még mikrobiális készítményeket a növénytársításokban, ezek eredményeit a következő ábrán mutatjuk be. Legkisebb értékkel (0,45 $\mu\text{g/g}$) a kontroll (önmagában vetett gabona) parcella rendelkezett, legnagyobb értékkel (0,77 $\mu\text{g/g}$) pedig az a növénytársítás, amelyet mikorrhiza gombával kezeltünk. Az önmagában vetett gabonaféléket és a gabona-borsó társításokat összehasonlítva látható, hogy nagyobb a talaj enzimaktivitása a

növénytársításokban (0,5 µg/g). Nagyobb értékek (0,62 µg/g) voltak mérhetőek, ha a növénytársítások kiegészültek még nitrogénnel, továbbá baktériummal és gombával is egyaránt kezelve volt. Még nagyobbak az értékek (0,74 µg/g), ha a növénytársításban baktériumos talajoltást alkalmaztunk (3. ábra).

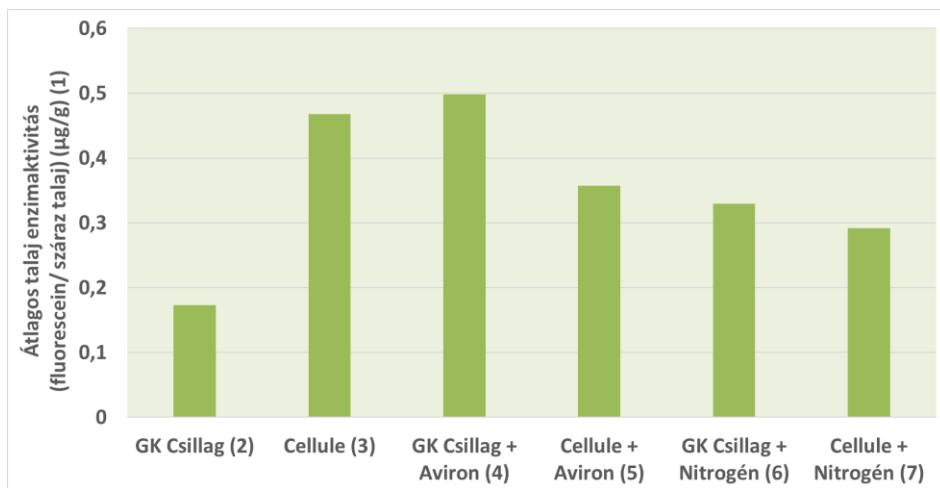


3. ábra: A kísérletben alkalmazott mikrobiális készítmények hatása a talaj enzimaktivitására

Figure 3: The effect of the microbial products on soil enzyme activity

(1) average soil enzyme activity (fluorescein / dry soil) (µg / g), (2) cereal, (3) pea, (4) cereal+pea, (5) cereal+nitrogen, (6) cereal+pea (bacterium), (7) cereal+pea (bacterium+mycorrhiza), (8) cereal+pea (mycorrhiza)

A növénytársításban alkalmazott két őszi búza fajta esetében a legnagyobb értéket (0,49 µg/g) a GK Csillag és Aviron növénytársításban a legkisebb értéket (0,17 µg/g) az önmagában vetett GK Csillagban mértünk. A műtrágyával kezelt területek (0,32 µg/g és 0,29 µg/g) esetében is kisebb a talaj mikrobiális enzimaktivitása, mint a növénytársításokban. A két különböző búza fajtával vetett növénytársításokat tekintve a GK Csillag+Aviron 0,49 µg/g, a Cellule+Aviron pedig 0,35 µg/g-os értéket produkált a talaj enzimaktivitás mérésekor (4. ábra)

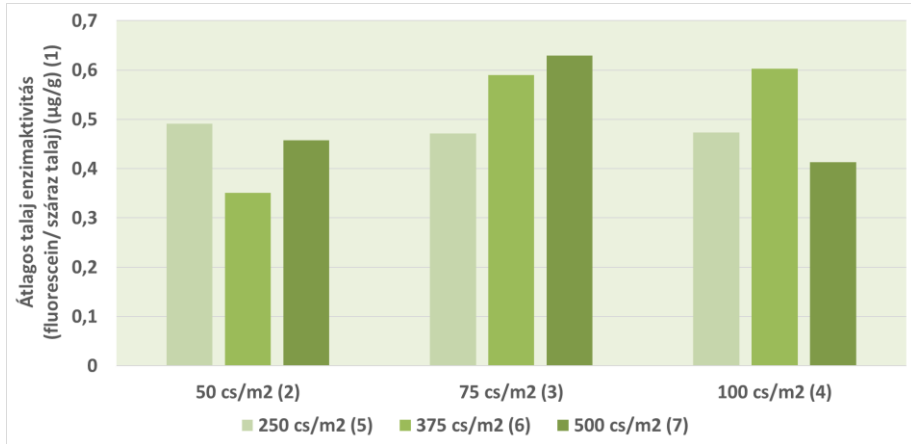


4. ábra: A növénytársítás során a különböző kezelésekben alkalmazott őszi búza fajták (GK Csillag, Cellule) hatása a talaj enzimaktivitására

Figure 4: The effect of different winter wheats (GK Csillag, Cellule) on soil enzyme activity in plant associations

(1) average soil enzyme activity (fluorescein / dry soil) (µg / g), (2) GK Csillag, (3) Cellule, (4) GK Csillag+Aviron, (5) Cellule+Aviron, (6) GK Csillag+nitrogen, (7) Cellule+nitrogen

A következő ábrán a különböző csíraszámokkal elvetett növénytársítás kombinációk talaj enzimaktivitásának változását tekinthetjük meg a GK Csillag+Aviron esetében. Szembetűnő, hogy egyedül egyenletesen növekvő tendenciát az Aviron 75 csíra/m² és a GK Csillag 250, 375 és 500 csíra/m² vetéssűrűségű parcellákban lehetett mérni. A legnagyobb aktivitás az őszi borsó 75 csíra/m² és az őszi búza 500 csíra/m²-es vetőmagmennyiséggel vetett kezelésekben volt (0,62 µg/g). A legkisebb pedig (0,35 µg/g) az őszi borsó 50 csíra/m² és az őszi búza 375 csíra/m²-el elvetett parcellákban volt (5. ábra).



5. ábra: A talaj enzimaktivitásának változása a GK Csillag és Aviron különböző csíraszámú vetéseiben

Figure 5: The change of the soil enzyme activity in different germ counts of GK Csillag and Aviron

(1) average soil enzyme activity (fluorescein / dry soil) (µg / g) (2) 50 seed/m², (3) 75 seed/ m², (4) 100 seed/ m², (5) 250 seed/ m², (6) 375 seed/ m², (7) 500 seed/ m²)

KÖVETKEZTETÉSEK

A növénytársításokban a fenológiai fázisok előrehaladtával a talaj mikrobiális aktivitása csökken. Adam és Duncan (2001) kutatása alapján elmondható, hogy a talaj enzimaktivitásának változását nagymértékben befolyásolja a talajtípus. Kísérletünkkel is alátudjuk támasztani ezt a megállapítást mi szerint az öthalmi réti csernozjom talajon kisebb, a fülöpszállási meszes réti talajon nagyobb a talaj teljes mikrobiális aktivitása. A növénytársítások alapján véve nagyobb mért értékekkel rendelkeznek, mint az önmagában vetett gabonafélék. A két őszi búza gabonafajtát összehasonlítva megállapítható, hogy a növénytársításokban a GK Csillagot az Aviron őszi borsófajtával együtt vetve nagyobb a talaj enzimaktivitásának mértéke. Azonban a nitrogénnel kezelt parcellákban kisebb volt az aktivitás. A baktériumos talajoltás és a mikorrhiza gomba szimbiózist elősegítő, mikrobiális készítmények hatására a talaj teljes mikrobiális aktivitása serkenthető. A talaj enzimaktivitás tekintetében, két őszi búza fajtát összehasonlítva megállapítható, hogy a GK Csillagot őszi borsóval (Aviron) vetve nagyobb a talajban élő teljes mikróbatömeg működőképessége. A különböző csíraszámú

vetéseknél a legoptimálisabb arány az őszi borsó 75 csíra/m² és a gabona 500 csíra/m² arányában történő vetése.

THE EFFECT OF THE ASSOCIATION OF CEREAL AND PEA ON THE TOTAL MICROBIAL ACTIVITY OF THE SOIL

ATTILA RÁCZ¹ – APOLKA UJJ² – MELINDA TAR¹ – MARIANNA VÁLYI-
NAGY¹ – KATALIN IRMES¹ – ESZTER TÓTH³ – LAJOS SZENTPÉTERI¹ -
ISTVÁN KRISTÓ¹

¹Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, *Plant Production Scientific
Institute,*

Crop Production Research Center, Crop Production and Agrotechnical Research
Station, Szeged

²Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute for Sustainable
Development and Management, Gödöllő

³Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Environmental
Sciences, Budapest

SUMMARY

Growing legumes and cereals together is an ancient crop production process. The association of cereals and legumes could help increase the biological activity of the soil thus the turnover of organic matter in the soil is higher. The competition between cereals and legumes stimulates the nitrogen fixation of legumes. Stimulation of soil microbial activity is more effective with nutrient replenishment in organic form. Our plant association research is carried out by the Hungarian University of Agricultural and Life Sciences. We set up at the experimental site of the Plant Production and Agrotechnical Research Station in Öthalom and Fülöpszállás. Plant associations were examined in four replicates on random block plots of 10 m². To measure soil samples, we used the determination of fluorescein diacetate (FDA), which is a widely accepted, simple, and sensitive method for measuring total microbial activity in soil. From our results, it can be stated that of the two production sites, the calcareous grassland soil of Fülöpszállás is more active of soil enzyme activity than the chernozem in Öthalom. The total microbial

activity of our soils can be increased by using various plant association combinations. In plant associations, peas stimulate the microbial enzymatic activity of the soil, which can be further enhanced by the use of microbial preparations (bacterium, seed treatment with mycorrhizal fungi).

Keywords: plant association, cereal-pea intercropping, total microbial activity, fluorescein diacetate

IRODALOMJEGYZÉK

Adam, G. – Duncan, H. (2001): Development of a sensitive and rapid method for the measurement of total microbial activity using fluorescein diacetate (FDA) in a range of soils. *Soil Biology and Biochemistry.* 33 (7-8), 943-951.

Antal J. (2005): Növénytermesztés 2. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Bandick, A. K. – Dick, R.P. (1999): Field management effects on soil enzyme activities. *Soil Biology and Biochemistry.* (31) 1471-1479.

Birkás M. - Jolánkai M. - Kisic I. - Stipesevic B. (2008): Soil tillage needs a radical change for sustainability, *Agriculturae Conspectus Scientificus*, (73) 131-136.

Biró B. - Domonkos M. - Kiss E. (2012): Catabolic microbial activity as a site-dependent tool in soils of an industrial town. *International Review of Applied Science and Engineering.* (3) 41–46.

Bocz E. (1996): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest

Dick, R.P. – Rasmussen, P.E. – Kerle, E.A. (1988): Influence of long-term residue management on soil enzyme activities in relation to soil chemical properties of a wheat-fallow system. *Biol. Fertility of Soils* (6) 159-164.

Füleky Gy. (1999): Tápanyag-gazdálkodás, Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Hardason, G. – Atkins, G. (2003): Optimizing biological N₂ fixation by legumes in farming systems. *Plant and Soil.* (252) 41-54.

Höflich, G. – Tauschke, M. – Kühn, G. – Rogasik, J. (2000): Influence of agricultural crops and fertilization on microbial activity and microorganisms in the rhizosphere. *Journal of Agronomy and Crop Science.* (184) 49-54.

Jolánkai M. - Birkás M. (2007): Global climate change impacts on crop production in Hungary, *Agriculturae Conspectus Scientificus*, (72) No.1, 17-20

Kurnik E. (1970): Étkezési és abraktakarmány-hüvelyesek termesztése, Akadémiai Kiadó, Budapest.

Láng G. (1976): Szántóföldi növénytermesztés, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Li, L. – Zhang, FS. – Li, X.L. – Christie, P. – Sun, J.H. – Yang, S.C., Tang, C. (2003): Interspecific facilitation of nutrient uptake by intercropped maize and faba bean. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* (68) 61-71.

Mpairwe, DR. – Sabiiti, EN. – Ummuna, NN. – Tegegne, A. – Osuji, P. (2002): Effect of intercropping cereal crops with forage legumes and source of nutrients on cereal grain yield and fodder dry matter yields. *African Crop Science Journal*. (10) 81-97.

Radics L. (2002): Alternatív növények termesztése II., Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.

Stefanovits P. - Filep Gy. - Füleky Gy. (1999): Talajtan. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó Kft., Budapest.

Szabó I. M. (2008): Az általános talajtan biológiai alapjai. Mundus Magyar Egyetemi Kiadó, Budapest.

Internetes források

http1: <https://www.agrarszektor.hu/noveny/grandiozus-tervek-ezek-veget-vethetnek-magyarorszag-szojaimport-fuggosegenek.16187.html> (2021 október)

http2: <https://www.agrarszektor.hu/noveny/veget-vetnenek-a-dompingszeru-szojaimportnak.9445.html> (2021 október)

http 3: <https://www.agrarszektor.hu/noveny/nemzeti-feherjeprogram-a-rovarfeherje-lehet-a-megoldas.12077.html> (2021 október)

KSH (2019): A fontosabb növények vetésterülete, 2019. június 1., Statisztikai tükör <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/gyor/vet/vet1906.pdf> (2021 október)

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

Rácz Attila

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési-tudományok Intézet,
Növénytermesztési és Agrotechnikai Kutatóállomás,
6726, Szeged, Alsó-kikötő sor 9.

e-mail cím: Racz.Attila@uni-mate.hu

Ujj Apolka

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Fenntartható Fejlesztés és Gazdálkodás
Intézet, Agroökológiai és Ökológiai Gazdálkodási Tanszék,

2100, Gödöllő, Páter K. u. 1.

e-mail cím: Ujj.Apolka@uni-mate.hu

Tar Melinda

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési-tudományok Intézet,
Növénytermesztési és Agrotechnikai Kutatóállomás,

6726, Szeged, Alsó-kikötő sor 9.

e-mail cím: Tar.Melinda@uni-mate.hu

Vályi-Nagy Marianna

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési-tudományok Intézet,
Növénytermesztési és Agrotechnikai Kutatóállomás,

6726, Szeged, Alsó-kikötő sor 9.

e-mail cím: Valyi-Nagy.Marianna@uni-mate.hu

Irmes Katalin

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési-tudományok Intézet,
Növénytermesztési és Agrotechnikai Kutatóállomás,

6726, Szeged, Alsó-kikötő sor 9.

e-mail cím: Irmes.Katalin@uni-mate.hu

Tóth Eszter

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet,
1114, Budapest, Villányi út 29-43.

e-mail cím: toth.eszter9011@gmail.com

Szentpéteri Lajos

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési-tudományok Intézet,
Növénytermesztési és Agrotechnikai Kutatóállomás,
6726, Szeged, Alsó-kikötő sor 9.

e-mail cím: Szentpeteri.Lajos@uni-mate.hu

Kristó István

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési-tudományok Intézet,
Növénytermesztési és Agrotechnikai Kutatóállomás,
6726, Szeged, Alsó-kikötő sor 9.

e-mail cím: Krisztó.Istvan@uni-mate.hu



AZ ŐSZI BORSÓ HATÁSA AZ ŐSZI BÚZA TERMÉSMENNYISÉGÉRE ÉS FEHÉRJE HOZAMÁRA EGYÜTT VETÉSI KÍSÉRLETBEN

VÁLYI-NAGY MARIANNA - TAR MELINDA - IRMES KATALIN - RÁCZ
ATTILA - KRISTÓ ISTVÁN

Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem

Növénytermesztési Tudományok Intézete, Növénytermesztési és Agrotechnikai
Kutatóállomás, Szeged

ÖSSZEFOGLALÁS

A hüvelyes növények magas fehérjetartalmukkal és tápértékükkel kiemelkedő szerepet töltenek be a vetésváltásban. Magyarországon a 60-as évek erőteljes mezőgazdasági fejlődése az abrakigényes állatfajok tartásának kedvezett, ezáltal a takarmány-fehérje igény a hazai termelést is meghaladó mértékben megugrott. Jelenleg fehérjeszükségletünk kb. 40%-a származik importból, amelyet a közelmúltban tett támogatási formák, pályázatok sem tudtak érdemben enyhíteni. Eszenciális aminosavjainak köszönhetően a takarmányborsó (*Pisum sativum subsp. arvense*) körülbelül fele arányban képes helyettesíteni a szóját. A búza tápanyagigényes és a trágyázást kifejezetten megháláló növény. Mind a tápanyag hiányt, mind a tápanyag többletet jól jelzi. Intenzív termelés esetén különösen fontos a N-műtrágyák osztott kijuttatása. Az együtt vetés a növénytermesztés olyan formája, amikor egy vagy több növényt térben és időben egyszerre vetünk, ápolunk, majd takarítunk be. Ezáltal nemcsak a fehérjenövények vetésterületét növeljük, de nitrogén megkötő képességük által a nitrogén utánpótlás egy természetes formáját használjuk ki. Kísérletünket Szeged-Óthalmon 2019/2020-ban, két őszi búza fajtaival (GK Szilárd, Cellule), és két őszi borsó fajtaival (Aviron, Enduro) végeztük. A parcellák 4 ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben kerültek kialakításra, ahol egy parcella mérete 10 m² volt. Mindkét faj esetében két vetéssűrűséget határoztunk meg, majd ezek kombinációi kerültek elvetésre.

Vizsgálatunk során a takarmányborsó hatását elemeztük az őszi búza termésmennyiségére, fehérjetartalmára, és az egy hektárra eső fehérjemennyiségére vonatkozóan. A legígéretesebb növénytársítás a termésmennyiség és az egy hektárra számított fehérje mennyiség esetében az Aviron 0,6 millió csíra/ha és a GK Szilárd 3 millió csíra/ha, valamint az Aviron 1 millió csíra/ha és a GK Szilárd 5 millió csíra/ha párosítás, hiszen ekkor magasabb értéket kaptunk, mint a tiszta búzával vetett parcellák értékei. A legmagasabb értéket minden esetben a 60 kg/ha nitrogén trágyázott parcellák képviselték. A fehérje tartalom eredményei közül 6 növénytársítás esetében kaptunk magasabb értéket, amelyek magasabbak voltak nemcsak a tiszta búza, de a 30 kg/ha nitrogén trágyázott parcellákhoz képest is. Bár statisztikailag sem a termésmennyiség, sem a fehérje esetében nem tudtunk különbséget igazolni, eredményeink mégis előre mutatónak tekinthetők az őszi búza trágyázási rendszerének tovább fejlesztéséhez. A fokozatosan növekvő műtrágya árak és a mennyiségek korlátozott elérése mellett nemcsak gazdasági érdekünk az alternatív trágyázási lehetőségek vizsgálata, de egyúttal kutatásaink szoros összhangban állnak a korszerű és fenntartható növénytermesztés elvével.

Kulcsszavak: őszi búza, őszi borsó, növénytársítás, nitrogén utánpótlás, fenntartható mezőgazdaság

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A hüvelyes növények magas fehérjetartalmukkal és tápértékükkel kiemelkedő szerepet töltenek be a takarmányozásban és a humán táplálkozásban egyaránt. A gyökérzetükön megtelepülő *Rhizobium* baktériumok nitrogénmegkötő képessége által nemcsak a gazdanövény, hanem az utóvetemény is jelentős mennyiségű nitrogénhez jut. Emiatt a vetésváltásban kiemelkedő helyet foglalnak el, nitrogénszolgáltató szerepük pedig jelentősen növeli a termésbiztonságot, és a termésszintet (*Kismányoky* 2005). Az 1960-as években mezőgazdaságunk erőteljes fejlődése nyomán a kukorica és búza termése mintegy megháromszorozódott, ugyanakkor a hüvelyesek termésszintje átlagosan kisebb mértékben emelkedett. Ez a növekvő tendencia elsősorban az abrakigényes haszonállat tartásnak kedvezett, ami a takarmányfehérje igény a hazai termelést is meghaladó mértékű növekedését vonta maga után (*Bocz* 1992). Jelenleg a fehérje szükségletünk 40

%-a származik importból, amelyet a közelmúltban tett támogatási formák (EK szemes fehérje termeléshez kötött támogatás, illetve Nemzeti fehérje Program) sem tudtak érdemben enyhíteni. A takarmányborsó (*Pisum sativum subsp. arvense*) magas fehérjetartalma miatt takarmánykeverékek, tápok alkotórésze, emellett zöldtakarmányként is értékes növény. Takarmány receptúrákban a szója mennyiségének kb. fele borsóval helyettesíthető. Ellenben önálló termesztése magas termelési kockázatot jelent, amely közül a legjelentősebb a termésingadozás, a gyenge gyomelnyomó képesség, az erős megdőlési hajlam és a gombás megbetegedésekre való fogékonyság (Gollner et al. 2019). Következésképp a termesztési területe európai szinten az utóbbi évtizedekben jelentősen lecsökkent (Urbatzka et al. 2011).

Az őszi búza tápanyag és a trágyázásra igényes növény. Mind a tápanyag hiányt, illetve a túlzott ellátást kiválóan jelzi (Pepó és Sárvári 2011). Intenzív búzatermesztésben a termesztéstechnológiai tényezők közül a trágyázás szerepe a legjelentősebb, megelőzve a választott fajta és a növényvédelem szerepét (Pepó 2010). A búza egyik legfontosabb tápeleme a nitrogén. A nitrogéntrágyák növelik legnagyobb mértékben a termést, optimális adagolásuk javítja a minőséget, túladagolásuk azonban termésdepressziót, káros nitrítfelhalmozódást, a gombabetegségek elleni fogékonyságot növelik (Loch 1999). A búza tápanyagellátási rendszerében kiemelten fontos a növénytermesztési és környezetvédelmi szempontok összehangolása. Míg a korábbi évtizedekben alkalmazott intenzív trágyázási módszer célja a maximális termésszint elérése, a talaj tápanyagszintjének növelése volt, mára környezetkímélő trágyázási rendszerről beszélhetünk, amelynek alapja az optimális termelési szint elérése, illetve a növényvel kivont tápanyagmennyiség visszapótlása, vagyis a mérlegelv alkalmazása (Pepó és Sárvári 2011). A fokozatosan növekvő műtrágya árak és azok korlátozott elérhetőségei mellett hangsúlyosabb szerephez jutnak az olyan termesztéstechnológiák, amelyekben a termesztési színvonal és céloknak megfelelő, azokkal összeillő biológiai, ökológiai, agrotechnikai és pénzügyi feltételeket alkalmaznak.

A gabonafélék magas termésszintje és minőség megtartása szempontjából környezetkímélő és energiatakarékos termesztési mód a növénytársítás, amely magasabb terméshozamot nyújt a borsó monokultúrával szemben, és megközelíti az őszi búza önálló vetés hozamát csekély műtrágya használat mellett (Pelzer et al. 2012). A hüvelyes növényekkel való társítás régóta alkalmazott termesztési mód a világon. A kezdeti vizsgálatok még a monokultúrával való összehasonlításra irányultak. Murray és Swensen

(1985) őszi borsót őszi búzával és őszi árpával vetett össze önálló és társított parcellákban. *Gooding et al.* (2007) már 6 országban írtak le társításon alapuló kísérleteket tavaszi és őszi búzában egyaránt. Ebben az esetben a hüvelyes növény leginkább a bab, illetve borsó volt. Az együtt vetés legkézenfekvőbb előnye a magasabb terméshozam, amit a tápanyagforrások komplementer kihasználtsága tesz lehetővé az résztvevő növénykultúrák egymástól eltérő gyökérfelépítése, növényállomány szerkezete, magassága és tápanyag igénye által (*Hauggaard-Nielsen et al.* 2003, *Bedoussac és Justes* 2010). Együtt vetés során a biológiai nitrogén megkötés által javítjuk a talaj termékenységét, a magas növényesség pedig nagyobb fokú talajtakarást biztosít, ami előnyös a talajaink megőrzése és a megdőlési hajlam csökkentése érdekében. Mindemellett az együtt vetés összességében kevesebb ráfordítást igényel kisebb műtrágya igénye, valamint a kisebb kártevő terheltségből kifolyólag csökkent növényvédőszer használatot illetően (*Ghaley et al.* 2005, *Lithourgidis et al.* 2011). A növénytársítás egyik kulcskérdése a megfelelő vetéssűrűségek beállítása. *Murray és Swensen* (1985) az őszi borsót 25%, 50%, 75% arányban keverte őszi árpával és búzával. Az őszi borsó 75:25 gabona mellett közel azonos termést adott társításban, mint önállóan, míg az őszi gabona 75: 25 őszi borsó arányánál 60%-ra esett vissza a búzatermés. *Pelzer et al.* (2016) őszi borsó és őszi búza 50:50, 66:33, és 50:70 arányú keverékét vizsgálta társításban nitrogén trágya mellett, illetve a nélkül. Az azonos arányú keverékek nitrogén trágyát kapott parcellái jó kompromisszumot képviseltek a termés, a fehérjetartalom, a nitrogén hasznosulás és megkötés terén. Míg a trágyázatlan parcellák a legalacsonyabb terméshozamot és fehérjetartalmat nyújtották. A társításokban a borsó arányának növelésével magasabb termésmennyiség, a búza arányának növelésével és nitrogén trágya kijuttatásával a terméshozam növelhető, a fehérjetartalom nem.

Hazai viszonyok között még kevésbé elterjedt növénytermesztési mód az őszi búza-őszi takarmányborsó társítása. Alkalmazásukkal nemcsak csökkenthető a gabonafélék vetésszerkezetben betöltött túlsúlyos szerepe, hanem a fehérjenövény termesztési területe is növelhető a fajok sokféleségének megőrzése mellett. A hüvelyes növények nitrogén szolgáltató szerepe által egy természetes nitrogénforrás nyílik meg az őszi búza számára. Növénytársítási kísérlet sorozatunk célja egy környezetkímélő és gazdaságosabb trágyázási módszer kidolgozása az őszi búza minőségi és mennyiségi paramétereinek magas szinten tartása mellett.

Jelen vizsgálatunk célja az őszi takarmányborsó hatásának vizsgálata az őszi búza termésmennyiségére, valamint fehérje tartalmára és hektáronkénti fehérje hozamára.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérletünket Szeged-Öthalmon a 2019/2020-es évben állítottuk be. Növénytársításunkban két őszi búza fajttal (GK Szilárd, Cellule), és két őszi borsó fajttal (Aviron, Enduro) dolgoztunk. A parcellák 4 ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben kerültek kialakításra, egy-egy parcella mérete 10 m² volt. A 30 kg/ha nitrogén trágyát kapott parcellákra bokrosodás idején, a 60 kg/ha nitrogén trágyázott parcellákra bokrosodás és szárbaindulás idején 30-30 kg/ha mennyiség került kijuttatásra. Mindkét faj esetében két vetéssűrűséget alkalmaztunk (*1. táblázat*), ezek kombinációival vetettük össze a kontroll (tisztá búza), 30 kg/ha és 60kg/ha nitrogén trágyázott parcellák eredményeit. Az őszi búza esetében a leggyakrabban alkalmazott 5 millió csíra/ha vetéssűrűséget tekintettük 100%-nak, ugyanez a százalék az őszi borsó esetében 1 millió csíra/ha értéket képviselt. Az ehhez számított a 3 millió csíra/ha az őszi búzánál, a 0,6 millió csíra/ha az őszi borsónál 60%-os vetéssűrűségnek felelt meg.

1. táblázat. A növénytársításban alkalmazott vetéssűrűségek

Table 1. Sowing density of the plants of intercrop

	Őszi borsó vetéssűrűség (2)		
	0	0,6	1
Őszi búza vetéssűrűség (millió csíra/ha) (1)	0	-	0:60
	3	60:0	60:60
	5	100:0	100:60
			0:100
			60:100
			100:100

(1) sowing density of winter wheat (million seed ha⁻¹), (2) sowing density of winter pea

Kísérletünkben az alábbi 4 fajtát alkalmaztuk:

GK Szilárd: középérésű, tar kalású őszi búzafajta, amelyet kiváló termőképesség és jó alkalmazkodó képesség jellemez. Közepesen vastag szár és tömör szárbél szerkezet jellemzi, ami a takarmányborsó támasztó szerepe miatt jelentős ismérv. Vetésidőre nem érzékeny, kedvező betegségek ellenálló fajta. Termőképessége: 7,5-9,5 t/ha.

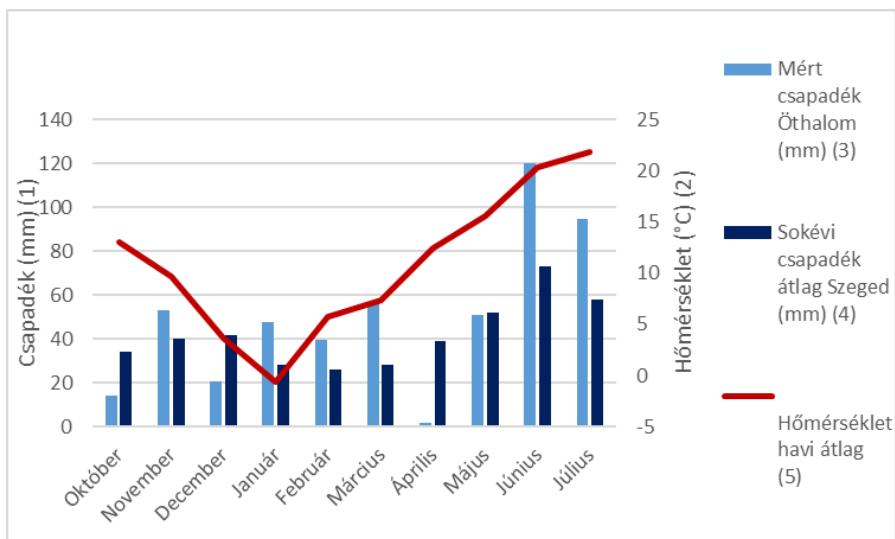
Cellule: középérésű, szálkás kalászu malmi búza rendkívül magas termőképességgel, száraz évjáratokban is magas termést ad. Alacsony szárú, kiváló állóképességű fajta. Jól alkalmazkodik az eltérő talaj és klímaviszonyokhoz. Kiemelkedő tápanyaghasznosítás és közepes betegségellenállóság jellemzi. Terméspotenciál: 9-12 t/ha.

Aviron: Zöld magvú, száraz kifejtőborsó étkezési, illetve takarmányozási célra. Féllevélkés (afila) típusú, középérésű fajta. Jó téllálóság, kiváló szárállóság és terméshozam jellemzi. Kezdeti fejlődése gyors, virága fehér színű. Betegség ellenállósága jónak mondható. Termőképessége: 4,5-5 t/ha.

Enduro: sarga magvú, száraz kifejtőborsó, amely étkezési és takarmányozási célra egyaránt alkalmas. Könnyen termesztető, bőtermő fajta. Féllevélkés (afila) típusú, virága fehér színű, korai-középkorai fajta. Télállósága és szárállósága jó. Terméshozama hazai üzemi körülmények között 3,5-5,5 t/ha.

Az 1. ábrán láthatjuk a havi átlagos csapadék, illetve hőmérséklet adatokat a 2019/2020 évre vonatkozóan, amelyen feltüntettük a Szeged-Öthalmon mért csapadék adatokat. Ennek tükrében látható nemcsak annak egyenetlen eloszlása, hanem az is, hogy április hónapban jóval a sokévi átlag alatt maradt a lehullott csapadék mennyisége. Ekkor az őszi búza a fejlődésben a szárbaindulás kezdetén tartott, a szárazság vélhetően kihatott a szemképződésre is.

Az elővetemény minden esetben őszi búza volt. A vetés 2019. október 22-én, a betakarítás 2020. június 20-án történt. A termésmennyiség mérése után a minőségi paraméterek NIR Foss készülékkel kerültek meghatározásra, a statisztikai vizsgálat egytényezős varianciaanalízis segítségével történt.



1. ábra: Átlagos csapadék és hőmérséklet adatok a 2019/2020 évben

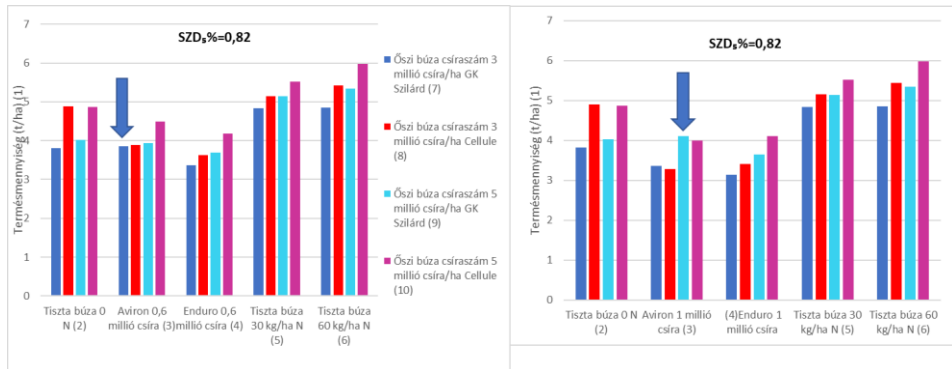
Figure 1: Average rainfall and temperature in the year of 2019/2020

(1) Rainfall (mm), (2) Temperature (°C), (3) measured rainfall in Öthalom (mm), (4) average rainfall in Szeged (mm), (5) average temperature (°C)

EREDMÉNYEK

Az eredmények értékelésekor a takarmányborsó két csíraszámának hatását külön-külön vizsgáltuk, és összehasonlítottuk a keverékek eredményeit a kontroll (tisza búza) és a nitrogén trágyázott parcellák eredményeivel 30 kg/ha és a 60 kg/ha dózis mellett. A termésmennyiséget illetően két olyan eset fordult elő, amikor a keverék parcellák értékei meghaladták a kontroll parcelláét, de a nitrogén trágyázott parcellák kisebb dózisékat nem érték el. Ezeket az eredményeket a 2. ábrán követhetjük nyomon. Ezek az Aviron 0,6 millió csíra/ha és a GK Szilárd 3 millió csíra/ha párosítása, illetve az Aviron 1 millió csíra/ha és a GK Szilárd 5 millió csíra/ha keveréke voltak. A takarmányborsó 0,6 millió csíra/ha vetéssűrűsége mellett az Aviron fajta valamennyi értéke magasabb volt az Enduróénál. Az 1 millió csíra/ha vetéssűrűségnél az Enduro a Cellule mindkét csíraszámával, az Aviron pedig a GK Szilárd két csíraszámával mellett adott magasabb értékeket. Megfigyelhető, hogy az őszi búza egyre sűrűbb vetése egyre magasabb terméshozamokat eredményezett. A legmagasabb értékeket mindkét összehasonlításban

a 60 kg/ha nitrogén trágyát kapott parcellák adták, statisztikai különbséget $p=0,05$ mellett csak ezekben az esetekben tudtunk kimutatni.

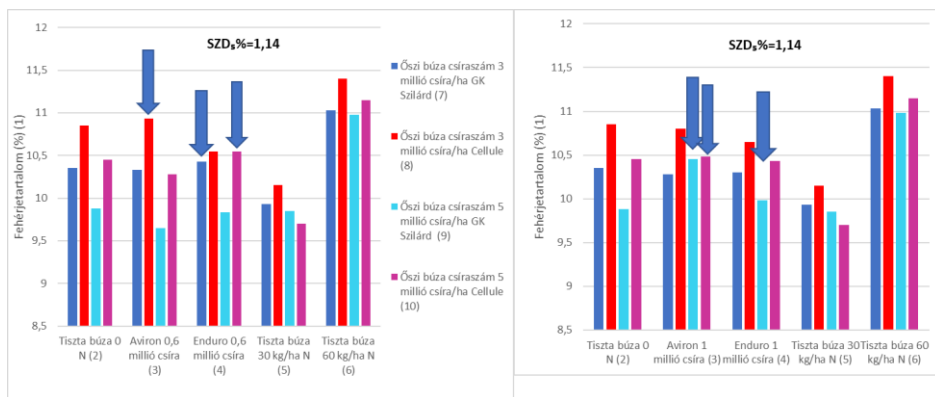


2. ábra: Őszi búza termésmennyiség alakulása az őszi borsó 0,6 millió csíra/ha (balra) és 1 millió csíra/ha (jobbra) mellett

Figure 2: Yield of winter wheat with the sowing density of winter pea 0,6 million seed ha^{-1} (left) and 1 million seed ha^{-1} (right)

(1) yield of winter wheat, (2) pure wheat with no nitrogen fertilizer, (3) Aviron 0,6 million seed ha^{-1} (4) Enduro 0,6 million seed ha^{-1} (5) winter wheat with 30kg/ha nitrogen fertilizer, (6) winter wheat with 60 kg/ha nitrogen fertilizer, (7) GK Szilárd 3 million seed ha^{-1} , (8) Cellule 3 million seed ha^{-1} , (9) GK szilárd 5 million seed ha^{-1} , (10) Cellule 5 million seed ha^{-1}

A fehérjetartalom esetében már 6 olyan kombinációt tudtunk kimutatni (3. ábra), amikor a keverékek fehérje százalécai magasabbak voltak nemcsak a kontroll (tisztá búza) parcellánál, hanem a 30 kg/ha nitrogén trágyázott parcelláknál is. Ezek a következők voltak: az Enduro 0,6 millió csíra párosítása GK Szilárd 3 millió csíra/ha és a Cellule 5 millió csíra/ha-ral, az Aviron 0,6 millió csíra/ha-Cellule 3 millió csíra/ha, az Aviron 1 millió csíra/ha mindkét őszi búzafajta 5 millió csíra/ha vetéssűrűséggel és az Enduro 1 millió csíra/ha a GK Szilárd 5 millió csíra/ha társításban. Érdekeség, hogy a fehérjetartalom esetében az őszi takarmányborsó 1 millió csíra/ha vetéssűrűsége mellett az őszi búza fajták 5 millió csíra/ha kombinációi értek el magasabb százalékokat. Ezek az eltérések azonban számszerűleg igen kismértékűek voltak, statisztikailag ennél a paraméternél is csupán a 60 kg/ha nitrogén trágyázott területek esetében tudtunk különbségeket kimutatni.

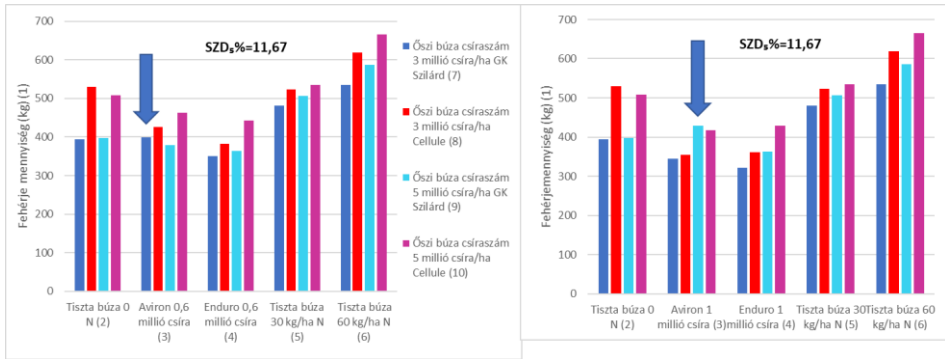


3. ábra: Őszi búza fehérjetartalom az őszi borsó 0,6 millió csíra/ha (balra) és 1 millió csíra/ha (jobbra) vetéssűrűsége mellett

Figure 3. Winter wheat protein content with the sowing density of winter pea 0,6 million seed ha⁻¹ (left) and 1 million seed ha⁻¹ (right)

(1) protein content of winter wheat, (2) pure wheat with no nitrogen fertilizer, (3) Aviron 0,6 million seed ha⁻¹ (4) Enduro 0,6 million seed ha⁻¹ (5) winter wheat with 30kg/ha nitrogen fertilizer, (6) winter wheat with 60 kg/ha nitrogen fertilizer, (7) GK Szilárd 3 million seed ha⁻¹, (8) Cellule 3 million seed ha⁻¹, (9) GK szilárd 5 million seed ha⁻¹, (10) Cellule 5 million seed ha⁻¹

Az egy hektárra jutó fehérje mennyiségnél (4. ábra) ugyancsak az Aviron és a GK Szilárd párosítás esetében kaptunk a kontrollnál magasabb értékeket. Az őszi takarmányborsó 0,6 millió csíra/ha vetéssűrűségénél az Aviron fajta és a GK Szilárd 3 millió csíra/ha keverék, az őszi borsó 1 millió csíra/ha-nál az Aviron fajta és a GK Szilárd 5 millió csíra/ha társításban bizonyult a legideálisabb növénytársításnak. A keverék parcellák egyike sem érte el a nitrogén trágyázott parcellák értékeit a fehérje mennyiséget illetően. Statisztikailag csak a 60 kg/ha trágyázott parcellák esetében tudtunk különbséget igazolni. Az Aviron 0,6 millió csíra/ha vetéssűrűsége az összes őszi búza társításban nagyobb értékeket ért el, mint az Enduro ugyanekkora csíraszámú vetett parcellái. Az őszi takarmányborsó 1 millió csíra/ha vetéssűrűségénél már változatosabb képet mutat: az Aviron a GK Szilárddal, az Enduro ezzel szemben a Cellule csíraszámúval produkált magasabb fehérje mennyiséget hektáronként.



4. ábra: Őszai búza fehérje mennyiség az őszi borsó 0,6 millió csíra/ha (balra) és 1 millió csíra/ha (jobbra) vetéssűrűsége mellett

Figure 4: Protein quantity per hectare of winter wheat with the sowing density of winter pea 0,6 million seed ha⁻¹ (left) and 1 million seed ha⁻¹ (right)

(1) protein quantity per hectare of winter wheat, (2) pure wheat with no nitrogen fertilizer, (3) Aviron 0,6 million seed ha⁻¹ (4) Enduro 0,6 million seed ha⁻¹ (5) winter wheat with 30kg/ha nitrogen fertilizer, (6) winter wheat with 60 kg/ha nitrogen fertilizer, (7) GK Szilárd 3 million seed ha⁻¹, (8) Cellule 3 million seed ha⁻¹, (9) GK szilárd 5 million seed ha⁻¹, (10) Cellule 5 million seed ha⁻¹

KÖVETKEZTETÉSEK

Kísérletünkben az őszi búzát őszi takarmányborsóval társítva vetettük el, amely során a hüvelyes növény nitrogénkötő és szolgáltató szerepét, mint természetes nitrogén utánpótlást használtuk fel. Míg ez az alternatív növénytermesztési mód széles körben elterjedt Nyugat-Európában (*Lithourgidis et al.* 2011), különösen az ökológiai, illetve kis ráfordítással bíró gazdaságok körében, addig kevés hazai példát találunk. Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy a magyarországi klíma önmagában alkalmas az őszi búza őszi takarmányborsóval való társítására, ugyanakkor a tavaszi hónapokban esetlegesen előforduló aszályos időszakok döntően befolyásolni tudják a termésképződést, és a minőségi mutatókat mindkét elvetett kultúra esetében. Ezt láthattuk a 2019/2020-as tenyészidőszakban, amikor az áprilisban hullott kis mennyiségű csapadék messze elmaradt a sokévi átlagtól. Ebben a hónapban az őszi búza a szárbaindulás fenológiai fázisában volt (*Antal* 2005), vélhetően az elmaradt csapadék az oka annak, hogy az általunk kapott eredmények kevésbé tükrözik a fajtaktól elvárt kiváló termésmutatókat. *Urbatzka et al.* (2011) őszi és tavaszi borsót vizsgáltak önálló és gabonafélékkel társított

parcellákban, ahol az őszi borsó magasabb termésszintet, és termésbiztonságot, megnövekedett gyomelnyomó képességet, valamint hatékonyabb nitrogén megkötést ért el társításban leelőzve a tavaszi borsó eredményeit. Ezt a megállapítást részben mi is megerősíthetjük: az őszi búza a támasztó szerepet tökéletesen betöltötte az őszi borsó mellett, az együtt vetett parcellák esetében nem volt számottevő gyomosodás, szármegdőlés, vagy gombás megbetegedés. Növénytársításban lényegi kérdés a helyes vetési arány, illetve a fajtaválasztás. Kísérletünkben az őszi búza esetében az optimálisnak mondható 5 millió csíra/ha vetéssűrűséget tekintettük 100%-nak, az őszi borsó esetében az 1 millió csíra/ha képviselte ugyanezt az értéket. Ehhez mérten a 60%-ot az őszi búzánál a 3 millió csíra/ha, az őszi borsónál a 0,6 millió csíra/ha jelentette. A terméshozamot tekintve azt tapasztaltuk, hogy a sűrűbb csíraszám mellett magasabb értékeket értünk el minkét fajtánk esetében függetlenül az őszi borsó csíraszámától. Ez egybevág *Pelzer et al.* (2016) megállapításával, mely szerint az őszi búza vetésarányának növelésével a termés is növekszik. Összesen két esetben tapasztaltunk magasabb termésmennyiséget a tiszta búzával szemben: a társított őszi búza fajtánk a GK Szilárd, az őszi borsó pedig az Aviron volt. A két őszi borsó csíraszámát összehasonlítva a 0,6 millió csíra esetében az Aviron az összes kombinációban, az 1 millió csíra mellett az Enduro a Cellule-lal, az Aviron a GK Szilárddal tűnt előnyösebb társításnak. A fehérjetartalom esetében már 6 kombináció esetében értünk el magasabb százalékokat nemcsak a kontroll, hanem a 30 kg/ha nitrogén trágyázott parcelláknál, ami arra enged következtetni, hogy ez a választott vetéssűrűség a fehérjetartalom szempontjából volt előnyös választás. Ezt a gondolatot erősíti meg az a tény, hogy mindkét kultúra esetében a nagyobb vetéssűrűség mellett volt nagyobb a fehérjetartalom. Ez némileg ellentmond *Dordas et al.* (2012) megfigyelésének, mely szerint a magkeverékben nagyobb arányban szereplő takarmányborsó esetén emelkedik a fehérjetartalom, ugyanakkor a gabonafélék részarányát csökkentették a borsó javára. Az egy hektárra jutó fehérjemennyiségnél a már említett Aviron és GK Szilárd esetében kaptunk a kontroll parcellánál magasabb értékeket. A keverék parcellák egyike sem érte el sem a 30 kg/ha, sem a 60 kg/ha nitrogén trágyázott területek szintjét. A két őszi borsófajta csíraszámát tekintve hasonló képet kaptunk, mint a termésmennyiség esetében: vagyis a 0,6 millió csíra/ha vetéssűrűség mellett az Aviron valamennyi társításban jobbnak bizonyult az Enduronál, míg a hektáronkénti 1 millió csíraszámánál csak a GK Szilárddal való kombinációban teljesült ez a feltétel. A többi esetben a Cellule az Enduroval hozott magasabb eredményt.

A legkedvezőbb társítás valamennyi vizsgált paraméterünknel az Aviron 1 millió csíra/ha GK Szilárd 5 millió csíra/ha kombináció volt, hiszen magasabb értékeket ért el, mint a kontroll búza parcellák. Ugyanakkor csak a fehérjetartalom esetében mutattak nagyobb százalékot a nitrogén trágyázott parcellák kisebbik dóziséjánál. Ezek az eltérések számszerűleg olyan kis mértékűek voltak, hogy statisztikailag igazolni ebben az évben, ilyen környezeti feltételek mellett nem tudtuk őket. Vizsgálataink ígéretesnek tekinthetők az őszi búza trágyázási rendszerének tovább fejlesztéséhez, egyben a természetes nitrogén utánpótlás használata gyakorlati megalapozása lehet a korszerű és fenntartható növénytermesztés elvének.

THE EFFECT OF WINTER PEA ON GRAIN YIELD AND CRUDE PROTEIN CONTENT OF WINTER WHEAT IN INTERCROP

MARIANNA VÁLYI-NAGY - MELINDA TAR - KATALIN IRMES - ATTILA
RÁCZ - ISTVÁN KRISTÓ

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Plant Production scientific
Institute

SUMMARY

Leguminous crops with their high protein content and nutritional values play a prominent role in crop rotation. In the 60s it was a strong agricultural development in Hungary, which favoured to keep fodder-need animals. Thereby feed protein demand surpassed on domestic production. Currently 40% of the feed protein demands comes from import, which can not be able to change supports and applications. Essential amino acids of fodder pea (*Pisum sativum subsp. arvense*) can be able to replaces soybean in half proportion. Wheat is a nutrient needs plant which has a beneficial effect of fertilization. It is a perfect indicator plant for nutrient deficiency or surplus. In the case of intensive production it is particularly important split application of nitrogen fertilizer. Intercropping is a kind of crop production, when two or more crops sowing, nursing and harvest together in the same field during one growing season. Thereby we can able to increase not only the sown area of protein plant, but also with their nitrogen fixing ability

we can utilize a natural form of subsequent delivery of nitrogen. Our investigation were made in Szeged-Öthalom, in the year of 2019/2020 with two varieties of winter wheat (GK Szilárd, Cellule), and two varieties of winter pea (Aviron, Enduro). Experimental plots were in random layout in 4 repeats, where each parcel was 10 square meter. We use two different seed density in every varieties in every combination. We have examined the effect of winter pea on crop yield, protein content and protein quantity per hectare of winter wheat. The most promising plant association in terms of crop yield and protein quantity per hectare was Aviron 0,6 million seed ha⁻¹ and GK Szilárd 3 million seed ha⁻¹, as well as Aviron 1 million seed ha⁻¹ and GK Szilárd 5 million seed ha⁻¹, then a higher value was obtained than plots sown with pure wheat. The highest values were examined in the case of fertilized parcels in 60 kg ha⁻¹. In terms of protein content in 6 plant associations we accepted higher results than pure wheat and nitrogen fertilized in 30 kg ha⁻¹. Although we couldn't prove statistically differences on crop yield and protein content, our examinations can be considered as a guide to develop fertilization system of winter wheat. Because of gradually rising fertilizer prices and limited access of quantities it is in our interest to exploit alternative fertilization options an efficient, economically sustainable and environmental friendly way.

Keywords: winter wheat, winter pea, intercrop, nitrogen supply, sustainable production

IRODALOMJEGYZÉK

Antal J. (2005): Növénytermesztés tan 1. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Bocz E. (1992): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Bedoussac, L. - Justes, E. (2010): Dynamic analysis of competition and complementarity for light and N use to understand the yield and the protein content of a durum wheat-winter pea intercrop. *Plant Soil.* 330: 37-54.

Dordas, C. A. - Vlachostergios, D. N. - Lithourgidis, A. S. (2012): Growth dynamics and agronomic-economic benefits of pea-oat and pea-barley intercrops. *Crop and Pasture Science.* 63(1) 45-52.

Ghaley, B. B. - Hauggaard-Nielsen, H. - Hogh-Jensen, H. - Jensen, E. S. (2005): Intercropping of wheat and pea as influenced by nitrogen fertilization. *Nutrient Cycling in Agroecosystems.* 73: 201-212.

Gollner, G. - Starz, W. - Friedel, J. K. (2019): Crop performance, biological N fixation and pre-crop effect of ideotypes in an organic farming system. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 115: 391-405.

Gooding, M. J. - Kasyanova, E. - Ruske, R. - Hauggaard-Nielsen, H. - Jensen, E. S. - Dahlmann, C. - Von Fragstein, P. - Dibet, A. - Corre-Hellou, G. - Crozat, Y. - Pristeri, A. - Romeo, M. - Monti, M. - Naunay, M. (2007): Intercropping with pulses to concentrate nitrogen and sulphur in wheat. *The Journal of Agricultural Science*. Volume 145, Issue 5. 469-479.

Hauggaard-Nielsen, H. - Ambus, P. - Jensen, E. S. (2003): The comparison of nitrogen use and leaching in sole cropped versus intercropped pea and barley. *Nutrient cycling in agroecosystems*. 65: 289-300.

Kismányoki T. (2005): Hüvelyesek. In Antal J. (szerk.) *Növénytermesztés 2. Mezőgazda Kiadó, Budapest*.

Lithourgidis, A. S. - Vlachostergios, D. N. - Dordas, C. A. - Damalas, C. A. (2011): Annual Intercrops: An Alternative Pathway for Sustainable Agriculture. *Australian Journal of Crop Science*. Vol. 5, No. 4, 396-410.

Loch J. (1999): A trágyázás agrokémiai alapjai. In Fülek Gy. (szerk.): *Tápanyag-gazdálkodás, Mezőgazda Kiadó, Budapest*.

Murray, G.A. - Swensen, J.B (1985): Seed Yield of Austrian Winter Field Peas Intercropped with Winter Cereals. *Agronomy Journal*. Volume 77, Issue 6, 913-916.

Pelzer, E. - Bazot, M. - Makowski, D. - Corre-Hellou, G. - Naudin, C. - Al Rifai, M. - Baranger, E. - Bedoussac, L. - Biarnés, V. - Boucheny, P. - Carrouée, B. - Dorvillez, D. - Foissy, D. - Gaillard, B. - Guichard, L. - Mansard, M. C. - Omon, B. - Prieur, L. - Jeuffroy, M-H. (2012): Pea-wheat intercrops in low-input conditions combine high economic performances and low environmental impacts. *European Journal of Agronomy*. Volume 40, 39-53.

Pelzer, E. - Bazot, M. - Guichard, L. - Jeuffroy, M-H. (2016): Crop Management Affects the Performance of a Winter Pea-Wheat Intercrop. *Agronomy Journal*. Volume 108, Issue 3, 1089-1100.

Pepó P. (2010): A magyar búzatermesztés agronómiai értékelése. *Növénytermelés*. 59. (2) 85-100.

Pepó P. - Sárvári M. (2011): Gabonanövények termesztése. Agrármérnöki Msc szak tananyagfejlesztése, TÁMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0010 projekt. Debreceni Egyetem. 1-28

Urbatzka, P. - Graß, R. - Haase, T. - Schüler, C. - Trautz, D. - Heß, J. (2011): Grain yield and quality characteristics of different genotypes of winter pea in comparison to spring pea for organic farming in pure and mixed stands. *Organic Agriculture*. 1: 187-202.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

Vályi Nagy Marianna

Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési Tudományok Intézete, Növénytermesztési és Agrotechnikai Kutatóállomás, 6726 Szeged, Alsó-kikötő sor 9.

E-mail: Valyi-Nagy.Marianna@uni-mate.hu

Tar Melinda

Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési Tudományok Intézete, Növénytermesztési és Agrotechnikai Kutatóállomás, 6726 Szeged, Alsó-kikötő sor 9.

Tar.Melinda@uni-mate.hu

Irmes Katalin

Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési Tudományok Intézete, Növénytermesztési és Agrotechnikai Kutatóállomás, 6726 Szeged, Alsó-kikötő sor 9.

E-mail: Irmes.Katalin@uni.mate.hu

Rácz Attila

Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési Tudományok Intézete, Növénytermesztési és Agrotechnikai Kutatóállomás, 6726 Szeged, Alsó-kikötő sor 9.

E-mail: Racz.Attila@uni-mate.hu

Kristó István

Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési Tudományok Intézete, Növénytermesztési és Agrotechnikai Kutatóállomás, 6726 Szeged, Alsó-kikötő sor 9.

E-mail: Kristo.Istvan@uni-mate.hu



CINK LOMBTRÁGYÁZÁS HATÁSA A KUKORICA (*ZEА MAYS L.*) FŐBB ÉRTÉKMÉRŐ TULAJDONSÁGAI RA, AZONOS KÁLIUM ALAPTRÁGYÁZÁS MELLETT

TÓTH ENDRE ANDOR – KALOCSAI RENÁTÓ – GICZI ZSOLT – VONA VIKTÓRIA

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdasági- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Cink- és kálium tartalmú műtrágyák hatását vizsgáltuk vályogtalajon kukorica növényen (*Zea mays L.*) három éven keresztül (2018-2020) Bogyoszlón, Győr-Moson-Sopron megyében. A cikk keretében a két tápelem együttes hatását vizsgáltuk a kukorica csőtömegére (g), olajtartalmára (m/m %), nyersfehérje-tartalmára (m/m %) és keményítőtartalmára (m/m %). Mértük továbbá a növény magasságát (cm), a kukoricacsövek hosszát (cm), illetve az egy csövön lévő sorok számát (db). A cink levéltrágyázás útján, bázisos cink-karbonát formájában, a kálium pedig kálisó (KCl) formában, talajtrágyázás útján került kijuttatásra. Az eredmények kimutatták, hogy a 3 év átlagában a Zn és K kijuttatás szignifikánsan növelte a kukorica csőtömegét. A legnagyobb csőtömeget 1.30 kg ha^{-1} Zn dózis mellett érték el. A Zn kijuttatása szignifikánsan növelte a kukoricacsövek hosszát ($P < 0.01$), az egy csövön lévő sorok számát ($P < 0.05$), a kukoricacsövek tömegét ($P < 0.01$), és a növénymagasságot ($P < 0.01$). A káliummal történő műtrágyázás szignifikánsan növelte a kukoricacsövek tömegét ($P < 0.01$), a kukorica keményítőtartalmát ($P < 0.01$) és a növény magasságát ($P < 0.01$). Az bázisos cink-karbonát optimális mennyisége a vizsgált paraméterek tekintetében a 3 év során 1.5 kg ha^{-1} volt. A Zn \times K interakció nem növelte szignifikánsan egyik vizsgált paraméter értékeit sem.

Kulcsszavak: kukorica, cink, kálium, lombtrágya, hozam, fehérjetartalom, keményítőtartalom

BEVEZETÉS

A kukoricát a világ szinte összes országában termesztik, összesen kb. 160 millió hektáron (*Silva et al.*, 2017). Magyarországon a kukorica a legnagyobb területen termesztett növényünk: 2020-ban 0,973 millió hektárról takarították be (KSH). A kukorica a cink hiányára érzékenyen reagáló növény (*Gupta et al.*, 2008). A cink egy fontos mikroelem, amely nélkülözhetetlen a növények normális, egészséges növekedéséhez és reprodukciójához (*Sadeghzadeh*, 2013). Aktívan részt vesz a fehérje anyagcserében és az auxintermelés serkentése révén a növények növekedésszabályozásában, valamint a sejtekben nélkülözhetetlen szerepet tölt be a stabil metalloenzim-komplexek kialakításában is (*Várallyay et al.*, 2009).

A cink esszenciális mivoltát kukoricában először *Mazé* bizonyította 1915-ben, nem sokkal később, 1926-ban pedig *Sommer* és *Lipman* mutatta ki árpában és napraforgóban. A világon termesztett gabonák közel 50%-át termesztik cink-hiányos talajon (*Graham és Welch* 1996; *Cakmak* 2012). *Kádár* (2005) szerint a magyarországi talajok 46 %-a cinkkel gyengén ellátott. A különböző formában levő cinket a növények különböző hajlamossággal képesek felvenni. Az talajban jelen levő formák arányát nagyban befolyásolja a talaj pH-tartalma, a cink és más elemek (elsősorban vas és mangán) koncentrációja (*Cakmak*, 2008). A cinket leginkább korlátozó faktorok a talajban a magas talaj-pH, illetve a talaj túlzott foszfor-tartalma (*Martens és Lindsay*, 1990 in *Csathó et al.*, 2018). A növények a cinket Zn^{2+} -ion vagy természetes, illetve mesterséges komplex vegyület formájában veszik fel (*Tóth et al.*, 2018). A cink normál koncentrációja a növényekben 25 és 150 mg kg⁻¹ között van, cink-hiány jellemzően a 20 mg kg⁻¹ koncentráció alatt jelentkezik, míg toxikus tünetek 400 mg kg⁻¹ fölött jelentkeznek (*Tisdale et al.*, 1993). A cink-hiány tünetei a következők lehetnek: érközi klorózis, elsősorban fiatal leveleken; vöröses-barnás vagy bronz minták megjelenése a leveleken; aprólevelűség; a fellépő auxinhiány végett törpe szártágúság és rozettásodás; visszafogott növekedés, lerövidült ízkezők; illetve súlyos cink-hiány esetében gyökércsúcs-elhalás („dieback”) (*Scaife és Turner*, 1983; *Marchner*, 1995; *Sharma*, 2006). Az éghajlati

viszonyok, csapadékellátás jelentősen befolyásolják a növény fejlődését, termés hozamát, minőségét (Varga-Haszonits *et al.*, 2019/a; 2019/b).

A növény anyagcsere-folyamataiban a kálium számos specifikus funkciót lát el. Az enzimekre szerkezetstabilizáló és aktiváló hatást fejt ki, szerepe van a fehérjeszintézisben és a szénhidrátok képzésében. Elősegíti az energiagazdag foszfátok képződését. A jó káliumellátás fokozza a fotoszintetikus aktivitást. Kedvező hatást gyakorol a növények vízháztartására, fokozza a növények fagyűrő képességét (Loch és Nosticzius, 2004). A kálium hiánya eleinte nem okoz látható elváltozásokat: a növekedési ráta először csökken, majd megáll. Amennyiben az elem hiánya tartósan fennáll, egyre több és súlyosabb tünet jelentkezhet. Az elem hiánya eleinte a leveleken nekrozis, vagy klorózis formájában, elsősorban az idősebb leveleken. Súlyos kálium hiány esetében a levelek elszáradnak és elhalnak alulról felfelé haladva, majd végső esetben a növény pusztulása is bekövetkezhet (Mengel és Kirkby, 1987).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérletünkben a cink és a kálium együttes hatását vizsgáltuk kisparcellás körülmények között kukorica (Konfites fajta) növényen egy három éves kísérlet keretében (2018-2020).

A kísérletbe bevont területen a vizsgálatok megkezdése előtt talajvizsgálatot végeztünk. A mintavételezés a szántóföldi mintavételezési előírásoknak megfelelően a termőréteg felső 0-30 cm rétegéből történt, átlós mintavételi módszerrel az MSZ-08-0202:1977 szabvány szerint. A pontmintákból képzett átlagmintát a Synlab Hungary Kft. mosonmagyaróvári laboratóriumában vizsgáltuk.

A talajvizsgálat eredményeit a 3RP program tápanyag-gazdálkodási terve alapján értékeltük. A talajvizsgálat eredményeit az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: A talaj fizikai és kémiai tulajdonságai

Table 1: Soil physical and chemical characteristics at Bogyoszló

pH (KCl)	KA	Humus (w/w %)	CaCO ₃ (w/w %)	AL-Soluble P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	AL-Soluble K ₂ O (mg kg ⁻¹)	KCl-EDTA- Soluble Zn (mg kg ⁻¹)
6.28	42	3.04	<0.10	95	43	1.6

A kísérletet 22,5 m² -es (4,5 × 5m) parcellákon állítottuk be véletlen blokk elrendezésben, négy ismétlésben, mindhárom évben ugyanazon kukorica fajtaival. Első lépcsőként a vizsgált területet két egyenlő részre osztottuk: az egyik terület nem kapott semmilyen kálium-tartalmú műtrágyát, míg a másik terület minden évben a szaktanácsadási rendszernek megfelelő mennyiségű, 180 kg ha⁻¹ kálium műtrágyát kapta. A kísérletben mindkét területet felosztottuk 20 parcellára, mivel a cink visszapótlásra vonatkozó kísérletet (ZnCO₃, 2Zn(OH)₂, H₂O): kontroll + 4 dózisban állítottuk be: 0.25; 0.5; 1.0; 2.0 kg ha⁻¹. Ismétlések száma: 4. Így összesen 40 parcelláról gyűjtöttünk adatokat minden évben.

A kísérletben a kálium pótlására kereskedelmi forgalomban is kapható kálium tartalmú műtrágyát (60 %-os kálisó) használtunk, melynek kijuttatására ősszel került sor (kézzel, vetési mozdulattal), míg a cink lombtrágyázásra bázisos cink-karbonátot alkalmaztunk. A lombkezelésekre a növény 6-8 leveles állapotában került sor.

A termésminták vizsgálata során a következő méréseket és számításokat végeztük: csőhossz mérése (mm), szemsorok száma (db), morzsolt szemek tömege (g), növény magassága (cm).

A termékek beltartalmi értékmérő tulajdonságainak vizsgálatát Mosonmagyaróváron a Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Környezettudományi Intézet, Kémiai Intézeti Tanszékén, Perten Inframatic 9200 típusú gabonaanalizátor készülék segítségével határoztuk meg a minőségi paramétereit: fehérjetartalom (m/m %), olajtartalom (m/m %), keményítő-tartalom (m/m %).

Mivel két különböző változó (cink és kálium) hatását vizsgáltuk a különböző terméseredményekre, ezért a csoportképzés után (kontroll – többi kezelés) kéttényezős varianciaanalízissel ellenőriztük a kezelések hatásosságát. A varianciaanalízis után LSD post-hoc segítségével meghatároztuk, mely cink-dózisok között áll fenn szignifikáns különbség, regresszió analízis segítségével meghatároztuk az optimális cink-dózisokat. A

kísérleti eredmények összeállításához és rendszerezéséhez a Microsoft Office Excel 2016 programcsomagot használtuk.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A varianciaanalízis eredményei alapján a kezelések a kukoricacsövek hosszára, a kukoricacső tömegére és a csövek hosszára $P < 0.01$ szinten, a kukorica keményítő-tartalmára pedig $P < 0.05$ szinten voltak hatékonyak.

A kezelések szignifikánsan növelték a csövek hosszát a 3 év átlagában 0.5 kg ha^{-1} Zn dózistól kezdődően. Az egyes kezelések közötti különbségeket a 2. táblázat foglalja össze. a kukoricacsövek maximumát 1.57 kg ha^{-1} Zn dózis kijuttatása esetén kaptuk (1. ábra).

Mohsin et al. (2014) hasonló eredményeket értek el: két éves kísérletükben homokos vályogtalajon, kukorica növényen vizsgálták a mag cinkkel történő bevonásának és a növény cinkkel való lombtrágyázásának hatását. Vizsgálataik alapján a kombinált kezelések (2 %-os mag-csávázás és 2 %-os levéltrágyázás) során szignifikánsan nőtt többek között a növény magassága, csőhossza, cső átmérője, ezermagtömege és a szemtermése.

2. táblázat: A kukorica csőhosszának (cm) eredménytáblázata

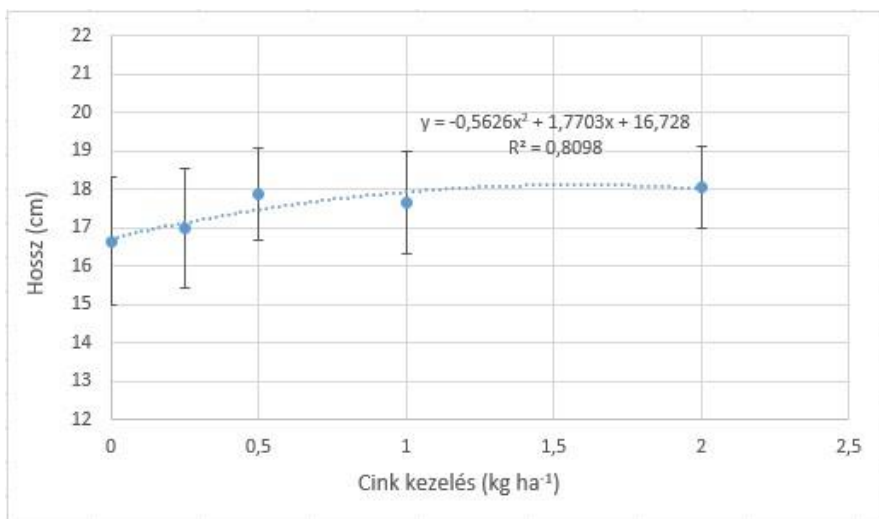
Table 2: The effect of zinc application on the length of the cobs (cm)

Kálium műtrágya	Cink dózisosok (kg ha^{-1})					
	Zn0	Zn0,25	Zn0,5	Zn1	Zn2	Átlag
K nem kezelt	16,52	17,13	17,85	17,70	17,70	17,38
K kezelt	16,79	17,14	17,94	17,63	18,42	17,58
Átlag	16,65	17,13	17,90	17,67	18,06	

Bármely két kombináció között $SzD_{5\%}: 0,70$; $SzD_{1\%}: 0,94$

A "cink" tényező változatai között a "kálium" tényező átlagában $SzD_{5\%} - : 0,49$; $SzD_{1\%}: 0,66$

A "kálium" tényező változatai között a "cink" tényező átlagában $SzD_{5\%} - : 0,31$; $SzD_{1\%}: 0,42$



1. ábra: A kezelések hatása a kukorica csőhosszára

Figure 1: Effect of the treatments on the length of the cobs

A cinkkel történő lombtrágyázás szignifikánsan növelte az egy csővön lévő sorok számát ($P < 0.05$), azonban a káliummal történő kezelés, illetve a cink \times kálium interakcióknak nem volt szignifikáns hatásuk a szemsorok számára. Az egyes kezelések közötti eltéréseket a 3. táblázat mutatja be. A legtöbb szemsort 1.32 kg ha⁻¹ cink-dózis kijuttatása esetén értük el (2. ábra).

3. táblázat: A kukorica szemsorok számának (db) eredménytáblázata

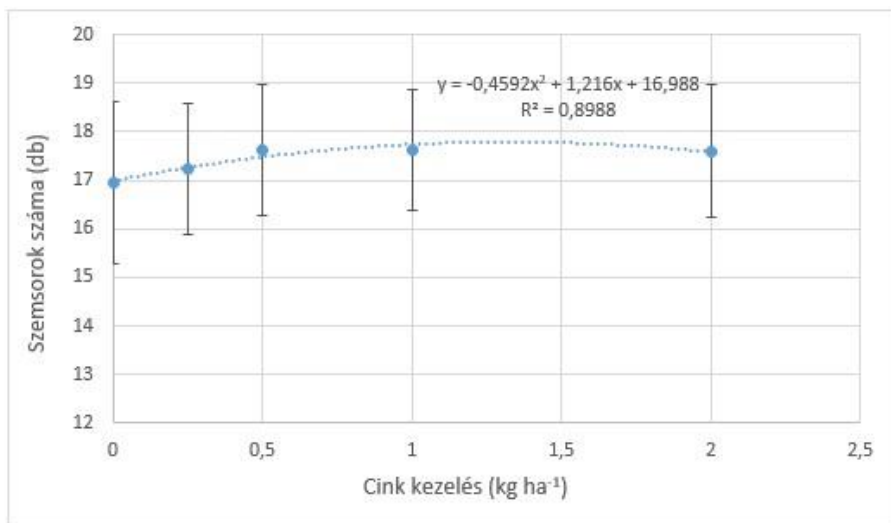
Table 3: The effect of zinc application on the number of rows per cob

Kálium műtrágya	Cink dózisok (kg ha ⁻¹)					Átlag
	Zn0	Zn0,25	Zn0,5	Zn1	Zn2	
K nem kezelt	17,07	17,24	17,56	17,58	17,65	17,42
K kezelt	16,93	17,47	17,82	17,77	17,66	17,53
Átlag	17,00	17,35	17,69	17,68	17,65	

Between any of the two combination LSD_{5%}: 0,61; LSD_{1%}: 0,83

Between the "zinc" factor in the average of "potassium" factor SzD_{5%} - : 0,43; SzD_{1%}: 0,58

Between the "potassium" factor in the average of the "zinc" factor LSD_{5%} - : 0,27; LSD_{1%}: 0,37



2. ábra: A kezelések hatása a kukorica szemsorok számára

Figure 2: Effect of the treatments on the number of rows per cob

Mind a kálium, mind a cink kezelések 99 %-os szignifikancia szinten hatásosak voltak a kukorica morzsolt tömegére ($P < 0.01$). A kezelések során a legnagyobb morzsolt tömeget a káliummal ellátott, $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$ cink dózisú kezelés esetén értük el, ami $260,34 \text{ g}$ volt. Ez a kontroll kezeléshez képest több mint 12 %-os növekedést jelent. Az egyes kezelések közötti különbségeket az 4. táblázat foglalja össze. A morzsolt tömegre illesztett másodfokú függvény $1,30 \text{ kg ha}^{-1}$ cink dózis esetén érte el a maximumát (3. ábra).

Potarzycki és Grzebisz (2009) hasonló eredményre jutottak; Lengyelországban agyagbemosódásos barna erdőtalajon beállított hároméves kísérletükben megállapították, hogy a ZnO-ZnSO_4 levéltrágya használata két évben is szignifikánsan növelte a kukorica terméseredményét.

Shahab és munkatársai szintén kukorica növényen vizsgálták a cink-szulfát hatását talajon keresztül, illetve levéltrágya formájában (Shahab et al., 2015). Megállapították, hogy a cink kombinált (talajon és levéltrágyaként) alkalmazásával jobb eredményt értek el, mint azok egyedüli használatával. Az adagolt 5 kg ha^{-1} talajtrágya és 0.5 kg ha^{-1} levéltrágya dózisokkal szignifikáns növekedést értek el a növény hozamát, csőhosszát, csőtömegét, és ezermagtömegét tekintve.

4. táblázat: A kukorica morzsolt tömegének (g) eredménytáblázata

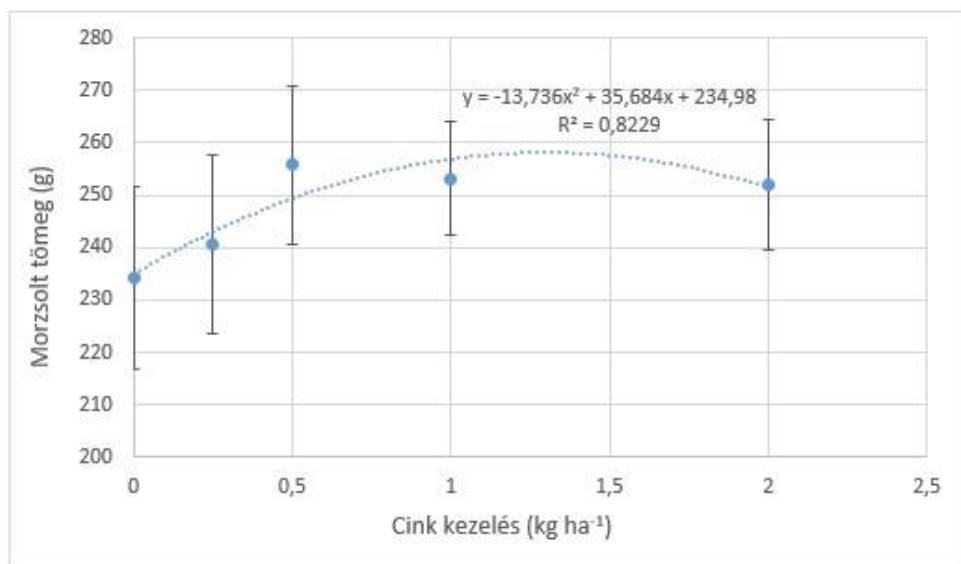
Table 4: The effect of zinc application on the cob mass (g)

Kálium műtrágya	Cink dózisok (kg ha ⁻¹)					Átlag
	Zn0	Zn0,25	Zn0,5	Zn1	Zn2	
K nem kezelt	231,99	241,28	251,16	249,53	246,65	244,12
K kezelt	236,28	243,58	260,34	256,82	257,32	250,87
Átlag	234,13	242,43	255,75	253,18	251,98	

Bármely két kombináció között SzD_{5%}: 10,09; SzD_{1%}: 13,64

A "cink" tényező változatai között a "kálium" tényező átlagában SzD_{5%} - : 7,14; SzD_{1%}: 9,64

A "kálium" tényező változatai között a "cink" tényező átlagában SzD_{5%} - : 4,51; SzD_{1%}: 6,10



3. ábra: A kezelések hatása a kukorica morzsolt tömegére

Figure 3: Effect of the treatments on the cob mass

A kapott eredmények alapján az elvégzett kezelések hatására a kukorica olajtartalmát és fehérjetartalmát tekintve a különböző kezelések között nem találtunk szignifikáns különbségeket a statisztikai elemzés során. Az egyes kezelések közötti különbségeket az 5. illetve a 6. táblázat foglalja össze. A cink és kálium kezelések kismértékben (2-3 %) növelték a kukorica olaj-, illetve fehérjetartalmát a 3 éves kísérlet során, azonban ez a növekedés statisztikailag nem volt bizonyítható (4. és 5. ábra)

5. táblázat: A kukorica olajtartalmának (%) eredménytáblázata

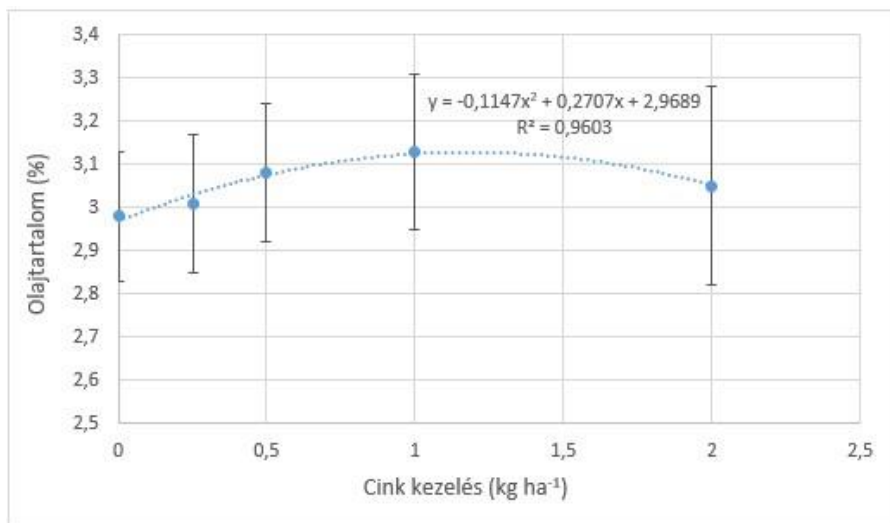
Table 5: The effect of zinc application on the oil content (%)

Kálium műtrágya	Cink dózisok (kg ha ⁻¹)					Átlag
	Zn0	Zn0,25	Zn0,5	Zn1	Zn2	
K nem kezelt	3,05	3,02	3,07	3,13	2,98	3,05
K kezelt	2,91	3,01	3,09	3,12	3,12	3,05
Átlag	2,98	3,01	3,08	3,13	3,05	

Bármely két kombináció között SzD_{5%}: 0,18; SzD_{1%}: 0,24

A "cink" tényező változatai között a "kálium" tényező átlagában SzD_{5%} – : 0,13; SzD_{1%}: 0,17

A "kálium" tényező változatai között a "cink" tényező átlagában SzD_{5%} – : 0,08; SzD_{1%}: 0,11



4. ábra: A kezelések hatása a kukorica olajtartalmára

Figure 4: Effect of the treatments on the oil content

6. táblázat: A kukorica fehérjetartalmának (%) eredménytáblázata

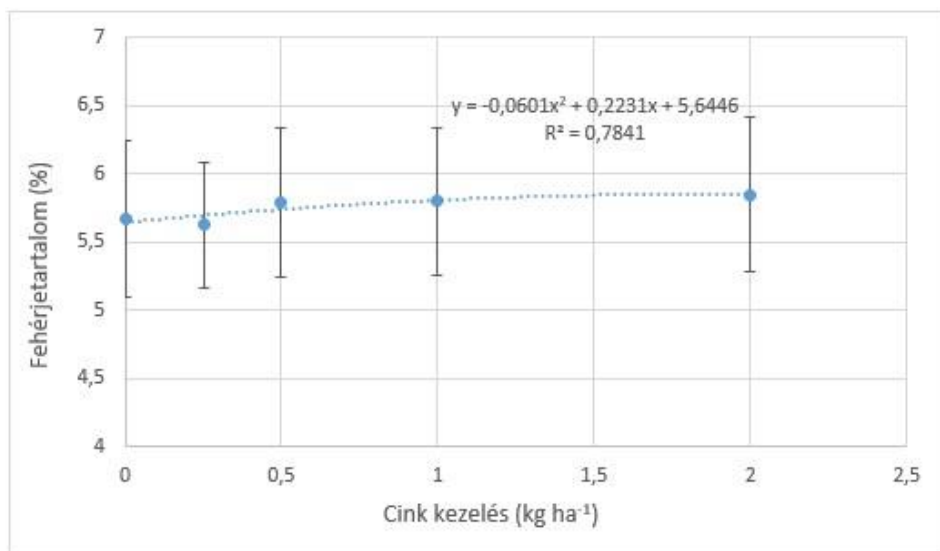
Table 6: The effect of zinc application on the protein content (%)

Kálium műtrágya	Cink dózisok (kg ha ⁻¹)					
	Zn0	Zn0,25	Zn0,5	Zn1	Zn2	Átlag
K nem kezelt	5,58	5,61	5,71	5,81	5,78	5,70
K kezelt	5,75	5,66	5,87	5,78	5,91	5,79
Átlag	5,67	5,63	5,79	5,80	5,85	

Bármely két kombináció között SzD_{5%}: 0,42; SzD_{1%}: 0,57

A "cink" tényező változatai között a "kálium" tényező átlagában SzD_{5%} – : 0,30; SzD_{1%}: 0,41

A "kálium" tényező változatai között a "cink" tényező átlagában SzD_{5%} – : 0,19; SzD_{1%}: 0,26



5. ábra: A kezelések hatása a kukorica fehérjetartalmára

Figure 5: Effect of the treatments on the protein content

A kezelések hatására a kukorica keményítőtartalma növekvő tendenciát mutatott a növekvő cink dózisok függvényében. Mindegyik kezelés esetében magasabb keményítőtartalmat értünk el, mint a kontroll parcella esetében. A kapott eredmények alapján az elvégzett kezelések 95 %-os szignifikancia szinten eredményesek voltak a kukorica keményítőtartalmára. A kezelések során a legnagyobb keményítőtartalmat a káliummal kezelt, 1, illetve 2 kg ha⁻¹ cink dóziséjú kezelések esetén értük el, ami 70,88 % volt. Az egyes kezelések közötti különbségeket a 7. táblázat foglalja össze. A kezelések

során a keményítőtartalom másodfokú függvénye 1,61 kg ha⁻¹ cink dózis esetén érte el maximumát (6. ábra).

7. táblázat: A kukorica keményítőtartalmának (%) eredménytáblázata

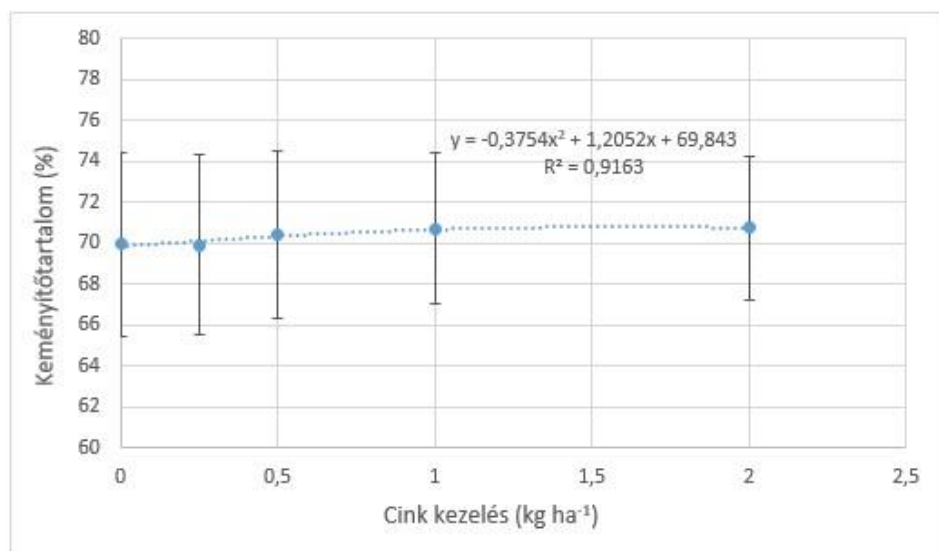
Table 7: The effect of zinc application on the starch content (%)

Kálium műtrágya	Cink dózisok (kg ha ⁻¹)					
	Zn0	Zn0,25	Zn0,5	Zn1	Zn2	Átlag
K nem kezelt	69,31	69,68	70,15	70,56	70,61	70,06
K kezelt	70,58	70,60	70,65	70,88	70,88	70,72
Átlag	69,95	70,14	70,40	70,72	70,74	

Bármely két kombináció között SzD_{5%}: 0,95; SzD_{1%}: 1,28

A "cink" tényező változatai között a "kálium" tényező átlagában SzD_{5%} – : 0,67; SzD_{1%}: 0,90

A "kálium" tényező változatai között a "cink" tényező átlagában SzD_{5%} – : 0,42; SzD_{1%}: 0,57



6. ábra: A kezelések hatása a kukorica keményítőtartalmára

Figure 6: Effect of the treatments on the starch content

A kezelések hatására a kukorica magassága növekvő tendenciát mutatott a növekvő cink dózisok függvényében (7. ábra). A kapott eredmények alapján az elvégzett kezelések a növény hatásosak voltak 99 %-os szignifikancia szinten. A 2018-2020. évi kísérletek

során a magasságot minden kezelés növelte. A kontroll kezeléshez képest 1 kg ha⁻¹ cink dózistól kezdve 99 %-os szignifikancia szinten voltak a kezelések hatásosak.

A kezelések során a legnagyobb magasságot a 3 év átlagában a káliummal ellátott, 2 kg ha⁻¹ cink dózisú kezelés esetén mértük, ami 198,25 cm volt. Ez a kontroll parcellához képest több mint 11,5 %-os növekedést jelent. Az egyes kezelések közötti különbségeket a 8. táblázat foglalja össze. A növény magasságára illesztett másodfokú függvény 1,80 kg ha⁻¹ cink dózis esetén érte el a maximumát (7. ábra).

8. táblázat: A kukorica magasságának (cm) eredménytáblázata

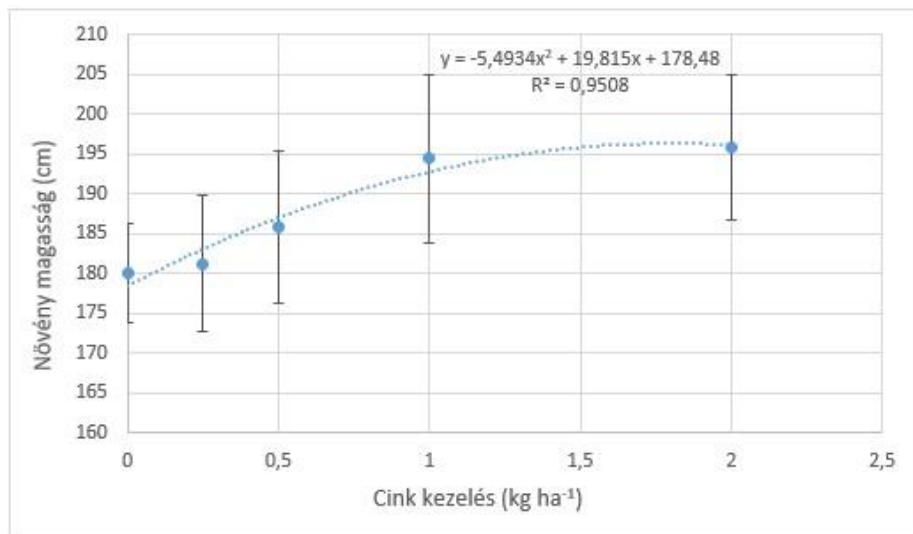
Table 8: The effect of zinc application on the plant height (cm)

Kálium műtrágya	Cink dózisok (kg ha ⁻¹)					Átlag
	Zn0	Zn0,25	Zn0,5	Zn1	Zn2	
K nem kezelt	177,75	176,50	181,13	191,75	193,38	184,10
K kezelt	182,50	186,00	190,50	197,25	198,25	190,90
Átlag	180,13	181,25	185,81	194,50	195,81	

Bármely két kombináció között SzD_{5%}: 8,11; SzD_{1%}: 10,96

A "cink" tényező változatai között a "kálium" tényező átlagában SzD_{5%} - : 5,74; SzD_{1%}: 7,75

A "kálium" tényező változatai között a "cink" tényező átlagában SzD_{5%} - : 3,63; SzD_{1%}: 4,90



7. ábra: A kezelések hatása a kukorica magasságára

Figure 7: Effect of the treatments on the plant height

A cink a növények számos élettani folyamatában játszik szerepet: auxin metabolizmus, fehérjeszintézis, vagy szénhidrát-anyagcsere (*Broadley et al. 2007*), ezáltal pedig a növények magasságára, illetve a termés nagyságára is hatással van. Az elmúlt évek során több szerző is beszámolt arról, hogy cink kijuttatásával sikerült növelni a kukorica termését (*Eteng et al. 2014; Ehsanullah et al. 2015; Harris et al. 2007; Munirah et al. 2005*). Kísérletünkben a Zn és K hatására növekedtek a kukorica mennyiségi és minőségi tulajdonságai, azonban a Zn × K interakció nem mutatott szignifikáns eredményt.

ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatunkban a cink és a kálium hatását vizsgáltuk a kukorica különböző tulajdonságaira. Az eredmények kimutatták, hogy a kezelések mindhárom évben hatásosak voltak. A két elem interakciójának nem volt szignifikáns hatása a kukorica attribútumaira, azonban külön-külön mindegyik elem növelte a különböző tulajdonságait. A cink szignifikánsan növelte a csövek hosszát, a szemsorok számát, a csövek tömegét, illetve a növény magasságát. A kálium hatására szignifikánsan nőtt a csőtömeg, a keményítő-tartalom, illetve a növény magassága. A 7 paraméter átlagában 1.5 kg ha⁻¹ kijuttatott Zn-dózis esetében növekedtek maximálisan a kukorica tulajdonságai. Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy cink-hiányos talajon a bázisos cink-karbonát sikeresen képes növelni a kukorica mennyiségi és minőségi paramétereit.

EFFECTS OF ZINC AND POTASSIUM APPLICATIONS ON THE QUALITATIVE AND QUANTITATIVE COMPONENTS OF MAIZE

ENDRE ANDOR TÓTH - RENÁTÓ KALOCSAI - ZSOLT GICZI - VIKTÓRIA VONA

Department of Water and Environmental Sciences, Faculty of Agricultural and Food Sciences, Széchenyi István University, Lucsony st. 15-17, 9200 Mosonmagyaróvár, Hungary

ABSTRACT

The impact of zinc and potassium fertilizers were tested on maize (*Zea mays* L.) grown in loamy soil in Hungary, Bogyoszló, Győr-Moson-Sopron County, during the growing seasons 2018, 2019 and 2020. In this work, the combined effects of different doses of zinc (Zn) and potassium (K) on maize cob mass (g), in terms of oil content (w/w %), raw protein content (w/w %), starch content (w/w %) were studied on the average of the 3 years. The height of the plants (cm), the length of the cobs (cm), and the number of rows per cob (pieces) were measured. Zinc was applied through a foliar application as basic zinc-carbonate, while potassium was applied through soil treatment as KCl. The results showed that the treatments of Zn and K increased the cob mass significantly. Maximum cob mass was achieved at 1.30 kg ha⁻¹ Zn dose. The application of Zn significantly increased the length of the cobs ($P < 0.01$), number of rows per cob ($P < 0.05$), the cob mass ($P < 0.01$), and the plant height ($P < 0.01$), while the application of K significantly increased the cob mass ($P < 0.01$), the starch content of the maize ($P < 0.01$) and the plant height ($P < 0.01$). The highest efficiency of Zn application was at the dose of 1.5 kg ha⁻¹. The effect of Zn × K interaction was not significant in any of the tested parameters.

Keywords: corn, zinc, potassium, foliar treatment, yield, raw protein, starch content.

IRODALOMJEGYZÉK

Ahmad AHM, Bukhsh A, Ahmad R, Iqbal J, Mudassar Maqbool M *et al.* (2012): Nutritional and physiological significance of potassium application in maize hybrid crop production. *Pak. J. Nutr.*, 11: 187–202

Broadley M, White PJ, Hammond JP, Zelko I, Lux A (2007): Zinc in plants. *New Phytol.* 173:677-702.

Cakmak I (2008): Enrichment of cereal grains with Zn: agronomic or genetic biofortification? *Plant Soil*, 302, pp. 1-17.

Cakmak I (2012): Zinc in fertilizers. International Zinc Association. Brochure.

Csathó P, Árendás T, Szabó A, Sándor R, Ragályi P et al. (2018): Phosphorus-induced zinc deficiency in maize (*Zea mays L.*) on a calcareous chernozem soil. *Agrokémia és Talajtan.* pp. 1-13. ISSN 0002-1873

Ehsanullah, Tariq A, Randhawa MA, Anjum SA, Nadeem M et al. (2015): Exploring the Role of Zinc in Maize (*Zea mays L.*) through Soil and Foliar Application. *Universal Journal of Agricultural Research*, 3(3), 69-75.

Eteng EU, Asawalam DO, Ano AO (2014): Effect of Cu and Zn on maize (*Zea mays L.*) yield and nutrient uptake in coastal plain sand derived soils of southeastern Nigeria. *Open Journal of Soil Science.* 4, 235–245.

Graham R, Welch R (1996): Breeding for staple-food crops with high micronutrient density. *Agricultural Strategies for Micronutrients.* Working paper. International Food Policy Research Institute. Washington DC.

Gupta UC, Kening WU, Siyuan L (2008): Micronutrients in soils, crops and livestock. *Earth Sci. Front.* 15, 110-125.

Harris D, Rashid A, Miraj G, Arif M, Shah H (2007): On-farm seed priming with zinc sulphate solution - A cost-effective way to increase the maize yields of resource-poor farmers. *Field Crops Research* 102, 119–127.

Kádár I (2005): Magyarország Zn- és Cu-ellátottságának jellemzése talaj- és növényvizsgálatok alapján (The Zn- and Cu-supplies of Hungary based on soil and plant analyses). *Acta Agronomica Óváriensis.* 47. (1.) pp. 11.

Központi Statisztikai Hivatal (2021): A fontosabb szántóföldi növények betakarított területe, összes termése és termésátlaga (1990-) (The harvested area, total yield and mean yield of the most important arable crops. [adatbázis]. Stadat. https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omn007a.html

Martens DC, Lindsay WL (1990): Testing soils for copper, iron, manganese and zinc. In *Soil Testing and Plant Analysis.* 3rd ed. SSSA Book Series. No. 3 edited by Westerman R.

- Mazé, P.* (1915): Détermination des éléments minéraux rares nécessaires au développement du maïs. Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de L'académie des Sciences 160: 211–214.
- Mengel, K., Kirkby, E. A.* (1987): Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute, Worblaufen-Bern, Switzerland.
- Mohsin AU, Ahmad AUH, Farooq M, Ullah S* (2014): Influence of zinc application through seed treatment and foliar spray on growth, productivity and grain quality of hybrid maize. The Journal of Animal & Plant Sciences. 24(5), 1494-1503.
- Munirah N, Khairi M, Nozulaidi M, Jahan MS* (2015): The Effects of Zinc Application on Physiology and Production of Corn Plants. Australian Journal of Basic Applied Science 9(2): 362-367.
- Potarzycki J, Grzebisz W* (2009): Plant Effect of zinc foliar application on grain yield of maize and its yielding components. Soil Environ. 55: 519-527
- Regős A* (2009): Tápanyag-gazdálkodási terv (számítógép program). 3RPsystem Vállalkozás, Makó
- Scaife A, Turner M* (1983): Diagnosis of mineral disorders in plants, 2. Vegetables London, UK: Her Majesty's Stationary Office.
- Sadeghzadeh B* (2013): A review of zinc nutrition and plant breeding. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* [online]. vol.13, n.4, pp.905-927.
- Shahab Q, Afzal M, Sarfaraz Q* (2015): Response of maize to different rates and methods of zinc application. Environment and Plant Systems 1, 43-47
- Sharma CP* (2006): Plant micronutrients. Enfield, NH, USA: Science Publishers.
- Silva FMD, Alves, LS, Filho FBB, Silva IS* (2017): Liquidez dos contratos futuros de milho negociados na BM&FBOVESPA. Revista de Administração e Negócios da Amazônia, v.9, p.26-44, 2017.
- Sommer, A.L, Lipman, C.B.* (1926): Evidence on the indispensable nature of zinc and boron for higher green plants. Plant Physiology 1: 231–249
- Tisdale SL, Nelson WL, Beaton JL* (1993): Soil Fertility and Fertilizers. 5th ed. New Jersey, USA: Pearson Education.
- Tóth E. A. - Kalocsai R. - Dorka-Vona V. – Szakál T.* (2018): A Zn-lombrágyázás hatása az őszi búza főbb értékmérő tulajdonságaira. Acta Agronomica Óváriensis 59, (1) 4-12.
- Varga-Haszonits Z. – Lantos Zs. - Szakál T.* (2019/a): Az éghajlat-növény modellek módszertani alapjai. Acta Agronomica Óváriensis 60 Klnsz pp. 25-46. , 22 p.

Varga-Haszonits Z. - Lantos, Zs. - Vámos O. - Szalka É. - Kalocsai R. – Szakál T. (2019/b): A referencia evapotranszpirációmeghatározása a FAO Penman-Monteith módszerrel. Acta Agronomica Óváriensis 60 Klnsz, pp. 107-126. , 20 p.

Várallyay Gy, Szabóné Kele G, Berényi-Üveges J, Marth P, Karkalik A, Thury I (2009): Magyarország talajainak állapota (a talajvédelmi információs és monitoring rendszer (TIM) adatai alapján). Condition of Hungary's soils (based on data from the Soil Information and Monitoring System (TIM) Ministry of Agriculture, Department of Agri-Environmental Budapest

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

Tóth Endre Andor – Kalocsai Renátó – Giczi Zsolt – Vona Viktória
Széchenyi István Egyetem,
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.
E-mail: tothendreandor@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.), állatt-tudományok (takarmányozás, állatgenetika, állategészség, 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 küldjük, 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

NÖVÉNY-, VÍZ- ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI SZEKCIÓ	4
Varga Z.:	
Mosonmagyaróvári kukorica fenológiai vizsgálatok eredményei éghajlatváltozás idején.....	5
Pepó P.:	
Fajtaspecifikus hatások a növénytermesztésben.	24
Pap J. - Pap N. - Petróczki F. - Kukorelli G.:	
Állapotminősítés és termésbecslés kukoricában.....	37
Simon Sz. - Simon-Gáspár B. - Anda A.:	
A közönséges aranyvessző (<i>Solidago canadensis</i>) lebomlási folyamata során keletkező szén-dioxid kibocsátás mérése klímakamrában.....	53
Kristó I. - Tar M. - Irmes K. - Rácz A. - Vályi-Nagy M.:	
Őszi búza relatív klorofill-tartalma takarmányborsóval történő társításban.....	69
Kubina L. - Schmidt P. - Koltai G. - Kalocsai R.:	
Az őszi káposztarepce termesztéstechnológiája és tápanyagellátásának kérdései	82
Pap N. - Pap J.:	
Őszi búza termésbecslés 2019	94
Pordán-Háber D. - Kalocsai R. - Vona V. - Gubó E. - Szakál T.:	
A kritikusan fontos antibiotikumok (CIA) állategészségügyi alkalmazásának környezettoxikológiai jelentősége és hatása a víz-talaj kontinuumra.....	116
Rácz A. - Ujj A. - Tar M. - Vályi-Nagy M. - Irmes K. - Tóth E. - Szentpéteri L. - Kristó I.:	
Őszi kalászosok és őszi borsó társításának hatása a talaj teljes mikrobiális aktivitására.....	142
Vályi-Nagy M. - Tar M. - Irmes K. - Rácz A. - Kristó I.:	
Az őszi borsó hatása az őszi búza termésmennyiségére és fehérje hozamára együtt vetési kísérletben.....	159
Tóth E. A. - Kalocsai R. - Giczi Zs. - Vona V.:	
Cink lombtrágyázás hatása a kukorica (<i>Zea mays L.</i>) Főbb Értékmérő tulajdonságaira, azonos kálium alaptrágyázás mellett	174
Tájékoztató és útmutató a szerzők részére.....	191