



ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS



VOLUME 64.

NUMBER 1.

**Mosonmagyaróvár
2023**



**SZÉCHENYI
EGYETEM**
UNIVERSITY OF GYŐR



ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS



Mosonmagyaróvár

VOLUME 64.

NUMBER 1.

2023

SZÉCHENYI ISTVÁN UNIVERSITY
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár
Hungary

SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM
Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar
Mosonmagyaróvár

Közleményei

Volume 64. Number 1.

Mosonmagyaróvár

2023

Editorial Board/Szerkesztőbizottság

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

Reviewers of manuscripts/A kéziratok lektorai

Acta Agronomica Óváriensis Vol. 64. No. 1.

Bozán Csaba, František Kreps, Gergely István, Gubicskóné Kisbenedek Andrea, Juhász Csaba, id.
Kacz Károly, kalocsai Renátó, Kristína Kukurová, Szabó Béla, Szigeti Jenő, Teschner Gergely, Tóth
Endre Andor, Véha Antal,

Acta Agronomica Óváriensis Vol. 64. No. 1.

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

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



KÖLESBŐL KÉSZÍTHETŐ VEGÁN HELYETTESÍTŐ TERMÉKEK I. – KÉRDŐÍVES MEGKÉRDEZÉS

NÉMETH-TORKOS ANETT – HANCZNÉ LAKATOS ERIKA – HANDL KAROLA
– TIHANYI-KOVÁCS RENÁTA

Széchenyi István Egyetem,

Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar, Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Olyan köleskrémek kifejlesztését tűztük ki célul, amelyek meg tudják állni a helyüket a piacon. A vizsgálat első fázisában, amely kérdőíves megkérdezés formában zajlott le, a résztvevők majd 80%-a nyitottnak mondta magát az új termékek kipróbálásával kapcsolatban. A válaszadók többsége nő volt (82,8 %), és a lakhely adatokat méret szerint csoportosítva arra a következtetésre jutottunk a kitöltött kérdőívek száma alapján, hogy a vizsgált sokaság esetében sokkal inkább a városban lakók érdeklődését keltették fel a vizsgált termékek, hiszen ők teszik ki a kitöltők jelentős többségét (71%). A vegán köleskrémek nem csupán a magasabb jövedelemmel rendelkezők érdeklődését kelthetik fel az eredmények alapján, hanem az átlagos, sőt még az átlag alatti jövedelemmel rendelkezőkét is. A megkérdezettek 72%-a fogyasztott már vegán terméket, tehát sikerült a felmérést egy olyan fogyasztói sokasággal kitölteni, ahol zömében olyan személyek vannak, akik kóstoltak már vegán élelmiszereket. A tervezett terméket kipróbálni szándékozó válaszadók 52 százaléka úgy nyilatkozott, hogy megkóstolná a kifejleszteni tervezett köleskrémeket édes és sós ízekben egyaránt, míg 15 százalék az édes és 32 százalék inkább a sós ízt preferálná. Ez alapján mindkét termék variáció kifejlesztésének lehet létjogosultsága. A vizsgálat első fázisának eredményei alapján megállapításra került, hogy a tervezett termék elsődleges célcsoportja a fiatalabb korosztályhoz tartozó (26 év alatti és 27-37 év közötti), városi hölgyek lehetnek, amit mind a további vizsgálatok (pl.: fókuszcsoportos vizsgálat) lebonyolítása, mind a termék dizájnjának

kialakítása, valamint a tervezett értékesítési csatorna kialakítása során is figyelembe kell venni.

Kulcsszavak: köles, termékfejlesztés, kérdőíves megkérdezés, célcsoport meghatározás

BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉSEK

Napjainkban mindinkább előtérbe kerülnek azok a termékek, amelyek nem tartalmaznak állati eredetű összetevőket. Ez egyrészt azért van így, mert sokan valamilyen ételintolerancia miatt nem fogyaszthatnak például tejfehérjét vagy tejcukrot, másrészt a környezetvédelem és az állatok iránt érzett empátia miatt mondanak le egyre többen az előbb említett alapanyagokról.

Azok, akik a vegetáriánus/vegán étrendet követik természetesen más alternatívák felé néznek, így egyre több „helyettesítő” termék jelenik meg az áruházak polcain. Természetesen az, hogy mi mennyire nyeri el a fogyasztók tetszését nagyban függ az egyéni ízléstől és nyitottságtól. Első nekifutásra nem mindenki kóstolna meg szívesen egy cékla-brokkoli chipset, vagy inná meg egy kávé „zöldborsó-tejjel” elkészítve.

Célunk az volt, hogy felmérjük a fogyasztók attitűdjét és lehetséges vásárlási szokásait - kedvező fogadtatás esetén kifejlesztésre kerülő - egy édes (desszert jellegű) és egy sós (szendvicskrém jellegű) köles alapú termék vonatkozásában. Továbbá szeretnénk volna meghatározni a kitöltések alapján a kifejleszteni tervezett termékek potenciális célcsoportját a kérdőív kitöltésében legnagyobb érdeklődést tanúsító fogyasztók demográfiai tulajdonságainak elemzésével.

Jelen publikációban a termékfejlesztés alapjául szolgáló online kérdőíves megkérdezés eredményeit közöljük.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A köles tavasszal csírázik. Levele és levélhüvelye szőrözött, rövid, hegyes én nincsen nyelvecskéje. A már kifejtett köles egyéves, magas és erőteljes növésszerű, bokrosodó és vastag szárú, gyökérzete sekély. (1. ábra) A virága zöld színű. (Pásztor 2020, Tran 2015, Újvárosi 1973) Nagy bugájú, a bókáló füzerkének nagyok és egyvirágúak. A növény 3 db pelyvével rendelkezik és kemény toklásza a szemtermést magukba zárják, csupasz szemek ritkán fordulnak elő. (Pásztor 2020, Hunyadi 1988) A termés 3-3,5 mm körüli,

enyhén lapított, elliptikus, minden oldalán domború. (Pásztor 2020, Habiyaemye et al. 2017)

Melegigényes, rövid tenyészidejű növény, ami 60-100 napot jelent. (Habiyaemye et al. 2017) Könnyen felmelegedő, közepesen nedves talajok kedveznek neki. Legjobb termést a közép-kötött mezősségi talajokon várhatunk. Alkalmazkodóképessége kimagasló, megtalálható a növény mind a volt Szovjetunió területein 1200 méter magasságig, mind Indiában 3500 méter magasan. (Seres és Sárvári 2015, Baltensperger 2002, URL¹) Melegigényes, effektív hőösszeg-igénye 1400 °C. A köles vetési időszaka május közepétől július elejéig tart. Gabona sortávolságra, 1-2 centiméter mélyre vetik. Szárazságtűrő növény és annak ellenére, hogy a gabonanövények közül a legkisebb a vízigénye, aszályra érzékenyebb. Még a foxtail kölesnél (*Setaria italica*) is kevésbé tolerálja az aszályt, ami azért lehetséges, mert kisebb az antioxidáns potenciálja a termesztett kölesnek (*Panicum miliaceum*). (Nematpour et al., 2019, URL¹) A betakarítás időszaka, akkor kezdődik, amikor sárgulnak a növény bugái és a mag viaszérett stádiumban van. Mivel a növény nem egyenletesen érlik, és a magok pereghetnek, ezért a betakarítást az első magvak érésekor el kell kezdeni. (Seres és Sárvári, 2015)



1.ábra: Termesztett köles (*Panicum miliaceum* L.) (forrás: URL²)

Figure 1: Cultivated millet (*Panicum miliaceum* L.)

A köles termesztése nem újkeletű dolog. Már legalább 20 évszázada termesztik elsősorban Ázsiában, Afrikában. Kína északi területein például már a holocén időszakában a Foxtail köles (*Setaria Italica*) mellett termesztett köles (*Panicum miliaceum*) volt elterjedt. (Crawford 2009) Ezek mellett szinte minden földrészen megtalálható. Európából került Észak-Amerikába a 18. század környékén. Régen „szegényember-kenyerének” is nevezték, majd a kenyérgabonák megjelenésével és elterjedésével egyre inkább visszaszorult a fogyasztása. (URL¹, URL³, URL⁴)

Hazánkban is megtalálható a köles, már évezredek óta. A késő neolitikum időszakában (kr.e. 4800 körül) találtak erre bizonyítékot a régészeti ásatások alatt feltárt fazekas edényeken. (Motuzaite-Matuzeviciute et. al. 2013) Napjainkban elsősorban a Dél-Alföldön termesztik, de nagyobb területen termesztenek kölest az észak- és közép-magyarországi régióban is. A termőterület Magyarországon 6-14 ezer hektár között mozog és 6-20 ezer tonna a betakarított termés. Ez a nagy eltérés azért lehetséges, mert az eltérő évjárat, vetőmag minőség és termőterület mellett sok gazdálkodó csak kényszerből termeszt a növényt. (URL⁵)

Egy részét hántolják, másik részét takarmányként vagy madáreleségként forgalmazzák. Humán táplálkozásban elsősorban kásaként fogyasztják, de készíthető belőle kenyér, ha keverjük más kenyérgabona lisztjével. Emellett fel lehet használni szeszipari alapanyagként, liszté őrölve, továbbá kiváló köret és nedvszívó képessége miatt sűrítésre is jól használható. Az utóbbi években megnőtt a kereslet a növényre, mert különböző okból kifolyóan egyre több ember keresi a feledésbe merült gabonanövényeket. (URL³, URL⁴, URL⁵)

A termesztett köles (*Panicum miliaceum* L.) nagyon sokféle vitamint és ásványi anyagot tartalmaz. B-vitaminokban gazdag, tiaminból (B1), riboflavinból (B2), niacinból (B3), piridoxinból (B6) is nagyobb mennyiséget tartalmaz, ezért kimerültség esetén hasznos lehet a fogyasztása. Ezek mellett a kölesfehérje esszenciális aminosavakban gazdag, főleg a kéntartalmú metionin és cisztein tartalma kimagasló. Antioxidánsokban gazdag, fenolsavak, glikált flavonoidok forrása. E-vitamin tartalma (tokoferol) miatt bőrszépítő hatása is van. (Das et. al. 2019, Amadou et. al. 2013, Kalinová 2007, URL⁶) Az ásványi anyagok nagy része a perikarpiumban, a csírában és az aleuron rétegben található. Nagy mennyiségű foszfor, fluor, kén, vas magnézium és kalcium található benne. Gluténmentes ezért gluténérzékenyek számára ideális a fogyasztása. Magas lecitin tartalma miatt támogatja az idegrendszer egészségét. Glikémiás indexe (50,2-64,7) alacsonyabb, mint

például a fehér lisztből készült áruknak, a kukoricának, a burgonyának vagy a rizsnek. (Das et. al. 2019, McSweeney 2014) A kölesből készült élelmiszerek potenciális prebiotikumok és fogyasztásukkal javíthatják a probiotikumok életképességét és funkcionalitását. (Amadou et. al. 2013) Több epidemiológiai vizsgálat is arra mutat rá, hogy a köles fogyasztása csökkenti a krónikus betegségek kockázatát. Segíti az egészséges koleszterinszint fenntartását, olyan módon, hogy az érlelmeszedést okozó össz-koleszterinszintet csökkentése mellett növeli a HDL koleszterin mennyiségét, emellett javítja az inzulin által közvetített glükóz felvételét is. Kisebbségi esély van a köles fogyasztásával a 2-es típusú cukorbetegség, májkárosodás, szív-és érrendszeri betegségek kialakulására (Zhang et al. 2014, Nishizawa et. al. 1996).

A termesztett köles tápanyagösszetétele rendkívül jó. (1. táblázat) Fehérjetartalma említésre méltó, bár Bagdi et al. (2011) a különböző fajták között jelentős eltéréseket tapasztalt, 11,58-14,50 % közötti értéket mértek. Élelmi rosttartalma a többi gabonaféléhez viszonyítva magas. (Mathanghi et al. 2020, Bagdi et al. 2011) Az őrölt kölesszemekben található szénhidrát 2-3 %-a szabad cukor, 15-20 %-a nem keményítőtartalmú poliszacharid és 60-70 %-a keményítő. A szabad cukrok közül kiemelkedő a szacharóz, a glükóz és a fruktóz. A szemek zsírtartalma több, mint 60 %-ban telítetlen zsírokból állnak, ideértve a linolénsavat is. Himanshu et al. (2018) vizsgálatai alapján a telített zsírsavak teljes mennyisége 17,9-21,6 %, míg a telítetlen zsírsav tartalma 78-82 %.

1. táblázat: A köles tápanyagösszetétele

Table 1. Nutritional composition of millet

Tápanyagösszetétel (1)	/100 g
Fehérje	12,5 g
Szénhidrát	70,4 g
Zsírok	3,1 g
Diétás rost	14,2 g
Ásványianyag	1,9 g
Kalcium	14 mg
Foszfor	206 mg
Vas	10 mg
Energia	1467,18 kJ/351 kcal

Forrás: Mathanghi et al. 2020

(1) nutritional composition

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kutatásunk során az alábbi területeket kívánjuk érinteni:

1. Online kérdőíves megkérdezés keretében kutatjuk, mit gondolnak a fogyasztók a kölesről, mit tudnak róla és milyen lehetőséget látnak benne.
2. A kérdőíves megkérdezés eredményeinek ismeretében célul tűztük ki két édes és két sós ízvilágú köleskrém receptúrájának összeállítását, melyek a leginkább hasonlítsanak eredeti, tejterméket tartalmazó társaikra.

Jelen publikációban a termékfejlesztés alapjául szolgáló online kérdőíves megkérdezés eredményeit és az abból levont következtetésinket ismertetjük.

Kérdőíves megkérdezés

Célul tűztük ki, hogy feltárjuk a köles adta lehetőségeket és azt, hogy a jelenleg piacon lévő termékek mellett mi az, ami még megállná a helyét a növényi alapú étrendben. Kíváncsiak voltunk, hogyan vélekednek a fogyasztók, van-e bármi féle tapasztalatuk, információjuk a köleskrémekről, milyen lehetőségeket látnak ezekben a vegán krémekben. Nem törekedtünk reprezentativitásra, de mivel véletlen mintavételi eljárással dolgoztunk, így elvileg az internet felhasználóknak hasonló esélye volt bekerülni a mintába. Ennek okán már a vizsgálatban való részvétel, azaz a kérdőív kitöltése is

lényeges információval szolgál véleményünk szerint a lehetséges célcsoport meghatározása vonatkozásában. Hogyha kereskedelmi forgalomban kapható termékről lenne szó, akkor fogyasztának-e ilyen típusú élelmiszereket? Az is kérdéses volt számunkra, hogy ezekre a termékekre kik nyitottak, mind életkor, iskolázottság, nem, jövedelem és lakhely alapján. A kvantitatív, önkitöltős kérdőíves vizsgálat során a mintavételi eljárás egyszerű, véletlen kiválasztás alapján történt. 2021. októberében publikáltuk a Google Forms programmal készített kérdőívet, ami 2021. december 1-ig volt elérhető. Elsősorban a környezetünkben, illetve olyan csoportokban tettük közzé a közvéleménykutatást segítő kérdőívet, ahol nagy számba találhatóak egészségtudatos személyek. A minta elemszáma $n = 432$, de végül 406 értékelhető kérdőív került feldolgozásra. A megkérdezetteknek 5 demográfiai, 19 vegán és köleskrémekkel kapcsolatos kérdésre kellett válaszolni, amelyből 16 kérdés volt kötelezően megválaszolendő. A 24 kérdésből 22 darab volt a zárt kérdés, melyből 16 db a feleletválasztós és 6 skála típusú, valamint 2 nyílt kérdés.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Demográfiai adatok értékelése

Nemek szerinti megoszlás

Ahogy azt vártuk a válaszadók többsége nő volt (82,8 %). A férfiak a kitöltők 15 százalékát tették ki. Ezen felül pedig 2,2 százalék vallotta magát „más” neműnek. Az arányok magyarázhatók azzal, hogy a nők általában véve nyitottabbak az új termékekre, illetve jobban odafigyelnek a táplálkozásukra is.

Életkor szerinti megoszlás

A kitöltők életkorát olyan szempontból vizsgáltuk meg, hogy melyik generációhoz tartoznak, mert valószínűnek tartottuk, hogy bizonyos korosztályok között nagyobb különbséget tapasztalhatunk. Az online kérdőíves vizsgálat véletlen mintavételi módszeréből fakadóan elvileg minden korosztályhoz tartozó egyének egyenlő esélye volt a mintába bekerülésre, azonban a generációként eltérő internethasználati szokások miatt bizonyos csoportok (Babyboomerek) alulreprezentáltak. Ennek alapján a válaszadók mintegy fele tartozik az X-generációba, ők a 40-59 éves korosztály. Őket követik az Y-

generáció tagjai 24%, valamint a Z-generáció 22%, akik jelenleg 26 év alattiak. Ezen kívül a Babyboomer generációtól is érkezett 16 db válasz, ami jelenleg a 62 év feletti korosztályt jelenti. Azért is lehetséges, hogy kevés válasz érkezett tőlük, mert a közösségi média használati szokásuk nem egyezik a fiatalabb korosztályokéval. Az eredmények alapján összességében az állapítható meg, hogy a vizsgálatba vont sokaság esetében az 1960 és 1979 között születettek köre a legérdeklődőbb és legnyitottabb a kölesből készült termékek iránt a kitöltött kérdőívek vonatkozásában.

Lakóhely szerinti megoszlás

A kitöltők legnagyobb százaléka (30,5%) kisvárosban él, de jelentős százalékban adtak választ középvárosban (22,7%) és a községben (20,7%) élők is. A válaszadók csak kisebb része él kistelepülésen (5,9%), aprófaluban (1,5%) és egyéb (0,5%) helyen. A lakóhely adatokat összességében méret szerinti csoportosítása alapján arra a következtetésre juthatunk a kitöltött kérdőívek száma vonatkozásában, hogy a vizsgált sokaság lakóhelyösszetétele csak minimális mértékben tér el a KSH (2011) adatok alapján a teljes populációtól. A vizsgált mintában a városi lakosok aránya 71,43%, míg a teljes populációban 69,47%, ami -1,96%-os eltérést jelent, tehát a vizsgált mintában 1,96%-kal magasabb a városi lakosok aránya. Ugyan ezen logika mentén haladva a községekben, nagyközségekben élők aránya a vizsgálati mintában 30,53%, ami a teljes magyar populáció esetében 28,08% így, ebben az esetben az eltérés 2,45%. Ezen eredmények alapján, - bár ez nem volt a célunk - a vizsgálat lakóhely, pontosabban város és vidék tekintetében reprezentatívnak tekinthető.

Iskolai végzettség aránya

Az iskolai végzettséget tekintve a két szélsőérték (általános iskolai és doktori képzésen) kivételével minden végzettségű kitöltő közel hasonló arányban képviseltette magát a felmérésben. Amennyiben százalékos arányban vizsgáljuk a résztvevők iskolai végzettségét megállapítható, hogy alacsony végzettséggel a vizsgálatba vont személyek 2%-a, középfokú végzettséggel majd 50%, felsőfokú végzettséggel majd 47%, míg PhD fokozattal 1,5% rendelkezik. Ez arra enged következtetni, hogy a középfokú és felsőfokú végzettséggel rendelkező megkérdezettek esetében az iskolai végzettségtől független az érdeklődés az alternatív megoldások iránt, ami az állati eredetű élelmiszereket helyettesíthetőségét illeti, amit az erre irányuló kérdőív kitöltési hajlandóságra alapozunk.

Válaszadók jövedelme

A kérdőívet kitöltők jövedelme zömében alacsonyabb (53%) vagy megegyező (31%) a Központi Statisztikai Hivatal által közétett bruttó átlagjövedelemhez viszonyítva, ami 436.300,-Ft a kérdőív kitöltésekor. Az átlagosnál magasabb, vagy lényegesen magasabb jövedelemmel a kitöltők összesen 16%-a rendelkezett, amiből arra következtethetünk, hogy a vegán köleskrémek nem csupán a magasabb jövedelemmel rendelkezők érdeklődését kelthetik fel, hanem az átlagos, sőt még az átlag alatti jövedelemmel rendelkezőkét is.

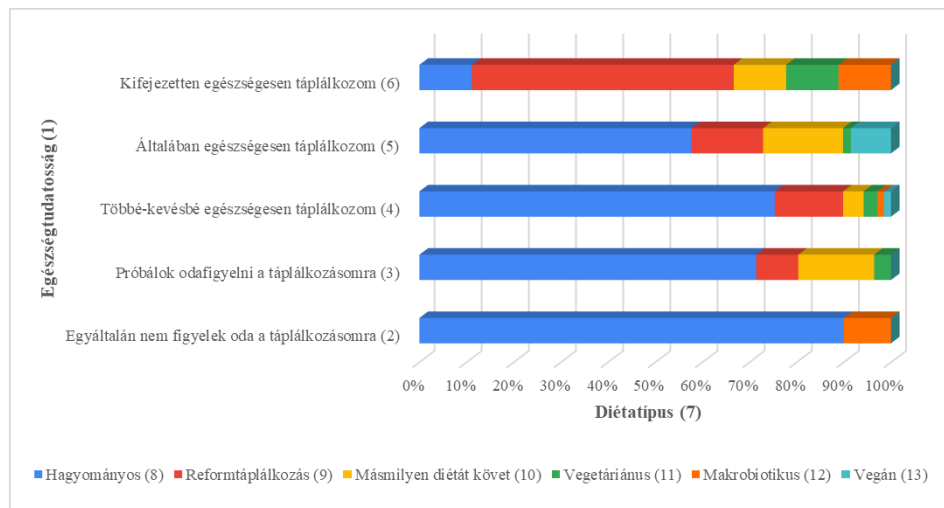
VÁLASZTOTT TÉMÁVAL KAPCSOLATOS KÉRDÉSEK ÉRTÉKELÉSE

Ahhoz, hogy teljesebb képet kapjunk a potenciális fogyasztók véleményéről a továbbiakban a témával kapcsolatosan feltett kérdésre kapott válaszokat mutatjuk be. Úgy véljük, hogy ezek alapján nagyobb rálátás nyílik, hogy milyen igényt támasztanak a potenciális fogyasztók a köleskrémekkel szemben és jelenleg hogyan viszonyulnak a megkérdezettek a lehetséges termékhez/termékekhez.

Továbbá fontosnak tartottuk körül járni azt is, hogy a válaszadóink hogyan étkeznek, mit gondolnak a „vegán” étrendről. Az első ezzel kapcsolatos kérdés arra irányult, hogy fontosnak tartják-e az egészséges táplálkozást? A válaszokból egyértelműen látszik, hogy a vizsgált sokaság döntő többsége (92,6%) úgy vélekedik, hogy fontos az egészséges táplálkozás, ezért érdekesnek tartottuk rákérdezni arra, hogy mennyire táplálkoznak egészségesen a válaszadók. Eredményként azt kaptuk, hogy a válaszadók csak kis százaléka (4,5%) táplálkozik kifejezetten egészségesen, és hasonló nagyságrendben vannak a kitöltők között azok is, akik egyáltalán nem fordítanak figyelmet a táplálkozásukra. Ez alapján a megkérdezettek zöme (95,5%) tehát próbál többé-kevésbé egészségesen táplálkozni, ami eddig a korábbi kérdés eredményeivel összecseng. Azonban, ha tovább vizsgáljuk a válaszokat megállapíthatjuk, hogy az egészséges táplálkozásra való törekvés intenzitásában lényeges eltérések mutatkoznak, hiszen 27,5% csak próbál oda figyelni, míg 34% többé-kevésbé fordít figyelmet, addig 29% általában odafigyel az egészséges táplálkozásra. Ha az erre a kérdésre adott válaszokat Likert-skálának tekintjük, ahol az 1-es érték az „egyáltalán nem fordítok figyelmet” és 5-ös érték a „kifejezetten odafigyelek” válasz, akkor a válaszok átlagértéke 3,005, ami azt jelenti, hogy a megkérdezettek csupán közepes figyelmet fordítanak az egészséges táplálkozásra.

Ebből az következik tehát, hogy hiába tartja fontos tényezőnek a megkérdezettek 92,6%-a az egészséges táplálkozást, saját bevallásuk szerint mégis összesen csak majd egyharmaduk fordít általában vagy kifejezetten figyelmet rá.

A következőkben egy másik aspektusból közelítettük meg a kérdést, és azt vizsgáltuk, hogy a nevesített diéta típusok mely egészségtudatosságú válaszadók esetében milyen arányban jelennek meg (2. ábra).



2.ábra: A válaszadók megoszlása a táplálkozási szokásaik és az egészséges táplálkozás fontosságáról formált véleményük alapján (%) (n=406)

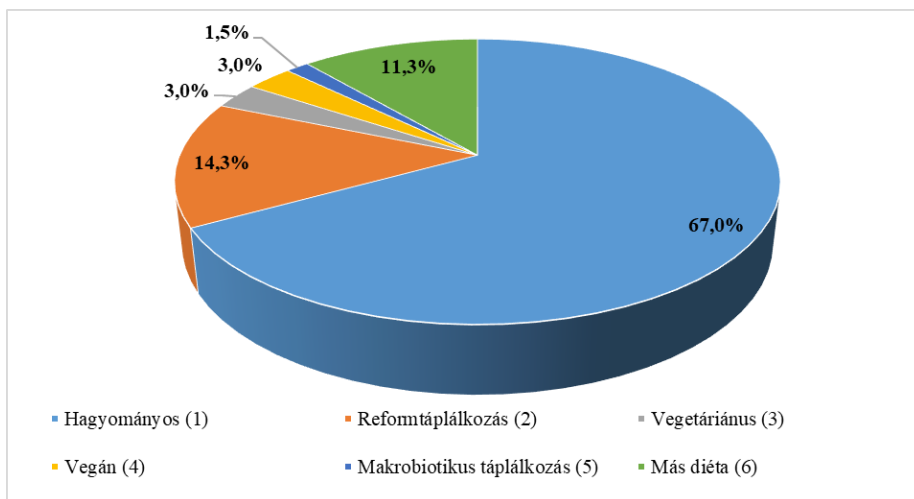
Figure 2: Distribution of respondents in terms of healthy eating (%)

(1) health awareness, (2) I don't pay attention to my diet at all, (3) I try to pay attention to my diet, (4) I eat more or less healthy, (5) I usually eat healthy, (6) I eat very healthy, (7) type of diet, (8) traditional diet, (9) reform diet, (10) other diet, (11) vegetarian diet, (12) macrobiotic diet, (13) vegan diet

Az adatok elemzése alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy minél nagyobb figyelmet fordítanak a megkérdezettek az egészséges táplálkozásra, annál inkább nyitottak egy bizonyos diéta irányzat követésére is, tehát a két tényező nem független egymástól ($p=0,005$).

A köleskrémek szempontjából értékes információnak tartjuk, hogy ki, milyen étrendet (diétát) követ. Olyan szempontból lehet ez releváns, hogy aki már húsmentesen étkezik annak több viszonyítási alapja lehet ezekkel a krémekkel kapcsolatban, míg mondjuk az, aki hagyományosan táplálkozik lehetséges, hogy fenntartásai lehetnek ezen termékekkel

szemben. Emellett úgy gondoljuk, hogy aki bármilyen típusú diétát is követ, nyitottabb az újdonságok iránt, hiszen ő már eltér valamilyen értelemben az „átlagostól”. A válaszadók, ahogyan azt a 3. ábra is mutatja, nagyrészt hagyományosan táplálkoznak, ami azt jeleneti ebben a viszonylatban, hogy a vizsgált sokaság kétharmada esetében a demográfiai adattól meglehetősen független, hogy ki milyen módon étkezik. A megkérdezettek harmada nyilatkozott úgy, hogy reform, vegetáriánus, vegán, makrobiotikus vagy a megadottaktól eltérő diétát követ (33%).



3.ábra: Válaszadók megoszlása a táplálkozás módja szerint (%) (n=406)

Figure 3: Distribution of respondents according to the method of nutrition

(1) traditional, (2) reform, (3) vegetarian, (4) vegan, (5) macrobiotic, (6) other diet

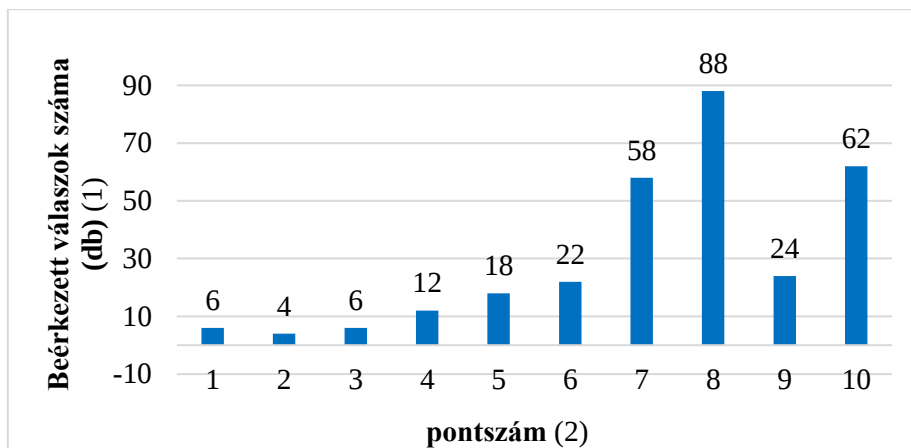
A köles táplálkozásba beépítése leginkább a reformtáplálkozást, vegán, vegetáriánus, illetve a más diétát folytató megkérdezettek esetében lehet releváns. Megvizsgálva ezen megkérdezettek demográfiai adatait megállapítható, hogy 89% a nő, akik 80,7%-a városban él és több mint kétharmada maximum 38 éves, tehát ők lehetnek a vizsgált termék elsődleges célcsoportja.

A vegán termék - ami azt jelenti, hogy semmilyen állati eredetű alapanyagot nem tartalmaz -, elég megosztó szokott lenni a társadalomban, pedig, ha jól bele gondolunk nagyon sok termék „vegán” kategóriába esik. Az élelmiszerek között több példát is találunk, melyek a "vegán" követelményeket is kielégítik.pl.: a durum tészta,

zöldségkrémek, müzliszeletek mézmentes változatai, szénsavas üdítők között is jócskán találunk példát rá. Ebből kifolyólag azzal a kérdéssel, hogy „Ön fogyasztott-e már vegán terméket?” szerettük volna felmérni azt, hogy tisztában vannak-e a vizsgálatba vont személyek a vegán szó jelentésével. A válaszokból azt szűrhetjük le, hogy a kitöltők 19%-a úgy gondolja, hogy még soha nem fogyasztott vegán terméket, míg 9%-a bizonytalan a kérdésben és nem tudja, hogy volt-e ilyenre példa. Akik nem fogyasztottak vegán terméket vagy nem tudnak róla, azok között 16 férfi volt, 94 nő és 2 más neműnek vallotta magát. Elmondható, hogy iskolai végzettségüket vizsgálva, hogy 22 esetet kivéve középfokú vagy annál alacsonyabb. 88%-ban 100 ezer főnél alacsonyabb lélekszámú településen élnek és jövedelmük is 18 fő kivételével a KSH által közzétett bruttó átlagkeresettel megegyező vagy annál alacsonyabb.

Tovább részletezve a vegán termékek megítélését kitértünk arra, hogy mennyire tartják finomnak ezeket az élelmiszereket azok, akik már fogyasztottak ilyet. A 4. ábráról azt olvashatjuk le, hogy a fogyasztók nagy része elégedett az állati eredetű élelmiszer mentes termékekkel. Ez skála típusú kérdés volt, ahol 1-től (egyáltalán nem ízlett) 10-ig (teljes mértékben ízlett) pontozhatták a megkérdezettek az általuk megkóstolt termék ízletességét. Erre a kérdésre 300 fő válaszolt, melyből alig 16% értékelte az általa kóstolt vegán termék ízletességét 5-re vagy annál rosszabbra. A megkérdezettek több mint három negyede (84%) 6-ot, illetve annál magasabb pontot adott, melyből legtöbb (88 fő) 8 pontos, majd azt követi, a 10 pontos válaszok száma (62 fő). Ebből arra következtethetünk, hogy azok a válaszadók, akik már fogyasztottak ilyen terméket elégedettek voltak a termék ízletességével, amit a válaszok 7,49-as átlagértéke is egyértelműen alátámaszt.

A következő kérdést visszacsatolásként tettük fel. Általános tévhit a vegán termékekkel kapcsolatban, hogy csak azért, mert ebbe a kategóriába tartoznak, már egészségesnek is számítanak. Ugyan úgy, mint más élelmiszereknél is, ezeknél a termékeknél is fontos megtalálni az egyensúlyt és a mértéket, hiszen nem attól lesz valami jó az egészségünknek, hogy mentes az állati eredetű alapanyagoktól. A makrotápanyagok mellett szervezetünknek számára biztosítani kell a megfelelő mennyiségű vitamin, ásványi anyag, makro- és mikroelem bevitelét is. Egy jól összerakott étrendet hívhatunk csak egészségesnek, amikor a szervezett nem szenved hiányt semmiben és nem is viszünk be túl sokat egyes anyagokból.



4. ábra: Vegán termékek ízletessége 10-es skálán (1 pont: egyáltalán nem ízlik; 10 pont: teljes mértékben ízlik) a válaszadók szerint (n=300)

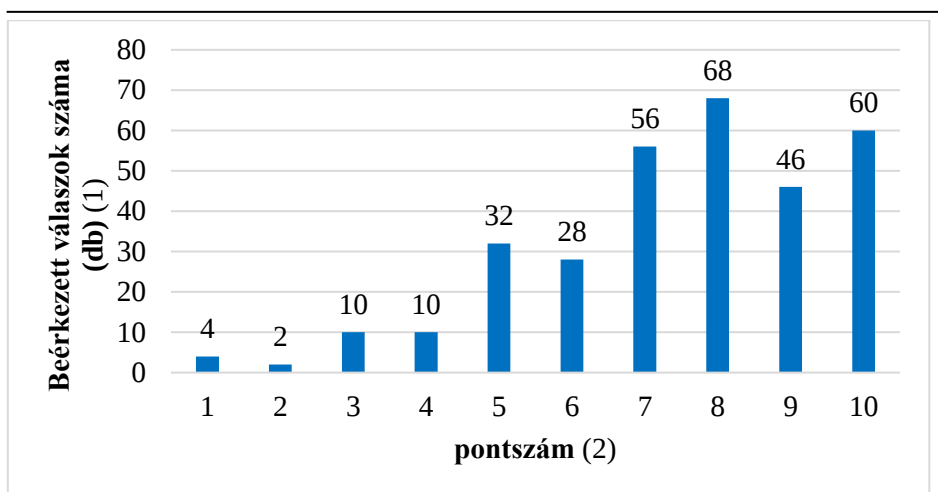
Figure 4: The palatability of vegan products on a scale of 10 (1 point: not at all tasty; 10 points: completely tasty) according to the respondents

(1) number of responses received, (2) score

200 válaszadó gondolja úgy, hogy alapértelmezetten egészségesek a vegán termékek. Ezen válaszadók nagy része (80%) nő volt. A férfi kitöltők 70 százaléka nem tudja, vagy nem tartja egészségesebbnek ezen élelmiszereket.

A kérdőív következő kérdése arra tért ki, hogy fogyasztottak-e már kölest a válaszadók. Eredményként azt kaptuk, hogy a 77 százalékuk már evett kölest, 4 százalékuk nem tudja, hogy volt-e ilyenre példa. Az a 76 fő, aki nemmel válaszolt zömében 5 ezer főnél kisebb településen él, 38-61 év közötti és főiskolánál alacsonyabb az iskolai végzettsége.

A továbbiakban megkértük azokat, akik fogyasztottak már kölest, hogy értékeljék mennyire találták finomnak. Ez a korábbihoz hasonlóan skála típusú kérdés volt, ahol 1-től (egyáltalán nem ízlett) 10-ig (teljes mértékben ízlett) pontozhatták a megkérdezettek az általuk megkóstolt termék ízletességét. Itt összességében – ugyan kissé kedvezőtlenebb - nagyon hasonló értéket kaptunk, mint a vegán termékek ízletességének vizsgálatakor. Erre a kérdésre 316 fő válaszolt, melyből alig 18,4% értékelte a köles ízletességét 5-re vagy annál rosszabbra.



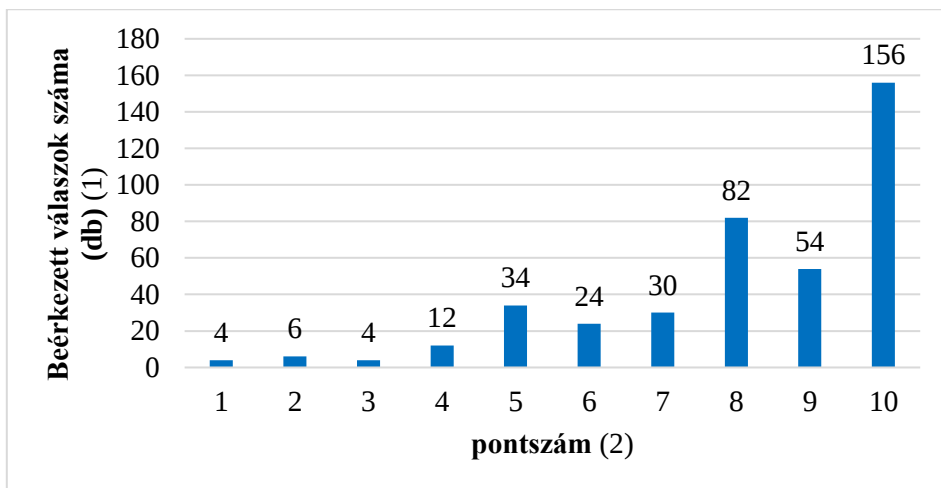
5. ábra: Válaszadók megítélése a köles ízletességét illetően 10-es skálán (1 pont: egyáltalán nem ízlik; 10 pont: teljes mértékben ízlik) (n=316)

Figure 5: Respondents' assessment of the palatability of millet on a scale of 10 (1 point: not tasty at all; 10 points: completely tasty)

(1) number of responses received, (2) score

A megkérdezettek 81,6%-a hatot, illetve annál magasabb pontot adott (5. ábra), melyből legtöbb (68 fő) a 8 pontot és azt követi, a 10 pontos válaszok száma (60 fő). Ebből arra következtethetünk, hogy azok a válaszadók, akik már fogyasztottak kölest elégedettek voltak a termék ízletességével, amit a válaszok 7,55-as átlagértéke is egyértelműen alátámaszt. Azon válaszadók, akik a vizsgált sokaságból alacsonyabb pontot adtak általában férfiak voltak, magasabb jövedelemmel, mint a KSH által megállapított bruttó átlagjövedelem.

Egy termék bevezetésénél fontos, hogy mennyire nyitottak a fogyasztók - főként a célcsoportba tartozók - az újdonságok kipróbálására. Ez szintén a korábbiakhoz hasonló skála típusú kérdés volt, ahol 1-től (egyáltalán nem) 10-ig (teljes mértékben) sorolhatták be magukat a termék újdonsággal szemben mutatott nyitottságuk alapján. A kitöltők közül 156-an, az a megkérdezettek több mint egy harmada teljes mértékben nyitottnak vallották magukat arra, hogy új termékeket próbáljanak ki (6. ábra).



6. ábra: Válaszadók hajlandósága 1-10-ig terjedő skálán (1=biztosan nem próbálná ki, 10=biztosan kipróbálná) az új termékek kipróbálását illetően (fő) (n=406)

Figure 6: Respondents' willingness to try new products on a scale of 1-10 (1=would definitely not try it, 10=would definitely try it)

(1) number of responses received, (2) score

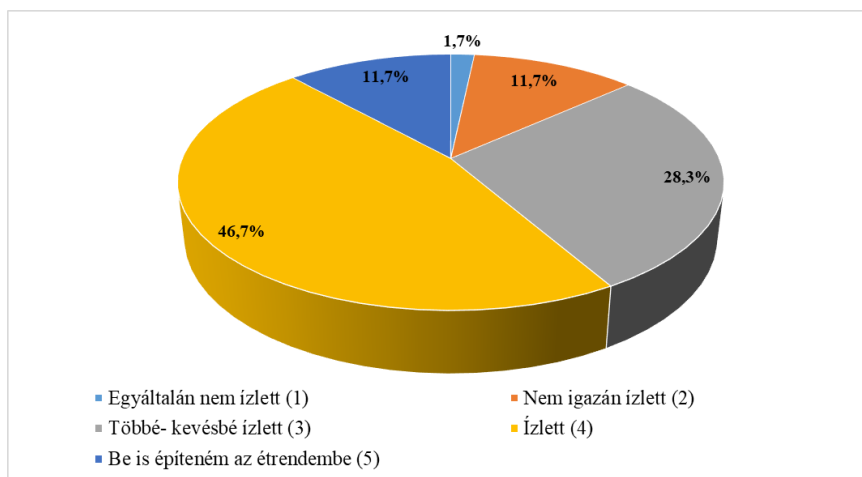
A vizsgálatba vont sokaság 85,2%-a nyitottnak, illetve kifejezetten nyitottnak érzi magát, mivel ők hatost vagy annál magasabb értéket jelöltek meg. Jelen esetben, akik az 5 pontot és az alatti értékű válaszokat adták a 38-61 és 62 év feletti korosztály női tagjai, tehát az idősebb hölgyek kevésbé érzik magukat nyitottnak az újdonságokra, amely eredmény a tervezett kvalitatív, fókuszcsoporthoz vizsgálat résztvevőinek demográfiai adatok alapján történő összeválogatásakor lényeges szempont lehet.

Ezek után áttértünk a már kifejezetten a köleskrémekkel kapcsolatos kérdésekre. Elsőként megkérdeztük a vizsgálat alá vont személyeket, hogy halottak-e már a köleskrémekről. Eredményként azt kaptuk, hogy elég tájékozott a válaszadók zöme, hiszen 264 fő adott „igen, már halottak róla” választ. Azok a válaszadók, akik hallottak már a köles krémekről, túlnyomórészt, átlagos vagy kissé átlag feletti jövedelemmel rendelkeznek és nők. Település méret tekintetében a vizsgált terméket ismerők meglehetősen vegyes képet mutatnak, - az aprófalú kivételével - az összes lakóhelytípusról érkeztek ezek a válaszok.

Azok közül az érvényes választ leadók közül, akik hallottak már a köleskrémekről, már csak 120 fő mondhatja el magáról, - ami a vizsgált sokaság negyede - hogy fogyasztott is

kölesből készült vegán terméket. Mivel a magyarországi piacon nem igazán találkozni ilyen típusú termékkel ez nem tekinthető kedvezőtlen aránynak. Az igennel válaszolók, azaz akik voltak olyan nyitottak, hogy már kóstolták a vizsgált termékort általában 26 év alattiak és 27-37 év közöttiek, ami a tervezett kvalitatív, fókuszcsoporthoz vizsgálat résztvevőinek demográfiai adatok alapján történő összeválogatásakor szintén lényeges szempont lehet.

A továbbiakban megkérdeztük azokat a válaszadókat, akik fogyasztottak már köleskrémet (120 fő), hogy értékeljék azokat, hogy mennyire voltak finomak, ízletesek. A válaszok zömében (58,3%) pozitívak voltak, hiszen 56 válaszadónak ízlett, míg 14 főnek kifejezetten ízlett a vizsgált terméktípus és be is építené az étrendjébe. Ezzel szemben 2 fő volt, akinek egyáltalán nem ízlett és 14 válaszadónak nem igazán ízlett a kölesből készült krém (7. ábra). Ha az erre a kérdésre adott válaszokat Likert-skálának tekintjük, ahol az 1-es érték az „egyáltalán nem ízlett” és 5-ös érték a „kifejezetten ízlett” válasz, akkor a válaszok átlagértéke 3,55, ami azt jelenti, hogy a megkérdezettek a közepesnél jobban ítélik az általuk kóstolt köleskrém ízletességét.



7. ábra: Válaszadók visszajelzése arról, hogy mennyire tartották finomnak a köleskrémeket (n=120)

Figure 7: Feedback from respondents on how delicious they thought the millet creams were

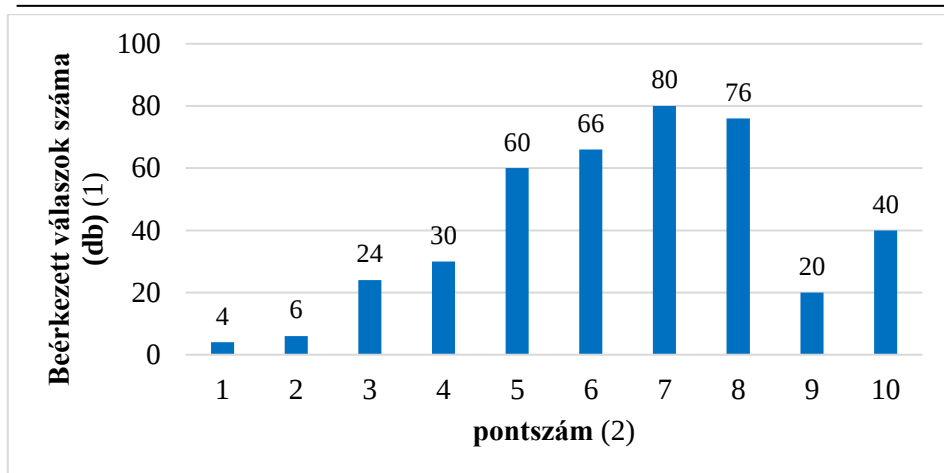
(1) didn't like it at all, (2) didn't really like it, (3) more or less tasted good, (4) I liked it, (5) I would include it in my diet

Véleményünk szerint a kölest nagyon sokszínűen fel lehet használni, ezért megkérdeztük a vizsgálatba vont sokaság tagjait, hogy mit gondolnak mit lehetne a kölessel helyettesíteni. Összesen 406 fő nyilvánított véleményt, - de általában nem csak egy lehetőséget jelöltek meg - melyek a következők voltak:

- A válaszadók 24 százaléka nem tudott válaszolni a kérdésre,
- 67 százaléka viszont úgy véli, hogy köretet lehet vele helyettesíteni, mint pl.: a rizs, burgonya, bulgur, quinoa,
- 24 válaszadó hús és húsból készült termékek helyettesítésére tartja alkalmasnak,
- liszt, búzadara, tészta helyettesítésére, illetve
- bab, szója helyett használnák,
- a fagyalt alap, mint alkalmazási lehetőség is megfogalmazódott.

Kaptunk olyan típusú válaszokat is (30 db), - amik számunkra a leginkább relevánsak - ahol a túró, sajtkrém, majonéz helyettesítésére használnák a kölest, hiszen éppen ilyen típusú az általunk tervezett termékújdonosság.

A következő kérdés arra vonatkozott, hogy mit gondolnak a válaszadók mennyire állná meg a köleskrém a helyét a kereskedelemben. Ez a korábbiakhoz hasonló típusú kérdés volt, ahol 1-től (egyáltalán nem) 10-ig (teljes mértékben) terjedő skálán nyilváníthattak véleményt a vizsgálatba vont személyek arra vonatkozóan, hogy a köleskrém mennyire lenne népszerű a piacon (8. ábra).



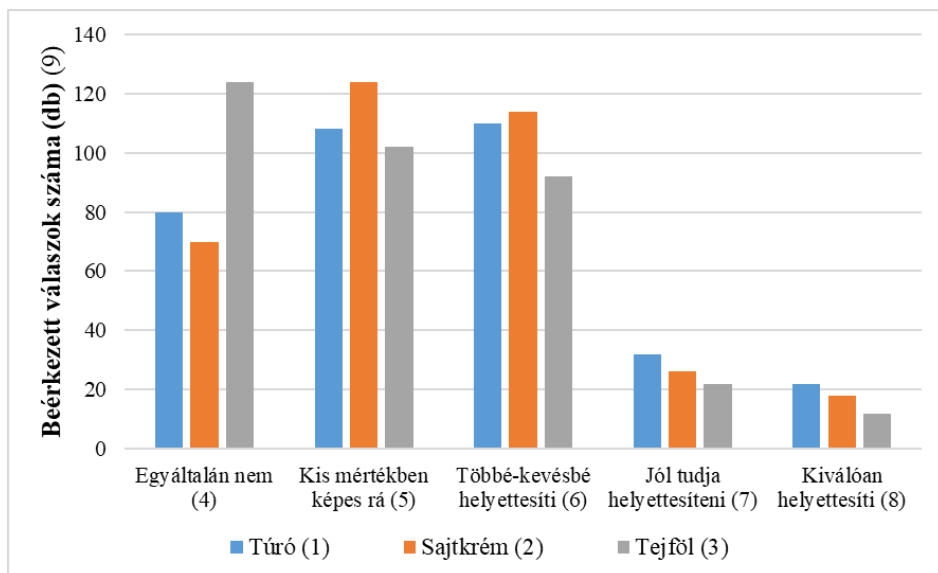
8. ábra: Válaszadók megítélése 1-10-es skálán (1=biztosan nem lenne népszerű, 10=biztosan népszerű lenne) arról, hogy mennyire lehet népszerű a köleskrém (fő) (n=406)

Figure 8: Respondents' judgment on a scale of 1-10 (1=definitely not popular, 10=definitely popular) about how popular millet cream can be
(1) number of responses received, (2) score

Erre a kérdésre 406 fő válaszolt, melyből 30,5% értékelte a köleskrém várható népszerűségét 5-re vagy annál rosszabbra. A megkérdezettek több mint kétharmada (69,5%) hat, illetve annál magasabb pontot adott, melyből legtöbb (80 fő) a 7 pontot és azt követi, a 8 pontos válaszok száma (76 fő). Ebből arra következtethetünk, hogy a megkérdezettek nyitottak és inkább pozitívan állnak egy esetleges köles alapú, új, krémes állagú termék piacra kerüléséhez, amit a válaszok 6,53-as átlagértéke is egyértelműen alátámaszt. A 7 pontos válaszadók nagyrésze nő volt, akinek érettségire épülő felsőfokú szakképzése vagy főiskolai alapképzése volt. Az eredmények alapján azt mondhatjuk, hogy meglehetősen kedvező várakozás előzi meg a tervezett köleskrém megjelenését, azonban ez nem tükrözi teljes mértékben a vizsgált sokaság egységes véleményét.

A válaszadók nagyrésze amellet, hogy meglehetősen kedvezően vélekedik a tervezett köles alapú termékekről, meg is kóstolnák azokat, ha lenne rá lehetőségük. A kérdőívet kitöltők 78,8 százaléka nyilatkozott úgy, hogy megkóstolná, kipróbálná a tervezett újdonságot.

Azok, akik kipróbálnák a köleskrémeket (78,8%) lehetőséget kaptak arra, hogy nyilatkozzanak arról, melyik termékváltozatot kóstolnák meg legszívesebben (édes, sós, mindkettő). A sós köleskrémeket 104 fő próbálná ki szívesen, míg mindkét tervezett termékváltozatra a megkérdezettek több, mint fele (51,8%) kíváncsi lenne. Az édes krémek előzetes kedveltsége bizonyult kissé alacsonyabbnak a vizsgált sokaságban, hiszen 52 szavazat érkezett erre a változatra. Az édes krémeket több hölgy jelölte (60%) be, míg a mindkét kategóriát jelölők között nagyobb arányban (63%) találunk férfiakat. Korosztály tekintetében nincs kiugró érték egyik csoportban sem.



9. ábra: Válaszadók megítélése azzal kapcsolatban, hogy a köles mennyire tud helyettesíteni bizonyos tejtermékeket. (n=352)

Figure 9: Respondents' perception of the extent to which millet can replace certain dairy products.

(1) cottage cheese, (2) cream cheese, (3) sour cream, (4) not at all, (5) can do it to a small extent, (6) it more or less replaces it, (7) can replace it well, (8) is an excellent substitute, (9) number of responses received

Ahogy azt a 9. ábra mutatja, megkérdeztük (nem volt kötelező kérdés), hogy mit gondolnak a vizsgálatba vont személyek, hogy mennyire tudja helyettesíteni a köles a következő tejtermékeket: tejföl, túró és sajtkrém. A beérkezett válaszok alapján az mondható el, hogy a kérdőív kitöltői nincsenek meggyőződve a köles ilyen irányú

felhasználásának lehetőségéről. A túró helyettesítésére kiválóan vagy jól alkalmazhatónak a köles alapú krémet a válaszadók 15,3%-a gondolta, a sajtkrém esetében ez az arány 12,5%, míg a tejföl vonatkozásában alig 10%. Azok, akik pozitív visszacsatolást adtak 1 fő kivételével nők voltak. A többé-kevésbé képes helyettesíteni válaszok aránya a sajtkrém (32%) és a túró (31%) esetében közel azonos, és a tejföl vonatkozásában a legalacsonyabb (26%). Emellett, ami még a pozitív szavazatokban közös, hogy mindegyik 5 ezer főnél nagyobb településen élő személy és az iskolai végzettsége legalább szakközépiskolai. Ha az erre a kérdésre adott válaszokat Likert-skálának tekintjük, ahol az 1-es érték az „egyáltalán nem képes helyettesíteni” és 5-ös érték a „kiválóan tudja helyettesíteni” válasz, akkor a válaszok átlagértéke a túró esetében 2,45, a sajtkrém esetében 2,43 és a tejföldre vonatkozóan 2,13, ami azt jelenti, hogy a megkérdezettek a tejföl helyettesítésére tartják legkevésbé alkalmasnak a köleskrémet. A férfiak majdnem mindegyike a „kismértékben képes rá” vagy az „egyáltalán nem” kategóriába adta le a szavazatát.

Az utolsó kérdés arra irányult, hogy a válaszadók költenének-e többet egy kölesből készült helyettesítő termékre a hagyományos termék áránál. Eredményként azt kaptuk, hogy 35,4 százalékuk nem adna ki magasabb összeget a hagyományos termék áránál egy helyettesítő termékre, 29 százalék kifizetne akár magasabb összeget is, és 36 százaléka nem tudott állást foglalni ebben a kérdésben. Azok, akik többet is fizetnének érte a KSH által közétett bruttó átlagkeresettel megegyező vagy magasabb átlagjövedelemmel rendelkeznek, míg azok, akik nemmel válaszoltak nagyrészt alacsonyabb átlagjövedelműek voltak.

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Célul tűztük ki olyan köleskrémek elkészítését, amelyek meg tudják állni a helyüket a piacon. A vizsgálat első fázisában, amely egy kérdőíves megkérdezés formában zajlott le, a résztvevők majd 80%-a nyitottan mondta magát az új termékek kipróbálásával kapcsolatban. A megkérdezettek 72%-a fogyasztott már vegán terméket, tehát sikerült a felmérést egy olyan fogyasztói sokasággal kitölteni, ahol zömében olyan személyek vannak, akik konkrétan kóstoltak is már vegán terméket. 264 fő (a megkérdezettek 65%-a) halott már a köleskrémekről is, ami nagyon pozitív, hiszen már nem egy teljesen ismeretlen fogalommal kell megismertetni a fogyasztókat. A lakhely adatokat méret

szerint csoportosítva arra a következtetésre juthatunk a kitöltött kérdőívek száma alapján, hogy a vizsgált sokaság esetében sokkal inkább a városban lakók érdeklődését keltették fel a vizsgált termékek, hiszen ők teszik ki a kitöltők több mint 71 százalékát. A válaszadók több mint fele úgy nyilatkozott, hogy megkóstolná a kifejleszteni tervezett köleskrémeket édes és sós ízekben egyaránt. A vizsgálat első fázisának eredményei alapján megállapításra került, hogy a tervezett termék elsődleges célcsoportja a 26 év alatti, és a 27-37 közötti, városi hölgyek lehetnek, amit mind a további vizsgálatok (pl.: fókuszcsoportos vizsgálat) lebonyolítása, mind a termék dizájnjának kialakítása, illetve a tervezett értékesítési csatorna kialakítása során is figyelembe kell venni.

MILLET BASED VEGAN SUBSTITUTE PRODUCTS I. - QUESTIONNAIRE SURVEY

ANETT NÉMETH-TORKOS – ERIKA LAKATOS HANCZNÉ – KAROLA HANDL
– RENÁTA TIHANYI-KOVÁCS

Széchenyi István University,
Albert Kázmér Agricultural Faculty, Mosonmagyaróvár

ABSTRACT

The research was directed millet creams able to stand up on the market. In the first phase of the study, which was a questionnaire survey, about 80% of the participants said that they were willing to try new products. The majority of the respondents were women (82.8%), and residence data grouped by size suggested, that based on the number of completed questionnaires the examined products aroused the interest city dwellers, since these people constitute the significant majority of respondents (71%). Based on the results, vegan millet creams may attract the interest not only of those who have higher incomes, but also those with average or even below-average incomes. 72% of the respondents had already consumed vegan products, so there was a population of consumers in which the majority of people have already tasted vegan products. 52 percent of the respondents intending to try the planned product stated that they would taste the millet creams planned to be developed in both sweet and salty flavors, while 15 percent would rather prefer the sweet and 32 percent the salty flavor. Based on this, the

development of both product variations can have a *raison d'être*. According to the results of the first phase the primary target group of the planned product be aimed at young (under 26) urban ladies, and this fact should be taken in account in further studies (e.g. focus group study), development of product design and establishing the projected sales channel.

Keywords: millet, product development, questionnaire survey, target group definition

IRODALOMJEGYZÉK

Amadou, I. – Gounga, M. E. – Le, W. G. (2013): Millets nutritional composition, some health benefits and processing-A review, *Emirates Journal of Food and Agriculture*, **25**(7):501-8.

Bagdi A. - Balázs G. - Schmidt J.- Szatmári M. - Schoenlechner, R. - Berghofer, E. - Tömösközia S. (2011): Protein characterization and nutrient composition of Hungarian proso millet varieties and the effect of decortication, *Acta Alimentaria*, **40**(1):128-141.

Baltensperger, D. D. (2002): Progress with Proso, Pearl and Other Millets In: Janick, J. an Whipkey, A. (szerk.) *Trends in New Crops and New Uses* ASHS Press, Alexandria, 100-103.

Crawford G. W. (2009): Agricultural origins in North China pushed back tot he Pleistocene-Holocene boundary, *PNAS*, **106**(18):7271-7272.

Das, S. – Khound, R. – Santra, M. – Santra, D. K. (2019): Beyond bird feed: Proso millet for human health and environment, *Agriculture*, **9**(3):64

Habiyaremye, C. – Matanguihan, B. J. – Guedes, D.J. – Ganjyal, M. G. – Whiteman, R. M. – Kidwell, K. K. – Murphy, M. K. (2017): Proso Millet (*Panicum miliaceum L.*) and Its Potential for Cultivation in the Pacific Northwest, U.S.: A Review, *Frontiers in Plant Science.*, (7):1-17.

Himanshu - Chauhan, M. - Sonawane, S. - Arya, S. (2018): Nutritional and Nutraceutical Properties of Millets:A Review, *Clinical Journal of Nutrition and Dietetics*, **1**(1):1-11.

Hunyadi K. (1988): Szántóföldi gyomnövények és biológiájuk, *Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest.

Kalinová, J. (2007): Nutritionally important components of proso millet (*Panicum miliaceum L.*), *University of South Bohemia, Food I* (1):91-100.

Mathanghi, S. K. – Kanchana, S. – Perasiriyen, V. (2020): Pinnacles of Proso millet. (*Panicum miliaceum L.*): A nutri millet, *Tropical Plant Research*, **7**(1):238-244.

- McSweeney M. (2014): Proso millet as an ingredient in foods common to North Americans, PhD Dissertation, Guelph, Ontario, Canada.
- Motuzaitė-Matuzeviciute, G. – Staff, A. R. – Hunt V. H. – Liu, X. – Jones, K. M. (2013): The early chronology of broomcorn millet (*Panicum miliaceum* L.) in Europe, Antiquity Publications Ltd., Antiquity, **87**(338):1073-1075.
- Nematpour, A. – Eshghizadeh, R. A. – Zahedi, M. (2019): Drought-tolerance mechanisms in foxtail millet (*Setaria italica*) and proso millet (*Panicum miliaceum*) under different nitrogen supply and sowing dates, Crop and Pasture Science, **70**(5):442-452.
- Nishizawa, N. – Shimanuki, S. – Fujihashi, H. – Watanabe, H. – Fudamoto, Y. – Nagasawa, T. (1996): Proso millet protein elevates plasma level of high-density lipoprotein: a new food function of proso millet, Biomedical and Environmental Sciences, **9**(2-2), pp:209-212.
- Pásztor Gy. (2020): Adatok a köles fajok biológiájához és természetes vírusfertőzöttségéhez, Doktori értekezés, Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely.
- Seres E. - Sárvári M. (2015): A köles termesztéstechnológiájának fejlesztése eltérő ökológiai feltételek között, Agrártudományi Közlemények, **64**, 63-67.
- Tran G. (2015): Proso millet (*Panicum miliaceum*), grain. Feedipedia, Last updated on October 2, 2015 URL: <https://www.feedipedia.org/node/722> (letöltés dátuma: 2022.04.01)
- Újvárosi M. (1973): Gyomnövények, Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat, Budapest.
- Zhang, L. - Liu, R. - Niu, W. (2014): Phytochemical and Antiproliferative Activity of Proso Millet, Plos ONE, Italy **9**(8) e104058.
- URL¹: https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_adaptalt_02_egyeb_gabonanoventek_termesztese/ch18s03.html (letöltés:2021.01.25)
- URL²: <http://mek.oszk.hu/05100/05178/html/index.htm> (letöltés: 2021.05.15)
- URL³: <https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/szantofoldi-novenek/ch10.html#id641315> (letöltés:2021.01.25)
- URL⁴: <https://terebess.hu/tiszaorveny/gabona.html#koles> (letöltés:2021.01.25)
- URL⁵: <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2014/02/gazdasag/a-koles-piaca..> (letöltés:2021.01.25)
- URL⁶: https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/ch05s02.html (letöltés:2021.01.26)

A szerzők címe – Address of the authors:

Németh-Torkos Anett,

Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar

Élelmiszertudományi Tanszék

9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony utca 15-17.

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

Hanczné Lakatos Erika,

Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar

Élelmiszertudományi Tanszék

9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony utca 15-17.

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

Handl Karola,

Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar

Élelmiszertudományi Tanszék

9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony utca 15-17.

E-mail: handlkarola2123@gmail.com

Tihanyi-Kovács Renáta

Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar

Élelmiszertudományi Tanszék

9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony utca 15-17.

E-mail: tihanyi-kovacs.renata@sze.hu



KÖLESBŐL KÉSZÍTHETŐ VEGÁN HELYETTESÍTŐ TERMÉKEK II. – TERMÉKFEJLESZTÉS ÉS KVALITATÍV VIZSGÁLAT

TIHANYI-KOVÁCS RENÁTA – HANCZNÉ LAKATOS ERIKA – HANDL
KAROLA – NÉMETH-TORKOS ANETT

Széchenyi István Egyetem,

Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar, Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Vizsgálatunk első szakaszában meghatározásra kerültek a kifejleszteni tervezett termék legígéretesebb célcsoportjai a 27-37 év közötti és 26 év alatti hölgyek. Az általunk készített termékek ára kedvezően alakult, hiszen krémjeinket néhány jelenleg is forgalomba lévő terméknél alacsonyabb áron tudnánk kínálni. A köleskrémek kedvező tulajdonsága, hogy az állati eredetű élelmiszerekkel összehasonlítva kisebb az előállításának ökológiai lábnyoma, illetve a termékek számos diétába beilleszthetők (glutén-, tej-, tojásmentes, vegetáriánus, vegán). A kész köleskrémek +4°C-on való 28 napos tárolás során mindvégig megőrizték mikrobiológiai és organoleptikus minőségüket. A vizsgálat sorozat eredményei alapján megállapítható, hogy a kifejlesztett termékeket a vizsgálatba vont potenciális fogyasztók kedvezően fogadták. Bár mindkét ízvariáció elnyerte tetszésüket, mégis inkább a sós változatokat preferálták.

Kulcsszavak: köles, termékfejlesztés, eltarthatóság, érzékszervi bírálat

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Magyarországon a köles évszázadokon keresztül az egyik alapvető gabonának számított, az elmúlt évszázadban azonban mind termesztésében, mind fogyasztásában jelentős visszaesés volt tapasztalható. 2011 óta azonban az országon belül és Európában is folyamatosan növekszik az ételmezési célra történő felhasználás, mely a különböző

speciális étrendek – laktózérzékenység, tejfehérje allergia, gluténmentes étrend, lisztérzékenység, vegetáriánus vagy vegán - egyre szélesebb körű elterjedésének is betudható. (Györe 2014)

Célunk az volt, hogy olyan édes (desszert jellegű) és sós (szendvicskrém jellegű) köles alapú terméket állítsunk elő, ami a növényi alapú étrendben is megállja a helyét, ugyanakkor a egyes táplálkozású fogyasztók igényeit is kielégíti.

A vegetarianizmus története

Vegetarianizmus a latin eredetű „vegetabilis” szóból ered. A vegetáriánusok nem fogyasztanak olyan élelmiszert, amely az állatok halálával jár. (URL¹) A vegán étrendet követők pedig minden állati eredetű élelmiszert kizárnak az étkezésükből. Mindkét étkezési szokásra jellemző, hogy növényi ételekből veszik fel a szükséges táplálékot és fedezik a test napi energiaszükségletét. A vegetáriánus és vegán étrendet követőket alcsoportokba oszthatjuk attól függően, hogy milyen mértékben zárják ki az állati eredetű élelmiszereket a diétájukból. Az alcsoportokat és az ezekben fogyasztott élelmiszereket az 1. táblázat tartalmazza.

1.táblázat: Egyes vegetáriánus irányzatok által fogyasztott élelmiszerek

Table 1: Foods consumed by some vegetarian trends

Irányzat (1)	Fogyasztott élelmiszerek (2)
Flexitáriánus	Kis mennyiségben fogyaszt állati eredetű termékeket.
Szemivegetáriánus	Vörös húsokat zárják ki az étrendből.
Peszketáriánus	A halhúson és tengeri élőlényeken kívül minden húsfélét mellőz az étrendből.
Lakto- vagy ovo vegetáriánus	Húst nem, de tejet vagy tojást fogyasztanak.
Lakto-ovo vegetáriánus	Húst nem, de tejet és tojást fogyaszt.
Vegán	Minden állati eredetű élelmiszert kizárnak az étkezésből.
Fruitáriánus	Csak gyümölcsöt esznek.
Nyers vegán	Növényeket fogyasztanak, de csak nyersen.

Forrás: URL² alapján saját szerkesztés

(1) trend, (2) consumed foods

A történelemben bizonyos csoportok körében elterjedt volt a növényi alapú étrend követése, de ez leginkább a vallásokra volt jellemző. Az első hivatalos társaság 1847-ben alakult meg Angliában, majd később több országban is létrejöttek ezzel az irányzattal kapcsolatos egyesületek. Magyarországon 1883-ban alakult meg a „Magyarországi vegetáriánusok egyesülete”. 1944-ben kezdték el megkülönböztetni magukat a „vegánok” a vegetáriánusoktól. A vegetarianizmus és veganizmus terjedését ma már nagyban segíti a kiterjedt közösségi média használat, a környezetszennyezés egyre nagyobb mértéke, az állatvédelemért folytatott kezdeményezések térhódítása és még sorolhatnánk. (Szabó *et al.* 2016)

Azt, hogy ma pontosan hányan követik a növényi alapú étrendeket nagyon nehéz megmondani, mert nem egységes táplálkozási irányzatról beszélünk. Ez inkább törekvés arra, hogy (valamilyen nézet miatt) részben vagy egészben kizárják az állati eredetű ételeket. Ezen felül nagyon sok esetben a fogyasztók számára ezek az irányzatok túlmutatnak az étkezési szokásokon és inkább életmódként jelennek meg. Az állati termékeket mellőzők fokozottan figyelnek az egészségükre, kerülik a dohányzást, nem isznak alkoholt, vagy kerülik a mértéktelen alkoholfogyasztást, rendszeresen sportolnak, fokozott figyelmet fordítanak a környezetvédelemre és a meditációra, relaxációra is. (Schmidt 2019) Véha *et al.* (2019) arról számolt be, hogy Indiában a társadalom körülbelül 30-40 %-a lehet vegetáriánus. Ezzel szemben Európában a legmagasabb aránnyal Svájc rendelkezhet megközelítőleg 14 %-kal. (Szabó *et al.* 2016) Magyarországon egy becslés alapján hozzávetőlegesen 150 ezer ember követ valamilyen formában növényi alapú étrendet. (Kökény 2016) A vegetáriánus illetve vegán étrend oka lehet etikai (Helmut 2002), egészségügyi (Leitzmann 2005), ökológiai (Marlow *et al.* 2009), éhínség visszaszorítására irányuló (Wu 2014), az ősember táplálkozásának megfelelő (Linnemann és Schorcht 2001), illetve vallási és kulturális is.

A NÖVÉNYI ALAPÚ ÉTREND ELŐNYEI

A fent említett étrendnek és/vagy életmódnak az előnyeit elsősorban az egészségre gyakorolt pozitív hatásokban tudjuk nyomon követni. Talán a legkézenfekvőbb hatása annak, ha elhagyjuk a hús és tejtermékek fogyasztását, hogy csökken a vér koleszterinszintje. Biase *et al.* (2005) tanulmány alapján a növényi étrendet követők koleszterinszintje átlagosan 0,5 mmol/literrel volt alacsonyabb, mint a vegyes étrendet

követőké. *Key et al.* (1999) a koleszterinszint mellett említésre méltó különbségeket találtak a triglicerid szintben is a növényi étrendet követők értékei esetén. Ezen paraméterek alacsonyabb értékeinek hatásaiként csökken az elhízás kockázata, a vese és epebetegségek előfordulása, a szív- és érrendszeri megbetegedések gyakorisága. (*Craig and Mangels* 2009, *Key et al.* 1999) *Liu et al.* (2000) kutatásából az derül ki, hogy azoknál a nőknél, akik napi háromszor fogyasztottak teljeskiőrlésű gabonákat 25 %-kal volt kisebb a szív- és érrendszeri betegségek kockázata, mint azoknál, akik egy héten maximum egyszer fogyasztottak ilyen típusú ételeket. Egy nagyobb finn tanulmány keretein belül pedig azt az összefüggést találták, hogy az emeltszintű zöldségbevitel a koszorúér-betegség és kardiovaszkuláris halálozás kockázatát csökkentette. (*Knekt et al.* 1994) A daganatos betegségek kialakulásának esélyeit is csökkenti a növényi alapú étrend követése. Esettanulmányok, amelyek összehasonlították a vegetáriánus és a nem vegetáriánus étrendeket követőket, illetve a dohány- és alkoholfogyasztást Indiában, arról számoltak be, hogy a vegetáriánusok tekintetében alacsonyabb volt a szájüregi- (*Rao et al.* 1994) és emlőrák (*Jain et al.* 1999) kialakulásának esélye.

A NÖVÉNYI ALAPÚ ÉTREND VESZÉLYEI

A növényi alapú étrendnek, mint minden más diétának megvannak a maga veszélyei. Az állati eredetű élelmiszerek megvonásával hiánybetegségek léphetnek fel, ha a kizárt élelmiszerek által eredetileg fedezett tápanyagokat nem vesszük be más forrásból a szervezetünkbe.

A legfontosabb és általában leggyakoribb kérdés az, hogy hogyan fedezzük a megfelelő fehérjebevitelt növények által. A fehérjék a szervezet számára rendkívül fontosak, megtalálhatóak az izmokban, csontokban, inakban, hajban, hormonokban, enzimekben. Részt vesznek a transzportfolyamatokban, fenntartják a sav-bázis egyensúlyt, folyadékháztartást, az érrendszer rugalmasságát. (URL³) A fehérjét 20 féle aminosav építi fel, melyből 9-et tekintünk esszenciálisnak az emberi szervezet számára. Ezeknek a bevitel a legkönnyebben állati eredetű ételek fogyasztásával oldható meg, mert ezekben a termékekben az esszenciális aminosavak megfelelő mennyiségben találhatóak meg. Az esszenciális aminosav-tartalom a növényi termékek esetében átlagosan 62–81% a referencia fehérjéhez (tyúktojás fehérje) viszonyítva. Azokban az esetekben, amikor teljes mértékben kizárják az állati eredetű termékeket nagy körültekintéssel kell lenni az

aminosavak pótlásával. Az FDA ajánlása szerint napi 25 g szójafehérje nagyban csökkenti a fehérjebevitelből adódó problémákat. (Szabó *et al.* 2016, Gubicskóné és Szabó 2015, Welle 1999)

A tehéntej és a köles fehérje- és aminosavtartalmának összehasonlítása

A fehérjék bonyolult makromolekulák egyaránt megtalálhatóak az állati és növényi sejt citoplazmájában. Nagyrészt szénből, hidrogénből, oxigénből, kénből és nitrogénből épülnek fel. Az aminosavak jelentős része kötött állapotban található meg a fehérjékben és azoknak a felépítésében játszanak nagy szerepet. (Gubicskóné és Szabó 2015, URL⁴) A tehéntej, mint a világon, úgy Magyarországon is a leggyakrabban fogyasztott tejféle. Fontos fehérje forrásnak számít. Fél literrel tejjel már fedezni lehet a napi fehérjeszükséglet 20-25 %-át. Az ajánlott napi fehérjebevitel 0,8- 0,9 g/testtömegkilogramm. (Volpi *et al.* 2012, Csapó és Csapóné 2002) A tehéntej kazein tartalma körülbelül 2,7-2,8 %, a savófehérje megközelítőleg 0,6 %, így az összes fehérje átlagosan 3,3-3,5 százalék körül alakul. (Csapó és Csapóné 2002, Csanádi és Fenyvessy 1999)

A köles fehérjetartalma a többi gabonáéhoz hasonló vagy valamivel kevesebb, 8-13 %-ra tehető. Ez az érték fajonként és fajtánként egyaránt változik. Viszont a növény fehérjéinek csak körülbelül a 40 százaléka emészthető. Aminosav tartalom szempontjából emberi fogyasztásra kiválóan alkalmas növényről beszélünk. (Jevcsák és Sipos 2016) Az irodalmi hivatkozásokban fellelhető adatok alapján a köles a tejhez képest kevesebb lizint, izoleucint, treonint, prolint és tirozint tartalmaz (2. táblázat), ugyanakkor általában magasabb értékeket mértek argininből, glicinből és metioninből. (Wiedemair *et al.* 2020, Gubicskóné és Szabó 2015, Kalinová 2007, Csapó és Csapóné 2002, URL⁵)

2.táblázat: A tehéntej és a köles aminosavtartalmának összehasonlítása

Table 2: Comparison of the amino acid content of cow's milk and millet

Aminosav (1)	Aminosavtartalom (mg/g fehérje) (2)	
	Tej (3)	Köles (4)
lizin	78-83	15-34
triptofán	14	8-20
fenilalanin	53	52-55
alanin	35	32-93
izoleucin	64	40-49
leucin	93-104	99-140
metionin	27	17-41
treonin	51	30-41
valin	68	46-64
arginin	37	32-53
hisztidin	28	21-24
cisztin	9	10-24
aszparaginsav*	79	62-80
glutaminsav**	218	190-250
glicin	21	21-38
prolin	101	61-73
szerin	56	37-76
tirozin	53	33-45

*az aszparaginsav tartalom magában foglalja az aszparagin és aszparaginsav mennyiségét is (the aspartic acid content includes aspartic acid and asparagine)

** a glutaminsav tartalom magában foglalja a glutamin és glutaminsav mennyiségét is (the glutamic acid content includes glutamic acid and glutamine)

Forrás: Wiedemair et al.,2020, Gubicskóné és Szabó 2015, Kalinová, 2007, Csapó és Csapóné, 2002, URL⁵ alapján saját szerkesztés

(1) amino acid; (2) amino acid content (mg/g protein); (3) milk; (4) millet

Fehérjék komplettálása

Az egyik legfontosabb tényező a növényi alapú étrendben a kielégítő fehérjebevitel biztosítása. (Szabó et al. 2016) Legegyszerűbb módon állati eredetű élelmiszerekből juthat az ember szervezete megfelelő fehérjeforráshoz. A komplett fehérjék valamennyi esszenciális aminosavat tartalmazzák, illetve ezen aminosavak mennyisége és aránya megfelelő. Ilyen például a tej, a tojás vagy a hal. Az inkomplett fehérjék nem fedezik a

szervezet szükségletét. Ide tartoznak a növényi fehérjék (URL⁶), melyek komplettálással - többféle növényi fehérjeforrás tudatos kombinálásával - magas biológiai értékűvé tehetőek. Ezek a keverékek eltérő aminosavtartalmuk miatt egymást kiegészítik. Fontos, hogy úgy kell összeválogatni a fehérjeforrásokat, hogy azok könnyen emészthetőek legyenek. Ideális esetben a komplettálás egy étkezésen belül történik meg (Bartusné 2018, Gubicskóné és Szabó 2015). A szervezet azonban rendelkezik bizonyos mennyiségű tartalékkal a nélkülözhetetlen aminosavakból, amit szükség esetén fel tud használni a fehérjék kiegészítésére. Emiatt a komplettálás eredményességét célszerűbb az egyes étkezések helyett inkább 1-2 napos periódusokban vizsgálni. (Marsh et al. 2012)

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kérdőíves megkérdezés módszertanát publikációnk előző részében ismertettük.

Termékfejlesztés és ár kalkuláció

A 2-2 édes és sós, a hagyományos tejtermékekhez hasonló ízvilágú köleskrémeket a Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának (továbbiakban SZE MÉK) Élelmiszertudományi Tanszékén készítettük el. A hozzávalókat szuper- és hipermarketekben vásároltuk. A termékekhez először a kölest főztük meg a köles mennyiségéhez viszonyított négyszeres mennyiségű vízben. A kellően szétfőtt köleshez adagoltuk az egyes termékek jellegének megfelelő fűszereket, ízesítő anyagokat. A krémeket botmixerrel homogenizáltuk, majd ismételtelen felforraltuk és további 5 percig hőkezeltük. A hőkezelés után a kész krémeket steril üvegekbe töltöttük és steril lapkával zártuk.

A felhasznált anyagok (alap- és csomagolóanyag, víz, áram) mennyiségének és árának figyelembevételével minden krémhez kalkuláltunk egy előállítási költséget. Ezeket az értékeket összehasonlítottuk a kereskedelmi forgalomban kapható, hasonló termékek (krémtúró, körözött, illetve egy vegán körözött) árával.

Eltarthatósági vizsgálat

Mikrobiológiai vizsgálatainkat a SZE MÉK Élelmiszertudományi Tanszék, Mikrobiológiai Laboratóriumában végeztük. Mind a 4 köleskrémből közvetlenül a főzés után 5x200 g krém mértünk steril üvegbe, melyet azonnal steril lapkával zártunk le. A

mikrobiológiai vizsgálatokig a mintákat hűtőben tároltuk +4 °C-on. Mintavételre a főzés napján, a főzés másnapján, majd a továbbiakban hetente (a 14., 21. és 28. napon) került sor.

A mikrobiológiai vizsgálatokat az 3. táblázatban bemutatott szabványok szerint végeztük. Az eltarthatósági vizsgálat során alkalmazott módszereket, táptalajokat, illetve az inkubációs paramétereket a 4. táblázatban foglaltuk össze. A mikrobiológiai vizsgálatokkal párhuzamosan minden alkalommal megmértük a termékek pH-ját is.

3.táblázat: A mikrobiológiai vizsgálatokhoz használt szabványok

Table 3: Standards used for microbiological examinations

Mikroba (1)	Szabvány (2)
Összecsíraszám	MSZ EN ISO 4833-1:2014
Élesztő/penész	MSZ ISO 7954:1999
Kóliform/ <i>E. coli</i>	MSZ ISO 16649-2:2005
<i>Enterobacteria</i>	MSZ ISO 21528-2:2017
<i>Salmonella spp.</i>	MSZ EN ISO 6579-1:2017
<i>Staphylococcus aureus</i>	MSZ EN ISO 6888-1:2021
Mezofil szulfitredukáló összes <i>Clostridium</i>	MSZ EN ISO 7937-1:2014

(1) microbe; (2) standard

Érzékszervi bírálat

A bírálatra 2022. áprilisában került sor, melyen 41 fő laikus bíráló vett részt a SZE MÉK Élelmiszertudományi Tanszék Érzékszervi Laboratóriumában. A bírálók kiválasztásakor törekedtünk arra, hogy a férfiak legalább olyan arányban képviseltessék magukat, mint a nők, mivel a kérdőíves megkérdezésben ők lényegesen szkeptikusabbak voltak a vizsgált termékkörrel kapcsolatban. A vizsgálat során pontozási módszert alkalmaztunk. Ennek során az élelmiszerek előre meghatározott tulajdonságait (íz, szín, illat, állomány, külső megjelenés) kellett értékelni a bírácoknak, ötös skálán. Minél magasabb pontszámot kaptak az egyes termékek, annál kevésbé értékelhetők kielégítőnek. A pontozás végeredménye

kategóriákba sorolást eredményez (URL⁷). A termékek fehér tányéron, illetve átlátszó műanyagpohárban kerültek a bírálók elé. A sós krémeket - a felhasználási célnak megfelelően - friss kiflikarikákon kínáltuk.

Az érzékszervi vizsgálatra adott pontszámokat kétmintás t-próbával elemeztük.

4.táblázat: A mikrobiológiai vizsgálatokhoz használt táptalajok és módszerek

Table 4: Culture media and methods used for microbiological tests

Vizsgált mikroorganizmus	Módszer (2)	Táptalaj (gyártó) (3)	Inkubációs (4)	
			hőmérséklet (°C) (5)	idő (h) (6)
Telepképző egységszám (TKE)	lemezöntés	PCA (Biolab)	30±1	72
Élesztő/penész	lemezöntés	YGCA (Biolab)	25±1	96
Kóliform/ <i>E. coli</i>	lemezöntés	TBXA (Biolab)	44±1	18-24
<i>Enterobacteria</i>	lemezöntés	VRBGA (Biolab)	37±1	24±2
<i>Salmonella spp.</i>	dúsítás	BPW (Biolab)	37±1	18±2
	szelektív dúsítás	RV (Biolab)	41,5±1	24±3
	szelektív dúsítás	MKTTn (Biolab)	37±1	24±3
	felületi szélesztés	XLDA, BPLSA (Biolab)	37±1	24±3
<i>Staphylococcus aureus</i>	felületi szélesztés	Baird-Parker-féle agar (Biolab)	37±1	24-48
Mezofil szulfitredukáló összes <i>Clostridium</i>	lemezöntés	TSCA (Biolab)	37±1	20±2

(1) examined microorganisms; (2) method; (3) culture media (manufacturer); (4) incubation; (5) temperature; (6) time

Fókuszcsoporthoz vizsgálat

A primer vizsgálat utolsó fázisaként, kvalitatív vizsgálat keretében, fókuszcsoporthoz vizsgálatot végeztünk. Ennek célja, hogy a kutatási alanyok, akik kifejezetten a vizsgálat miatt gyűltek össze feltárják a gondolataikat és érzéseiket a vizsgálat témájával, ez esetben a kölesből készült termékekkel kapcsolatosan. A klasszikus fókuszcsoporthoz 6-9

főből áll, (URL⁸, URL⁹) ezért ebben az esetben is ezt a fő számot céloztuk meg, és 9 főt - zömében a fiatal (19-23 év közötti) korosztályba tartozó hölgyeket - invitáltunk részvételre, mivel a kérdőíves megkérdezés eredményeiből az a következtetés vonható le, hogy ők lehetnek ezen termékek elsődleges célcsoportja. A vizsgálat meghirdetett idejére és helyszínére (SZE MÉK) végül 6 fő érkezett meg, 5 nő és 1 férfi. Ezen típusú vizsgálat moderátor segítségével zajlott.

1. A moderátor előre felkészülve a témára egy témavázlat alapján vezette a kutatást, melyben a vizsgálatba vont személyek első kérdéskörként a saját táplálkozásukat és az egészséges étkezés témakörét járták körül.
2. Ezt követte a különböző étrendek, úgymint a predán, a vegetáriánus és a vegán specialitásainak a tisztázása, amit az ilyen típusú étrend választásának és követésének motivációs hátterének a megvitatása követett.
3. A harmadik vizsgált kérdéskör, hogy megkaphat-e minden szükséges tápanyagot az ember a jelenlévők véleménye szerint vegán étrend esetén, és egyáltalán egészségesnek tartják-e az ilyen típusú termékeket.
4. Megvitatásra került továbbá, hogy ki fogyasztott vagy kóstolt már vegán terméket és mi volt a benyomása.
5. Ezt követően konkrétan a kölesre terelte a moderátor a szót olyan összefüggésben, hogy ki fogyasztotta már, milyen formában fogyasztotta, mit gondol a beltartalmi paramétereiről, és hogy ízlett neki, melyet a köles és a tehéntej aminosavtartalmának irodalmi forrásokra alapozott összevetése követett.
6. A vizsgálat zárásaként a résztvevők megkóstolták és mind az érzékszervi bírálati lapon véleményezték, mind pedig szóban is részletes nyilatkoztak a termékfejlesztés eredményéről a 2 édes (vaníliás, sütőtökös) és a két sós (magyaros, sült paprikás) köleskrémről.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Árkalkuláció

A vaníliás köleskrémkrémet előállítási költségét a hagyományos krémtúró árával hasonlítottuk össze. A krémtúrók ára jelenleg (2022.04.25-én) 1815-2300,-Ft/kg körül alakul, míg az általunk készített termék 1571,-Ft/kg, ami 13,4-31,7 %-kal olcsóbb a hagyományos krémtúrónál. A magyaros köleskrémet a hagyományos körözöttel tudtuk összevetni, melynek jelenlegi ára 2900,-Ft/kg körüli összeg és ezzel szemben a magyaros köleskrém kilógrammonkénti ára 1712,-Ft. A fókuszcsoporthoz vizsgálathoz webáruházból vásárolt Krisnavölgyi Köleskörözött (gyártó: Somogyi Biovölgy Kft.) szintén magasabb összegért vásárolható meg, mint az általunk készített bármelyik másik köleskrém. Ennek a terméknek az ára 7015,-Ft/kg. Az általunk készített legdrágább termék a kápiapaprikás krém lett, aminek az ára csomagolással együtt 2365 Ft/kg. Legkedvezőbb áron a sütőtökös krémet tudtuk előállítani 1562 Ft/kg-ért.

Eltarthatósági vizsgálat

Vizsgálataink során sem enterális indikátor fajokat, sem *Salmonella* fajokat, sem *Pseudomonas areuginosa*t, sem pedig mezofil szulfitredukáló spórákat nem mutattunk ki egyetlen mintából sem. A tárolás során a vizsgált minták élesztő-/penész-száma mindvégig a kimutathatósági határ, azaz 10^1 tke/g alatt volt. A vaníliás és a sütőtökös krém csíraszama a tárolás elején és végén is 10^1 tke/g alatt volt. A sós krémekek esetében a magasabb kezdeti csíraszám az összetevők szélesebb skálájának, a nagyobb mennyiségű fűszernek és az elégtelen hőkezelési időnek lehetett a következménye. A kapott csíraszám értékeket összehasonlítva a 4/1998. (XI. 11.) EüM rendelet növényi alapanyagokra, illetve fűszerekre vonatkozó követelményeit az általunk kapott eredményekkel azt kaptuk, hogy a magyaros és a paprikás minta kezdeti (átl. $\lg tke_{0 \text{ magyaros}}/g = 3,4 \pm 0,08$ és átl. $\lg tke_{0 \text{ paprikás}}/g = 3,2 \pm 0,20$) és a 28 napos tárolás után kapott csíraszama (átl. $\lg tke_{28 \text{ magyaros}}/g = 3,4 \pm 0,06$ és átl. $\lg tke_{28 \text{ paprikás}}/g = 1,9 \pm 0,14$) is megfelel a követelményeknek ($\lg tke/g < 4 - 6$).

A minták pH értéke és tárolás közbeni változása a mintavételek alatt megfelelő értékeket mutatott. A sütőtökös, vaníliás és magyaros krém pH értékei nagyjából stagnálnak. A paprikás krém esetében folyamatos pH-csökkenést figyelhettünk meg ($pH_0 = 5,39$; $pH_{28} = 5,24$).

A krémeket a mintavételekkel egyidőben meg is kóstoltuk. A sós krémek esetén az idő előrehaladtával folyadékkiválást figyeltünk meg, de homogenizálással a termékek könnyen egyneműsíthetők voltak. Ízben, illatban negatív változást nem tapasztaltunk.

Érzékszervi bírálat

A bírálók között 23 férfi (56%-a az összes vizsgálatot végző személynek) és 18 nő (a bírálók 44%-a) volt, átlag életkoruk 27 év. Az érzékszervi bírálaton részt vevő teljes sokaság 68 %-a, míg a fókuszcsoportos vizsgálaton résztvevők 100 %-a 26 éven aluli (átlag életkor 22 év) volt. Az a törekvésünk, hogy az érzékszervi vizsgálatban legalább annyi legyen a férfiak aránya, mint a nőké, teljesült, hiszen a megkérdezettek 56 %-a volt férfi. A fókuszcsoport vizsgálatban ezzel szembe csak 1 férfi vett részt, ami 17 %-os képviseletet jelent.

A bírálati lapon megkérdeztük, hogy van-e ételallergiája az adott személynek és ennek eredményeként 3 fő (7%) adta meg azt, hogy laktóz érzékeny. A vizsgálatot végzők közül 21 fő (51%) fogyaszt zöldségkrémet, vegán helyettesítő terméket 16 fő (39%) fogyasztott már. A fókuszcsoportos vizsgálaton egyik résztvevő sem jelezte, hogy esetében ételallergia állna fenn. Zöldségkrémet 4 személy (66%) fogyasztott már élete során, míg vegán helyettesítő terméket 3 fő (50%).

Az érzékszervi bírálat során a résztvevők egytől ötig - az iskolai osztályzattal ellentétesen - pontozhatták különböző tulajdonságokat. Minél magasabb pontszámot kapott a termék a vizsgált tulajdonságra, annál kevésbé volt megfelelő a bírálók számára. Egy-egy tulajdonság esetén az össz sokaság tekintetében a legjobb minősítés 41, a legrosszabb 205 pont lehetett, míg a fókuszcsoportos vizsgálat esetén 6 illetve 30 pont. Amennyiben az egyes tulajdonságokra adott pontszámokat osztályzatokká alakítjuk át, a következő eredményt kapjuk:

- | | |
|------------------------|-----------|
| • 41-73 (6-10) pont | kiváló |
| • 74-106 (11-15) pont | jó |
| • 107-139 (16-20) pont | közepes |
| • 140-172 (21-25) pont | elégséges |
| • 173-205 (26-30) pont | elégtelen |

Az 5. táblázatból leolvasható, hogy a külső megjelenés alapján az összes kóstoltatás eredményét figyelembe véve a legkedveltebb termék a paprikás krém volt. Külső megjelenésben a bírálók a sós krémet kedvezőbbnek ítélték, mivel a második legalacsonyabb pontszámot a magyaros krém kapta. Édes krémekek közül a sütőtökös krém kapott jobb minősítést. A fókuszcsoporthoz viszonyítva a paprikás és a magyaros termék kapta a legpozitívabb értékelést. Az össz sokasághoz viszonyítva a krémekek kedveltségi sorrendje az édes krémekek esetén. Az összpontszámok alapján a teljes sokaság és a fókuszcsoporthoz viszonyítva a sós krémekek kiváló, míg az édes krémekek jó értékelést kaptak. Az összes bíráló adatait elemezve, a külső megjelenésre adott pontszámok statisztikai értékelésekor egyes krémekek között szignifikáns ($p < 0,05$) különbséget tapasztaltunk.

5. táblázat: Külső megjelenésre adott bírálói pontszámok az össz sokaság és a fókuszcsoporthoz viszonyítva.

Table 5: Judges' scores for the external appearance for the total population and the focus group.

Termék megnevezése (1)	Össz sokaság (2)			Fókuszcsoporthoz (3)		
	Összpontszám (4)	Átlag $\pm$ SD (5)	Módusz (6)	Összpontszám	Átlag $\pm$ SD	Módusz
Vaníliás	85	2,07 $\pm$ 0,93 ^{ab}	2	13	2,17 $\pm$ 1,17	1
Sütőtökös	79	1,85 $\pm$ 0,76 ^{cd}	2	14	2,33 $\pm$ 0,82	3
Magyaros	62	1,51 $\pm$ 0,64 ^{ad}	1	10	1,67 $\pm$ 0,82	1
Paprikás	58	1,42 $\pm$ 0,67 ^{bc}	1	10	1,67 $\pm$ 1,03	1

^{abcd}A különböző betűk szignifikáns különbséget jelölnek ($p < 0,05$).

^{abcd}Values with different exposures differ significantly ($p < 0.05$).

(1) name of the product, (2) total population, (3) focus group, (4) total score, (5) avg. $\pm$ SD, (6) modulus

Az összes bíráló eredményeit elemezve elmondhatjuk, hogy a termékek színének megítélése (6. táblázat) a külső megjelenéshez hasonlóan alakult. Legrosszabb értékelést a vaníliás krém színére adták a bírálók, ahol négyes értékelés is előfordult, de összességében a termék megítélése még így is kedvező. Külön vizsgálva a fókuszcsoporthoz, a bírálók a paprikás termék színét kedvezőbbnek ítélték meg, mint a magyaros termékét, holott a külső megjelenésre (5. táblázat) azonos értékelést adtak. Szín alapján a paprikás krém kiváló, a többi jó minősítést kapott. Az összes bíráló adatait

elemezve, a színre adott pontszámok statisztikai értékelésekor egyes krémek között szignifikáns ($p < 0,05$) különbséget tapasztaltunk. A fókuszcsoporthoz vizsgálatban résztvevők alacsony száma ellenére a paprikás krém színe szignifikánsan ($p < 0,05$) jobb minősítést kapott, mint a vaníliás köleskrém.

6.táblázat: A termékek színére adott bírálói pontszámok az össz sokaság és a fókuszcsoporthoz esetén.

Table 6: Judges' scores for the color of the products for the total population and the focus group.

Termék megneve- zése (1)	Össz sokaság (2)			Fókuszcsoporthoz (3)		
	Összpont- szám (4)	Átlag $\pm$ SD (5)	Módusz	Összpont- szám (4)	Átlag $\pm$ SD (5)	Módusz
Vaníliás	88	2,146 $\pm$ 0,989 ^{ad}	1	14	2,333 $\pm$ 1,033 ^e	2
Sütőtökös	82	2,000 $\pm$ 0,866 ^b	1	12	2,000 $\pm$ 0,894	1
Magyaros	72	1,829 $\pm$ 0,704 ^{acd}	2	11	1,833 $\pm$ 0,983	1
Paprikás	54	1,317 $\pm$ 0,567 ^{bc}	1	8	1,333 $\pm$ 0,516 ^e	1

^{abcde}A különböző betűk szignifikáns különbséget jelölnek ($p < 0,05$) az oszlopokon belül.

^{abcde}Values with different exposures differ significantly ($p < 0.05$) within the columns.

(1) name of the product, (2) total population, (3) focus group, (4) total score, (5) avg. $\pm$ SD, (6) modus

Íz tekintetében elmondható, hogy mind a 4 krémet sokan értékelték kiválónak (1 pont) és jónak is (2 pont), legkedveltebb (7. táblázat) a magyaros krém lett, ami után egy pont lemaradással következik a paprikás termék. Legkevésbé a sütőtökös köleskrém felelt meg a bírálók ízlésének. A fókuszcsoporthoz tartott vizsgálaton a sütőtökös krém íze 1 pontot – kiváló értékelést – egyáltalán nem kapott. Bár a bírálók a vizsgált tulajdonság tekintetében a sós krémekeket preferálták, egyik termék sem kapott kiváló minősítést az ízeire a teljes sokaságban, míg a fókuszcsoporthoz vizsgálatban a magyaros terméket kiválónak ítélték a résztvevők. Íz alapján édes krémet édessel, sós krémet sóssal hasonlítottunk össze. Mind a teljes sokaság, mind a fókuszcsoporthoz vizsgálat során a magyaros és a paprikás köleskrém ízének megítélésében találtunk szignifikáns ($p < 0,05$) különbséget.

7.táblázat: A termékek ízére adott bírálói pontszámok az össz sokaság és a fókuszcsoporthoz tartozók esetén.

Table 7: Panelists' scores for the color of the products for the total population and the focus group.

Termék megnevezése (1)	Össz sokaság (2)			Fókuszcsoporthoz (3)		
	Összpontszám (4)	Átlag ± SD (5)	Módusz	Összpontszám (4)	Átlag ± SD (5)	Módusz
Vaníliás	90	2,195±1,229	1	19	3,167±1,472	4
Sütőtökös	103	2,512±1,121	2	20	3,333±1,366	2
Magyaros	73	1,780±0,791 ^a	1	8	1,333±0,51 ^b	1
Paprikás	74	1,756±0,799 ^a	1	13	2,167±0,753 ^b	2

^{ab}A különböző betűk szignifikáns különbséget jelölnek ($p < 0,05$) az oszlopokon belül.

^{ab}Values with different exposures differ significantly ($p < 0.05$) within the columns.

(1) name of the product, (2) total population, (3) focus group, (4) total score, (5) avg. ± SD, (6) modulus

A 8. táblázatban látható, hogy a különböző termékek az állományukra többnyire jó minősítést (41-81 pont között) kaptak, a paprikás krém lett a legkedveltebb. A vizsgálat alá vont sokaság majdnem kétszer annyi pontot adott a vaníliás ízesítésnek, mint a paprikásnak, így az szűrhető le, hogy ennek az állagával kapcsolatban fenntartásai voltak a bírálóknak, de még így is jó minősítést ért el. A magyaros és a sütőtökös krémmel a visszajelzések alapján a megkérdezettek elégedettek voltak. A köleskrémek állományára adott pontszámokban mind az össz sokaság, mind a fókuszcsoporthoz tartozók vizsgálat keretén belül megkérdezettek esetén egyes termékek között szignifikáns ($P < 0,05$) különbséget tapasztaltunk.

8.táblázat: A termékek állományára adott bírálói pontszámok az össz sokaság és a fókuszcsoporthoz tartozók esetén.

Table 8: Judges' scores for the consistency of the products for the total population and the focus group.

Termék megnevezése (1)	Össz sokaság (2)			Fókuszcsoporthoz tartozók (3)		
	Összpontszám (4)	Átlag ± SD (5)	Módusz	Összpontszám (4)	Átlag ± SD (5)	Módusz
Vaníliás	95	2,317±0,986 ^{ab}	2	13	2,167±1,169 ^{fg}	1
Sütőtökös	82	2,000±0,894 ^{cd}	2	11	1,833±0,983	1
Magyaros	68	1,659±0,762 ^{ade}	1	7	1,167±0,408 ^f	1
Paprikás	57	1,390±0,542 ^{bce}	1	7	1,167±0,408 ^g	1

^{abcdefg}A különböző betűk szignifikáns különbséget jelölnek ($p < 0,05$) az oszlopokon belül.

^{abcdefg}Values with different exposures differ significantly ($p < 0.05$) within the columns.

(1) name of the product, (2) total population, (3) focus group, (4) total score, (5) avg. ± SD, (6) modulus

A termékek illatát értékelve a vizsgálatot végző személyek a vaníliás köleskrémre adták legkevesebb pontot (9. táblázat), ezt ítélték legkellemesebbnek, ugyanakkor a fókuszcsoporthoz tartozók vizsgálaton végzett kóstoláson a magyaros krém nyerte el a bírálók tetszését, ami az összes bíráló pontszámai alapján az utolsó helyen végzett. Illata alapján a fókuszcsoporthoz tartozók vizsgálatban a sütőtökös krém csak közepes minősítést kapott (17 pont), ami nem esik egybe a teljes sokaság ítéletével, hiszen ott minden termék kiválóan teljesített. Az egyes termékekre adott bírálatokban mindkét csoportban szignifikáns ($p < 0,05$) különbségeket tapasztaltunk.

9.táblázat: A köleskrémek illatára adott bírálói pontszámok az össz sokaság és a fókuszcsoporthoz.

Table 9: Judges' scores for the scent of millet creams for the total population and the focus group.

Termék megnevezése (1)	Össz sokaság (2)			Fókuszcsoporthoz (3)		
	Összpontszám (4)	Átlag ± SD (5)	Módusz	Összpontszám (4)	Átlag ± SD (5)	Módusz
Vaníliás	55	1,585±0,741 ^a	1	10	1,667±0,816 ^b	1
Sütőtökös	61	1,902±0,944 ^a	1	17	2,833±1,169 ^{bcd}	3
Magyaros	67	1,829±0,946	1	8	1,333±0,516 ^c	1
Paprikás	59	1,610±0,666	1	10	1,667±0,516 ^d	2

^{abcd}A különböző betűk szignifikáns különbséget jelölnek (p <0,05) az oszlopokon belül.

^{abcd}Values with different exposures differ significantly (p <0.05) within the columns.

(1) name of the product, (2) total population, (3) focus group, (4) total score, (5) avg. ± SD, (6) modulus

Megvizsgáltuk, hogy összesített pontszám alapján, mely termékek nyerték el a bírálók tetszését (10. táblázat). Az össz sokaság esetén az édes krémek közül a sütőtökös, míg a sós krémek közül a paprikás krémet választották. Iskolai osztályzatra átalakítva a pontszámokat (11. táblázat), az édes krémek jó (370-534 pont), a sós krémek kiváló (205-369) minősítést kaptak. A fókuszcsoporthoz vizsgálatot követő kóstoltatás eredményeképpen érdekes eredményre jutottunk. A résztvevők a vaníliás és a magyaros köleskrémet értékelték jobbra.

10.táblázat: A köleskrémek összesített megítélése a bírálói pontszámok alapján az összes sokaság és a fókuszcsoport esetén.

Table 10: Aggregate evaluation of millet creams based on reviewer scores for the entire population and the focus group

Termék megnevezése (1)	Össz sokaság (2)			Fókuszcsoport (3)		
	Összpontszám (4)	Átlag ± SD (5)	Módusz	Összpontszám (4)	Átlag ± SD (5)	Módusz
Vaníliás	413	2,063±1,010 ^{ab}	1	69	2,300±1,179 ^{ef}	2
Sütőtökös	407	2,054±0,946 ^{cd}	2	74	2,467±1,137 ^{gh}	3
Magyaros	342	1,722±0,777 ^{ac}	1	44	1,467±0,681 ^{egh}	1
Paprikás	302	1,498±0,669 ^{bd}	1	48	1,600±0,724 ^f	1

^{abcdefgh} A különböző betűk szignifikáns különbséget jelölnek ($p < 0,05$) az oszlopokon belül.

^{abcdefgh} Values with different exposures differ significantly ($p < 0.05$) within the columns.

(1) name of the product, (2) total population, (3) focus group, (4) total score, (5) avg. ± SD, (6) modus

11.táblázat: A kumulált pontszámok és az iskolai értékelés kapcsolata az összes bíráló és a fókuszcsoport által adott pontszámok alapján

Table 11: The relationship between cumulative scores and school assesment based on the scores given by all reviewers and the focus group

Kumulált pontszám (1)		Értékelés (2)
Teljes sokaság (3)	Fókuszcsoport (4)	
205-369	30-54	kiváló
370-534	55-78	jó
535-699	79-102	közepes
700-864	103-126	elégséges
865-1025	127-150	elégtelen

(1) cumulative score, (2) evaluation, (3) total population, (4) focus group

A bírálók által adott pontszámokat átszámoltuk a tej és tejtermékek érzékszervi bírálatánál használatos pontozási rendszer alapján (ISO 22935-3:2019), mivel az általunk készített köleskrémekkel az említett készítményeket szeretnénk helyettesíteni. Az egyes tulajdonságok esetén a következő súlyozófaktorokat alkalmaztuk: külső megjelenés – 0,8; szín – 0,6; íz – 1,8; állomány – 0,8; illat – 0,6.

A korrigálás után a teljes sokaság és a fókuszcsoporthoz is az édes krémeket ítélte kedvezőbbnek. (12. táblázat). Az ízesítések közül a vizsgált sokaság esetén a vaníliás és a paprikás köleskrém kapott kevesebb pontszámot, míg a fókuszcsoporthoz a vaníliás és a magyaros ítélte kedvezőbbnek. A teljes sokaság pontszámai alapján a vaníliás és a sütőtökös termék pontszámaiban, illetve a magyaros és paprikás köleskrémek pontszámaiban nincs szignifikáns különbség, azonban az édes krémeket a fogyasztók szignifikánsan kedvezőbbnek ítélték, mint a sósakat. A fókuszcsoporthoz vizsgálat alapján hasonló eredményre jutottunk.

12.táblázat: A köleskrémek súlyozófaktorral korrigált pontszámai az össz sokaság és a fókuszcsoporthoz esetén.

Table 12: Scores of millet creams adjusted by weighting factor for the total population and the focus group.

Termék megneve- zése (1)	Össz sokaság (2)			Fókuszcsoporthoz (3)		
	Összpont- szám (4)	Átlag $\pm$ SD (5)	Módusz	Összpont- szám (4)	Átlag $\pm$ SD (5)	Módusz
Vaníliás	417	2,034 $\pm$ 1,553 ^{ab}	1,6	72,2	2,407 $\pm$ 2,138 ^{de}	1,6
Sütőtökös	425,8	2,007 $\pm$ 1,642 ^c	0,8	75,8	2,527 $\pm$ 2,129 ^f	2,4
Magyaros	340,4	1,660 $\pm$ 1,123 ^a	0,8	41,6	1,387 $\pm$ 0,832 ^d	0,8
Paprikás	304,4	1,485 $\pm$ 1,131 ^{bc}	0,8	49,4	1,647 $\pm$ 1,353 ^{ef}	0,8

^{abcde}A különböző betűk szignifikáns különbséget jelölnek ($p < 0,05$) az oszlopokon belül.

^{abcde}Values with different exposures differ significantly ($p < 0.05$) within the columns.

(1) name of the product, (2) total population, (3) focus group, (4) total score, (5) avg. $\pm$ SD, (6) modulus

Megkértük a bírálókat, hogy válasszák ki külön a két édes és külön a két sós krém közül azt, amelyik az igényeiknek megfelelőbb lenne. Ennek eredményeként az édes krémek közül a vaníliásat, a sós krémek közül a paprikásat választották többen a teljes sokaságban és a fókuszcsoporthoz is, ami némileg ellent mond a pontozáskor kapott eredményeknek, hiszen a pontszámok alapján a teljes sokaságban a sütőtökös és paprikás, míg a fókuszcsoporthoz a vaníliás és a magyaros krémet kellett volna választaniuk. Ha azonban a választást a súlyozófaktoros eredményekkel hasonlítjuk össze, akkor a számított pontszám és a bírálók értékelése a teljes sokaságban összecseng.

Amennyiben a termékek kereskedelmi forgalomba kerülnének, a teljes sokaság választai alapján a sós krémek számíthatnak nagyobb érdeklődésre. 15 bíráló jelölte a paprikás, 12

fő a magyaros, 11 fő a vaníliás és 3 fő a sütőtökös köleskrémet vásárlásra érdemesnek. A fókuszcsoportban 3 fő a magyaros, 2 fő a paprikás és 1 fő a vaníliás krémet vásárolná meg. Közülük senki nem vásárolná meg a sütőtökös terméket.

Fókuszcsoport vizsgálat

A vizsgálat meghirdetett idejére és helyszínére 6 fő érkezett meg, 5 nő és 1 férfi, így ebben a vizsgálati fázisban ők képezték az alapsokaságot. A megkérdezettek fiatal (19 – 23 év) életkora és női többsége szándékolt volt, mivel a kérdőíves vizsgálat eredményei alapján inkább a hölgyek érdeklődését keltették fel a vizsgált termékek, így, ezen csoport véleményének részletes, mélyebbre menő vizsgálatát találtuk indokoltnak. A fókuszcsoportos vizsgálat előre elkészített forgatókönyv alapján, moderátor segítségével zajlott, melynek során a résztvevők a következő témakörök megvitatására tértek ki:

- I. Egészséges táplálkozás és saját táplálkozás
- II. Vegán étrend
- III. Lehet-e teljesértékű a vegán étrend?
- IV. A vegán ételek megítélése
- V. Fogyasztott-e már kölest és hogyan vélekedik annak beltartalmi paraméteriről?
- VI. Kóstolás és a termékek véleményezése bírálati lapsegítségével

I.1. Az egészséges táplálkozás és saját táplálkozás témakör kapcsán első körbe a résztvevők egészséges táplálkozáshoz való viszonya került feltárára, olyan módon, hogy a csoport tagjai 1-től 5-ig terjedő skálán értékelhették, hogy mennyire tartják azt fontosnak. Két hölgy résztvevő tartotta kiemelten fontosnak (5), míg a többi csoporttag úgy nyilatkozott, hogy inkább fontos (4). A férfi megkérdezett az alacsony szénhidrát és magas rosttartalmat emelte ki, amivel részben összecseng 2 női megkérdezett válasza, akik a sok, illetve nyers zöldség fogyasztását hangsúlyozták, a hölgyek körében 2 fő említette meg a kiegyensúlyozott és változatos étkezést, egy fő pedig az alacsony só és cukor bevitellel azonosította az egészséges táplálkozást. Egy női résztvevő kiemelte a kevésbé feldolgozott élelmiszerek fogyasztásának jelentőségét, míg egy másik az eleget kell enni elvet vallotta. Ennek hatására a moderátor feltett egy - a forgatókönyvben nem szereplő - kérdést annak tisztázására, hogy ez pontosan mit is jelent, tehát mennyi az elég? Ennek kapcsán csak 3 hölgy formált véleményt, 1 fő ennek meghatározására

kalóriaszámláló programot hívná segítségül, míg a többiek a napi szükséglet meghatározásánál, annak elosztásánál figyelembe vennék az aktivitást és az aktuális egészségi állapotot is. A követnek-e bármilyen diétát kérdésre csupán a férfi résztvevő adott igenlő választ, melynek során kifejtette, hogy hozzáadott cukrot tartalmazó élelmiszert nem fogyaszt, ezzel együtt törekszik az alacsonyabb szénhidrát-bevitelre. Szükségletét első sorban sok zöldséggel és jó minőségű fehérjékkel elégíti ki. Ezt követően a diéta fogalmának tisztázására került sor kezdve a saját véleményekkel, ahol 2 hölgy és a férfi nem értett egyet a diéta időtartamában, mivel a férfi szerint véges ideig tart, a hölgyek szerint viszont akár élethosszig is követhető (pl.: cukorbeteg diéta), amit a diéta fogalmát tisztázó szakirodalmi források bemutatása követett.

Ezen vélemények alapján megállapítható, hogy a megkérdezettek nincsenek teljes mértékben tisztában a helyes táplálkozás ismérveivel, ahogyan a diéta fogalmával sem.

I.2. Saját táplálkozás kapcsán arra kerestük a választ, hogy van-e valamilyen étel allergiájuk, intoleranciájuk a résztvevőknek, amire mindenkitől nemleges választ kaptunk, amit a fogalmak tisztázásával zártunk le. Ezt követte a mennyire táplálkozik egészségesen kérdés a korábbihoz hasonló véleményformálási módszert alkalmazva, ahol 3 hölgy inkább (4), 2 női résztvevő igen is és nem is (3), míg a férfi megkérdezett kevésbé (2) véli úgy, hogy egészségesen étkezik. Ezt azzal indokolták, hogy nincs idejük (pl.: vizsgaidőszak), lehetőségük (pl.: kollégiumi elhelyezés) több figyelmet fordítani az egészséges táplálkozásra, valamint, hogy az ilyen típusba tartozó termékek meglehetősen drágák is, illetve, hogy nincs motivációjuk tudatosabban étkezni.

Összességében elmondható, hogy ugyan résztvevők fontosnak tartják az egészséges táplálkozást, de mégsem fordítanak rá kellő figyelmet.

II. Vegán étrend témakörben arra kértük a résztvevőket, hogy válaszoljanak arra a kérdésre, hogy „Hallott-e már a predán, vegetáriánus, vegán fogalmakról és ön szerint mit jelentenek ezek?” kérdéskörrel folytatódott a vizsgálat. A **Predán** étrend kapcsán semmilyen információval nem rendelkeztek a megkérdezettek és ezzel a fogalommal még nem is találkoztak. A **Vegetáriánus és vegán** étkezés sajátosságaival teljes mértékben tisztában voltak a csoport tagjai. Ebből arra következtethetünk, hogy a fókuszcsoport összetétele megfelel a vizsgált témának, mivel releváns információkkal szolgálhat egy vegán termék kapcsán.

III. „Lehet-e teljesértékű a vegán étrend?” témakörrel folytatódott a vizsgálat. A megkérdezettek egyöntetűen úgy gondolják, hogy a vegetárius étrend nem fedezi 100

százalékban a szükségletet, nem kaphatnak meg mindent szükséges tápanyagot. Ez nem cseng össze a szakirodalomban megfogalmazottakkal (URL¹⁹), miszerint a vegetáriánus étrenden élők tápanyagellátottsága is hiánytalanul megoldható, csupán kellő hozzáértést igényel, mint egyébként valamennyi diéta.

IV. A vegán ételek megítélése az alábbi kérdésekre a következő válaszokat adták a megkérdezettek:

- Egészségesek-e a vegán termékek?
 - 5 fő úgy véli, hogy kifejezetten egészségesek ezek a termékek, 1 hölgy gondolja úgy, hogy csak abban az esetben, ha nem tartalmaznak adalékanyagokat.
 - 2 női résztvevő szerint a vegán termékek több vitamint és ásványi anyagot tartalmaznak.
 - A férfi megkérdezett abban látja az előnyös tulajdonságukat, hogy kevésbé feldolgozottak.
- Fogyasztottak-e már vegán terméket?
 - Az összes résztvevő egyöntetűen úgy nyilatkozott, hogy kóstolt már vegán terméket, első sorban növényi italokat, melyek ízével nem voltak teljes mértékben megelégedve.
 - A hölgyek nagyobb választékát kóstolták már a növényi alapú termékeknek (tofu, humusz, vegaföl, zöldség chips), mint a férfi megkérdezett, aki a rizs tejen kívül a Burger King vegán burgerét kóstolta meg.
 - Véleményük szerint ezek a termékek drágábbak hagyományos társaiknál.
- Önök mit kennek a kenyérre, zsemlére, kiflire?
 - A megkérdezettek úgy nyilatkoztak, hogy mind a sós és mind az édes ízvilágú termékek egyaránt szóba jöhetnek náluk kenyér feltétként, ami egyértelműen alátámasztja, hogy mindkét ízvariánsnak (sós és édes) lehet létjogosultsága a piacon, ezért érdemes kifejleszteni.

V.1. Fogyasztott-e már kölest témakör kérdései adott válaszok:

Minden résztvevő úgy nyilatkozott, hogy fogyasztott már kölest, illetve kölesből készült terméket. Köles golyót 5 fő, köretként 2 fő, 1 hölgy pedig chips-ként is fogyasztotta már.

V.2. A köles és a tehéntej aminosav összetételének összevetése irodalmi források alapján (Wiedemair et al. 2020, Gubicskóné és Szabó 2015, Kalinová 2007, Csapó és Csapóné 2002, URL⁵)

A jelenlévők kifejtették azon álláspontjukat, hogy a köles nem képes maradéktalanul kiváltani a tejet, tejtermékeket. Ezen vélemény összevetésre került a szakirodalomban fellelhető adatokkal, mely során megállapítást nyert, hogy a köles tartalmazza valamennyi esszenciális aminosavat, igaz, a tejétől eltérő arányban és biológiai hasznosulása kedvezőtlenebb (40%) (Jevcsák és Sipos 2016).

VI. Kóstolás és a termékek véleményezése bírálati lap segítségével

Az organoleptikus vizsgálat eredményeinek részletes ismertetésére a publikáció **Érzékszervi bírálatok** című fejezetében került sor.

A fókuszcsoporthoz vizsgálat kóstolási fázisának eredményeit összesítve megállapítható, hogy 4 megkérdezett a sós, 1 az édes és 1 mindkét ízvilágú terméket szívesen megvásárolná. Érdekes, hogy a várakozásokkal ellentétben az édes ízű terméket a férfi résztvevő vásárolná meg. A saját termékfejlesztést vak teszt módszerrel összehasonlítva a Krisnavölgyi köleskörözötttel a megkérdezettek egyöntetűen azon a véleményen voltak, hogy a saját fejlesztésű termékek minden szempontból jobban kielégítik a fogyasztói igényeket, azaz lehet létjogosultsága a termékfejlesztésnek. A már forgalomban lévő termék kapcsán az alábbi kritikákat fogalmazták meg:

- kellemetlen kesernyés utóíz,
- túlságosan darabos állag,
- semleges illat,
- a termék összbenyomása nem esztétikus.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Vizsgálatunk első szakaszában kérdőíves megkérdezést végeztünk, melynek eredményei alapján korábban már megállapítottuk, hogy a kifejleszteni kívánt köles alapú termékek lehetséges célcsoportja a 26 év alatti hölgyek lehetnek és ők nyitottak mind a sós, mind az édes krémek megkóstolására.

Az általunk készített termékek ára kedvezően alakult, hiszen kiszámolva a költségeket és összehasonlítva néhány jelenleg is forgalomban lévő termékkel azt találtuk, hogy alacsonyabb áron tudnánk kínálni a kifejlesztett termékeket. A termékeink átlagára 1802,-

Ft/kg, ezzel összevetve a krémtúró 1815-2300,-Ft/kg, a körözött 2900,-Ft/kg, míg a Krisnavölgyi Köleskörözött (gyártó: Somogyi Biovölgy Kft.) kilogrammonkénti ára 7015,-Ft.

Nem csak anyagi oldalról megközelítve kedvezőbbek a köleskrémek, hiszen az állati eredetű élelmiszerekkel összehasonlítva kisebb ökológiai lábnyommal is számolhatunk. (Marlow *et al.* 2009) Emellett a köles kiváló funkcionális élelmiszer. Számos betegség megelőzésére alkalmas. (Zhang *et al.* 2014, Nishizawa *et. al.*, 1996). Glikémiás indexe (50,2-64,7) alacsonyabb, mint például a fehér lisztből készült termékeknek, a kukoricának, a burgonyának vagy a rizsnek (Das *et. al.* 2019, McSweeney 2014, Amadou *et. al.* 2013, Kalinová 2007, URL¹¹). Az általunk kifejlesztett termékek számos diétába beilleszthetők, egyrészt mert a köles gluténmentes, illetve a krémek készítéséhez nem használtunk tejet, tejszármazékot, tojást, így fogyaszthatók glutén-, tej-, tojásmentes diétába, valamint az állati eredetű alapanyagokat mellőzők étrendjében is.

A kész köleskrémek +4°C-on való 28 napos tárolás során mindvégig megőrizték a mikrobiológiai és az organoleptikus minőségüket. Ugyan a sós krémek kezdeti csíraszama nem haladta meg a határértéket, mégis nagyobb gondot kell fordítani az összeállításánál a hőkezelés idejére az alapanyagok (pl.: fűszerek) magasabb mikrobiológiai szennyezettsége miatt, hogy a késztermék kezdeti csíraszámát minél alacsonyabb értéken tarthassuk. A sós krémek tárolása során tapasztalt vízkiválás megelőzhető állományjavítók, stabilizálószer alkalmazásával. Ha ragaszkodunk az ezektől való mentességhez, akkor erre a lehetőségre (vízkiválás) felhívhatjuk a fogyasztók figyelmét a csomagoláson, azzal a plusz információval együtt, hogy ez alapos átkeveréssel megszüntethető és nem befolyásolja a termék élvezeti értékét.

A 4 félé készterméket a kóstolás során is pozitívan fogadták a bírálók, összességében mindegyik krém megítélése kedvező volt. A részletes elemzés eredményei alapján a sós krémeket többen vásárolnák meg (a bírálók 65%-a) az öt vizsgált tulajdonság (külső megjelenés, szín, íz, állomány, illat) alapján.

Az elvégzett fókuszcsoporthoz vizsgálatok során azt tapasztaltuk, hogy a vizsgálatba vont személyek nincsenek tisztában teljes mértékben a helyes táplálkozás ismérveivel. Fontosnak tartják az egészséges étkezést, de a mindennapjaikban különböző okokból nem fordítanak rá elegendő figyelmet. A fókuszcsoport résztvevői mind fogyasztottak már vegán termékeket és kölest is egyaránt, és tapasztalataik alapján a vegán termékeket drágábbnak, viszont egészségesebbnek gondolják.

Összességében a vizsgálat sorozat eredményei alapján megállapítható, hogy a kifejlesztett termékeket a vizsgálatba vont potenciális fogyasztók kedvezően fogadták. Bár mindkét ízvariáció elnyerte tetszésüket, mégis inkább a sós változatokat preferálták. Az új termék legígéretesebb célcsoportjának a 27-37 év közötti és 26 év alatti hölgyek mutatkoztak. A sós krémeket - kenyérfeltétként való felhasználása és pozitívabb értékelése miatt - piacképesebbnek találjuk, így érdemes lenne ezekkel tovább foglalkozni, figyelembe véve a női célcsoport preferenciáit a termék design kialakítása során. Mivel a vaníliás krém ízében és állagában nagyon hasonlít a krémtúróra, így ezzel a készítménnyel a vásárlók számára elérhető lenne egy népszerű termék vegán alternatívája, ezért ezt javasoljuk a következő fejlesztési területnek.

MILLET BASED VEGAN SUBSTITUTE PRODUCTS II. – PRODUCT DEVELOPMENT AND QUALITATIVE TESTING

RENÁTA TIHANYI-KOVÁCS – ERIKA HANCZNÉ LAKATOS – KAROLA HANDL KAROLA – ANETT NÉMETH-TORKOS

Széchenyi István University,

Albert Kázmér Agricultural Faculty, Mosonmagyaróvár

ABSTRACT

In the first stage of our study, we determined the most promising target groups of the planned product the women between the ages of 27-37 and under 26. The price of the our products developed positively, since we could offer our creams at a lower price than some products currently available in the market. Compared to foods of animal origin the favorable feature of millet creams is that the ecological footprint of their production is smaller, and the products can be included in many diets (gluten-free, dairy-free, egg-free, vegetarian, vegan). The finished millet creams maintained their microbiological and organoleptic quality throughout the 28-day storage at +4°C. Based on the results of the test series, we concluded that the developed products were favorably received by the potential consumers enrolled in the test. Although they liked both flavor variations, but they rather preferred the salty version.

Keywords: millet, product development, shelf life, sensory evaluation

IRODALOMJEGYZÉK

- Amadou, I. – Gounga, M. E. – Le, W. G. (2013):* Millets nutritional composition, some health benefits and processing-A review, *Emirates Journal of Food and Agriculture*, **25**(7):501-8.
- Bartusné SZ. M. (2018):* Táplálkozástan, Oktatási segédanyag, Testnevelési Egyetem.
- Biase, D. G. S – Fernandes, C. F. S – Gianini, J. R. – Duarte, G. L. J. (2005):* Vegetarian Diet and Cholesterol and Triglycerides Levels, *Arq Bras Cardiol*, **88**(1):32-36.
- Craig, J. W. – Mangels, R. A. (2009):* Position of the American Dietetic Association: Vegetarian Diets, *J Am Diet Assoc*, **109**(7):1266-82.
- Csanádi J. - Fenyvessy J. (1999):* A tehén-, juh-, kecsketej alkotórészeinek összehasonlító táplálkozáselettani megítélése. *Tudományos közlemények*, (20):64-70.
- Csapó J. - Csapóné K. Zs. (2002):* Tej és tejtermékek a táplálkozásban, *Mezőgazda Kiadó*, Budapest.
- Das, S. – Khound, R. – Santra, M. – Santra, D. K. (2019):* Beyond bird feed: Proso millet for human health and environment, *Agriculture*, **9**(3):64.
- Gubicskóné K. A. - Szabó Z. (2015):* In: Figler M. (szerk): Élelmiszertudományi ismeretek, *Medicina Könyvkiadó*, Budapest.
- Györe D (2014):* A köles piaca, *Országos Mezőgazdasági Szakfolyóirat*, (2):115-116.
- Helmut, F. K. (2002):* Leichenschmaus – Ethische Gründe für eine vegetarische Ernährung, *Books on Demand*, 182-196.
- Jain, M.G. – Hislop, G.T. – Howe, G.R. – Ghadirian, P. (1999):* Plant foods, antioxidants, and prostate cancer risk: findings from case-control studies in Canada. *Nutr Cancer*, **34**(2):173 -84.
- Jevcsák Sz. – Sipos P. (2016):* Alternative grains in nutrition, *Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria*, **9**:69–76.
- Kalinová, J. (2007):* Nutritionally important components of proso millet (*Panicum miliaceum L.*), *University of South Bohemia, Food I*, (1):91-100.
- Key, J. T. -Davey, K. G. – Appleby, N.P. (1999):* Health benefits of a vegetarian diet, *Proceedings of the Nutrition Society*, **58**(2):71-275.
- Knekt, P. - Reunanen, A. - Jarvinen, R. - Seppanen, R. - Heliovaara, M. - Aromaa, A. (1994) -* Antioxidant vitamin intake and coronary mortality in a longitudinal population study, *Am. J. Epidemiol*, **139**(12):1180–1189.

- Kökény T.* (2016): A magyarországi vegetárizmus története, URL: <https://kokenytibor.wordpress.com/2016/01/24/a-magyarorszag-vegetarizmus-tortenete/> (Letöltés dátuma: 2021.04.05)
- Leitzmann, C.* (2005): Vegetarian Diets: What Are the Advantages?, Karger AG, Basel.
- Linnemann, M. – Schorcht, C.* (2001): Vegetarismus. Zur Geschichte und Zukunft einer Lebensweise. Erlangen, 81–83.
- Liu, S. – Manson, E. J. – Stampfer, J. M. – Rexrode, M. K. – Hu, B. F. – Rimm, B. E. – Willett, C. W.* (2000): Whole Grain Consumption and Risk of Ischemic Stroke in Women, A Prospective Study, JAMA, **284**(12):1534-1540.
- Marlow, H. J. – Hayes, W.K. – Soret, S.- Carter, R. L. – Schwab, E. R. – Sabaté, J.* (2009): Diet and the environment: does what you eat matter?, The American Journal of Clinical Nutrition, **89**(5):1699-1703.
- Marsh, A. K. – Munn, A. E. – Baines, K. S.* (2012): Protein and vegetarian diets, Medical Journal of Australia, **199**(S4):S7-S10
- McSweeney, M.* (2014): Proso millet as an ingredient in foods common to North Americans, Guelph, Ontario, Canada.
- Nishizawa, N. – Shimanuki, S. – Fujihashi, H. – Watanabe, H. – Fudamoto, Y. – Nagasawa, T.* (1996): Proso millet protein elevates plasma level of high-density lipoprotein: a new food function of proso millet, Biomedical and Environmental Sciences, **9**(2-2):209-212.
- Rao, D. N. – Ganesh, B. – Rao, R. S. – Desai, P. B.* (1994): Risk assessment of tobacco, alcohol and diet in oral cancer-a case-control study. Int J Cancer, **58**(4):469-73.
- Schmidt J.* (2019): Vegetáriánus anya, vegetáriánus gyermek, Magyar Tudomány, **180**(5):700–709.
- Szabó Z. - Erdélyi A.- Gubicskóné K. A.- U. T. L. Polyák É. – Szeresné Sz.Sz. - Kovács, R.E. - Raposa L. B. - Figler M.* (2016): A növényi alapú étrendről, Orvosi Hetilap, **157**(47):1859–1865.
- Véha M. - Szakály Z. - Fehér A.* (2019): A növényi alapú étrendet támogató tényezők rendszerezése – Szakirodalmi áttekintés, In: Egészségügyi Kutatások, Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, 95-104.
- Volpi, E. – Campbell, W. W. – Dyer, J. T. – Johnson, M. A. – Jensen, G. L. – Morley, J. E.* (2012): Is the Optimal Level of Protein Intake for Older Adults Greater Than the

Recommended Dietary Allowance?, The Journals of Gerontology: Series A, **68**(6):677–681.

Welle, S. (1999): Human Protein Metabolism, Springer-Verlag, New York.

Wiedemair, V. – Scholl-Bürgi, S. – Karall, D. – Huck, C. W. (2020): Amino Acid Profiles and Compositions of Different Cultivars of *Panicum miliaceum* L., *Chromatographia*, **83**, 829–837.

Zhang, L. - Liu, R. - Niu, W. (2014): Phytochemical and Antiproliferative Activity of Proso Millet, *Plos ONE*, Italy, **9**(8):e104058.

URL¹: <https://www.vegetarianus.info/vegetarianizmus/a-vegetarianizmus-toertenete> (letöltés: 2021.03.17)

URL²: <https://www.novenyifeherje.hu/egyeb/vegetarianus-taplalkozas-rovid-utmutato-kezdoknek/> (letöltés: 2022.05.01.)

URL³: https://www.webbeteg.hu/cikkek/fogyokura/16218/a-feherjek-szerepe-az-etrendben?fbclid=IwAR2736_D0QLfT1IGlma-x_W-P9aJTc4-fut-YzpaE0GB3ulTHp-hpSuEQ (letöltés:2021.04.18)

URL⁴: <https://www.frieslandcampinainstitute.com/ng/dairy/milk/amino-acids-protein-quality-milk/> (letöltés:2021.06.20)

URL⁵: <https://www.google.com/url?q=https://www.frieslandcampinainstitute.com/ng/dairy/milk/amino-acids-protein-quality-milk/&source=gmail&ust=1624271528235000&usg=AFQjCNFXwZ9whOnvMI96lVszoXVMTYaw5w> (letöltés:2021.06.21)

URL⁶: http://eta.bibl.u-szeged.hu/733/1/taplalkozasbiokemia_jegyzet_azvagyamiteszel.pdf (letöltés: 2022.04.10.)

URL⁷: <https://www.nak.hu/kiadvanyok/kiadvanyok/3368-erzekszervi-vizsgalatok/file> (letöltés: 2022.04.18)

URL⁸: <http://mediapedia.hu/fokuszcsoportos-kutatas> (letöltés:2022.04.18)

URL⁹: http://mmi.elte.hu/szabadbolcseszett/mmi.elte.hu/szabadbolcseszett/index2b6d.html?option=com_tanelem&id_tanelem=836&tip=0 (letöltés: 2022.04.18)

URL¹⁰: <https://tamasidr.hu/a-veganvegetarius-es-a-predan-etkezes-orvosi-szemmel/> (letöltés: 2022.04.14.)

URL¹¹:

https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/c_h05s02.html (letöltés:2021.01.26)

A szerzők címe – Adress of the authors:

Tihanyi-Kovács Renáta

Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar

Élelmiszertudományi Tanszék

9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony utca 15-17.

E-mail: tihanyi-kovacs.renata@sze.hu

Hanczné Lakatos Erika

Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar

Élelmiszertudományi Tanszék

9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony utca 15-17.

E-mail: lakatos.erika@sze.hu

Handl Karola,

Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar

Élelmiszertudományi Tanszék

9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony utca 15-17.

E-mail: handlkarola2123@gmail.com

Németh-Torkos Anett

Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar

Élelmiszertudományi Tanszék

9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony utca 15-17.

E-mail: nemeth.anett@sze.hu



A KISALFÖLDI FACÉLIAVETÉSEKBEN ALKALMAZOTT GAZDÁLKODÁSI MÓDSZEREK FELMÉRÉSE

DUNAI ÉVA - KUKORELLI GÁBOR - PINKE GYULA

Széchenyi István Egyetem,

Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar, Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

A kiskisalföldi régióban jelentős a facélia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) vetőmagtermesztése. Kutatásunk során a facéliavetésekben az utóbbi három évben alkalmazott gazdálkodási módszereket mértük fel online kérdőív segítségével, 50 gazdálkodó bevonásával. Tanulmányunk feltárta, hogy a megkérdezett gazdaságok jelentős részében a vetésforgó kedvelt eleme ez a kultúrnövény, melyet döntően kalászosok után vetettek, leggyakrabban március 10 és 20 között, 8-10 kg/ha vetőmag felhasználásával, gabona-sortávolságra. A legkedveltebb fajták a *Lilla* és az *Angelia* voltak. A növényápolásban az NPK műtrágyák mellett a bór-tartalmú lombtrágyák voltak népszerűek. A megkérdezett gazdaságok mindegyikében a kétmenetes betakarítást alkalmazták. A gazdaságok 60%-a alkalmazott vegyszeres gyomirtást, de csak 35%-uk volt megelégedve az engedélyezett gyomirtó szerek hatékonyságával. A termesztők többsége (~70%) szerint megnehezíti a növényvédelmet a linuron herbicid-hatóanyag kivonása, mindazonáltal hasonló arányban úgy vélik, hogy a gyomfészű kiválthatja a vegyszeres gyomirtást a facéliában. Eredményeink azt sugallják, hogy a gazdák nyitottak a teljesen vegyszermentes facélia termesztés-technológia bevezetése iránt, ami egy környezetkímélő megoldás lehet a kultúrnövény gyomszabályozásában.

Kulcsszavak: facélia, mézontófü, agrotechnika, növénytermesztés, mechanikai gyomszabályozás, vegyszermentes termesztéstechnológia, Kiskisalföld

BEVEZETÉS

Magyarország a nyugat-európai piac számára már több évtizede állít elő kiváló minőségű mézontófű vagy más néven facélia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) vetőmagot. Az 1970-es években kezdődött a növény nagyüzemi termelése. Magtermesztésének hazai központja a Kisalföldön található, az előállított vetőmagmennyiség több mint fele ebből a régióból kerül ki (Godáné Biczó és Magyar 1999, Nagy 2019, Nagy 2021, Pinke et al. 2021, Dunai és Pinke 2023). A termesztőterület hozzávetőlegesen 1 500 és 11 000 ha között ingadozott az elmúlt 20 évben (Nagy és Radics 2021, Nagy 2021). A hazai mézontófű-szaporítás a nyugat-európai növénytermesztés elővetemény-igényét igyekszik kielégíteni, emiatt a világpiacon kereslet ingadozására érzékenyen reagál (Benke 2015, Nagy és Radics 2021, Dunai és Pinke 2023).

Vetőmagtermesztése mellett nő a jelentősége zöldtrágyanövényként, zöldtrágyakeverékek alkotóelemeként a zöldítés és AKG programoknak köszönhetően (Gyórfy 2017, Kádár 2019, Nagy és Radics 2021, Dunai és Pinke 2023). Magyarországon és Európában sok keverék tartalmazza összetevőként (Nagy és Radics 2021), jelentősen javíthatja a talajok szerkezetét (Bacq-Labreuil et al. 2019). További előnye, hogy növeli a talajok szervesanyag-készletét, miközben csak gyenge allelopatikus hatást fejt ki a kultúrnövények csírázására (Kliszcs et al. 2023). Javasolják őszi és tavaszi kalászosok, burgonya, cukorrépa, kukorica, zöldségkultúrák elé zöldtrágyaként, méhlegelő és vadlegelő keverékekbe, ültetvényeknél sorköztakaró és mulcskeverékekbe, szántóföldi szegélyvetésekbe, hosszabb ideig fenntartott beporzósávokba, biztosan kifagyó növényként mulcsvetésbe (Nagy és Radics 2021, Dunai és Pinke 2023). A klímaváltozás, az emelkedő inputanyag árak és a kiszámíthatatlan piaci viszonyok miatt egyes intenzív kultúrák termesztési kockázata megnövekedett, ezért nagyobb teret kell kapnia az olyan kiskultúráknak, mint a facélia. A növény termesztése nemcsak a jövedelmezőség, hanem környezettudatossági szempontok miatt is fontos (Szabó et al. 2016).

A mézontófű talajra nem igényes, az egész ország területén – a zord fekvésű, nehezen felmelegedő talajokat kivéve – sikeresen termeszthető (Boros 1975, Horváth 2001, Nagy és Radics 2021). A mélyrétegű, jó vízgazdálkodású, tápanyagban gazdag, középkött, semleges vagy enyhén lúgos kémhatású erdő-, vályog- és csernozjom-talajokon kiváló termést hoz (Horváth 2001, Schmidt 2005). Sótűrése gyenge, így termesztése szikes talajokon nem javasolt (Özkan 2021, Acikbas és Ozyazici 2022). A mérsékelt meleg,

csapadékos időjárás kedvez számára a virágzás idejéig. A csapadék mennyisége befolyásolja a termésmennyiségét. Megtermékenyülés után az aszályos időjárásra már kevésbé érzékeny (Nagy és Radics 2021). Az éghajlati és talajviszonyokat egyaránt képes kompenzálni, de terméseredményét nemcsak a környezeti feltételek, hanem a műveleti eljárások is meghatározzák (Nagy és Radics 2021).

Kis hektárköltséggel, nagy biztonsággal termesztethető növény, rövid tenyészidővel, mely a vetésforgóba jól beilleszthető. Tápanyagigénye alacsony, termesztése peszticidek nélkül is kivitelezhető, ökológiai termesztésre alkalmas (Nagy és Radics 2021). A vegetációs időszakban a gyomosodás elleni védekezésen kívül egyéb növényvédelmi munkát nem igényel, a kártevők és a kórokozók jelentős károkat nem okoznak (Boros 1975, Gyulai és Botta 2011). A vetést követően a kultúrnövény csírázása elhúzódó, kezdeti fejlődése vontatott, emiatt ebben az időszakban nagyon érzékeny a gyomosodásra (Horváth 2001, Schmidt 2005, Kádár 2019; Pinke et al. 2021). A termesztés során az állomány gyommentessége alapkövetelmény, ugyanis magja nehezen tisztítható a gyommagvaktól (Kádár 2019, Pinke et al. 2021).

Az 1990-es évekig jobbra csak a szerződéshez jutott szövetkezetek termelhették a facéliát, ami akkoriban kiváltságnak számított, és némi misztikum is övezte a termesztés fontos részleteit (Nagy 2019). Napjainkban már számos szakkönyvben hozzáférhető a facélia magtermesztésének technológiája (Binnyi 2000, Horváth 2001, Schmidt 2005, Nagy és Radics 2021, Futó 2022), de a gyakorlatban ténylegesen alkalmazott gazdálkodási módszerekről ezidáig nem történt felmérés. Jelen dolgozatunk célja, hogy egyfajta hiánypótlásként bemutassuk a facéliavetésekben alkalmazott gazdálkodási módszereket abban a földrajzi régióban, ahol a vetőmag-előállítás több, mint fele napjainkban is zajlik.

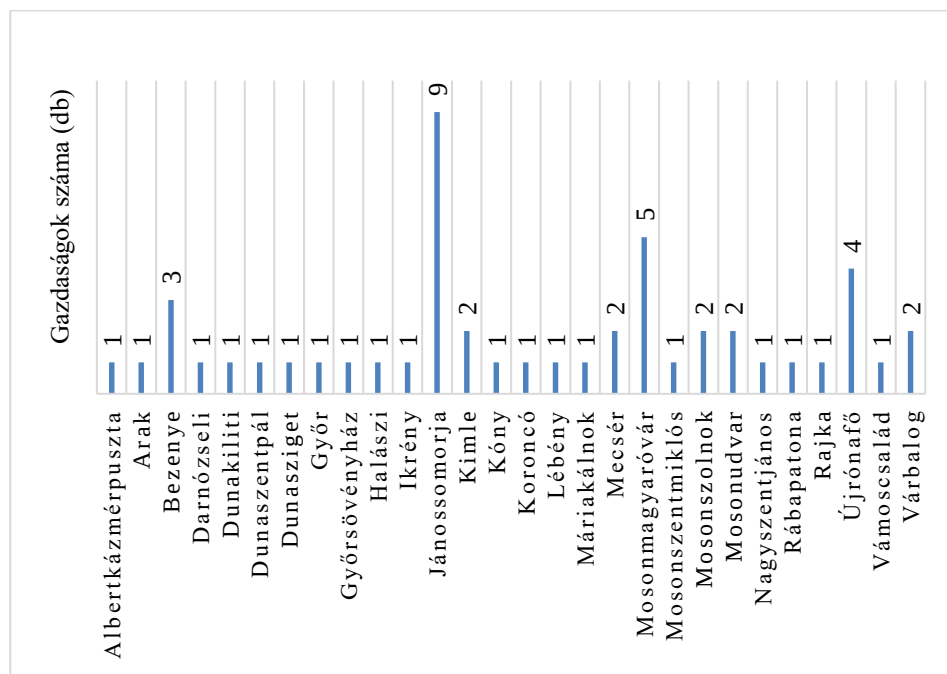
ANYAG ÉS MÓDSZER

A kutatás 2022. szeptember 21. napján indult és 2022. december 29. napján fejeződött be, mely egy általunk szerkesztett, 48 kérdést tartalmazó kérdőívből állt. Ezen időszak alatt nyitva álló kérdőívet 50 kisalföldi, facéliatermesztéssel foglalkozó gazdálkodó töltötte ki, Google-úrlap segítségével, online módon.

Kérdőívünk többek között az alábbi elemeket tartalmazta az elmúlt három évre (2020-2022) vonatkozóan: gazdaságra vonatkozó adatok; termesztésre vonatkozó általános

adatok; facélia fajta neve; vetésidő; sortávolság; vetőmagmennyiség; elővetemény; utóvetemény; kijuttatott tápanyag mennyisége; felhasznált herbicidek; mechanikai gyomirtások száma; betakarítás módja; termésátlagok. A felmérés során kitértünk a gyomszabályozási eljárásokra vonatkozó kérdésekre, annak érdekében, hogy egy átfogó képet kapjunk a facéliában alkalmazott gyomszabályozási technológiákról is. Arra a kérdésre is kerestük a választ, hogy a gazdálkodók mennyire nyitottak a mechanikai gyomszabályozás lehetőségeire, hiszen ma már elvárt a peszticid-csökkentett vagy vegyszermentes termesztéstechnológiák alkalmazása.

A válaszadók az 1. ábrán látható települések határában gazdálkodnak, gazdaságuk központja ezeken a településeken található meg. Az 50 növénytermesztő 28 kistelepülés környékén végzi a mezőgazdasági tevékenységet.

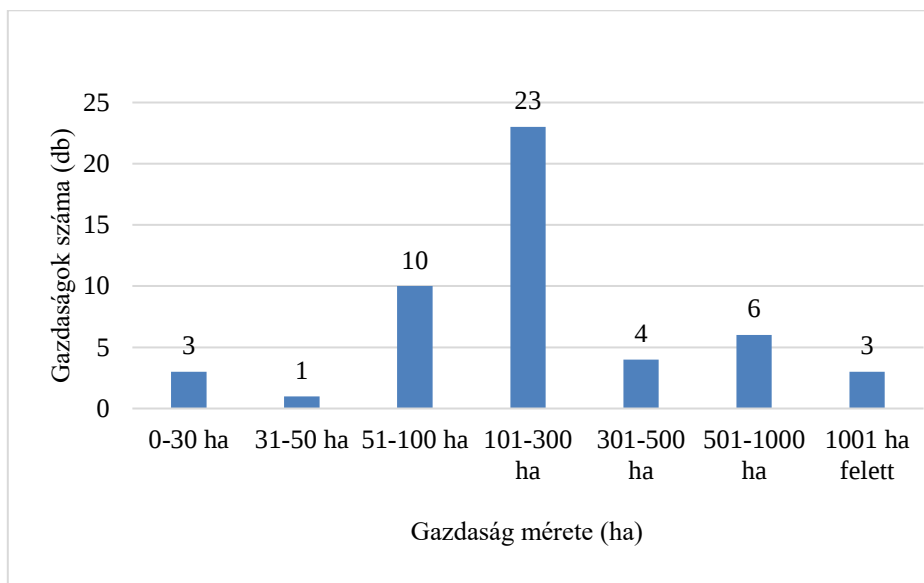


1. ábra: A gazdaságok központjainak településenkénti eloszlása (2020-2022)

Figure 1: Distribution of farm centres by municipalities (2020-2022)

A gazdaságok méretüket tekintve változatosak voltak (2. ábra). 30 hektár alatti (6%) területen gazdálkodó termelő ugyanúgy volt a kitöltők között, mint 1001 hektár feletti

(6%) területen gazdálkodó. Legtöbben (46%) 101-300 hektár közötti nagyságú területen végeznek növénytermesztést.



2. ábra: Kérdőívet kitöltő gazdaságok mérete (2020-2022)

Figure 2: Size of farms by the phacelia growers who completed the questionnaire (2020-2022)

A kérdőív kitöltőinek közel fele családi gazdálkodóként dolgozik, de egyéb gazdasági formákban (őstermelő, e.v., bt., kft., rt., szövetkezet) is tevékenykednek. A kérdőív kitöltőinek 2%-a kevesebb, mint öt éve gazdálkodik. A válaszadók 16%-a 5-10 éve, 28%-a pedig 11-20 éve folytat mezőgazdasági tevékenységet. Legtöbben (30%) 21-30 éve gazdálkodnak, 24% pedig már több, mint 30 éve dolgozik ezen a területen. A gazdálkodók több, mint a fele legalább 20 éve foglalkozik növénytermesztéssel. Minden kitöltő minimum három éve foglalkozik facéliatermesztéssel. Legkevesebben 3-5 éve termesztik a növényt, ami a kitöltők 18%-a. Legtöbben (30%) pedig 6-10 éve foglalkoznak a növény termesztésével. Ugyanannyian (26-26%) vetik 11-20 éve és 20 évnél régebb óta. A gazdák több, mint a felének legalább 10 éves tapasztalata van a kultúrnövény termesztését illetően. A kitöltők 78%-a (39 gazdálkodó) konvencionális gazdálkodást folytat, 22% pedig (11 gazdálkodó) vegyes vagy ökológiai gazdálkodás kereteiben termeszt a növényt.

Az 50 válaszadó közül két fő (4%) 25 év alatti, 17 fő (34%) 26-40 év közötti volt. Legtöbben, 19-en (38%) a 41-60 év közötti korosztályból kerültek ki. 12 válaszoló (24%) 60 év feletti életkorú volt.

A kérdőív kitöltői közül három gazdálkodó (6%) szakmunkásbizonyítvánnyal rendelkezik, 19 fő (38%) középfokú intézményben (szakközépiskola/gimnázium), 28 fő (56%) pedig felsőfokú intézményben (egyetem/főiskola) végzett. Ebből növényvédő szakmérnök/növényorvos végzettséggel 10 válaszoló (20%), PhD fokozattal pedig négy válaszadó (8%) rendelkezik. A termelők több, mint felének felsőfokú végzettsége van.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Termesztési cél

A kérdőívet kitöltő gazdálkodók 100%-a elsősorban vetőmagtermesztés céljából állította elő a facéliát. A vetőmag-előállítás mellett 6 gazdálkodó méhlegelőként is vetette már az évek során, 11-en zöldtrágyaként is alkalmazták már talajjavítás céljából és egy termelő zöldtakarmánnyként is kipróbálta. Méhészeti szempontból fontos növényünk, kiváló méhlegelő (Kirk 2005, Farkas és Zajác 2007, Popovic et al. 2020, Dunai és Pinke 2023). Ezt igazolja, hogy a megkérdezett gazdaságok 58%-a esetében minden facéliatábla mellé telepítettek kaptárokat a méhészek, 16%-uknál pedig a táblák több, mint a fele mellé. A gazdaságok 18%-ánál kevesebb, mint a fele mellé kerültek méhkaptárak. Mindössze a gazdaságok 8%-a válaszolta azt, hogy egyáltalán nem biztosított méhlegelőt a méhészek számára.

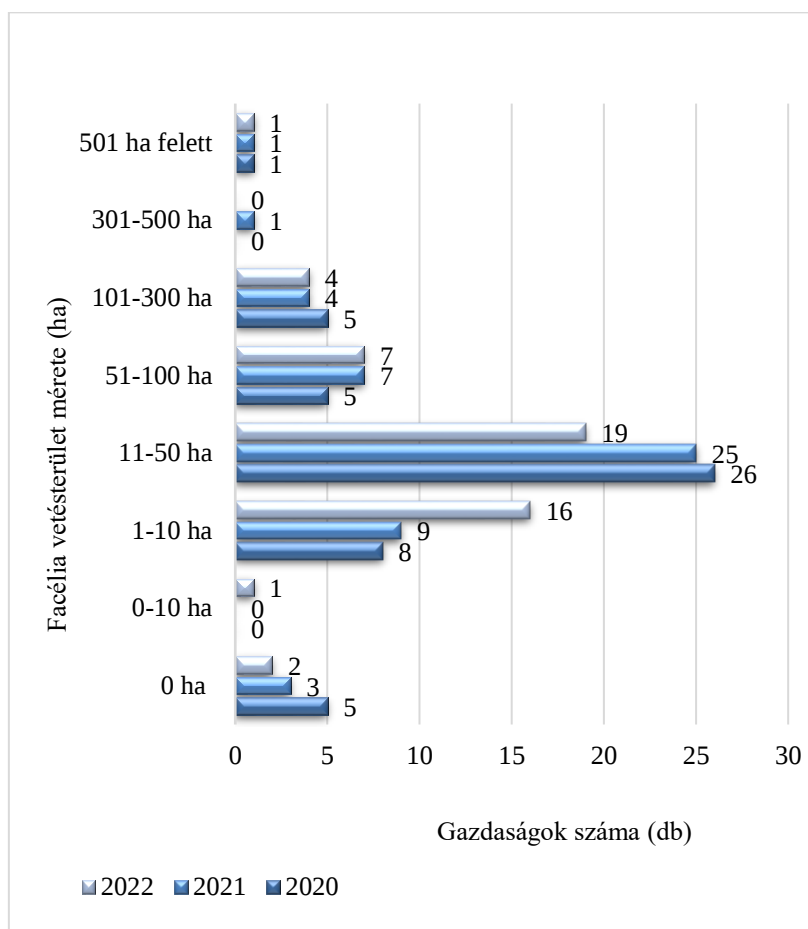
A facéliatermesztés mérete és helye a vetésváltásban

A 3. ábrán látható a facélia vetésterületének alakulása a kérdőívet kitöltő gazdálkodók körében, az elmúlt három évben (2020-2022). A termesztők több, mint a fele azért kedveli ezt a növényt, mert egyszerű a termesztése, nincs vele sok munka, vagy azért termeszt, mert egyszerűen kedveli ezt a szemet gyönyörködtető, kellemes illatú növényt. A válaszadók közel 30%-a úgy nyilatkozott, hogy a facéliatermesztés nagyon jövedelmező és ez is közrejátszik abban, hogy ezt a kultúrnövényt is beillesztette a vetésváltásba. Néhányan a méhészek kérését kielégítve, vagy pedig megszokásból vetik évről-évre. A gazdák 70%-ának szüksége van a vetésváltásában erre a tavaszi kultúrára. A kérdőív kitöltőinek túlnyomó többsége (92%) kalászosok után vetette a facéliát az elmúlt három évben (2020-

2022). Közülük 34-en csak kalászos után vetették, 12-en jelölték meg a kalászos mellett más előveteményt is, tehát elmondható, hogy a gazdálkodók 64%-a kizárólag kalászos után termesztette a növényt. A kalászos mellett a kitöltő gazdálkodók esetében kukorica vagy cirok elővetemény 12 gazdaságnál fordult elő. Három kitöltő a káposztarepcét, két gazdálkodó a szóját, napraforgót is megjelölte, mint előveteményt. A burgonya és cukorrépa elővetemény elenyésző volt, szintén csak két esetben fordult elő a kitöltők között. A kérdőívet kitöltő gazdálkodók nem alkalmaztak facélia előveteményt a termelés során. A termelők nagy része (94%) kalászos növényt vetett a facéliát követően az elmúlt három év (2020-2022) során. Közülük 33-an csak kalászost vetettek utána, 14-en jelölték meg a kalászos mellett más utóveteményt is. A gazdálkodók 66%-a kizárólag kalászos növényt termesztett a facélia után. Kukorica vagy cirok utóvetemény 11 gazdaságnál fordult el. A termesztők közül öten vetettek facélia után napraforgót vagy szóját, hárman káposztarepcét. Burgonya és cukorrépa utóvetemény mindössze két esetben fordult elő a kitöltők között.

A mézontófü a vetésforgóba jól beilleszthető (Horváth 2001), ezt a kutatásunk is alátámasztja. Minden növénynek jó előveteménye (Binnyei 2000), de a legkedvezőbb elő- és utóveteménye valamilyen őszi vagy tavaszi kalászos (Horváth 2001). Szakirodalmi ajánlások szerint a facéliát legjobb két kalászos közé vetni (Schmidt 2005) és ezt a gazdák láthatóan jól tudják és alkalmazták is, hiszen legtöbb esetben kalászos volt az elő- és utóvetemény a felmérésünk során. A két kalászos közé iktatás a magyarországi szója vetéseknél is jellemző (Blazsek et al. 2015). Irodalmi adatok szerint nem ajánlott elővetemények azok a növényfajok (napraforgó, őszi és tavaszi káposztarepce, mustár) amelyek érzékenyek a fehérpenészes rothadás (*Sclerotinia sclerotiorum*) kórokozójával szemben (Horváth 2001), ennek ellenére néhány esetben előfordult káposztarepce és napraforgó elővetemény is, akárcsak a magyarországi szójavetésekben (Blazsek et al. 2015). A facélia jó előveteménye a cukorrépának (Kádár 2019), mivel a gyökere által termelt gyökérsavak nematocid hatásúak (Szabó et al. 2016), de ezt minimális mértékben tapasztaltuk, aminek oka, hogy a cukorrépa termesztése kevésbé jellemző a Kisalföldre (Dajka 2015). Mint, ahogy a rostonövények termesztése sem elterjedt ebben a régióban, pedig a szakirodalom szerint a legjobb termést rostonövények (len, kender) után adja, az istállótrágyázott kukorica mellett (Horváth 2001). Önmaga utáni termesztése nem ajánlott, mert gyomnevelő, és igen érzékeny a gyomok kártételével szemben. Emellett későn csírázó növény, amelyet tavaszi vetéskor megelőz a betakarításkor kipergett mag

kelése. Így az állomány kiegyenlítetlen, „kettős kelésű” lehet (Horváth 2001). Vetőmagtermesztés esetén rendeletbe (48/2004 FM rendelet) van foglalva, hogy „a megelőző két évben azonos vagy rokon fajú növényt nem termesztethetnek a szaporítótáblán”, amely a szaporított növényállományban faj- vagy fajtakeveredést okozhat (Nagy és Radics 2021). A gazdaságok 100%-a vetőmag-előállítás céljából termesztette a növényt, következésképpen nem alkalmaztak facélia előveteményt a termelés során.

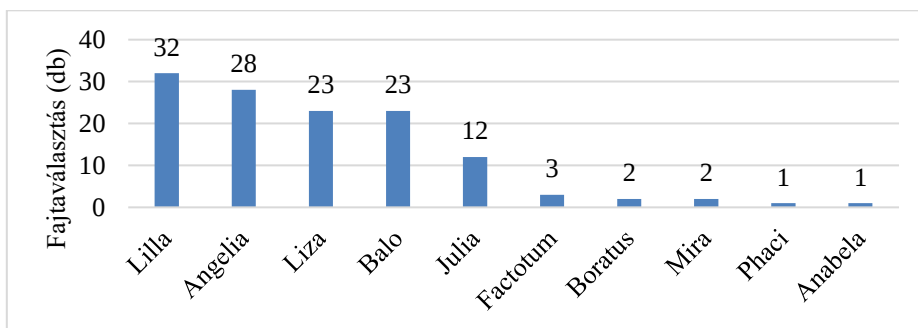


3. *ábra*: A facélia vetésterületének alakulása az elmúlt 3 évben (2020-2022) a kitöltő gazdaságok körében

Figure 3: Growing area of phacelia in the last 3 years (2020-2022) by the phacelia growers who completed the questionnaire

Fajtaválasztás

A megkérdezett kisalföldi gazdálkodók összesen 10 fajtát termesztettek az elmúlt három évben (4.ábra). Leggyakoribb a hazánkban is elismert *Lilla* nevű fajta volt, a termesztők 64%-a vetette az elmúlt három év során. Az *Angelia* 56%-ot ért el, a *Liza* és a *Balo* fajtákat a termesztők közel fele (46%) használta. A *Julia* 24%-ban fordult elő, a többi fajtát csak egy-két gazda próbálta ki az elmúlt évek alatt.



4. ábra: Fajtaválasztás az elmúlt 3 évben (2020-2022) a kérdőívet kitöltő kisalföldi facélia termesztők körében

Figure 4: Phacelia cultivars in the last 3 years (2020-2022) sown by the phacelia growers who completed the questionnaire

Más szántóföldi növények esetén sokszor gyors fajtaváltás jellemző, a facéliánál 20 év alatt sem történt nagy változás a fajtaválasztékban. A fajták között termőképességben nincs nagy különbség (Nagy és Radics 2021). Európában elismert fajták: *Amerigo*, *Anabela*, *Angelia*, *Asta*, *Atara*, *Balo*, *Barcelia*, *Beehappy*, *Boratus*, *Camélia*, *Facita*, *Factotum*, *Gipha*, *Julia*, *K43 Medna*, *Kyklades*, *Lilla*, *Lisette*, *Liza*, *Maja KWS*, *Meva*, *Mira*, *Natra*, *Nectar*, *NS Priora*, *Oka*, *Phaci*, *Profa*, *Promoce*, *Protana*, *Proxy*, *Stala*, *Titan*, *Vega*, *Větrovská*, *Volga* (OECD 2022); hazánkban elismert fajták: *Lilla*, *Liza* (Csapó 2022). A kutatás során kiderült, hogy a kisalföldi termelők előszeretettel vetettek mindkét fajtajegyzék választékából.

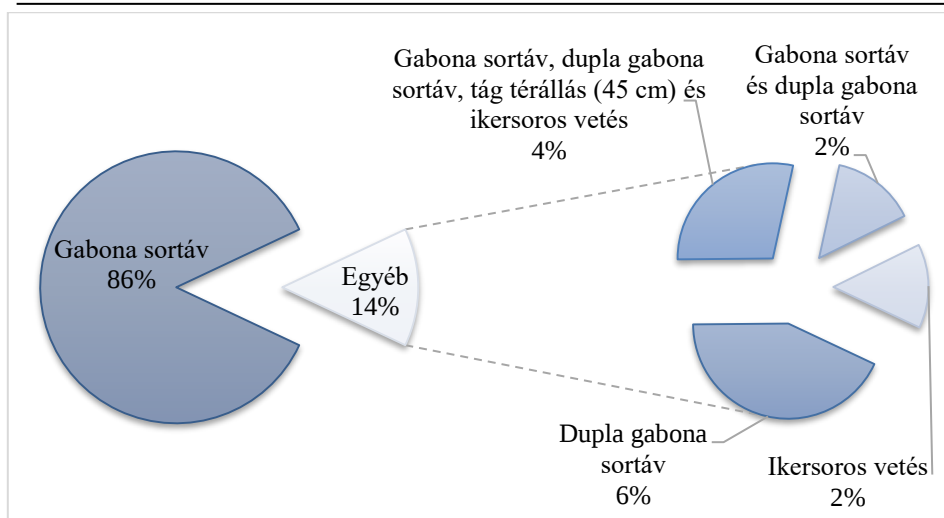
Vetésidő, vetőmagmennyiség

A vizsgált kisalföldi gazdaságokban a facéliát nagy átlagban március hónapban vetették. A legtöbb esetben (84%) március 10-20 között; március 10 előtti vetés csak a termesztők 8%-ánál fordult elő. Március 20-31 közötti vetés a termelők 30%-ánál volt jellemző. Áprilisi vetést csak 14%-uk alkalmazta. A termelők 86%-a 8-10 kg/ha vetőmagot használt fel a vetés során. Ennél kevesebb vetőmagmennyiséget 6%, többet pedig 8% vetett.

A vetőmagnak termesztett mézontófü vetésének ideje a hazai szakirodalom szerint március 15 – április 10 között jellemző, a vetőmagszükséglet hektáronként 5–10 kg (Horváth 2001, Nagy és Radics 2021). Felmérésünk során ezeket az intervallum értékeket sikerült pontosabban meghatároznunk. Csehországi kísérletek rámutattak, miszerint a vetésidő jelentősen befolyásolta a facélia növényállományának fejlődését és növekedését, de csak kismértékben volt hatással az ezermagtömegre (Kubíková et al. 2022).

Sortávolság

A 5. ábra szemlélteti, hogy a kérdőívet kitöltő kisalföldi facéliatermesztő gazdálkodók 86%-a (43 termelő) kizárólag gabona sortávolságú (12 cm) vetést alkalmazott, 6%-uk (3 termesztő) pedig dupla gabona sortávolságra (24 cm) vetette a növényt. Egy termesztő ikersoros vetésű (az ikersorok közötti sortávolság 12,5 cm, a sortávolság pedig 50 cm) facéliát termesztett. Egy gazdálkodó alkalmazta a gabona és a dupla gabona sortávolságot egyaránt. Két gazdaságnál fordult elő a gabona sortávolság, a dupla gabona sortávolság, a tág térállás (45 cm) és az ikersoros vetés is. A facélia bármely gabona vetőgéppel vethető, a sortávolság a szakirodalom szerint 5-45 cm között alakul (Horváth 2001, Schmidt 2005, Nagy és Radics 2021), ezt kutatásunk is igazolja. A gabona és dupla gabona sortávolság a későbbi sorközművelés lehetőségéről való lemondást jelenti. Ez utóbbi eljárás láthatóan nem is volt jellemző, a sorközművelés a facéliában nem elterjedt. Tágabb térállás esetén számolni kell azzal is, hogy a gyenge kezdeti gyomelnyomó képességgel bíró állomány később takarja a talajt, nehezítve az állomány gyommentesen tartását. Törökországi kísérletek azt sugallják, hogy a facélia keskeny és szélesebb sortávolságban vetve is jelentős maghozamot produkálhat (Geren et al. 2009, Okcu 2019).

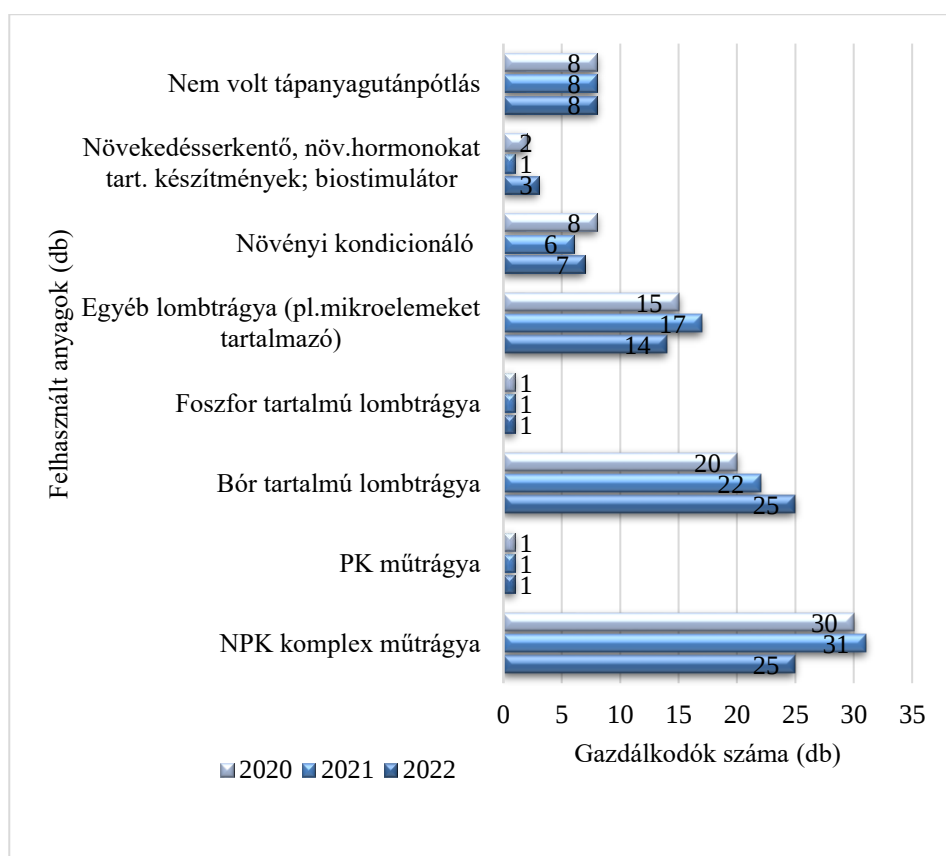


5. *ábra*: Sortávolságok alakulása a kérdőívet kitöltő kisalföldi facélia termesztők vetéseiben (2020-2022)

Figure 5: Crop row spacings used by the phacelia growers who completed the questionnaire (2020-2022)

Tápanyagellátás

A felmérésben részt vevő gazdálkodók az elmúlt három évben az NPK Komplex, PK műtrágya mellett bór vagy foszfor tartalmú lombtrágyát, egyéb lombtrágyát (pl. mikroelem tartalmú) és növényi kondicionálókat (pl. Amalgerol), növekedésserkentő, növényi hormonokat tartalmazó készítményeket, biostimulátorokat használtak (6. *ábra*). A bór tartalmú lombtrágyák használata növekedett, míg a műtrágyák használata csökkent. Ez részben köszönhető az ökológiai gazdálkodás terjedésének, ugyanis öt gazdaság a biogazdálkodás átállási időszakában van. Biogazdálkodásban nem engedélyezett a műtrágya használat, azonban a lombtrágyák és növénykondicionálók széles választéka áll rendelkezésre, amiből a gazdálkodók válogatni tudnak (Roszik 2013).



6. ábra: A kérdőív kitöltői körében tápanyagutánpótlásra használt anyagok az elmúlt 3 évben (2020-2022)

Figure 6: Substances used for nutrient supply in the last 3 years (2020-2022) by the phacelia growers who completed the questionnaire

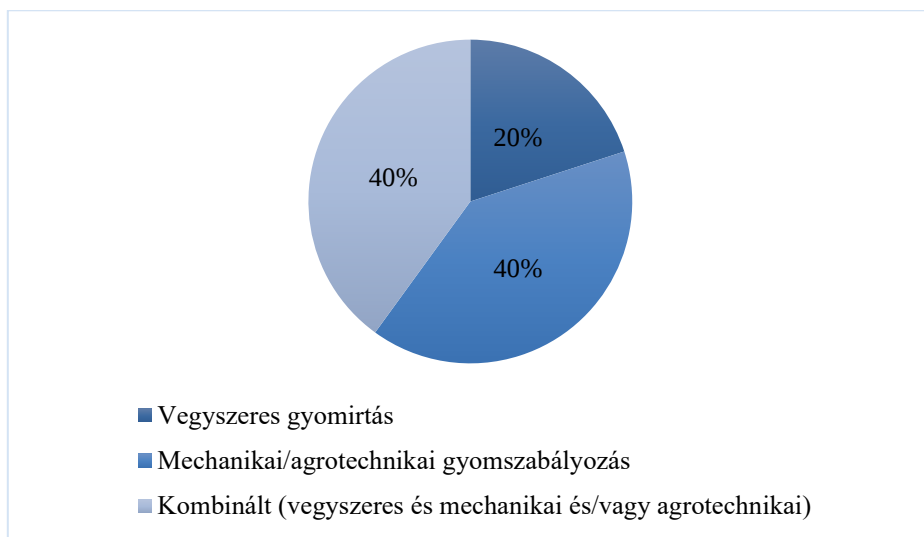
A mézontófű rövid tenyészidejű, alacsony tápanyagigényű, könnyen felvehető tápanyagokat igénylő növény (Binnyei 2000, Horváth 2001, Nagy és Radics 2021). Istállótrágyázott földbe vetni a gyomosító hatás és a magas nitrogénellátottság miatt nem ajánlott (Binnyei 2000). Az egyoldalú és túlzott N ellátás mérséklése itt is, akárcsak a cukorrépa esetében fontos (Ungai és Győri 2005). A műtrágyázás a termés mennyiségére és minőségére jelentős hatással van (Horváth 2001). Ennek reményében a termelő gazdaságok fele NPK komplex műtrágyát használt az elmúlt három évben tápanyagutánpótlásra, melyet tavasszal, a vetés előtt juttatnak ki. A foszfornak elsősorban

a magtermés növelésében és az érés gyorsításában van szerepe. A kálium a szarát szilárdítja, segíti a gyökérfejlődést, a mag csírázóképeségét fokozza, a mag egyenletes éréséért felel, a termésbiztonság szempontjából elengedhetetlen. A növény megdőlésre hajlamos, ezért nitrogén utánpótlásra oda kell figyelni. Főként kora tavasszal van szüksége rá, amikor a talaj nitrogénszolgáltató képessége az alacsony talajhőmérséklet miatt mérsékelt (Binnyei 2000, Horváth 2001, Nagy és Radics 2021). Nitrogénfelvétele más zöldtrágyanövényekhez képest alacsonyabb, foszfor- és káliumfelvétele kiváló (Gyuricza és Mikó 2006, Nagy és Radics 2021). A mikroelemek deficitének vonatkozásában a bórhiány a leggyakoribb probléma (Nagy és Radics 2021). A bórhiány elsődleges következményei a sejtfalban fellépő változások, amelyből következnek a másodlagos hatások, amik az anyagcserére és a növekedésre hatnak. A bórhiány egyik legkorábbi tünete a gyökérnövekedés szünetelése. A fiatal leveleken korán jelentkeznek a bórhiány tünetei: a klorotikus levelek fakulnak, lankadtá válnak; a gyökereken a tenyészöcsúcs pusztulása látható (Tóth et al. 2018). A virágkötődés fokozására foszfor- és bórtartalmú lombtrágyákat lehet alkalmazni (Aranyi és Nagy 2015, Nagy és Radics 2021). A kérdőívet kitöltő gazdálkodók közel fele használt is mindhárom évben bór tartalmú készítményt. A termelők körében 2010 után kezdtek elterjedni a lombtrágyák, növényi kondicionálók, növekedésserkentők, növényi hormonokat tartalmazó készítmények (Nagy és Radics 2021). A felmérésben szereplő gazdálkodók körében is jellemző ezeknek a használata, leginkább a különböző lombtrágyáké. Elsősorban az említett bór tartalmú készítmények használata volt jelentős, de egyéb mikroelemeket tartalmazó lombtrágyákat, növénykondicionálókat is előszeretettel használtak. Annak ellenére, hogy számos tápanyagutánpótlásra alkalmas készítmény áll rendelkezésre; a termesztők között voltak, akik nem végeztek tápanyagutánpótlást a vetéseikben. A lombtrágyák jelentősen növelték a facélia hozamát szerbiai ökológiai gazdálkodásban (Popovic et al. 2018), míg török kutatók a bórtrágyázás pozitív hatását igazolták a facélia csírázására és csíranövényének növekedésére (Ozyazici és Acikbas 2022).

Gyomszabályozás

Kutatásunk azt mutatja, hogy gyomszabályozás előtt a kitöltők 72%-a rendszeresen végez terepszemlét, hogy feltérképezze a vetésben előforduló gyomokat, 24% nem rendszeresen, de felméri területeinek gyomviszonyait, mindössze 4% nem végez felmérést. A 7. ábrán látható a gazdaságokban alkalmazott gyomszabályozási módok

megoszlása. Látható, hogy a gazdaságok 20%-a csak vegyszeres gyomirtást alkalmazott, 40%-uk kombinálta a vegyszeres gyomirtást mechanikai eszközökkel és/vagy agrotechnikai módszerekkel, a gazdaságok 40%-a pedig egyáltalán nem használt gyomirtó szereket, inkább az alternatív lehetőségeket helyezte előtérbe.



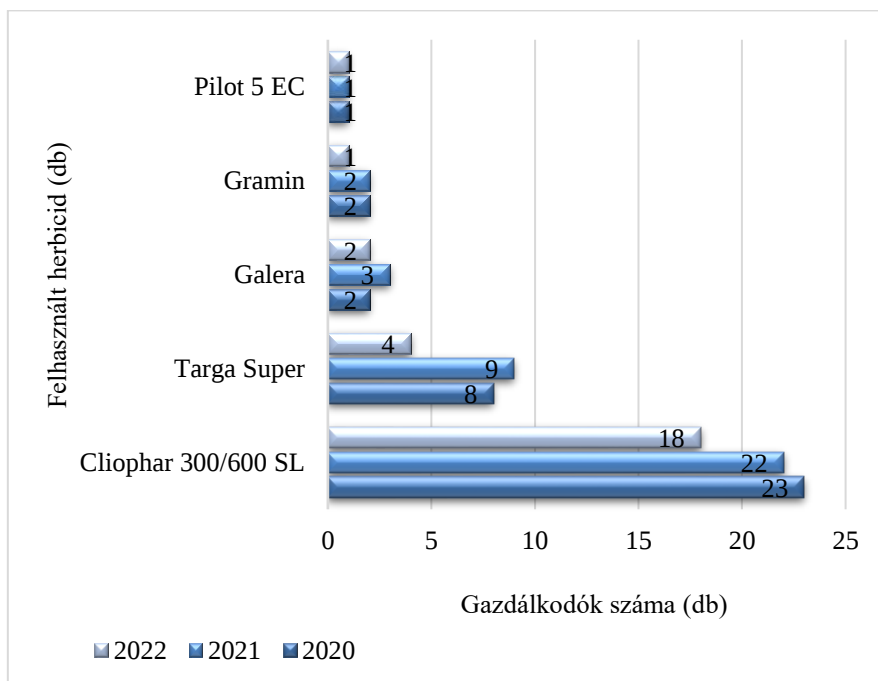
7. *ábra:* A kérdőív kitöltői által alkalmazott gyomszabályozási stratégiák eloszlása az elmúlt 3 év (2020-2022) során (%)

Figure 7: Distribution of weed management strategies in the last 3 years (2020-2022) by the phacelia growers who completed the questionnaire

A linuron hatóanyag kivonása erősen korlátozta a vegyszeres gyomirtás lehetőségeit. A kérdőívet kitöltő gazdaságok 30,5%-ára egyáltalán nem, vagy csak minimális mértékben volt hatással a linuron hatóanyag kivonása, de a gazdálkodók többségénél (69,5%) a termesztést hátrányosan befolyásolta. Vélhetően azok között, akikre nem volt befolyással, szerepelnek azon termelők, akik már régóta extenzív körülmények vagy ökológiai keretek között termesztik a növényt. A Kisalföldön végzett nagyléptékű gyomfelvételezésünk azt is feltárta, hogy az elmúlt években a termesztezők jelentős része (65%) nem alkalmazott vegyszeres gyomirtást, és ennek csak csekély része (12%) volt ökológiai gazdálkodó (Pinke *et al.* 2022). Mindez azt sugallja, hogy kellő tapasztalattal, a mézontófű extenzív

körülmények között is sikeresen termesztethető, és ezeknek a szántóknak fontos szerepe lehet az agroökoszisztémák biodiverzitásának fenntartásában (Gribek 2021, Pinke 2022).

A vegyszeres gyomirtást alkalmazó gazdálkodók az utóbbi három évben a 8. ábrán látható növényvédő szereket alkalmazták. Első helyen mindhárom évben a klopíralid hatóanyag tartalmú Cliophar 300/600 SL állt, második helyen pedig a quizalofop-P-etil tartalmú Targa Super. A herbicid-felhasználás láthatóan csökkent az elmúlt három évben. A vegyszereket alkalmazó gazdálkodók 30%-a nem volt elégedett a gyomirtó szerek hatékonyságával, 35%-uk közepesen volt megelégedve és 35% az, aki elégedett volt a szerek eredményességével. A vegyszeres védekezést alkalmazó gazdálkodók 42%-a gondolkozott már azon, hogy teljesen herbicidmentes technológiára álljon át a jövőben. Arról is megkérdeztük a termelőket, hogy mennyire tartják fontosnak a vegyszermentes termesztéstechnológia alkalmazását a facélia esetén. A válaszadók 18%-a nem tartotta fontosnak, 36% közepesnek ítélte meg, a válaszolók 46%-a szerint fontos.



8. ábra: Növényvédőszer felhasználás a kérdőív kitöltői között az elmúlt 3 évben (2020-2022)

Figure 8: Pesticides applied in the last 3 years (2020-2022) by the phacelia growers who completed the questionnaire

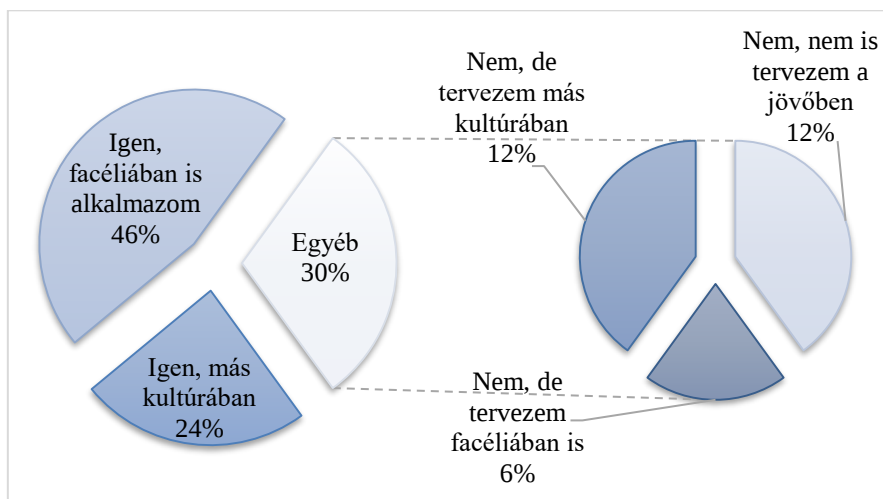
A linuron hatóanyag kivonása óta a mézontófü vegyszeres gyomirtására csak a posztemergensen kijuttatható klopíralid és quizalofop-P-etil hatóanyagú készítmények engedélyezettek (Kádár 2019); a termelők értelemszerűen ezek közül választottak. Fészkes virágzatú gyomok előfordulása esetén alkalmazhatók a klopíralid hatóanyag-tartalmú készítmények. Egyszikűek ellen pedig a quizalofop-P-etil hatóanyagot lehet használni. Eseti engedéllyel lehet csak minden egyéb herbicidet alkalmazni a termesztés során (Nagy és Radics 2021), de ez nem volt jellemző a felmért időszakban. A vegyszeres gyomirtást akkor lehet megkezdeni, ha a facélia egy bizonyos fenológiai fázison túljutott, amikor elveszti barnás-vöröses színét és az állomány zöld színű lesz. A permetezés megfelelő időpontja, amikor a kultúrnövény 8-10 cm-es, a gyomok pedig két leveles stádiumban vannak. A fitotoxikus tünetek elkerülése végett a permetezés feltétele, hogy a növényállomány száraz, a levelek viaszrétege pedig sértetlen legyen. Kísérletekben igazolták, hogy a megfelelő fenológiai állapotban és jó dózisban kijuttatott szerek nem okoznak károsodást a facéliában (Godáné Biczó és Magyar 1999).

A linuron hatóanyag visszavonásával, az integrált növényvédelem alapelvei és a környezetvédelmi szempontok miatt előtérbe kerültek az agrotechnikai gyomszabályozás mellett a mechanikai gyomszabályozás lehetőségei. A kitöltők 46%-a alkalmazott mechanikai gyomszabályozást a növény termesztése során.

A köztudatban a kalászosok ápolásának eszközeként ismert gyomfésű a valóságban szinte bármelyik növénykultúrában, köztük a facéliában is sikerrel alkalmazható (Dunai et al. 2022). A mechanikai gyomszabályozást végzők közül a többség gyomfésűt alkalmazott, csak két gazdálkodó használt sorközművelő kultivátort. A gyomfésűt használók a vegetáció során fele-fele arányban alkalmazták az eszközt egy alkalommal, illetve kétszer. A mechanikai gyomszabályozást alkalmazó gazdálkodók 17,5%-a nem volt elégedett a mechanikai eszközök hatékonyságával, 30,5%-uk közepesen volt megelégedve. Pozitív az a megállapítás, hogy a mechanikai eszközt használó termesztek 52%-a teljesen elégedett volt annak hatékonyságával.

A gazdálkodók 54%-a nem használt mechanikai eszközöket a facélia gyomszabályozása során, egyrészt mert nincs hozzá eszközük (41%), illetve eszközbe sem jutott a facéliában mechanikai eszközt alkalmazni (18,5%). Másrészt, mert elégedettek a rendelkezésre álló herbicid hatóanyagok eredményességével (7,5%) és a gyomirtókban bíznak, illetve nem bizakodnak a mechanikai gyomirtás eredményességében ebben a kultúrában (33%).

A kérdőív kitöltőinek 70%-a használja a gyomfésűt a gazdaságában. 12% nem használja, de tervezi a kipróbálását más növénynél, 6% facéliában is szeretné kipróbálni. 12% egyáltalán nem tervezi a jövőben használni ezt az eszközt (9. ábra), pedig a finomléptékű gyomfelvételezésünk alátámasztotta, miszerint a gyomfésű megfelelő szakértelemmel alternatív és környezetkímélő megoldás lehet a facéliakultúra gyomszabályozásában (Pinke *et al.* 2022).



9. ábra: Gyomfésű alkalmazása (2020-2022) a kérdőívet kitöltő gazdaságok körében

Figure 9: Application of tine harrow (2020-2022) by the phacelia growers who completed the questionnaire

A gyomfésűvel kapcsolatban megkérdeztük a kitöltőket arról is, hogy szerintük kiválthatja-e a gyomfésű a vegyszeres gyomirtást a facéliában. 72% úgy vélte, hogy részben igen. Ugyanannyian mondták azt, hogy egyáltalán nem (14%), mint azt, hogy teljes mértékben kiválthatja (14%). Finomléptékű vegetációfelmérésünk igazolta, hogy a gyomfésű alkalmazása jelentősen gyérítette a gyomok összesített abundanciáját mind a borítások, mind az egyedszámok és a szárazanyagtömegek vonatkozásában (Pinke *et al.* 2022). A fehér libatop (*Chenopodium album*) esetén a borítás közel harmadára, míg az egyedszám hatod részére csökkent a gyomfésűzés hatására (Pinke *et al.* 2022).

Jelen felmérésünk azt mutatja, hogy a gazdálkodók 54%-a teljes mértékben nyitott az új, környezetkímélő, teljesen herbicidmentes facélia termesztéstechnológia bevezetésére a gazdaságában, mindössze 4% zárkózik el szinte teljes mértékben ettől. Megállapításaink

összecsengenek azzal a tendenciával, miszerint a kiskultúrákban egyre nagyobb jelentőséget kap a mechanikai gyomszabályozás (Pinke et al. 2018, Tóth 2020, Vaszari és Reisinger 2022).

Betakarítás

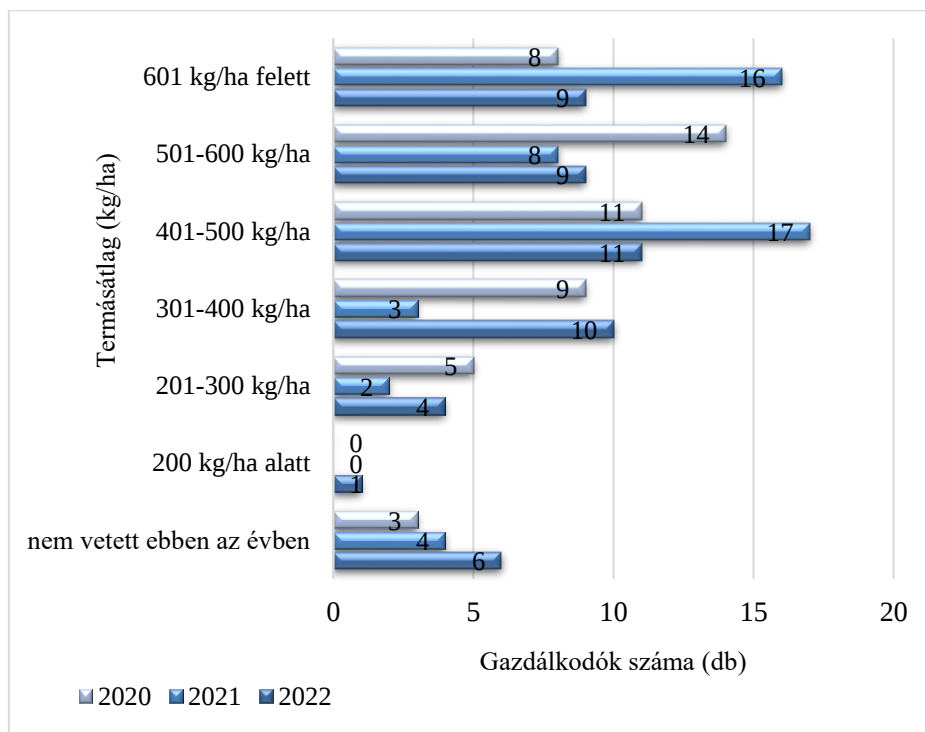
A betakarítás minden kérdőívet kitöltő gazdaságban két menetben történt. A facélia betakarítása az egyenetlen magérés miatt nehézkes. A magvak egy virágzaton belül sem egyenletesen érnek be (Binnyei 2000, Szabó et al. 2016, Kubíková et al. 2022). Aratásra azt az időpontot kell választani, amikor a legnagyobb mennyiségű és legjobb minőségű magtermést lehet betakarítani (Binnyei 2000, Horváth 2001). A kétmenetes betakarítás során a facéliát először rendre vágják, a tarlómagasság 10-15 cm. A renden való tökéletes száradás után kombájnnal csépelik ki a magot. A rendre vágás után a virágzat alsó harmadában már teljesen érett magok még a tokból nem peregnek tömegesen, a virágzat középső harmadában lévő magvak pedig az 8-10 napos renden való száradás során nagy részben teljes értékű vetőmaggá érnek. A mézontófű kombájncséplése szintén körültekintést igényel (Binnyei 2000). A kombájnnal való cséplés csak arra szolgál, hogy a tokokban lévő magvakat kicsépeljük. Ilyenkor a tisztaságra való törekvés csak a magveszteséget növeli, ugyanis elkerülhetetlen a tisztító gépsoron történő utótisztítás. A mézontófű esetében a „kombájntiszta” fogalom tok, illetve szármadarványokkal szennyezett magvakat jelent. A megtermett, kicsévelt, és előtisztított mag további utótisztítása aprómagtisztításra alkalmas gépeken történik.

Termésátlagok

Az elmúlt 3 évi termésátlagok a 10. ábra szerint alakultak a válaszadók között. A legjobb termésátlag 2020-ban 910 kg/ha, 2021-ben 890 kg/ha, 2022-ben 900 kg/ha volt. A legrosszabb termésátlag 2020-ban 220 kg/ha, 2021-ben 250 kg/ha, 2022-ben 200 kg/ha volt.

Átlagos viszonyok között a betakarítható termés 300-800 kg/ha között van (Schmidt 2005). Kutatásunk eredményei alapján ez az intervallum pozitív és negatív irányba is bővült, 200-910 kg/ha intervallumra korrigálódott. A vetőmag-termeltetők által szolgáltatott adatok szerint a 2012 és 2020 közötti időszakban a termések 413-560 kg/ha között alakultak. A 2020-as évjárat kifejezetten kedvezőnek mutatkozott, a mézontófű átlagtermése kimagasló volt, rendkívül hosszú füzérek fejlődtek abban az évben (Nagy

2021). Éghajlati adottságainkat és talajviszonyainkat tekintve Magyarországon kiváló minőségű mézontófü vetőmag állítható elő. Értékesítésére remek piaci lehetőségek vannak, árbevételi kondícióit tekintve pedig versenyre tud kelni bármelyik termesztett kultúrával (Nagy 2021).



10. ábra: A termésátlagok alakulása a kitöltő gazdaságok körében az elmúlt 3 évben (2020-2022)

Figure 10: Average seed yields in the last 3 years (2020-2022) by the phacelia growers who completed the questionnaire

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Készült a „Facélia gyomirtószer-mentes termesztéstechnológiájának kidolgozása Kisalföld termőtájon” című VP3-16.1.1- 4.1.5-4.2.1-4.2.2-8.1.1-8.2.1-8.3.1-8.5.1-8.5.2-8.6.1-17 pályázat támogatásával.

SURVEY OF MANAGEMENT PRACTICES IN PHACELIA (*PHACELIA TANACETIFOLIA*) FIELDS IN THE LITTLE HUNGARIAN PLAIN

ÉVA DUNAI - GÁBOR KUKORELLI - GYULA PINKE

Albert Kázmér Faculty of Mosonmagyaróvár, Széchenyi István University

SUMMARY

There has been significant seed production of tansy phacelia (*Phacelia tanacetifolia*) in the Little Hungarian Plain (NW-Hungary) since the 1970s. We surveyed the current management practices applied by 50 phacelia growers in the region, with the use of online questionnaires. Our study revealed that phacelia was a popular element of the crop rotation in the majority of the surveyed farms. It was mostly sowed after cereals between 10 and 20 of March, in crop rows spaced at 12 cm, at seeding rate of 8-10 kg ha⁻¹. The most prominent cultivars were *Lilla* and *Angelia*. In plant nutrition, the use of NPK fertilizers and foliar fertilization with boron were most general. All farms were characterized with two-pass harvesting system. About 60% of the farms applied chemical weed management, but only 35% of them were satisfied with the efficiency of the licensed herbicides. According to the majority of the interviewed farmers (~70%), the recent withdrawal of linuron herbicide has been a great challenge in crop protection. Nevertheless, about the same proportion of farmers assumed that tine harrow could overtake chemical weed management in the future. Our results suggest that most farmers are open to accept the introduction of pesticide-free cropping technology in phacelia seed production.

Keywords: phacelia, agronomy, crop management, plant production, mechanical weed control, herbicide-free production technology, Little Hungarian Plain

IRODALOM

Acikbas S. - Ozyazici M. (2022): Determination of germination and seedling characteristics of Phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) plant under salt stress. Proc of 11 th International Conference on Applied Science, Diyarbakır. 1, 996-1004.

- Aranyi N. R. - Nagy I. (2015): A mézontófü termesztésének kérdései. Agroforum. 26 (4), 28-29.
- Bacq-Labreuil, A. - Crawford, J. - Mooney, S. - Neal, A. - Ritz, K. (2019): Phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) affects soil structure differently depending on soil texture. Plant and Soil. 441, 543-554.
- Benke S. (2015): Vadföld és méhlegelő. Nimród. 103 (3), 22-23.
- Binnyi A. (2000): A közönséges mézontófü (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) magtermesztési technológiája. Mag Kutatás Termesztés Technológia. 14, 23-26.
- Blazsek K. - Kovács K. - Nagy K. - Karácsony P. - Magyar L. - Pinke Gy. (2015): Magyarország szójavetéseiben alkalmazott agrotechnikai módszerek felmérése, különös tekintettel a gyomszabályozási eljárásokra. Magyar Gyomkutatás és Technológia. 16, 25-40.
- Boros Á. (1975): A mézontófü. *Phacelia tanacetifolia*. In Máthé I. (szerk.): Magyarország kultúrflórája. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Csapó J. (2022): Szántóföldi növények. Nemzeti fajtajegyzék. Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Budapest.
- Dajka M. (2015): Győr-Moson-Sopron megye szántóföldi növénytermesztése. Agro Napló. 19 (11), 29-30.
- Dunai É. - Pinke Gy. (2023): A közönséges mézontófü (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) termesztésének magyar vonatkozású történeti áttekintése. Botanikai Közlemények. 110 (1), 45-62.
- Dunai É. - Pinke, Gy. - Szűcs Gy. Z. (2022): Gyomfészű alkalmazása a facéliatermesztésben. MezőHír. 26 (10), 86-87.
- Farkas Á. - Zajác E. (2007): Nectar production for the Hungarian honey industry. European Journal of Plant Science and Biotechnology. 1, 125-151.
- Futó Z. (2022): Mézontófü. In: Izsáki Z., Kruppa J. (szerk.): Szántóföldi növények vetőmagtermesztése 3. Vetőmagtermesztési technológia: Olajnövények, pillangós virágú szálastakarmány-növények, ipari és egyéb növények, gye- és takarmányfűvek, szántóföldi zöldségfélék. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő, pp. 275-283.
- Geren, H. - Avcioglu, R. - Kaymakkavak, D. (2009): Effects of different row spacings on the seed yield and some other characteristics of phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) varieties. Journal of Food Agriculture & Environment. 7, 383-386.

- Godáné Biczó M. - Magyar L. (1999): A közönséges mézontófű (facélia) gyomirtási lehetőségeinek vizsgálata. Gyakorlati Agroforum. 10 (1), 68-69.
- Gribek D. (2021): Biodiverzitás-mennyország Veszprém megyében. Facélia vadföldsávval szegélyezve. Agroforum. 32 (7), 134-136.
- Gyórfy B. (2017): Zöldítés. Gazdálkodói kézikönyv. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, Budapest.
- Gyulai B. - Botta E. (2011): A facélia (mézontófű). Agrárágazat. 12 (4), 46-47.
- Gyuricza Cs. - Mikó P. (2006): A termékenység fokozása zöldtrágyázással. Új Szó. 59 (155), 17.
- Horváth Z. (2001): A mézontófű (*Phacelia tanacetifolia* Benth.). In Radics L. (szerk.), Alternatív növények termesztése. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, pp. 148-161.
- Kádár A. (2019): Mézontófű (facélia). Vegyszeres gyomirtás és termésszabályozás. Magánkiadás, Budapest.
- Kirk, W. (2005): *Phacelia*. Bee World. 86, 14-16.
- Kluszcz, A. - Pula, J. - Możdżeń, K. - Tatój, A. - Zandi, P. - Stachurska-Swakoń, A. - Barabasz-Krasny, B. (2023): Wider use of honey plants in farming allelopathic potential of *Phacelia tanacetifolia* Benth. Sustainability. 15, 3061.
- Kubíková, Z. - Hutyrová, H. - Smejkalová, H. - Kintl, A. - Elbl, J. (2022): Application of extended BBCH scale for studying the development of *Phacelia tanacetifolia* Benth. Annals of Applied Biology. 181, 332-346.
- Kubíková, Z. - Smejkalová, H. - Hutyrová, H. - Kintl, A. - Elbl, J. (2022): Effect of sowing date on the development of lacy phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.). Plants. 11 (22), 3177.
- Nagy I. (2021): A magyarországi facélia (mézontófű) vetőmag-előállítás számokban. Agroforum. 32 (3), 176-178.
- Nagy I. - Radics L. (2021): A mézontófű termesztése. Szaktudás Kiadó, Budapest.
- Nagy Z. (2019): Dísnövényből haszonnövény lett a facélia. Agroforum. 30 (8), 16-18.
- OECD (2022): List of varieties eligible for seed certification, Paris.
- Okcu, M. (2019): Determination of the effects of different row spacing and seed quantity on yield and yield characteristics of *Phacelia* (*Phacelia tanacetifolia* Benth.). Fresenius Environmental Bulletin. 28, 7630-7635.

- Özkan, U. (2021): Determining germination responses of annual honeybee plant (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) under salt and drought stress under In vitro conditions. Fresenius Environmental Bulletin. 30, 13306-13313.
- Ozyazici, M. - Acikbas, S. (2022): Effect of boric acid priming application to phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) on growth and seedling development. 5th International Sciences and Innovation Congress, ISARC. 1, 198-205.
- Pinke Gy. (2022): A kisalföldi facéliavetések gyomnövényzete. Agrofórum Extra. 33 (94), 66-70.
- Pinke Gy. - Dunai É. - Papp V. - Majdán T. - Vasas D. - Giczi Zs. - Varga Z. (2022): A gyomnövényzet tömegviszonyai gyomfésűvel kezelt és gyomirtásban nem részesült facéliavetésekben. Biokultúra. 33 (2-3), 42-45.
- Pinke Gy. - Giczi Zs. - Vona V. - Dunai É. - Vámos O. - Kulmány I. - Koltai G. - Varga Z. - Kalocsai R. - Botta-Dukát Z. - Czúcz B. - Bede-Fazekas Á. (2022): Weed composition in Hungarian phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) seed production: Could tine harrow take over chemical management? Agronomy. 12, 891.
- Pinke Gy. - Karácsony P. - Czúcz B. - Botta-Dukát Z. (2018): When herbicides don't really matter: Weed species composition of oil pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) fields in Hungary. Crop Protection. 110, 236-244.
- Pinke Gy. - Papp V. - Majdán T. - Dunai É. - Kukorelli G. (2021): Vetőmag-előállító facéliavetések gyomviszonyai a Kisalföldön. Növényvédelem. 57, 475-482.
- Popovic, V. - Mihailović, V. - Lakić, Ž. - Vučković, S. - Kolarić, L. - Jacimovic, G. - Ljubica, Š. - Rajicic, V. (2018): Effects of nutrition on biomass production of *Lacy phacelia* in organic cropping system., International GEA (Geo Eco-Eco Agro) Conference, Podgorica, Montenegro. Book of Proceedings. 53-59.
- Popovic, V. - Vučković, S. - Željko, D. - Mihailović, V. - Ignjatov, M. - Ljubicic, N. - Acimovic, M. (2020): Phacelia honey productivity in relation to locality of cultivation, International GEA (Geo Eco-Eco Agro) Conference, Podgorica, Montenegro. Book of Proceedings. 79-95.
- Roszik P. (2013): Az ökológiai gazdálkodásról gazdáknak, közérthetően. Biokontroll Hungária Nonprofit Kft. Budapest.
- Schmidt R. (2005): Facélia. In Antal J. (szerk.), Növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 476-481.

Szabó B. - Ferenczi L. N. - Bellus J. (2016): Mézontófű termesztés a Nyíregyházi Egyetem Tangazdaságában. Őstermelő. 20 (5), 38-39.

Tóth E. (2020): Napjaink gyomkérdései és a herbicidhasználat. VIII. rész: Kiskultúrák gyomproblémái, lehetőségek. Agro Napló. 26 (8), 42-44.

Tóth E. A. - Kalocsai R. - Dorka-Vona V. - Giczi Zs. (2018): Az esszenciális mikroelemek szerepe a növények élettani folyamataiban. Acta Agronomica Óváriensis. 59, 126-150.

Ungai D. K. - Győri Z. (2005): Az agrotechnika szerepe a minőségi cukorrépa-termesztésben. Agrártudományi Közlemények. 16, 134-138.

Vaszari Sz. - Reisinger P. (2022): Precíziós gyomszabályozási kísérletek eredményei biopopcorn kukoricában. Magyar Gyomkutatás és Technológia. 23 (1-2), 43-59.

A szerzők levélcíme – Address of the corresponding authors:

Dunai Éva - Kukorelli Gábor - Pinke Gyula

Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar, 9200

Mosonmagyaróvár, Vár 2.

e-mail:1982dunai@gmail.com



A DUDARIT SÓKIMOSÓDÁST ELŐSEGÍTŐ HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA TENYÉSZEDÉNYES KÍSÉRLETBEN

TUBA GÉZA¹ – KOVÁCS GYÖRGYI¹ – NAGY PÁL MÁTÉ² – ZSEMBELI
JÓZSEF¹

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Karcagi Kutatóintézet, Karcag

²Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debrecen

ÖSSZEFOGLALÁS

Az éghajlatváltozás, az aszályos időszakok növekedésével, jelentős kihívások elé állítja a mezőgazdaságot. Az aszály mérséklésének egyik módja az öntözéses gazdálkodás, ami kertészeti kultúrák esetén ma már szinte elengedhetetlen a termésbiztonság érdekében. Az öntözés, különösen Karcag térségében, ahol az elérhető öntözővíz (rétegvíz, hálózati víz) magas sótartalmú (600-1200 mg/l) másodlagos szikesedést okozhat. Különösen veszélyeztetettek a nagy agyagtartalmú, kötött, kedvezőtlen vízháztartású talajok. A talajok víznyelő- és vízvezető képességét, az okszerű művelés mellett, különböző talajjavító anyagok használatával növelhetjük. Kutatómunkánk során egy a lelőhelyéről (Dudar, Magyarország) elnevezett, természetes anyag, a Dudarit, kilúgzást elősegítő, az öntözővíz okozta sóterhelés csökkentő hatását vizsgáltuk tenyészedenyes kísérletben, bolygatott kötött talajon. Megállapítottuk, hogy a nagy dózisban alkalmazott (8–12 kg/m³) javítóanyag eredményesen használható erre a célra, mivel kedvezőbbé teszi a talaj vízháztartását, elősegíti a kilúgzást.

Kulcsszavak: másodlagos szikesedés, talajjavítás, kilúgzás.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A klímaváltozás korunk és a következő évtizedek egyik legnagyobb veszéllyel járó jelensége (*Khan et al.*, 2016), melynek hatásai ma már szinte a világ minden területén tapasztalhatóak. Magyarországon az elmúlt évszázadban 1,2 °C-kal nőtt az évi középhőmérséklet, megváltozott a csapadékeloszlás, fokozódott az aszályérzékenység (*Zsembeli et al.*, 2019; *Lakatos et al.*, 2021). Egyre gyakrabban jelentkeznek aszályos időszakok, aszályos évek (*Somfalvi-Tóth*, 2021, *Kovács et al.*, 2022). Az aszály hatását többek között öntözéssel mérsékelhetjük. Öntözéses gazdálkodás esetén a talaj tulajdonságait és a természeteni kívánt növény igényeit veszik alapul miközben figyelembe kell venni az öntözővíz minőségét, elsősorban annak sótartalmát. A vízhiány mellett a talaj növekvő sóterhelése, a szikesedés közel 1 milliárd hektár termőföldet érint a világon (*Wang et al.*, 2003; *Li et al.*, 2019). A másodlagos szikesedés elsősorban a félszáraz klímával jellemezhető (évi 700 mm alatti csapadék) területeken lép fel (*Geeson et al.*, 2003). Fő oka a helytelen öntözés (*Ghassemi et al.*, 1991; *Lambert et al.*, 2002). Magyarországon másodlagos szikesedéssel veszélyeztetett talajok területe 400.000 hektár körüli, melynek jelentős hányada az Alföldön található (*Blaskó*, 2005), ahol nem csak a nagy sótartalmú öntözővizek használata okozhat sóterhelést a feltalajban, hanem a megemelkedő sós talajvíz is hozzájárulhat ehhez a jelenséghez (*Zsembeli et al.*, 1996). Az öntözésnek kedvező, kilúgzást elősegítő és kedvezőtlen hatásai is lehetnek a talaj sómértékére (*Várallyay*, 1989), minél jobb a talaj víznyelő- és vízvezetőképessége, annál több só juttatható a talajba veszélyes mértékű sófelhalmozódás nélkül (*Filep*, 1999). Helytelen öntözéssel jelentős károkat okozhatunk a talaj szerkezetében, tömörödés és másodlagos szikesedés jelentkezhet (*Darab*, 1958; 1961). A különböző komposztok és talajkondicionáló szerek szerkezetjavító, kilúgzást növelő hatását kutatócsoportunk tenyészedényes, liziméteres és kisparscellás kísérletekben már kimutatta (*Kovács et al.*, 2013; *Sinka et al.*, 2019; *Rivera-Garcia et al.*, 2020; *Zsembeli et al.*, 2011; 2017; 2021). Kutatásaink igazolták, hogy a Karcag térségére jellemző magas, 600-1200 mg/l összes oldott sótartalmú, jellemzően nátrium-hidrokarbonátos vizek is alkalmazhatóak öntözésre, amennyiben a megfelelő talajművelés mellett talajjavító anyagok hozzáadásával kedvezőbbé tesszük a talaj szerkezetét, elősegítve a kilúgzást.

A származási helyéről elnevezett Dudarit (a Bakonyban, Dudar település mellett bányásszák) világszerte kiváló minőségű anyagnak számít, humuszanyag alapú termék,

nyersanyaga a leonardit, melyben oxidált állapotban konzerválódott szén (Vucskits, 2014). A legtöbb természetes humuszanyag az idősebb tőzegben, és a lignitben található, a leonardit huminsav tartalma közel 70% (Csicsor és Tombác, 2022). A Dudarittól, mint magas huminsav tartalmú anyagtól, elsősorban szervesanyagokban és tápanyagokban szegényebb, homoktalajokon várhatunk terméshozadékhatást, azáltal, hogy a talaj szerkezetét, pórusviszonyait javítja. A leonardit terméshozadékhatását több kutató kimutatta, homoktalajon kukoricánál terméshozadékhatást mutattak ki (Duplessis és MacKenzie, 1983), burgonyánál 38%-os terméshozadékhatást értek el (Sanli et al., 2013), míg édesfű (*Stevia rebaudiana* B.) esetén 20%-kal növekedett a szárított levélhozam (Takács-Hájos et al., 2019). Savanyú podzolos talajon a pH emelkedéséről és a mikrobiológiai aktivitás növekedéséről számoltak be (Sugier et al., 2013).

Kutatómunkánk során arra a kérdésre kerestük a választ, hogy a Karcag térségére jellemző nagy agyagtartalmú talajokon alkalmazható-e a Dudarit nevű készítmény a kártyázás elősegítésére, az öntözővíz okozta sóterhelés csökkentésére.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A Dudarit hatásának vizsgálatára 3 ismétléses tenyészedényes kísérletet állítottunk be 2022 februárjában a MATE Karcagi Kutatóintézet (KKI) tenyészedényházában. A 0,002 m³ térfogatú, 0,02 m² felületű tenyészedényekbe, a KKI H-1 jelű táblájának felső 0,2 m-es rétegéből származó, 2 kg mennyiségű, légszáraz, aprómorzás szerkezetű talajt mértünk be. A térségre jellemző kötött, nehezen művelhető talaj néhány tulajdonságát az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: A vizsgált talaj néhány tulajdonsága

Table 1: Some properties of the investigated soil

pH	K _A	EC	Humus	CaCO ₃	AL-P ₂ O ₅	AL-K ₂ O	AL-Na	AL-Ca	y ₁
(H ₂ O)	(1)	mS/c	z (2)	(m/m)	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
		m	(m/m)	%					
6,8	46	0,52	3,8	0,25	218	480	283	4248	6,7

Forrás: KKI Központ Laboratórium

(1) Plasticity index by Arany, (2) Humus content

A vizsgált talaj egy semleges kémhatású (pH (H₂O) 6,8) agyagos vályogtalaj (K_A 46), alacsony mész- és szikesedére utaló mennyiségű (0,52 mS/cm) összes oldható sótartalommal. A magas AL-oldható Na-tartalma (283 mg/kg) is mutatja a szikes jellegét. Kedvezően humuszos, ennek köszönhetően jó a N-szolgáltató képessége, foszforellátottsága jó, káliumellátottsága igen jó.

Az edények megtöltése után kijuttattuk a felszínre a mozsárban aprószemcsésre tört talajjavító anyagot, amit a felső 0-5 cm-es rétegben elkevertünk. A kísérletben a kezeletlen kontroll mellett a Dudarit 3 különböző dózisát alkalmaztuk. Az alkalmazott dózisokat a forgalmazó ajánlása alapján (5-10 kg javítóanyag/m³ táptalaj) 5; 8, valamint 12 kg/m³ dózisban határoztuk meg. A Dudarit beltartalmi értékeit a 2. táblázat tartalmazza.

2.táblázat: A Dudarit összetétele

Table 2: Components of Dudarit

Szerves anyag (1)	62 m/m%
Ásványi anyag (2)	16 m/m%
Huminsavak (szárazanyagban) (3)	60 m/m%
N	0,05 m/m%
P ₂ O ₅	0,2 m/m%
K ₂ O	0,3 m/m%
Ca	3 m/m%
Mg	0,5 m/m%
S	2,5 m/m%
Mikroelemek (4): Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo	min. 0,5 m/m%

Forrás: Greengazda.com alapján

(1) Organic matter content, (2) Mineral matter content, (3) Humic acids in dry matter content, (4) Microelements

Jelzőnövényt nem alkalmaztunk, a kísérlet időszakában kikelő gyomokat eltávolítottuk a tenyészedenyekből. A kísérletet 6 hónapig folytattuk, ez alatt összesen 165 mm öntözővizet juttatunk ki (3,3 l/edény), ami kis mértékben meghaladta a 2022-ben ugyanezen időszakban Karcagon lehullott csapadék mennyiségét (152 mm). Összesen 12 alkalommal öntöztünk, a természetes csapadéknak megfelelő időben és mennyiséggel. A hosszabb öntözésmentes időszakokban kiszáradó talajt két alkalommal megműveltük, a tenyészedenyeket megkapáltuk, a levegőzöttség biztosítása érdekében. Öntözővízként a

Karcagon öntözésre is gyakorta alkalmazott, átlagosan 1,86 mS/cm vezetőképességű (1190 mg/l sótartalmú) csapvizet használtunk.

A tenyészedények alatt elhelyezett gyűjtőedényekben felfogtuk a talajon átfolyó vizet (drénvíz), a kísérlet végén megmértük annak mennyiségét és elektromos vezetőképességét (EC), valamint a talaj EC-jét is, az edények talajába 10 cm-es mélységbe szúrva, három ismételtsben. Az EC-t helyszíni talaj- és folyadék vizsgálatokra alkalmas GroLine - HI98331 EC-teszterrel (*hannainst.hu*) vizsgáltuk (1. ábra).



1. ábra: GroLine - HI98331 EC-teszter

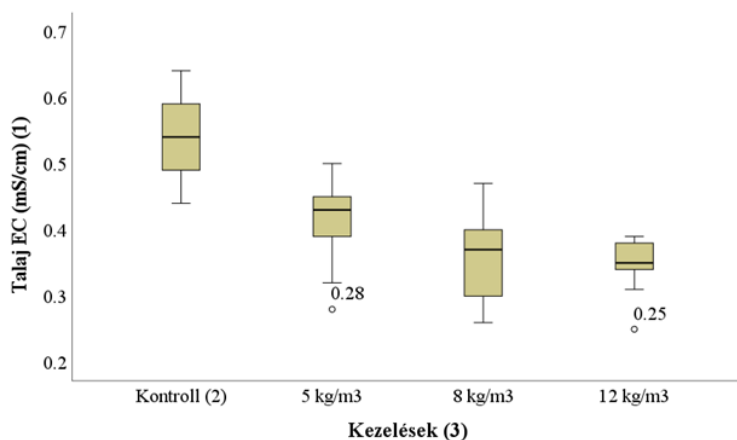
Figure 1: GroLine - HI98331 EC-tester

A talajból kimosott só mennyiségét a drénvíz sókoncentrációjából és mennyiségéből számítottuk ki. Az eredmények értékeléséhez IBM SPSS Statistics 27.0.1 programot, egytényezős varianciaanalízist és LSD tesztet alkalmaztunk.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A kísérlet 6 hónapja alatt tenyészedényenként 3300 ml 1190 mg/l sótartalmú öntözővízzel összesen 3928 mg sót vittünk a talajba. A tenyészedények talaját a kísérlet befejeztével, annak 187. napján vizsgáltuk meg, meghatároztuk a talaj elektromos vezetőképességét. Megállapítottuk, hogy a sós vízzel való öntözés következtében a kísérlet folyamán a kontroll talajában kis mértékű sófelhalmozódás figyelhető meg, a kezdeti 0,52 mS/cm EC érték 0,54 mS/cm-re változott. A kísérlet végén kontrollhoz képest mindegyik Dudarit kezelés az EC érték csökkenését eredményezte (2. ábra). A kezelésként 9 ismételtsben végzett mérés eredményei közel azonos mértékű szórást

mutatnak, az 5 kg/m³ és a 12 kg/m³ dózisok esetén kiugróan alacsony értékeket is mértünk, a kezelések átlagai mégis különböznek a kontrolltól.



2.ábra: A talaj elektromos vezetőképessége (EC) a kísérlet végén

Figure 2: Electrical conductivity (EC) of the soil at the end of the experiment

(1) EC of soil, (2) Control, (3) Treatments

Az elvégzett egytényezős varianciaanalízis és LSD teszt alapján az EC csökkenése a kontrollhoz viszonyítva minden kezelés esetén szignifikáns mértékű volt (3. táblázat).

3.táblázat: A talaj elektromos vezetőképességi (EC) adataira elvégzett LSD teszt eredménytáblázata

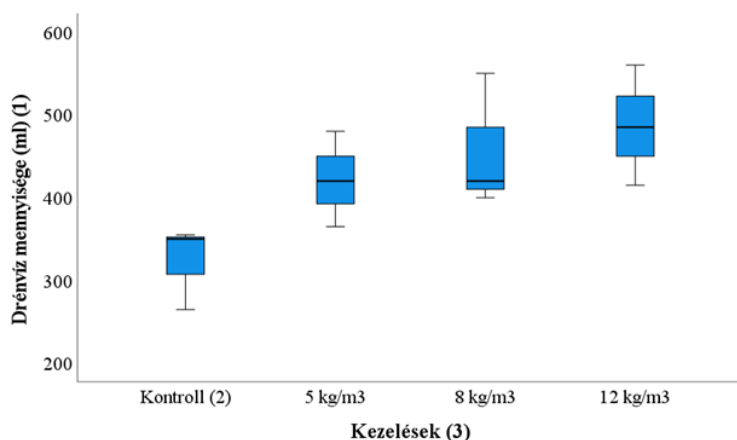
Table 3: LSD test results for soil electrical conductivity (EC) data

	Kezelések (1)	Átlagok közti eltérés (2)	Standard hiba (3)	Szignifikancia (4)	95%-os konfidencia intervallum (5)	
					Alsó	Felső
					határ (6)	határ (7)
Kontroll	5 kg/m ³	0,1344*	0,0295	0,00	0,074	0,195
(8)	8 kg/m ³	0,1833*	0,0295	0,00	0,123	0,243
	12 kg/m ³	0,1967*	0,0295	0,00	0,137	0,257

*. Az átlagok közti eltérés 0,05-s szinten szignifikáns

(1) Treatments, (2) Mean difference, (3) Standard error, (4) Significance, (5) Confidence interval, (6) Lower bound, (7) Upper bound, (8) Control, *The mean difference is significant at the 0.05 level.

A vizsgálati időszak során a talajból kifolyó víz (drénvíz) mennyiségét értékelve megállapítottuk, hogy kontrollhoz képest mindegyik kezelésnél nőtt a drénvíz mennyisége, a Dudarit kezelések javították a talaj vízvezetőképességét, bár nem egyforma mértékben (3. ábra). A legkisebb, 5 kg/m^3 dózis esetén a kontrollhoz közeli értéket is tapasztaltunk, a szórás pedig a 8 kg/m^3 dózisonál a legnagyobb.



3.ábra: A drénvíz mennyisége a kísérlet végén

Figure 3: Amount of drain water at the end of the experiment

(1) Amount of drain water (2) Control, (3) Treatments

A statisztikai vizsgálatok azt igazolták, hogy a különbségek az 5 kg/m^3 dózis esetén nem, a két nagyobb dózis esetén viszont szignifikáns mértékűek (4. táblázat).

4.táblázat: A drénvíz mennyiségére elvégzett LSD teszt eredménytáblázata

Table 4: LSD test results for the amounts of drain water

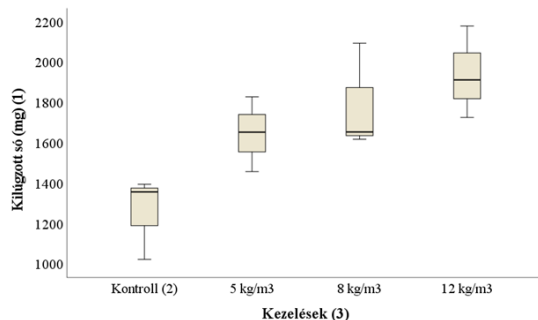
	Kezelések	Átlagok	Standard	Szignifikancia	95%-os konfidencia	
	(1)	közi	hiba (3)	(4)	intervallum (5)	
		eltérés (2)			Alsó	Felső
					határ (6)	határ (7)
Kontroll	5 kg/m ³	-98,333	54,403	0,108	-223,79	27,12
(8)	8 kg/m ³	-133,333*	54,403	0,040	-258,79	-7,88
	12 kg/m ³	-163,333*	54,403	0,017	-288,79	-37,88

*. Az átlagok közti eltérés 0,05-ös szinten szignifikáns

(1) Treatments, (2) Mean difference, (3) Standard error, (4) Significance, (5) Confidence interval, (6) Lower bound, (7) Upper bound, (8) Control, *The mean difference is significant at the 0.05 level.

Megmértük a drénvizek elektromos vezetőképességét és az EC értékekből kiszámítottuk a sókoncentrációt. A Dudarittal kezelt talajokból kifolyó víz sókoncentrációja kis mértékben magasabb volt a kontroll edényekből kifolyó vízénél, de a különbségek statisztikailag nem igazolhatóak, az eltérések mértékéhez képest magas a szórásuk.

A talajból kilúgzott só mennyiségét a drénvíz mennyiségéből és annak sókoncentrációjából számítottuk ki (4. ábra). Megállapítottuk, hogy a kontrollhoz képest a kezelések hatására több só mosódott ki az edények talajából. Bár a drénvizek sótartalma közel azonos mértékű volt, a több átfolyó víz miatt a kimosott só mennyisége a kezelések hatására magasabb volt.



4. ábra: A kilúgzott só mennyisége a kísérlet végén

Figure 4: Amounts of leached salts at the end of the experiment

(1) Amount of leached salts (2) Control, (3) Treatments

A statisztikai vizsgálatok igazolták, hogy drénvíz mennyiségéhez hasonló módon a kilúgzott só mennyisége esetén is, az 5 kg/m³ dózis használata nem eredményezett szignifikáns különbséget, míg a két magasabb dózisu kezeléssel jelentősen több sót lehet eltávolítani a talajból (5. táblázat).

5.táblázat: A kilúgzott só mennyiségére elvégzett LSD teszt eredménytáblázata

Table 5: LSD test results for the amounts of leached salts

	Kezelések (1)	Átlagok közti eltérés (2)	Standard hiba (3)	Szignifikancia (4)	95%-os konfidencia intervallum (5)	
					Alsó határ (6)	Felső határ (7)
Kontroll	5 kg/m ³	-388,000	181,774	0,065	-807,17	31,17
(8)	8 kg/m ³	-530,333*	181,774	0,019	-949,50	-111,16
	12 kg/m ³	-680,667*	181,774	0,006	-	-261,50
					1099,84	

*. Az átlagok közti eltérés 0,05-ös szinten szignifikáns

(1) Treatments, (2) Mean difference, (3) Standard error, (4) Significance, (5) Confidence interval, (6) Lower bound, (7) Upper bound, (8) Control, *The mean difference is significant at the 0.05 level.

Az öntözéssel okozott extrém mértékű sóterhelést (~196 g/m²) a növekvő dózisu Dudarit kezelésekkal növekvő mértékben sikerült mérsékelni. A bevitt és a kilúgzott sómennyiség különbsége, azaz a sómérleg, a kontroll esetén átlagosan 135,5 g/m², amit a már a legkisebb dózisu kezelés (5 kg/m³) is 15%-kal, míg a 8 és 12 kg/m³ dózisok pedig 20 és 25%-kal csökkentettek.

KÖVETKEZTETÉSEK

Vizsgálataink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a magas huminsav tartalmú Dudarit nem csak homoktalajokon, de a Karcag térségére jellemző kötött, kedvezőtlen vízháztartású talajokon is eredményesen alkalmazható talajjavításra. A térségben rendelkezésre álló magas sótartalmú öntözővízzel jelentős sóterhelést idézhetünk elő a szikesedésre hajló talajoknál, ami a Dudarit nagydózisu használatával jelentősen mérsékelhető, a káros sóknak a mélyebb talajrétegekbe történő kimosódásának elősegítése révén. A gyakorlat számára, öntözéssel termesztés esetén, elsősorban

kertészeti kultúrákban ajánlható ezen javítóanyag alkalmazása, mivel a 8 kg/m³ dózis minden vizsgált paraméterre szignifikáns mértékű különbséget eredményezett, viszont ekkora dózis szántóföldi alkalmazása már problémás lehet a hektáronként kijuttatandó ~16 t javítóanyagszükséglet miatt.

EXAMINATION OF THE SALT LEACHING ENHANCING EFFECT OF DUDARITE IN A POT EXPERIMENT

GÉZA TUBA¹ – GYÖRGYI KOVÁCS¹ – PÁL MÁTÉ NAGY² – JÓZSEF
ZSEMBELI¹

¹Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Research Institute of Karcag,
Karcag

²University of Debrecen, Kálmán Kerpely Doctoral School, Debrecen

SUMMARY

Agriculture is facing severe challenges due to climate change, particularly the increasing frequency of drought periods. One of the mitigation possibilities of drought is irrigation, which is actually essential to ensure yield safety in horticultural production. Irrigation with saline (600-1200 mg/l) waters (aquifers or tap water) available in the region of Karcag can cause secondary salinization of the soils. Heavy textured, compacted soils with high clay content and unfavourable water regime are particularly endangered by this harmful process. The infiltration rate and hydraulic conductivity of such soils can be increased by the application of various amendments, beyond rational tillage. In our study, a natural material named after its mining place (Dudar, Hungary) was investigated in terms of its leaching enhancing and secondary salinization mitigating effects on disturbed samples of a heavy textured soil in a pot experiment. We found high doses (8–12 kg/m³) of Dudarite to be suitable to induce these effects by improving the water regime of the soil, hence resulting in increased leaching of the harmful salts.

Keywords: secondary salinization, soil improvement, leaching.

IRODALOM

- Blaskó L.* (2005): Talajdegradációs folyamatok és a talajjavítás lehetőségei a Tiszántúl kötött talajain. In: *Antal K. – Michéli E. – Szabóné Kele G. (szerk.) Talajtani Vándorgyűlés, Kecskemét, Magyarország: SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Gödöllő* pp. 32-42.
- Csicsor A. – Tombácz E.* (2022): Antioxidant Effect of Humic Substances from Hungarian Leonardite. *Hungarian Journal of Industry and Chemistry*, **50**(1), 1–5. <https://doi.org/10.33927/hjic-2022-0>
- Darab K.* (1958): A tiszántúli öntözött réti talajok másodlagos szikesedése. *Agrokémia és talajtan*, **7**/1. pp. 53-64.
- Darab K.* (1961): Hazai öntözött talajaink sómérlege és sóforgalma. *Agrokémia és Talajtan* **10**/3, 305-314.
- Duplessis, G. L. – MacKenzie, A. F.* (1983): Effects of leonardite applications on phosphorus availability and corn growth. *Canadian Journal of Soil Science*. **63**(4): 749-751. <https://doi.org/10.4141/cjss83-076>
- Filep Gy.* (1999): Az öntözővizek minősége és minősítése. *Agrokémia és Talajtan* **48**/1-2, 49-65.
- Geeson, N. A. – Brandt, C. J. – Thornes, J. B.* (2003): Mediterranean Desertification: A Mosaic of Processes and Responses. John Wiley & Sons, Chichester, UK. 441.pp.
- Ghassemi, A. J. – Akeman, J. – Nix, H. A.* (1991): Human induced salinization and the use of quantitative methods. *Environment international*. **17**: 581-594.
- Khan, A. A. – Ijaz, M. – Muhammad, J. – Goheer, A. R. – Akbar, G. – Adnan, M.* (2016): Climate change implications for wheat crop in Dera Ismail Khan District of Khyber Pakhtunkhwa. Pakistan. *Journal of Meteorology*. **13**: 25 pp. 17–27.
- Kovács Gy. – Tuba G. – Czibalmos R. – Csízi I.* (2013): Különböző komposztadagok hatása az extenzív gyep talajának néhány tulajdonságára. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 2010/2011: **2** pp. 9-14.
- Kovács Gy. – Tuba G. – Sinka L. – Rivera-Garcia, A. – Zsembeli J.* (2022): Jász-Nagykun-Szolnok megye főbb növényeinek termésátlagai az aszály mértékének függvényében. *Növénytermelés* **71**: **2** pp. 63-78.

- Lakatos M. – Bihari Z. – Izsák B. – Szentes O. (2021): Globális és hazai éghajlati trendek, szélsőségek változása: 2020-as helyzetkép. *Scientia et Securitas* 2: 2 pp. 164–171. <https://akjournals.com/downloadpdf/journals/112/2/2/article-p164.pdf>
- Lambert, K. – Sedema, I. – Karim, S. (2002): Irrigation and salinity: a perspective review of the salinity hazards of irrigation development in the arid zone. *Irrigation and Drainage Systems*. 16: 161–174.
- Li, M. – Du, Y. – Bai, Y. – Fan, J. – Zhang, J. – Chen S. (2019): Simulation of cotton growth and soil water content under film-mulched drip irrigation using modified CSM-CROPGRO-cotton model. *Agricultural Water Management*, 218. pp. 124-138. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.03.041>
- Rivera-Garcia, A. – Tuba G. – Czeller K. – Kovács Gy. – Zsembeli J. (2020): Mitigation of the effect of secondary salinization by micro soil conditioning. *Acta Agraria Debreceniensis* 1. pp. 115-119. <https://doi.org/10.34101/actaagrar/1/3720>
- Sanlı, A. – Karadogan, T. – Tonguc, M. (2013): Effects of leonardite applications on yield and some quality parameters of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Turkish Journal Of Field Crops*, **18** (1), 20-26. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tjfc/issue/17122/179037>
- Sinka L. – Rivera-Garcia, A. – Tuba G. – Zsembeli J. (2019): Mitigation of salt stress caused by secondary salinization. In: XX. stiavnické dni 2019: Zborník recenzovanych príspevkov. pp. 254-262.
- Somfalvi-Tóth K. (2021): Az éghajlatváltozással kapcsolatos kutatások, eredmények, hatások. In: Holló G. – Pekár A. (szerk.) Éghajlatváltozás az agráriumban: Kihívások és megoldások. Pécs, Magyarország, MTA Pécsi Területi Bizottság, MATE Kaposvári Campus pp. 9-16. https://tab.mta.hu/files/7516/1537/0985/Hollo_Gabriella_Eghajlatvaltozas_az_agrariumban_kihivasok_es_megoldasok.pdf
- Sugier, D. – Kołodziej, B. – Bielińska, E. (2013): The effect of leonardite application on *Arnica montana* L. yielding and chosen chemical properties and enzymatic activity of the soil. *Journal of Geochemical Exploration*. Volume **129**, pp. 76-81. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2012.10.013>.
- Takács-Hájos M. – Rubóczki T. – Szabó F. M. – Kiss A. (2018): Effect of environmentally friendly nutrition supply on stevia (*Stevia rebaudiana* B.) Production. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, **47(1)**, 201–206. <https://doi.org/10.15835/nbha47111232>

Várallyay Gy. (1989): Az öntözéses gazdálkodás talajtani alapjai. In: Szalai Gy. (szerk.): Az öntözés gyakorlati kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. pp. 84-88.

Vucskits A. V. (2014): A fulvosav és a huminsav biológiai hatásának vizsgálata patkányokon. Doktori (PhD) értekezés. Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar, Állatorvos-tudományi Doktori Iskola. Budapest. DOI: <https://10.14751/SZIE.2014.023>

Wang, W. – Vinocur, B. – Altman, A. (2003): Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*. (1): 1-14. DOI: <https://10.1007/s00425-003-1105-5>

Zsembeli J. – Blaskó L. – Juhász Cs. (1996): A talajvízjárás és a sómozgás sorozatvizsgálata a Tisza-tó hidrológiai hatásterületén. In: Tisza-szabályozás 150. évfordulója és annak eredményei. Magyar Hidrológiai Társaság, pp. 155-167.

Zsembeli J. – Czeller K. – Tuba G. – Szűcs L. – Sinka L. (2017): Effect of irrigation with saline water on the soil and legumes in simple drainage lysimeter. 17. Gumpensteiner Lysimetertagung. Raumberg-Gumpenstein. pp. 189-192.

Zsembeli J. – Kovács Gy. – Sinka L. – Rivera, Garcia A. – Nagy P. M. – Tuba, G. (2021): Talajjavító és talajkondicionáló szerek vizsgálata tenyészédényes kísérletben. In: Balláné Kovács A. – Tállai M. – Kocsisné Demjén Á. (szerk.) A talajtan és a kapcsolódó tudományok időszerű kérdései. Debrecen, Magyarország: Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar. pp. 306-311.

Zsembeli J. – Kovács Gy. – Tuba G. – Czeller K. – Juhász, Cs. (2019): Climate change at local level on the base of the air temperature and precipitation data of the weather station of Karcag. In: Máchal, P. (szerk.) Creating a platform to address the techniques used in creation and protection of environment and in economic management of water in the soil. Brno, Csehország: International Visegrad Fund. pp. 43-49.

Zsembeli J. – Szűcs L. – Blaskó L. (2011): Secondary salinization by irrigation from drilled wells in Karcag area. *Növénytermelés* **60**. vol. Suppl. 305-308.

Greengazda.com. Letöltve: <https://www.greengazda.com/novenytapok-rendeltetes-szerint/szerves-bio-tragyak/huminit-dudarit.html> (Utolsó letöltés: 2023/02/02)

Hanna Instruments. Letöltve: <https://hannainst.hu/hu/product/talaj-ec-mero-groline-hi98331> (Utolsó letöltés: 2023/02/02)

A szerzők levélcíme – Address of the corresponding authors:

Tuba Géza

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Karcagi Kutatóintézet
5300 Karcag, Kisújszállási út 166.

E-mail-cím: Tuba.Geza@uni-mate.hu

Kovács Györgyi

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Karcagi Kutatóintézet
5300 Karcag, Kisújszállási út 166.

E-mail-cím: Kovacs.Gyorgyi@uni-mate.hu

Zsembeli József

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Karcagi Kutatóintézet
5300 Karcag, Kisújszállási út 166.

E-mail-cím: Zsembeli.Jozsef@uni-mate.hu

Nagy Pál Máté

Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Doktori Iskola
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

E-mail-cím: g.nagypal45@gmail.com



GREENSEEKER ÉS MICASENSE KAMERA NDVI ÉRTÉKEINEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA, VALAMINT KAPCSOLATUK A HOZAMMAL

ZSEBŐ SÁNDOR¹ – KUKORELLI GÁBOR¹ – MILICS GÁBOR² – VONA
VIKTÓRIA MARGIT¹ – KULMÁNY ISTVÁN MIHÁLY¹

¹Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar, Mosonmagyaróvár

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő

ÖSSZEFOGLALÁS

Az őszi búzát (*Triticum aestivum* L.) hazánkban átlagosan egymillió hektáron termesztik, ezzel az egyik legnagyobb területen vetett szántóföldi kultúra. A szélsőséges időjárási körülmények és az emelkedő inputanyagárak miatt elengedhetetlen az új technológiák termesztésbe történő integrálása. Ehhez nyújtanak segítséget a precíziós gazdálkodási eszközrendszerek. A precíziós gazdálkodás az adatokra épül, amelyek fontos szerepet töltenek be a hatékonyabb és fenntarthatóbb gazdálkodásban. Azonban ezeknek az adatoknak a hibás értelmezése, vagy a rossz döntések meghozatala komoly következményekkel járhat a termelésre, valamint a környezetre nézve.

Négy ismétléses, randomizált idősoros kísérlet lett beállítva, ahol egy GreenSeeker (GS) és egy MicaSense (MS) 10 csatornás multispektrális kamera adatai kerültek összehasonlításra, majd a különböző időpontokban végzett felvételezésekből származó kiszámított NDVI értékek kapcsolata lett vizsgálva a hozammal.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a MicaSense kamerával történő felvételezésnél 2022. 05. 24-én ($r^2=0,62$), míg a GreenSeeker mérésnél 2022. 05. 24-én, illetve 2022. 06. 07-én figyelhető meg ($r^2=0,60$) a legnagyobb korreláció a hozammal. A MicaSense kamera és a GreenSeeker szenzor összehasonlítása során arra a következtetésre jutottam, hogy nem mindegy melyik időpontban melyik eszközzel végzünk felvételezéseket, ugyanis 2022. 05. 12-én a MicaSense kamerával történő felvételezés során nem volt kimutatható különbség a különböző kezelések között.

Azonban ugyanebben az időpontban a GreenSeeker kézi szenzorral történő mérés során mérhető különbséget lehetett megállapítani a kezelések között.

Kulcsszavak: őszi búza, precíziós gazdálkodás, GreenSeeker, MicaSense, hozam, tápanyag

BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) Magyarország egyik legfontosabb szántóföldi növénye, amely hosszú évszázadok óta jelentős szerepet játszik az ország mezőgazdaságában és élelmiszeriparában. Az intenzív búzatermesztés érdekében a műtrágyák, azon belül is a nitrogénműtrágyák (N) felhasználása az utóbbi években jelentősen megnőtt. Az őszi búza hozamának növeléséhez a gazdálkodók gyakran – de tévesen az általános ajánlásnál nagyobb mennyiségben juttatnak ki nitrogénműtrágyát (Heffer et al. 2017).

A technológiák elmúlt években tapasztalt robbanásszerű fejlődése példátlan lehetőséget biztosít azon gazdálkodóknak, akik precíziósan szeretnének gazdálkodni (Mulla 2013). Ezen technológiák közül mind a távérzékelési-, mind a földközeli szenzorokat a növények tápanyag- és vízhiányának, a növények egészségének a nyomon követésére, valamint a talaj állapotának megfigyelésére használják (Lee et al. 2010, Nyéki et al. 2020).

A hagyományos gazdálkodási gyakorlatoknál az elmúlt évek során betakarított hozamok átlagai alapján határozzák meg a kijuttatandó N műtrágya mennyiségét (Stanford 1973). Azonban egy adott év hozama biztosan eltér az elmúlt évek átlagától (Dahnke et al. 1984), így a termés tér-időbeli változékonysága irreális N műtrágya-kijuttatáshoz és alacsony hasznosuláshoz vezethet. A növények fejlődéséhez, illetve szükségletéhez igazított műtrágya-kijuttatás nagymértékben javíthatja a műtrágyák hasznosulását (Tucker 1979).

Reeves et al. (1993) őszi búzában a Feekes-féle 5. fejlődési szakaszban próbálták előrejelezni a várható termésmennyiséget. Stone et al. (1996) és Solie et al. (1996) őszi búzában földközeli szenzorokkal vizsgálták a N-felvételt és kísérletet tettek meghatározni a hozamot. Kutatásuk során megállapították, hogy a Normalizált Vegetációs Index (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) mérések nagymértékben korreláltak az őszi búza N-felvételével és a hozammal. Raun et al. (2001) ezt az elméletet követték, és

az NDVI-mérések alapján az őszi búza terméshozamát nagy pontossággal meg tudták jósolni a Feekes-féle 4. és 6. növekedési szakaszban.

Az NDVI-t, amely a vörös és a közeli infravörös hullámhossz tartományban történő reflektancia különbségen alapul (Tucker, 1979) széles körben használják kutatási és mezőgazdasági célokra (Erdle et al. 2011, Guo et al. 2016, Inman et al. 2008, Lopes et al. 2012).

Először a Landsat műhold adatait felhasználva kísérelték meg a gabonák hozamát megbecsülni az NDVI értékek alapján (Aase et al. 1981, Tucker et al. 1980). Az NDVI érték jól korrelál a levélterület indexel (Leaf Area Index, LAI) és érzékeny a növény zöldtömeg-változására (Inman et al. 2008, Ma et al. 2001, Marti et al. 2007). Különböző gabonáknál az NDVI értéket a növények fejlődésének becslésére is használták (Lopresti et al. 2015, Mekliche et al. 2015, Morgounov et al. 2014).

Búzában a földi, földközeli NDVI mérések objektívebb adatokat szolgáltatnak a növényi stressz megbecsléséhez (Lopes et al. 2012), illetve a növények fejlődése során fellépő nitrogénigényre (Raun et al. 2002). Ugyanakkor az NDVI értékkel meghatározható még a nitrogéntartalom, a földfeletti nitrogén és a növény nitrogén-hasznosítása (Erdle et al. 2011, Foster et al. 2016, Samborski et al. 2015).

Az NDVI szoros kapcsolatban van a növények fiziológiai tulajdonságaival, amelynek értelmében az NDVI sokféle egyéb tényezőt magyarázhat meg, pl. talajnedvesség, nitrogén és fenofázis (Edwards et al. 2015, Foster et al. 2016, Marti et al., 2007), ezért a NDVI használatakor a kutatóknak meg kell bizonyosodniuk arról, hogy a kísérlet mely tényezőit szeretnék a vizsgálatok során a legjobban reprezentálni.

Az NDVI mérése általánosságban kétféle technológiával valósulhat meg. A vegetáció fejlődését műholdakkal (Lopresti et al. 2015, Pantazi et al. 2016, Zhang et al. 2016), illetve kézi vagy földközeli szenzorokkal lehet nyomon követni (Inman et al. 2008, Lopes et al. 2012).

A műholdas adatokból származó pixelméret általánosságban 5 és 30 méter közé tehető, így alkalmasak nagyobb táblák vagy régiók elemzésére, azonban nem alkalmasak szántóföldön történő nemesítési vagy agronómiai kísérletek pontos, valós idejű monitorozására (Guo et al. 2016, Perry et al. 2014, Tattaris et al. 2016). A földközeli, kézi szenzorok, vagy kamerák nagyobb pontossággal rendelkeznek, de korlátozottak mind időben, mind térben, valamint az adatgyűjtés során szubjektív mérési vagy az eszközt zavaró torzítás is előfordulhat (Schirrmann et al. 2016).

A teljesen automatizált technológiák, mint a géntechnológia, robotika, és automata képalkotás nagyban hozzájárultak a termésmennyiségek növeléséhez (Araus *et al.* 2014, Chapman *et al.* 2014, Sharma *et al.* 2015). A pilóta nélküli légitjárművek (Unmanned Aerial Vehicles, UAV) olyan technológiai fejlesztések, amelyeket egyre gyakrabban alkalmaznak a precíziós gazdálkodás során (Khot *et al.* 2016, Rasmussen *et al.* 2016, Zhang *et al.* 2012).

A képalkotási technológiák fejlődésével (hiperspektrális, multispektrális vagy hőkamerák) lehetővé vált nagy térbeli felbontású képek készítése. Ennek köszönhetően például sokkal pontosabban jelezhetőek előre a várható terméshozamok (Fei *et al.* 2022, Maimaitijiang *et al.* 2020, Sun *et al.* 2022). Más kutatók is biztató eredményeket értek el búza (Wang *et al.* 2014), kukorica (Taghvaeian *et al.* 2012), és rizs (Reyniers *et al.* 2006) UAV-felvételek alapján történő hozambecslésénél.

A földközeli szenzorok, kamerák mellett kézi mérőeszközökkel is végeznek vizsgálatokat a kutatók. A várható hozamok előrejelzésére, a növényállomány fejlődésére, zöldtömegének mérésére, vagy a tápanyag-ellátottság megállapítására több kézi eszköz (Crop Circle, PlantPen, GreenSeeker) is a kutatók rendelkezésére áll, azonban az egyik leggyakrabban alkalmazott szenzor a GreenSeeker (Trimble, Sunnyvale, CA, USA). A GreenSeeker a vörös (660 nm) és a NIR (780 nm) hullámhossz reflektanciájának méréséből számítja ki az NDVI értéket (Saberioon *et al.* 2014).

Nakamo *et al.* (2023) GreenSeekerrel kísérelték meg meghatározni a rizs várható hozamát. Több kísérletnél nitrogén-műtrágya kijuttatását vizsgálták GreenSeeker segítségével, ahol erős korrelációt figyeltek meg a nitrogén és NDVI érték között (Lie *et al.* 2009, Franzen *et al.* 2016, Arnall *et al.* 2016, Tubana *et al.* 2008).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kutatási terület Győr-Moson-Sopron vármegyében, Mosonmagyaróvár határában helyezkedik el (MEPAR kód: KUDVMH21). A termesztett növényi kultúra őszi búza, amelynek előveteménye repce volt. A kísérlet elrendezése randomizált blokk (1. ábra), ahol négy ismétlésben, négy különböző kezelés vizsgálata zajlott.

Őszi búza				
IV.	3	2	1	4
III.	1	4	3	2
II.	2	1	4	3
I.	4	3	2	1

1. ábra: A kísérlet randomizált blokk elrendezése

Figure 1: Randomised block design of the trial

A parcellák 4,2 x 20 métereseek, azaz egy parcella területe 84 m². A kísérleti terület talajának pH_{KCL}-ja 7,2-es, humusztartalma 3,2 (m/m%), Arany-féle kötöttségi értéke 45, a termőtalaj vastagsága 130 cm. A vetés 2021. 10. 25-én történt, az elvetett magmennyiség 4,5 millió csíra/ha.

A műtrágya kijuttatása két menetben történt (1. táblázat). Először alaptrágyaként lett kijuttatva különböző dózisokban a vetéssel egy menetben, majd fejtrágyaként 2022. március 1-én.

Az 1. táblázat tartalmazza a kezelések sorszámát, a kijuttatott nitrogén-foszfor-kálium hatóanyagot kg/ha-ban, az ősszel és tavasszal kijuttatott műtrágyák típusát, mennyiségét és a kijuttatásuk időpontját.

1. táblázat: A kezelések során kijuttatott hatóanyag (kg/ha), az ősszel és tavasszal kijuttatott műtrágya mennyisége, típusa és a kijuttatás dátuma

Table 1: Active substance applied during treatments (kg/ha), amount, type and date of application of fertiliser applied in autumn and spring

Kez. Sorsz.	Kijuttatott hatóanyag kg/ha			Kijuttatott műtrágya kg/ha (ŐSZ) 2021. 10. 21.		Kijuttatott műtrágya kg/ha (TAVASZ) 2022. 03. 01.	
	N	P	K	Típus	Menny.	Típus	Össz. Menny.
1.	-	-	-	-	-	-	-
2.	135, 3	77, 5	-	NP 15-25	310	Pétisó	329
3.	135, 1	91	-	NP 15-25	364	Pétisó	298
4.	135	75	45	NPK 5-18-18 Genezis NP 15- 25	250 120	Pétisó	387

Az állomány felvételezése kéthetes időintervallumokban, összesen 4 alkalommal valósult meg 2022. 05. 12-én, 05. 24-én, 06. 07-én és 06. 21-én. A felvételezés során egy GreenSeeker (Trimble, Sunnyvale, CA, USA) kézi mérőeszközt és egy DJI Matrice 210 V2 (Da-Jing Innovation, Kína) típusú drónt egy 10 csatornás MicaSense RedEdge (MicaSense Inc., Seattle, WA, USA) kamerával felszerelve használtam.

A GreenSeeker egy aktív fényforrású optikai érzékelő, amelyet növények biomasszájának mérésére használtam és a mért adatokat NDVI értékként jeleníti meg. Minden parcellában 3 ismétlést végeztem, a mérőeszközt mindig 60 cm-rel a növényállomány fölé helyeztem, majd a kijelölt pont körül a rajta elhelyezett kart folyamatosan húzva 0,5m² területű növényállományt mértem meg. Minden egyes eredmény 10 darab mérés NDVI értékének átlagát jelenti, mivel az eszköz a mérési eredményekből egy átlagértéket készít, amely a kar elengedését követően azonnal megjelenik az LCD kijelzőn.

A drónos felvételezés 40 méter magasan történt az előzőleg megtervezett útvonal alapján. A MicaSense kamerához egy egyedi QR-kódú kalibrációs panel tartozik. A

repülések megkezdése előtt egy külön felvétel készült a panelről, amely alapján kalibrálni lehet az elkészült felvételeket. A repülések kezdetét 11:00-12:00 közé időzítettem, emellett mindig csak napos, vagy csak felhős időben végeztem a felvételezéseket, hogy a megvilágítás szempontjából homogén felvételeket kapjak. A rögzített felvételeket először az Agisoft Metashape fotogeometriai szoftverben kalibráltam, majd a képek összeillesztése következett, ezt követően az elkészült orthomozaik kép a QGIS v3.16.0 (QGIS Development Team) nyílt forráskódú szoftverben lett tovább elemezve.

A parcellákban kijelölt három mérési pont körüli NDVI értéket megkaptam a kézi GreenSeekeres mérések során, azonban az elkészült orthomozaik képből még ki kellett szűrni a szükséges adatokat, hogy a két eszköz adatai összehasonlíthatóak legyenek egymással.

Az adatok szűrését követően statisztikai számításokat végeztem a Microsoft Excelben (v.2016). Először leíró statisztikát alkalmaztam, ahol megnéztem hogyan oszlanak el az adatok egy adott mintában, valamint a kapcsolatok mértékét leíró korrelációt is vizsgáltam.

Ezt követően egytényezős varianciaanalízist végeztem, ahol a csoportokon belüli és a csoportok közötti variáciát vizsgáltam.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A parcellákban mért NDVI értékek átlagai és a hozam a 2. táblázatban található. A különböző kezelések átlageredményeit tekintve a 4. kezelés (22,5 kg) érte el a legmagasabb hozamot, majd a 2. kezelés (22,1 kg), őt követi a 3. kezelés (21,9 kg) és végül a leggyengébb terméseredmények az első (16,9 kg), vagyis a kontrol parcellán termett.

2. táblázat: Különböző időpontokban mért GreenSeekeres (GS) és MicaSenses (MS) NDVI értékek, illetve a parcellák hozamai

Table 2: GreenSeeker (GS) and MicaSense (MS) NDVI values and plot yields measured at different times in the plots

	2022.05.12		2022.05.24		2022.06.07		2022.06.21			
Kez.	GS	MS	GS	MS	GS	MS	GS	MS	Hozam (kg)	Átlag (kg)
1./1.	0,57	0,84	0,43	0,76	0,38	0,66	0,10	0,30	16,86	16,9
1./2.	0,57	0,84	0,46	0,79	0,43	0,72	0,16	0,39	18,51	
1./3.	0,57	0,84	0,45	0,79	0,43	0,71	0,13	0,35	17,06	
1./4.	0,64	0,85	0,53	0,82	0,47	0,73	0,14	0,37	15,33	
2./1.	0,67	0,88	0,57	0,84	0,46	0,71	0,16	0,38	21,88	22,1
2./2.	0,68	0,91	0,58	0,87	0,55	0,82	0,26	0,54	22,71	
2./3.	0,65	0,77	0,57	0,83	0,50	0,76	0,20	0,50	22,24	
2./4.	0,70	0,88	0,60	0,85	0,52	0,78	0,18	0,46	21,38	
3./1.	0,70	0,89	0,63	0,86	0,56	0,78	0,21	0,47	23,3	21,9
3./2.	0,69	0,89	0,58	0,85	0,51	0,77	0,16	0,39	22,63	
3./3.	0,70	0,89	0,58	0,85	0,52	0,78	0,20	0,47	20,39	
3./4.	0,71	0,89	0,63	0,86	0,53	0,81	0,25	0,53	21,29	
4./1.	0,68	0,89	0,59	0,86	0,53	0,78	0,19	0,45	24,08	22,5
4./2.	0,67	0,89	0,58	0,84	0,49	0,74	0,15	0,37	21,22	
4./3.	0,67	0,89	0,56	0,85	0,50	0,78	0,16	0,43	21,85	
4./4.	0,71	0,90	0,63	0,88	0,58	0,83	0,27	0,54	22,94	

Ezt követően a parcellák NDVI értékeit és a hozamot hasonlítottam össze matematikai-statisztikai számításokkal. Az idősoros elemzésnek köszönhetően megállapítottam, hogy míg a MicaSenset történő felvételezéseknél egyértelmű, hogy május 24-én határozható meg ($r^2=0,62$) legpontosabban a várható hozam, addig a GreenSeeker eszközzel mért eredmények alapján május 24-én és június 7-én egyaránt ($r^2=0,60$) a legnagyobb százalékban lehet becsülni a várható terméseredményt.

A GreenSeeker és MicaSense mérésekből kapott NDVI értékek között mindegyik felvételezési időpontban (3. táblázat) 99 százalékos valószínűségi szinten szignifikáns ($p<0,01$) eltérés mutatható ki, így rendkívül kicsi annak az esélye, hogy a kapott értékek véletlen hibákból származnának.

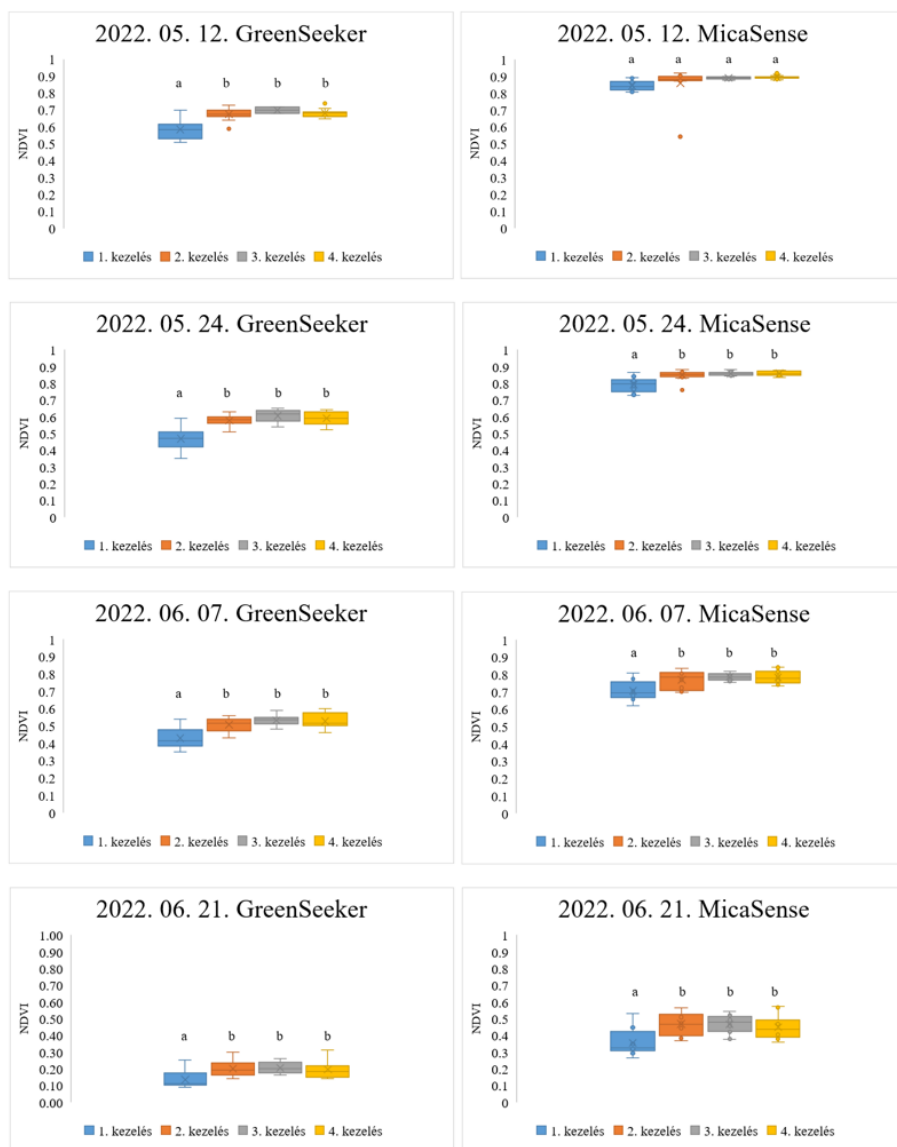
3. táblázat: GreenSeeker (GS) és MicaSense (MS) különböző időpontokban mért NDVI értékeinek kapcsolata a hozammal

Table 3: Relationship between NDVI values of GreenSeeker (GS) and MicaSense (MS) at different time and yield

	2022.05.12		2022.05.24		2022.06.07		2022.06.21	
	GS	MS	GS	MS	GS	MS	GS	MS
r-négyzet	0,58	0,20	0,60	0,62	0,60	0,47	0,43	0,43
p-érték	0,01*	0,01*	0,01*	0,01*	0,01*	0,01*	0,01*	0,01*

* 1%-os szignifikancia szint

A hozam és az NDVI kapcsolatának vizsgálatát követően a különböző eszközök ugyanazon ponton történő méréseit hasonlítottam össze box plot diagramokban. A diagramokon megfigyelhető az átlag, a medián, a szélső- és kiugró értékek, valamint az interkvartilis terjedelem is. Három időpontban (2. ábra) ugyanolyan eredményeket kaptam a GreenSeeker és a MicaSense kamera mérési eredményeinek összehasonlítása során. Az első, vagyis a kontrol kezelés mindegyik felvételezési időpontban szignifikánsan eltért a másik három kezeléstől, függetlenül attól, hogy melyik eszközzel történt a mérés.



2. ábra: Különböző kezelések GreenSeeker eszközzel és MicaSense kamerával mért eredményeinek összehasonlítása

Figure 2: Comparison of GreenSeeker and MicaSense camera results for different treatments

Azonban május 12-én a GreenSeeker eszközzel történő mérések során is ugyanolyan különbséget állapítottam meg (2. ábra) az első (kontrol) és a többi kezelés között, mint

az azt követő 3 felvételezési időpontban, vagyis szignifikánsan eltért a másik három kezeléstől.

Ellenben a MicaSense kamera által készített felvételeken nem lehet különbséget megfigyelni (2. *ábra*) a kezelések között.

Ennek oka az lehet, hogy a növényállomány már teljes mértékben összezáródott, valamint eltakarta a talajt, - a MicaSense kamera vörös és közeli infravörös hullámhosszú mérési tartománya pedig magasabb, mint a GreenSeekeré -, így a kapott NDVI értékek közelítettek a telítődési ponthoz, ezáltal hiába bokrosodott és fejlődött volna még jobban az állomány vagy hozott volna több levelet a kultúrnövény, a szenzor már nem tudott volna magasabb értékeket érzékelni.

Hasonló megállapításra jutottak *Gu et al.* (2013), akik a telítettséghez közel álló NDVI értékeket korrigálták annak érdekében, hogy pontosabban tudják megbecsülni a kukorica várható hozamát.

A május 12-ei felvételezést követően (BBCH55-59) már az NDVI érték folytonos csökkenését lehetett tapasztalni. Több kutató is arra a következtetésre jutott, hogy a GreenSeeker eszközzel való mérések jobban korrelálnak a hozammal a virágzás és differenciálódás szakaszában, mint a szemtelítődés időszakában (*Harrell et al.*, 2011). Ezek a megállapítások igazak a drónokkal mért NDVI elemzések vizsgálatainál (*Guan et al.*, 2019) és ugyanezeket az eredményeket kaptam a kutatásom során is.

Egy másik tanulmány arról számolt be, hogy a hozam erősebben korrelált a GreenSeekeres NDVI eredményekkel a virágzás időszakában, mint az aktív száradási szakaszban (*Ali et al.*, 2014), amelyet a kutatási eredményeim is részben igazolnak.

COMPARISON OF NDVI VALUES PROVIDED BY DIFFERENT DEVICES, AND RELATIONSHIP OF NDVI WITH YIELD

SÁNDOR ZSEBŐ¹ – GÁBOR KUKORELLI¹ – GÁBOR MILICS² – VIKTÓRIA

MARGIT VONA¹ – ISTVÁN MIHÁLY KULMÁNY¹

¹ Széchenyi István University, Albert Kázmér Agricultural Faculty, Mosonmagyaróvár

² Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Gödöllő

Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) is one of the most widely sown arable crops in Hungary. Extreme weather conditions and rising input prices make it essential to integrate new technologies into cultivation. In recent years, traditional farming practices have been replaced by precision farming. Precision farming is based on data, which plays an important role in more efficient and sustainable farming. However misinterpreting this data or making the wrong decisions can have serious consequences for production and the environment.

Four replicate, randomized time-series experiments were set up comparing data from GreenSeeker (GS) and MicaSense (MS) multispectral cameras with 10 different wavelengths, and the relationship of calculated NDVI values from exposures at different time with yield was observed. The results show that the highest correlation with yield is observed for the MicaSense camera recording on 24. 05. 2022 ($r^2=0,62$), while the GreenSeeker recording on 24. 05. 2022 and 07. 06. 2022 ($r^2=0,60$). When is compared the MicaSense camera and GreenSeeker, it does not matter at which time, which instrument was used, as there was no detectable difference between the different treatments when using the MicaSense camera on 12.05.2022, whereas a measurable difference was observed when using GreenSeeker.

Keywords: winter wheat, precision agriculture, GreenSeeker, MicaSense, yield, nutrition

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-22-3-II-SZE-20 pályázati kódszámú, „Új Nemzeti Kiválóság Program” elnevezésű nemzeti felsőoktatási kiválóság ösztöndíj keretében meghirdetett Felsőoktatási Doktori Hallgatói, Kutatói Ösztöndíj pályázat támogatásával készült.

IRODALOMJEGYZÉK

- Aase, J.K. - Siddoway, F.H. (1981): Assessing winter wheat dry matter production via spectral reflectance measurements. *Remote Sens. Environ.* 11, 267–277.
- Ali, A.M. - Thind, H.S. - Sharma, S. - Varinderpal-Singh, (2014): Prediction of dry direct seeded rice yields using chlorophyll meter, leaf color chart and GreenSeeker optical sensor in northwestern India. *Field Crop. Res.* 161, 11–15.
- Araus, J.L. - Cairns, J.E. (2014): Field high-throughput phenotyping: the new crop breeding frontier. *Trends Plant Sci.* 19, 52–61.
- Arnall, D.B. - Abit, M.J.M. - Taylor, R.K. - Raun W.R. (2016): Development of an NDVI-based nitrogen rate calculator for cotton *Crop Sci.*, 56 (6), pp. 3263-3271.
- Dahnke, W.C. - Swenson, L.J. - Goos, R.J. - Leholm A.G. (1984): Choosing a crop yield goal, *Better Crops with Plant Food (USA)*. Soil Science Department and Extension Agricultural Economics.
- Edwards, D. - Oldroyd, G. - Kyratzis, A. - Skarlatos, D. - Fotopoulos, V. - Vamvakousis, V. - Katsiotis, A. (2015): Agriculture and climate change – adapting crops to increased uncertainty (AGRI 2015) investigating correlation among NDVI index derived by unmanned aerial vehicle photography and grain yield under late drought stress conditions. *Procedia Environ. Sci.* 29, 225–226.
- Erdle, K. - Mistele, B. - Schmidhalter, U. (2011): Comparison of active and passive spectral sensors in discriminating biomass parameters and nitrogen status in wheat cultivars. *Field Crops Res.* 124, 74–84.
- Fei, S. - Hassan, M.A. - Xiao, Y. - Su, X. - Chen, Z. - Cheng, Q. - Duan, F. - Chen, R. - Ma, Y. (2022): UAV-based multi-sensor data fusion and machine learning algorithm for yield prediction in wheat. *Precis. Agric* pp. 187-212.
- Foster, A.J. - Kakani, V.G. - Mosali, J. (2016): Estimation of bioenergy crop yield and N status by hyperspectral canopy reflectance and partial least square regression. *Precis. Agric.* 1–18.
- Franzen, D. - Kitchen, N. - Holland, K. - Schepers, J. - Raun W. (2016): Algorithms for in-season nutrient management in cereals *Agron. J.*, 108 (5), pp. 1775-1781.
- Gu, Y. - Wylie, B.K. - Howard, D.M. - Phuyal K.P. - Ji L. (2013): NDVI saturation adjustment: A new approach for improving cropland performance estimates in the Greater Platte River Basin, USA, *Ecological Indicators* Volume 30, July 2013, Pages 1-6

- Guan, S. - Fukami, K. - Matsunaka, H. - Okami, M. - Tanaka, R. - Nakano, H. - Sakai, T. Nakano, K. - Ohdan, H. - Takahashi, K. (2019): Assessing correlation of high-resolution NDVI with fertilizer application level and yield of rice and wheat crops using small UAVs. *Remote Sens.* 11, 112.
- Guo, L. - An, N. - Wang, K. (2016): Reconciling the discrepancy in ground- and satelliteobserved trends in the spring phenology of winter wheat in China from 1993 to 2008. *J. Geophys. Res. Atmos.* 121, 1027–1042.
- Harrell, D.L. - Tubaña, B.S. - Walker, T.W. - Phillips, S.B. (2011): Estimating rice grain yield potential using normalized difference vegetation index. *Agron. J.* 103, 1717–1723.
- Heffer, P. - Gruère, A. - Roberts T. (2017): Assessment of fertilizer use by crop at the global level International Fertilizer Industry Association, Paris.
- Inman, D. - Khosla, R. - Reich, R. - Westfall, D.G. (2008): Normalized difference vegetation index and soil color-based management zones in irrigated maize. *Agron. J.* 100, 60–66.
- Khot, L.R. - Sankaran, S. - Carter, A.H. - Johnson, D.A. - Cummings, T.F. (2016): UAS imaging-based decision tools for arid winter wheat and irrigated potato production management. *Int. J. Remote Sens.* 37, 125–137.
- Lee, W.S. - Alchanatis, V. - Yang, C. - Hirafuji, M. - Moshou, D. - Li, C. (2010): Sensing technologies for precision specialty crop production, *Computers and Electronics in Agriculture*, 74, pp. 2–33.
- Lie, F. - Miao, Y. - Zhang, F. - Cui, Z. - Li, R. - Chen, X. *et al.* (2009): In-season optical sensing improves nitrogen-use efficiency for winter wheat *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 73 (5), pp. 1566-1574.
- Lopes, M.S. - Reynolds, M.P. (2012): Stay-green in spring wheat can be determined by spectral reflectance measurements (normalized difference vegetation index) independently from phenology. *J. Exp. Bot.* 63, 3789–3798.
- Lopresti, M.F. - Di Bella, C.M. - Degioanni, A.J. (2015): Relationship between MODIS-NDVI data and wheat yield: a case study in northern buenos aires province, argentina. *Inf. Process. Agric.* 2, 73–84.
- Ma, B.L. - Dwyer, L.M. - Costa, C. - Cober, E.R. - Morrison, M.J. (2001): Early prediction of soybean yield from canopy reflectance measurements. *Agron. J.* 93, 1227–1234.

- Maimaitijiang, M. - Sagan, V. - Sidike, P. - Hartling, S. - Esposito, F. - Fritschi, F.B. (2020): Soybean yield prediction from UAV using multimodal data fusion and deep learning. *Remote Sens. Environ.* 237, 111599.
- Marti, J. - Bort, J. - Slafer, G.A. - Araus, J.L. (2007): Can wheat yield be assessed by early measurements of Normalized Difference Vegetation Index? *Ann. Appl. Biol.* 150, 253–257.
- Mekliche, A. - Hanifi-Mekliche, L. - Aidaoui, A. - Gate, P.H. - Bouthier, A. - Monneveux, P.H. (2015): Grain yield and its components study and their association with normalized difference vegetation index (NDVI) under terminal water deficit and well-irrigated conditions in wheat (*Triticum durum* Desf. and *Triticum aestivum* L.). *Afr. J. Biotechnol.* 14, 2142–2148.
- Morgounov, A. - Gummadov, N. - Belen, S. - Kaya, Y. - Keser, M. - Mursalova, J. (2014): Association of digital photo parameters and NDVI with winter wheat grain yield in variable environments. *Turk. J. Agric. For.* 38, 624–632.
- Mulla, D. J. (2013): Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps, *Biosystems Engineering, Special Issue: Sensing in Agriculture*, pp. 358–371.
- Nakano, H. - Tanaka, R. - Guan, S. - Ohdan, H. (2023): Predicting rice grain yield using normalized difference vegetation index from UAV and GreenSeeker. *Crop and Environment*.
- Nyéki, A. - Teschner G. - Ambrus, B. - Neményi, M. - Kovács, A.J. (2020): Architecting farmer-centric internet of things for precision crop production. *Hungarian Agricultural Engineering*. 71-78.
- Pantazi, X.E. - Moshou, D. - Alexandridis, T. - Whetton, R.L. - Mouazen, A.M. (2016): Wheat yield prediction using machine learning and advanced sensing techniques. *Comput. Electron. Agric.* 121, 57–65.
- Perry, E.M. - Morse-McNabb, E.M. - Nuttall, J.G. - O'Leary, G.J. - Clark, R. (2014): Managing wheat from space: linking MODIS NDVI and crop models for predicting australian dryland wheat biomass. *IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Remote Sens.* 7, 3724–3731.
- Raun, W.R. - Solie, J.B. - Johnson, G.V. - Stone, M.L. - Lukina, E.V. - Thomason, W.E. *et al.* (2001): In-season prediction of potential grain yield in winter wheat using canopy reflectance *Agron. J.*, 93, pp. 131-138.

- Raun, W.R. - Solie, J.B. - Johnson, G.V. - Stone, M.L. - Mullen, R.W. - Freeman, K.W. - Thomason, W.E. - Lukina, E.V. (2002):* Improving nitrogen use efficiency in cereal grain production with optical sensing and variable rate application. *Agron. J.* 94, 815–820.
- Rasmussen, J. - Ntakos, G. - Nielsen, J. - Svendsgaard, J. - Poulsen, R.N. - Christensen, S. (2016):* Are vegetation indices derived from consumer-grade cameras mounted on UAVs sufficiently reliable for assessing experimental plots? *Eur. J. Agron.* 74, 75–92.
- Reyniers, M. - Vrindts, E. - De Baerdemaeker, J. (2006):* Comparison of an aerial-based system and an on the ground continuous measuring device to predict yield of winter wheat. *Eur. J. Agron.* 24, 87–94.
- Saberioon, M.M. - Amin, M.S.M. - Gholizadeh, A. - Ezri, M.H. (2014):* A review of optical methods for assessing nitrogen contents during rice growth. *Appl. Eng. Agric.* 30, 657–669.
- Samborski, S.M. - Gozdowski, D. - Walsh, O.S. - Lamb, David. W. - Stępień, M. - Gacek, E.S. - Drzazga, T. (2015):* Winter wheat genotype effect on canopy reflectance: implications for using NDVI for in-season nitrogen topdressing recommendations. *Agron. J.* 107.
- Schirrmann, M. - Hamdorf, A. - Garz, A. - Ustyuzhanin, A. - Dammer, K.H. (2016):* Estimating wheat biomass by combining image clustering with crop height. *Comput. Electron. Agric.* 121, 374–384.
- Sharma, B. - Ritchie, G.L. - Rajan, N. (2015):* Near-remote green: red perpendicular vegetation index ground cover fraction estimation in cotton. *Crop Sci.* 55, 2252–2261.
- Solie, J.B. - Raun, W.R. - Whitney, R.W. - Stone, M.L. - Ringer J.D. (1996):* Optical sensor based field element size and sensing strategy for nitrogen application T. *ASAE*, 39 (6), pp. 1983-1992.
- Stanford G. (1973):* Rationale for optimum nitrogen fertilization in corn production, *J. Environ. Qual.*, 2, pp. 159-166.
- Stone, M.L. - Solie, J.B. - Raun, W.R. - Whitney, R.W. - Taylor, S.L. - Ringer J.D. (1996):* Use of spectral radiance for correcting in-season fertilizer nitrogen deficiencies in winter wheat *Trans ASAE*, 39 (5), pp. 1623-1631.
- Sun, Z. - Li, Q. - Jin, S. - Song, Y. - Xu, S. - Wang, X. - Cai, J. - Zhou, Q. - Ge, Y. - Zhang, R. - Zang, J. - Jiang, D. (2022):* Simultaneous Prediction of Wheat Yield and Grain Protein Content Using Multitask Deep Learning from Time-Series Proximal Sensing. *Plant Phenomics* 2022, 1–13.

Taghvaeian, S. - Chávez, J. - Hansen, N. (2012): Infrared thermometry to estimate crop water stress index and water use of irrigated maize in Northeastern Colorado. *Remote Sens.* 4, 3619.

Tubaña, B.S. - Arnall, D.B. - Walsh, O. - Chung, B. - Solie, J.B. - Girma, K. et al. (2008): Adjusting midseason nitrogen rate using a sensor-based optimization algorithm to increase use efficiency in corn *J. Plant. Nutr.*, 31 (8), pp. 1393-1419.

Tucker C.J. (1979): Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation *Remote Sens. Environ.*, 8 (2), pp. 127-150.

Tucker, C.J. - Holben, B.N. - Elgin, J. - McMurtrey, I. (1980): Relationship of spectral data to grain yield variation. *Photogramm. Eng. Remote Sens.* 46, 657–666 (19800051130).

Wang, L. - Tian, Y. - Yao, X. - Zhu, Y. - Cao, W. (2014): Predicting grain yield and protein content in wheat by fusing multi-sensor and multi-temporal remote-sensing images. *F. Crop. Res.* 164, 178–188.

Zhang, C. - Kovacs, J.M. (2012): The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: a review. *Precis. Agric.* 13, 693–712.

Zhang, L. - Guo, C.L. - Zhao, L.Y. - Zhu, Y. - Cao, W.X. - Tian, Y.C. - Cheng, T. - Wang, X. (2016): Estimating wheat yield by integrating the WheatGrow and PROSAIL models. *Field Crops Res.* 192, 55–66.

A szerző címe – Address of the author:

Z

SEBŐ SÁNDOR

Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar, Biológiai Rendszerek és Precíziós Technológiai Tanszék

9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

zsebo.sandor@gmail.com



VPLYV ROČNÍKA A PŮDNÝCH VLASTNOSTÍ NA OBSAH ESENCIÁLNÝCH OLEJOV V PLODOCH A IHLIČÍ BORIEVKY

VARGOVÁ VLADIMÍRA¹ – KOVÁČIKOVÁ ZUZANA¹ – PANGHYOVÁ ELENA²
– BAXA STANISLAV² – DIMITROV FILIP³

¹Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby – Ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, ²Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav potravinársky – Odbor technologických inovácií a spolupráce s praxou, ³Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav potravinársky – Odbor chémie a analýzy potravín

SÚHRN

Účelom tohto výskumu bolo vyhodnotiť pôdnoklimatické podmienky na obsah éterického oleja v plodoch a ihličí borievky obyčajnej (*Juniperus communis* L.). Sledované boli výskumné lokality s rôznou nadmorskou výškou: Ostrá hora (568 m n. m.), Priechod (578 m n. m.), Selčianske sedlo (749 m n. m.) a Chrámec (185 m n. m.). Príspevok obsahuje údaje za obdobie rokov 2020 – 2022. Pôda na lokalitách Ostrá hora a Priechod sa vyznačovala neutrálnou pôdnou reakciou s vysokým obsahom humusu a dusíka (N), nízkym až veľmi nízkym obsahom fosforu (P), dobrým až vysokým obsahom draslíka (K) a veľmi vysokým obsahom horčíka (Mg). Lokality Selčianske sedlo, Chrámec mali pôdnou reakciu kyslú až slabo kyslú. Pôdna reakcia vykazovala stredne negatívnu koreláciu s obsahom éterického oleja v starom ihličí ($r = -0,5374$). Obsah éterického oleja (EO) v plodoch bol najvyšší v roku 2020. Pohyboval sa od 1,9 % na lokalite Selčianske sedlo do 2,2 % na lokalitách Ostrá hora a Chrámec. Vyšší obsah éterického oleja bol v mladom ihličí, bez signifikantného potvrdenia ($P < 0,05$). Jeho najvyšší obsah bol nameraný na lokalite Ostrá hora (0,64 %). Obsah éterického oleja v mladom ihličí mal pozitívnu strednú koreláciu s obsahom EO v starom ihličí ($r =$

0,3129). Obsah EO v starom ihličí negatívne koreloval s vysokým stupňom závislosti s priemernou teplotou ($r = -0,7470^*$).

Kľúčové slová: *Juniperus communis* L., pôda, teplota, éterický olej, ihličie, plody

ÚVOD A PREHĽAD LITERATÚRY

Borievka obyčajná (*Juniperus communis* L.) patrí do čeľade *Cupressaceae*, skupiny nahosemenných rastlín (*Gymnospermeae*). Má asi 60 druhov vždyzelených stromov alebo kríkov, široko rozšírených na severnej pologuli, v Európe vrátane ostrovov Stredomoria, Severnej Ameriky a východnej Afriky (Adams, 2011). Cooper et al. (2012) uvádza, že populácie borievok rastú v širokej ekologickej amplitúde, v rôznych nadmorských výškach a na širokej škále pôdných typov. Najčastejšie sa v našich podmienkach nachádza na ťažko prístupných lokalitách. Borievka obyčajná je málo konkurenčný ihličnatý vždyzelený ker s tvrdými, pichľavými ihlicami v trojpočetných praslencoch. Vyskytuje sa tam, kde je dostatok svetla, je nenáročná na pôdu a vlhku. Thomas et al. (2007) uvádza, že uprednostňuje suché pôdy, kamenisté podložie a vlhké podmienky obýva zriedkavo. Vo Veľkej Británii vo vlhkých podmienkach je borievka náchylná na patogéna *Phytophthora austrocedri* a dochádza k poklesu jej populácií (Donald et al., 2020). Je to dvojdomá rastlina. Samičia rastlina produkuje mäsité šišky (*galbulae*, označované ako bobule, pre ich mäsitú textúru), ktoré majú spočiatku zelenú farbu a za 2 – 3 roky pri dozrievaní majú výraznú modrú farbu (Ward, 2010). Plody borievky obyčajnej sa používajú v potravinárskom, kozmetickom a farmaceutickom priemysle na získavanie éterických olejov (Bais et al., 2014). Najznámejšie využívanie plodov je na dochutenie alkoholických nápojov (borovička, gin). Pri výrobe alkoholických nápojov vzniká ako druhý komerčný produkt borievkový olej, ktorý sa využíva najmä vo farmaceutickom priemysle. Na Slovensku má používanie aromatických olejov dlhú tradíciu. Éterický olej (*Oleum borievka*) získaný lisovaním rôznych častí borievky sa používal ako základ mnohých ošetrov, pričom prax ho rozšírila v priebehu 16. až 19. storočia (Hroziencik, 1981). Inhibičný účinok rôznych druhov borievky na potravinové kontaminanty robí z nich dobrých kandidátov na silnú prírodnú ochranu v potravinárskom priemysle. Borievkový olej preukázal inhibíciu rastu *S. aureus* (MIC 4,75 $\mu\text{l}/\text{cm}^3$) a *E. coli* (MIC 16,8 $\mu\text{l}/\text{cm}^3$) a pozitívne prispieva k tvorbe protizápalových faktorov, má protiplesňové, antivírusové a antioxidačné vlastnosti (Raina, 2019;

Darwish, 2020). Aj odpady vznikajúce pri hydrodestilácii olejov vykazujú antibakteriálne vlastnosti voči *Listeria monocytogenes*, minimálna inhibičná koncentrácia MIC 0.39 mg/cm³ (Nicola, 2019). Éterický olej má potenciál mikrobiologicky stabilizovať a zvýšiť trvanlivosť potravinárskych výrobkov. Zapúzdrením EO je možné zabezpečiť nepretržité uvoľňovanie a zabezpečiť lepšiu konzerváciu potravín (Rout et al., 2022). Aromatický charakter plodov borievok a produktov z nej je daný zložením terpenov v éterickom oleji, ktorá je veľmi variabilná a závisí od zemepisného pôvodu rastlín, od pôdnoklimatických podmienok, štádia zrelosti, veku rastliny a použitia destilačných techník. Rovnako je rôznorodá aj výťažnosť oleja získaného z plodov borievok. Obsah silice v bobuliach *J. communis* bol stanovený na 0,94 % z ich hmotnosti (Valtcho, 2018). Množstvo oleja získaného destiláciou vodnou parou sa pohybuje od 0,5 % až do 3,8 % hmotnosti (Falasca et al., 2016; Angioni et al., 2003; Zheljaskov et al., 2018). Šalamon and Petruška (2017) uvádzajú, že podmienky biotopov a vývojové štádiá rastlín majú vplyv na množstvo éterického oleja (od 0,9 - 1,8 %) a jeho kvalitatívne zloženie. Éterický olej (EO) nesie zodpovednosť za typickú arómu a chuť borievok. Z niektorých druhov borievky sa získavaný EO z ihličia, dreva alebo plodov (*galbuli*) používa ako hlavné aromatické činidlo v mnohých spotrebiteľských výrobkoch (Madej, 2014).

Cieľom práce bolo zhodnotenie vplyvu pôdnoklimatických charakteristík na obsah éterického oleja v plodoch a ihličí borievky obyčajnej z rôznych lokalít.

MATERIÁL A METÓDA

Monitoring s výskytom borievky obyčajnej sme realizovali v rokoch 2020 až 2022 v rôznych nadmorských výškach a pôdnoklimatických podmienkach: Ostrá hora (568 m n.m.), Priechod (578 m n.m.), Selčianske sedlo (749 m n.m.) a Chrámec (185 m n.m.). Lokality sa nachádzajú v nadmorskej výške od 185 m n. m. do 749 m nad morom. Teplú agroklmatickú oblasť, okrsk T7 (teplý, mierne vlhký, s chladnou zimou) s teplotou v januári ≤ -3 °C a dlhodobým úhrnom zrážok 600 mm reprezentuje lokalita Chrámec (tabuľka 1). Do mierne teplej agroklmatickej oblasti, agroklmatického okrsku M7 (mierne teplého silne vlhkého vrchovinového) s dlhodobým ročným úhrnom zrážok 795 mm a priemernou ročnou teplotou vzduchu 8,1 °C patrí lokalita Priechod. Agroklmatický okrsk M2 (mierne teplé, mierne vlhké, so studenou zimou, dolinový) charakterizuje lokalita Ostrá hora. Chladnú agroklmatickú oblasť, okrsk C1 (mierne chladného, veľmi

vlhkého) s teplotou v júli $\geq 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $< 16\text{ }^{\circ}\text{C}$ a dlhodobým ročným úhrnom zrážok 955 mm predstavuje lokalita Selčianske Sedlo (*Džatko a Sobotská, et al., 2009*). Monitorovanie lokalít sa uskutočnilo terénnym prieskumom a zberom vzoriek plodov a ihličia. Pôdne vzorky sme odoberali v jesennom období (október) z hĺbky 0 – 150 mm. Z odobratých pôdnych vzoriek sme stanovili pH v KCl, C_{ox} , N, P, K a Mg (podľa Vyhlášky MPRV SR Z. z. č. 151/2016). V júni sme vykonali zber vzoriek ihličia, ktoré bolo selektované na mladé a staré ihličie. Zber plodov sme realizovali v mesiaci október a november.

Stanovenie obsahu éterických olejov: Obsah éterických olejov bol stanovený pomocou hydrodestilácie na prístroji na stanovenie silíc. K 25 g plodov alebo ihličia, bolo pridané 150 cm³ destilovanej vody. Hydrodestilácia bola vykonaná v priebehu 2 hod, destilácia bola zastavená na 30 minút a potom pokračovala ďalších 30 minút.

Z výsledkov rozborov pôdnych vzoriek a rozborov éterických olejov v ihličí a plodoch borievky sme určili štatistickú významnosť rozdielu jednotlivých lokalít metódou analýzy rozptylu ANOVA pomocou Tukeyovho testu na hladine významnosti ($P < 0,05$), na určenie vzájomných vzťahov bol použitý Pearsonov korelačný koeficient. Analýzy boli vykonané použitím programu STATGRAPHIC Centurion XVI.I.

Tabuľka 1: Charakteristika lokalít

Table 1: Characteristics of sites

Lokalita/ Sites	Nadmorská výška (m)/ Altitude	GPS	Pôdny typ/ Soil type	Pôdny druh/ Soil species
Ostrá hora	568	N 49,029444° E 20,38277°	kambizem	ilovitohlinitý
Priechod	578	N 48,786645° E 19,214618°	kambizem	ilovitohlinitý
Selčianske sedlo	749	N 48,791585° E 19,173297°	rendziny	hlinitý
Chrámec	185	N 48,264514° E 20,195566°	pararendziny	hlinitý

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vlastnosti pôdy sú odrazom vplyvu špecifického typu pôdotvorného procesu prebiehajúceho pod určitou vegetáciou pri určitom využívaní pôdy. Sú podmienkou alebo súčasťou procesov prebiehajúcich v pôde (Makovníková, 2020). Skládanka et al. (2014) uvádza, že sú ovplyvňované edafickými faktormi ako geologický podklad, pôdny druh a pôdny typ. Dostupnosť živín v pôde sa mení pôsobením zrážok, teploty, vetra, pôdneho typu a pôdnej reakcie (Maathuis, 2009). Lokalita Ostrá hora sa nachádza v katastrálnom území obce Spišské Podhradie, mala neutrálnu pôdnu reakciu (pH 6,70) s vysokým obsahom humusu ($49,31 \text{ g.kg}^{-1} \text{ C}_{\text{OX}}$) a dusíka (tabuľka 2). Zásoba prijateľného fosforu v pôde bola nízka, s dobrým obsahom prijateľného draslíka ($230,32 \text{ mg.kg}^{-1}$) a horčíka ($267,94 \text{ mg.kg}^{-1}$). Na stanovišti Chrámeč, ktorý sa nachádza v okrese Rimavská Sobota, bola pôdna reakcia slabo kyslá (pH 6,31). Obsah humusu bol nízky ($14,88 \text{ g.kg}^{-1} \text{ C}_{\text{OX}}$), rovnako aj obsah dusíka a fosforu. Zásoba draslíka bola dobrá ($204,72 \text{ mg.kg}^{-1}$) a zásoba prijateľného horčíka bola veľmi vysoká ($560,33 \text{ mg.kg}^{-1}$). Pôdna reakcia na lokalite Selčianske sedlo mala kyslú pôdnu reakciu (pH 5,45) so stredným obsahom humusu ($28,42 \text{ g.kg}^{-1}$) a vysokým obsahom dusíka. Obsah fosforu v pôde bol v nízkej hodnote. V pôde bola dobrá zásoba draslíka ($165,36 \text{ mg.kg}^{-1}$) a vysoká zásoba horčíka (tabuľka 2). Pôdna reakcia na lokalite Priečhod pri Banskej Bystrici, bola neutrálna (pH 6,66). Obsah humusu ($51,20 \text{ g.kg}^{-1} \text{ C}_{\text{OX}}$) bol vysoký s veľmi vysokou zásobou dusíka ($4,31 \text{ g.kg}^{-1}$). Zásoba prijateľného fosforu v pôde bola nízka, s vysokým obsahom prijateľného draslíka a veľmi vysokým obsahom horčíka ($1\,426,45 \text{ mg.kg}^{-1}$). S tým korešpondujú výsledky Kobzu et al., (2010), ktorí uvádzajú, že naše pôdy sú dobre zásobené horčíkom. Vysoký obsah humusu, prijateľného dusíka, draslíka a horčíka v pôde súvisí s pasením zvierat, čím sa zvyšujú zásoby živín v pôde. Výsledky experimentu ukazujú štatisticky preukazný ($P < 0,05$) vplyv lokality na pôdnu reakciu, obsah humusu, dusíka, fosforu a horčíka v pôde (tabuľka 2). Signifikantne preukazne ($P < 0,05$) najvyššie hodnoty pH a obsahu humusu a dusíka v pôde sme zaznamenali na lokalitách Ostrá hora a Priečhod. Maximálna koncentrácia prístupného fosforu v pôde bola evidovaná na lokalite Ostrá hora. Evidovali sme na lokalite Priečhod preukazne najvyšší obsah prístupného horčíka v pôde, $1\,426,45 \text{ mg.kg}^{-1}$ (tabuľka 2).

Tabuľka 2: Agrochemické vlastnosti pôdy

Table 2: Agrochemical properties of the soil

Lokalita/ Sites	pH/KCl	C _{ox} g/kg	N g/kg	P mg/kg	K mg/kg	Mg mg/kg
Ostrá hora	6,70 ^b	49,31 ^b	5,02 ^b	2,73 ^b	230,32 ^a	267,94 ^a
Priečhod	6,66 ^b	51,20 ^b	4,31 ^{ab}	0,86 ^a	217,57 ^a	1426,45 ^c
Selčianske sedlo	5,45 ^a	28,42 ^{ab}	3,14 ^{ab}	1,25 ^{ab}	165,36 ^a	141,83 ^a
Chrámec	6,31 ^{ab}	14,88 ^a	1,60 ^a	1,26 ^{ab}	204,72 ^a	560,33 ^b
F-ratio	2,74	6,76	16,15	6,05	0,35	595,55
P-value	0,0430*	0,0237*	0,0028*	0,0302*	0,7929	0,0000*

Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey t-test, $P < 0.05$)/

Differing indices indicate statistically significant differences between factor levels (Tukey t-test, $P < 0.05$). * -
signifikantné rozdiely na úrovni 95%/ significantly different at 95% level

Obsah éterického oleja (EO) v plodoch borievok bol najvyšší v roku 2020. Osciloval od 2,2 % na lokalitách Ostrá hora a Chrámec po 1,9 % na lokalite Selčianske sedlo (tabuľka 3). V ďalších rokoch bol zaznamenaný jeho pokles, najmä v roku 2022. Najvýraznejšie zníženie obsahu EO v plodoch bol zistený v borievkach z lokality Chrámec (o 45,45 %). Na lokalite Selčianske sedlo sme zistili pokles éterického oleja v plodoch o 0,6 %, čo predstavuje 31,6 %-né zníženie obsahu EO v roku 2022 (oproti roku 2020). Získané výsledky sú porovnateľné s výsledkami autorov (Šalamon and Petruška, 2017), ktorí zistili na lokalite Chrámec v roku 2016 obsah esenciálneho oleja 0,9 – 1,6 %.

Autori Zheljazkov V. D. et al. (2021) uvádzajú, že obsah éterického oleja v *J. sabina* (1,98 %) bol vyšší ako v *J. excelsa* (1,16 %). Pričom jeho obsah sa pohyboval od 0,69 do 1,87 %, kým v *J. sabina* bol obsah od 1,3 – 2,1 %. Toto koreluje s našimi zisteniami obsahu EO v plodoch v *J. communis* (1,1 – 2,2 %) (Dimitrov et al., 2022). Éterický olej z plodov borievky je väčšinou tvorený monoterpénmi (asi 58 %), hlavne α -pinénom, β -myrcénom a sabinénom (Duke et al., 2002). Získaný éterický olej mal svetlú farbu s výraznou borievkovou arómou. Chémiu borievkového oleja preskúmal Lawrence už v roku 1987. Korelačná analýza na lokalite Ostrá hora ukázala veľmi silný pozitívny vzťah medzi obsahom éterického oleja v plodoch a priemernou teplotou ($r = 0,9059$). Naše výsledky poukazujú na stredný negatívny vzťah medzi obsahom EO v plodoch a priemernou teplotou na lokalitách Priečhod a Selčianske sedlo (tabuľka 3). Úhrn zrážok vykazoval veľmi vysokú pozitívnu koreláciu ($r = 0,7674$) na obsah EO v plodoch na

lokalite Priechod. Bol evidovaný na lokalitách Selčianske sedlo ($r = 0,6626$) a Chrámec ($r = 0,5088$) silný pozitívny korelačný vzťah medzi obsahom éterického oleja v plodoch a úhrnom zrážok, ale bez signifikantného vplyvu (tabuľka 3).

Tabuľka 3: Vzťah medzi úhrnom zrážok (mm), priemernou teplotou (°C) za rok a obsahom éterického oleja v plodoch (%) *J. communis* L.

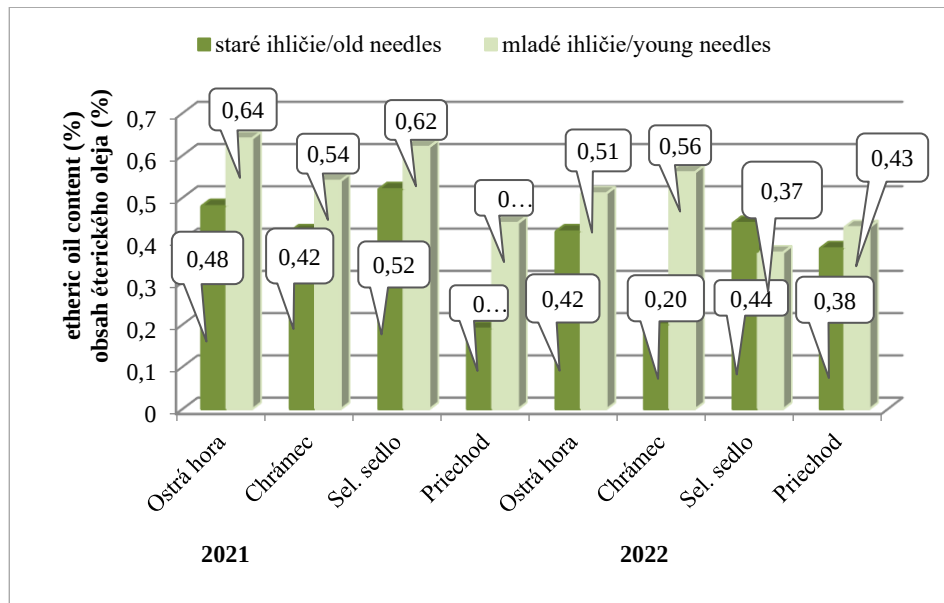
Table 3: Relationship between total rainfall (mm), average temperature (°C) over growing season and content etheric oil in berries (%) *J. communis* L.

Lokalita/ Sites Rok/ Year	T (°C)	R (mm)	Ostrá hora	Priechod	Selčianske sedlo	Chrámec
2020	8,8	876	2,2	1,3	1,9	2,2
2021	8,2	698	1,4	1,9	2,0	2,0
2022	9,2	556	1,9	1,1	1,3	1,2
r_T			0,9059	-0,4476	-0,4319	-0,5495
r_R			0,3580	0,7674	0,6626	0,5088

T - priemerná teplota/ average temperature, R - celkové zrážky/ total rainfall, r_T - Pearsonov korelačný koeficient pre vzťah medzi obsahom éterického oleja v plodoch a priemernou teplotou/ Pearson correlation coefficient for relationship between the etheric oil in berries and average temperature, r_R - Pearsonov korelačný koeficient pre vzťah éterického oleja v plodoch a úhrnom zrážok/ Pearson correlation coefficient for relationship between the etheric oil in berries and total rainfall

Obsahy éterického oleja (EO) v sušine mladého a starého ihličia boli vyššie v roku 2021. Najvyšší obsah EO v mladom (0,64 %) ihličí sme zistili na lokalite Ostrá hora a v starom ihličí (0,52 %) na lokalite Selčianske sedlo (graf 1). Mladé ihličie z lokality Priechod malo najnižší obsah éterického oleja, a to len 0,19 %. Rok 2022 poskytol o niečo nižšie obsahy EO v starom (0,20 – 0,44 %) a mladom (0,37 – 0,56 %) ihličí. Na lokalite Chrámec bol nameraný najnižší obsah éterického oleja v starom ihličí (0,20 %) a najvyšší obsah v mladom ihličí (0,56 %). Evidovali sme vyšší obsah éterického oleja v starom ihličí (o 16 %) ako v mladom ihličí na jedinej lokalite Selčianske sedlo. Pri hodnotení obsahu EO v mladom a starom ihličí boli zistené rozdiely, ktoré oscilovali od 0,10 – 0,25 % v roku 2020 resp. -0,07 – 0,36 % v roku 2022. Maximálny rozdiel bol zaznamenaný v roku 2021 na lokalite Priechod (0,25 %) a v roku 2022 na lokalite Chrámec (0,36 %).

Obsah je závislý na sušine, pretože mladé ihličie obsahuje viac vody ako staré ihličie. V mladom ihličí sa obsah vody pohyboval od 61 – 66 g/100 g a staré ihličie viazalo o 21 % menej vody ako mladé.



Graf 1: Obsah éterického oleja v mladom a starom ihličí (%) *J. communis* L.

Figure 1: Etheric oil content (%) in young and old needles *J. communis* L.

Pearsonov korelačný koeficient ukázal strednú negatívnu koreláciu medzi pôdnou reakciou a obsahom éterického oleja v starom ihličí ($r = -0,5374$) a obsahom EO v plodoch ($r = -0,4126$). Naše výsledky nepotvrdili vysoký negatívny korelačný koeficient ($r = -0,83$), ktorí uvádzajú autori Fejér *et al.*, (2018); Ložiené and Labokas, (2012). Medzi obsahom éterického oleja v starom ihličí a teplotou ($r = -0,7470$) bola signifikantne vysoká negatívna korelácia (tabuľka 4). Teplota k ostatným parametrom mala nízky stupeň závislosti. Obsah éterického oleja v plodoch vykazoval nízku pozitívnu koreláciu na obsah EO v mladom a starom ihličí. Nebol zistený korelačný koeficient medzi zrážkami a obsahom éterického oleja v plodoch a obsahom EO v mladom a starom ihličí.

Tabuľka 4.: Korelačná analýza medzi vvbranými parametrami (Pearsnov koeficient)

Table 4: Correlation analysis between selected parameters (Pearson coefficient)

	Pôdna reakcia/ Soil reaction	EO v plodoch/ EO in berries	EO v mladom ihličí/ EO in young needles	EO v starom ihličí/ EO in old needles	Celkové zrážky/ Total rainfall	Priemerná teplota/ Average temperature
Pôdna reakcia	1					
EO v plodoch	-0,4126	1				
EO v ml. ihličí	0,0333	0,2743	1			
EO v st. ihličí	-0,5374	0,1779	0,3129	1		
Celkové zrážky	-0,2261	0,1371	0,0429	-0,0005	1	
Priemerná teplota	-0,2039	-0,2130	-0,2558	- 0,7470*	-0,1771	1

EO - éterický olej/ etheric oil, * - významné rozdiely na úrovni 95% /significantly different at 95% level

ZÁVERY

Borievka obyčajná (*J. communis* L.) sa vyskytovala na miestach s rôznymi pôdnoklimatickými podmienkami a nadmorskou výškou (185 – 749 m). Pôdy charakterizovala neutrálna (Ostrá hora, Priečhod), slabo kyslá (Chrámec) až kyslá pôdna reakcia (Selčianske sedlo). Vyznačovali sa vysokým obsahom humusu, dusíka, nízkym až veľmi nízkym obsahom prijateľného fosforu, s dobrým až vysokým obsahom draslíka a vysokým až veľmi vysokým obsahom horčíka. Najvyššia zásoba horčíka bola zistená na lokalite Priečhod. Pôdna reakcia vykazovala strednú negatívnu koreláciu s obsahom éterického oleja v starom ihličí ($r = -0,5374$). V plodoch borievok bol obsah éterického oleja (EO) najvyšší v roku 2020, osciloval od 2,2 % na lokalitách Ostrá hora a Chrámec do 1,9 % na lokalite Selčianske sedlo. V roku 2022 sme evidovali maximálny pokles obsahu EO na lokalite Selčianske sedlo (o 31,6 %). Na lokalite Ostrá hora sa potvrdila silná pozitívna korelácia medzi obsahom éterického oleja v plodoch a priemernou teplotou ($r = 0,9059$) a stredná korelácia medzi úhrnom zrážok. Pri obsahu éterického oleja v plodoch korelačná analýza poukázala na vysoký stupeň závislosti medzi obsahom EO a zrážkami na lokalitách Priečhod a Selčianske sedlo. Analýza mladého ihličia

preukázala vyšší obsah éterického oleja ako v starom ihličí. Ostrá hora evidovala v mladom ihličí jeho maximálny obsah (0,64 %) a Selčianske sedlo v starom ihličí (0,52 %). Pozitívne so stredným stupňom závislosti koreloval obsah éterického oleja v mladom a starom ihličí. Obsah EO v starom ihličí vykazoval zápornú silnú koreláciu s priemernou teplotou ($r = -0,7470^*$) so signifikantným potvrdením ($P < 0,05$).

EFFECT OF YEAR AND SOIL CHARACTERISTIC ON THE CONTENT OF ETHERIC OIL IN JUNIPER BERRIES AND NEEDLES

VARGOVÁ VLADIMÍRA¹ – KOVÁČIKOVÁ ZUZANA¹ – PANGHYOVÁ ELENA²
– BAXA STANISLAV² – DIMITROV FILIP³

¹National Agricultural and Food Centre – Research Institute of Plant Production – Grassland Mountain and Agriculture Institute, Mládežnícka 36, Banská Bystrica, Slovak Republic, ²National Agricultural and Food Centre – Food Research Institute – Department of Technological Innovations and Cooperation with Practice, Modra, Slovak Republic, ³National Agricultural and Food Centre – Food Research Institute – Department of Chemistry and Food Analysis, Bratislava, Slovak Republic

ABSTRACT

The aim of the research was to review soil and climatic conditions as well as on etheric oil content in the Juniper berries and needles (*Juniperus communis* L.) was found. The following research sites with different altitude were monitored: Ostrá hora (568 m a.s.l.), Priečhod (578 m a.s.l.), Selčianske sedlo (749 m a.s.l.) and Chrámec (185 m a.s.l.). The paper contains data for the period 2020 – 2022. The soil at the Ostra hora and Priečhod locations was characterized by a neutral soil reaction, with a high content of humus and nitrogen (N), a low to very low content of phosphorus (P), a good to a high content of potassium (K) and a very high content of magnesium (Mg). The locations Selčianske sedlo, Chrámec had an acidic to slightly acidic soil reaction. The soil reaction showed a moderately negative correlation with the etheric oil content of old needles ($r = -0.5374$). The content of etheric oil (EO) in berries was higher in 2020. It ranged from 1.9 % in the locality of Selčianske sedlo to 2.2 % in the locality Ostrá hora and Chrámec. The content of etheric oil in young needles was higher than in old needles, without significant

confirmation ($P < 0.05$). Its highest content was measured at the Ostrá hora (0.64 %) site. The content of etheric oil in young needles had a positive moderate correlation with the EO content of old needles ($r = 0.3129$). The EO content in old needles was negative correlated with the high degree of dependence with average temperature ($r = -0.7470$).

Keywords: *Juniperus communis* L., soil, temperature, etheric oil, needles, berries

POĎAKOVANIE

Tento príspevok bol spracovaný vďaka podpore projektu APVV-19-0471 „Využitie potenciálu borievky (*Juniperus communis* L.) v potravinárskom priemysle“.

LITERATÚRA

Adams, R. P. (2011): *Junipers of the World: The Genus Juniperus*. Bloomington, Vancouver, BC, Canada: Trafford Publishing, 436.

Angioni, A., Barra, A., Russo, M. T., Coroneo, V., Dessi, S., Cabras, P. (2003): Chemical composition of the essential oils of *Juniperus* from ripe and unripe berries and leaves and their antimicrobial activity. J. Agric. Food Chem, 51, (10), 3073-3078. DOI: 10.1021/jf026203j

Bais, S., Gill, S. M., Rana, N., Shandil, S. (2014): A phytopharmacological review on a medicinal plant: *Juniperus communis*. International Scholarly Research Notices, 2014, ID 634723, DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/634723>

Cooper, F., Stone, R. E., Mcevoy, P., Wilkins, T., Reid, N. (2012): The conservation status of juniper formations in Ireland. 1st Edition, Irish Wildlife Manuals, 63, 224.

Darwish, R. S., Hala M. Hammada Hala, M., Ghareeb, D. A., Abdelhamid, A. S. A., Naggat, E. M. B., Harraz, F. M., Shawky, E. (2020): Efficacy-directed discrimination of the essential oils of three *Juniperus* species based on their in-vitro antimicrobial and anti-inflammatory activities. Journal of Ethnopharmacology, 259, 112971. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.112971>

Dimitrov, F., Vargová, V., Pangyová, E., Kunštek, M., Baxa, S., Kováčiková, Z., (2022): Compositions of terpenes in essential oils made of juniper berries. Acta Agronomica Ovariensis, 63, Különszám, 77-89. DOI: https://mek.sze.hu/images/acta/2022/63_k.pdf

Duke, J. A., Bogenschultz-Godwin M. J., Ducellier, J., Duke, P. A., *Handbo*, (2002): Book of Medicinal Herbs. 2nd ed. Boca Raton, London, New York, Washington D.C.: CRC Press.

Džatko, M., Sobocká, J., Granec, M., Bezák, P. (2009): Príručka pre používanie máp bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek. Inovovaná príručka pre bonitáciu a hodnotenie poľnohospodárskych pôd Slovenska. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy. 102 s.

Falasca, A., Caprari, C., Felice, V., Fortini, P., Saviano, G., Zollo, F., Iorizzi, M. (2016): GC-MS analysis of the essential oils of *Juniperus communis* L. berries growing wild in the Molise region: Seasonal variability and in vitro antifungal activity. *Biochemical Systematics and Ecology*, 69, 166-175. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bse.2016.07.026>

Fejér, J., Gruľová, D., Eliášová, A., Kron, I. De Feo, V. (2018): Influence of environmental factors on content and composition of essential oil from common juniper ripe berry cones (*Juniperus communis* L.). *Plant Biosystems*, 152, (6), 1227-1235. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/11263504.2018.1435577>

Hroziencik J. (1981): Safranici TOA. 1st ed. Bratislava: Pravda Press, ISBN 61-248-61.

Kobza, J., Gáborík, Š. (2010): Aktuálny stav a vývoj obsahu fosforu, draslíka a horčíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. *Agrochémia*, 50, 1, 3- 8.

Lawrence B M. (1987): Progress in essential oils-Juniper berry oil. *Flavours and Fragrances*, 12, 59-61.

Ložiené K, Labokas J. (2012): Effects of abiotic environmental conditions on amount and enantiometric composition of α -pinene in *Juniperus communis* L. *Biochem Syst Ecol*. 44, 36-43. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bse.2012.04.003>

Maathuis, F. (2009): Physiological function of mineral macronutrients. *Current Opinion in Plant Biology*, 12, (3), 250-258. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pbi.2009.04.003>

Madej, T., Piroznikow, E., Dumanowski, J., Łuczaj, L. (2014): Juniper beer in Poland: The story of the revival of a traditional beverage. *J. Ethnobiol*. 34, (1), 84-103. DOI: <http://dx.doi.org/10.2993/0278-0771-34.1.84>

Makovníková, J. (2020): Pôda a jej postavenie v agroekosystémových službách. In: Houšková, B., Makovníková, J., Bušo, R., Hraško, J. eds. *Eliminovanie degračných procesov v pôde obnovením biodiversity*. Bratislava, 2020, NPPC – VUPOP, 26-32.

Nikolić B., Vasiljević B., Ćirić A., Mitić-Ćulafić D., Cvetković S., Džamić A., Knežević-Vukčević J. (2019): Bioactivity of *Juniperus communis* essential oil and post-distillation

- waste: Assessment of selective toxicity against food contaminants. Archives of Biological Sciences, 71, (2), 235-244. DOI: <http://dx.doi.org/10.2298/ABS181217005N>
- Raina, R. Verma, P. K., Peshin, R., Kourova, H. (2019): Potential of *Juniperus communis* L as a nutraceutical in human and veterinary medicine. Heliyon, 5, e02376. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02376>
- Rout, S., Tambe, S., Deshmukh, R. K., Mali, S., Cruz, J., Srivastav, P. P., Amin, P. D., Gaikwad, K. K., de Aguiar Andrade, E. H., de Oliveira, M. S. (2022): Recent trends in the application of essential oils: The next generation of food preservation and food packaging, Trends in Food Science & Technology, (129), 421-439. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.10.012>
- Skládanka, J. et al. (2014): Pícninářství. Brno: MENDELU, 368.
- Šalamon I., Petruška P. (2017): Quality of juniper essential oil (*Oleum Juniperi*) in the South slovakia and its curative and industrial utilization. Indian J. Pharmaceut. Edu. and Res., 51, (3), 136-140. DOI: 10.5530/ijper.51.3s.70
- Thomas, P. A., El-barghathi, M., Polwart, A. (2007): Biological flora of the british isles: *Juniperus communis* L. J. Ecol., 95, (6), 1404-1440.
- Valtcho, D., at al. (2018): Essential oil composition, antioxidant and antimicrobial activity of the galbuli of six juniper species. Industrial Crops & Products, 124, 449-458.
- Ward, I., K. (2010): Variation in ripening years of seed cones of *Juniperus communis* L., Watsonia, 28, (1), 11-9.
- Zheljaskov, V. D., Kacaniova, M., Dinchevad, I., Radoukovae, T., Semerdjieva, I. B., Astatkie, T., Sclegelh, V. (2018): Essential oil composition, antioxidant and antimicrobial activity of the galbuli of six juniper species. Industrial Crops & Products, 124, 449-458. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.08.013>
- Zheljaskov, Vatcho, D., Cantrell, Ch., Semerdjieva, I., Radoukova, T., Stoyanova, A., Maneva, V., Kačániová, M., Astatkie, T., Borisova, D., Dincheva, I., Salamon, I. (2021): Essential oil composition and biosctivity of two juniper species from Bulgaria and Slovakia. Molecules, 26, 3659. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules26123659>

Adresy autorov – Address of the authors:

Vargová Vladimíra

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby – Ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva
Mládežnícka 36, Banská Bystrica 974 21, Slovensko
vladimira.vargova@nppc.sk

Kováčiková Zuzana

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby – Ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva
Mládežnícka 36, Banská Bystrica 974 21, Slovensko
zuzana.kovacikova@nppc.sk

Elena Panghyová

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav potravinársky, Odbor technologických inovácií a spolupráce s praxou
Kostolná 7, 900 01 Modra
elena.panghyova@nppc.sk

Stanislav Baxa

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav potravinársky, Odbor technologických inovácií a spolupráce s praxou
Kostolná 7, 900 01 Modra
stanislav.baxa@nppc.sk

Filip Dimitrov

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav potravinársky, Odbor chémie a analýzy potravín
Priemyselná 4, 824 75 Bratislava 25
filip.dimitrov@nppc.sk

SZEMLE



BIOSTIMULÁTOROK SZEREPE A NÖVÉNYEK STRESSZ FOLYAMATAIBAN

KUBINA LAJOS – KALOCSAI RENÁTÓ– MOLNÁR ZOLTÁN – VONA
VIKTÓRIA– GICZI ZSOLT– NAGY VIKTOR

Széchenyi István Egyetem,
Albert Kázmér Kar, Mosonmagyaróvár

BEVEZETÉS

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

A szemle áttekintést nyújt a növények szempontjából fontosabb stresszhatások növényi életfolyamatokban betöltött szerepéről, valamint a stresszhatások esetlegesen káros következményeinek biostimulátorokkal (huminsav, fulvosav) történő mérsékléséről.

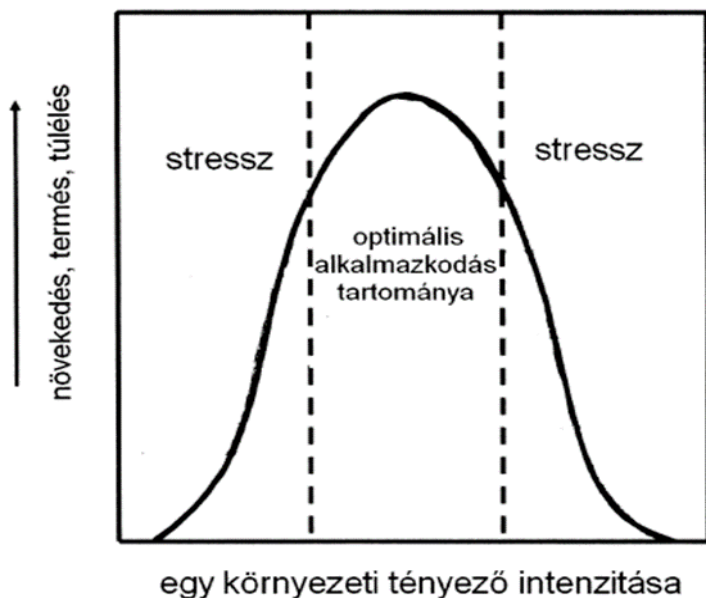
Kulcsszavak: növénytermesztés, abiotikus stressz, biotikus stressz, biostimulátor

STRESSZ

A stressz kifejezést először a fizikában alkalmazták egy testben külső erő hatására ébredő belső feszültség jellemzésére. A fogalomnak orvosi, pszichológiai, szociológiai megközelítései is vannak. A stressz megterheléssel járó helyzet, amelyben egy szervezet a “normális” viselkedéstől eltérő módon viselkedik. *Selye* (1936) szerint: „A stressz a szervezet túlterhelt, túlerőltetett állapota a test aspecifikus reakciója mindenfajta

igénybevétellel szemben”. Aspecifikus reakció: a stresszortól függetlenül mindig azonosan zajlik le. *Tischler* (1984) szerint: „a stressz a normálistól eltérő olyan helyzet, amely az élőlényt megterheli, de az életét közvetlenül nem veszélyezteti”. *Larcher* (1987) a növények stresszállapotát vizsgálva a következő definíciót fogalmazza meg: „a stressz olyan terheléses állapot, amelyben a növénnel szembeni fokozott igénybevétel a funkciók kezdeti destabilizációját követően egy normalizálódáson át az ellenállóság fokozódásához vezet, majd a tűréshatár túllépésekor tartós károsodást, vagy akár pusztulást is okoz.” A stressz a növényre gyakorolt külső, biotikus vagy abiotikus eredetű előnytelen hatás, mint pl. a fertőzés, a hőség, a vízhiány és az anoxia. A stressz hatását legtöbb esetben a túlélés jellemzőivel, illetve a termés, a gyarapodás (biomassza akkumuláció), vagy a primer asszimilációs folyamatok mérésével jellemzik *Taiz és Zeiger* (2006, 2010). *Szigeti* (2018) alapján „növényi stressz az a fiziológiai állapot, amelyben a növények növekedése, fejlődése és szaporodása az optimális alkalmazkodás tartományán kívül, a fokozott környezeti terhelés miatt a genomban meghatározott lehetőségek alatt marad.”

A szervezetben a stresszállapotot a stresszor váltja ki, ami nem más, mint a környezet egy eleme, ami a növény életműködésében olyan változást okoz, ami megváltozott környezethez való élettani alkalmazkodást eredményez. Az 1. ábra valamely élettani funkciónak (pl. növekedés, túlélés, termés) valamilyen környezeti tényező hatására bekövetkező változását mutatja. Az ábra kiválóan szemlélteti, hogy amennyiben egy külső tényező értéke a szervezet számára az optimális alkalmazkodás tartományán kívül van, akkor az stresszállapotba kerül. Az optimális körülményektől eltérő környezeti tényezők stresszorként hatnak a növényekre. Ha pl. kevés vagy sok a víz, kevés vagy több a fény, kevés vagy több a fényintenzitás, kevés vagy több a felvehető tápanyag akkor a növény stresszállapotba kerül. Mindez függ attól, hogy mit tekintünk az optimális alkalmazkodás tartományának.



1.ábra: A növény funkcionális paramétereinek változása a környezeti tényezők intenzitásának függvényében (Szigeti 1998).

Figure 1: Changes of plant functional parameters depending on the environmental factors. (horizontal axis = environmental factor intensity; vertical axis = growth, yield or survival; stressz = stress; optimális alkalmazkodás tartománya = range of optimal adaptation). (Szigeti 1998).

Mi határozza meg, hogy egy növény milyen mértékben képes alkalmazkodni a környezetéhez? Ez a fenotípusos plaszticitás, ami nem más, mint egy genotípusnak az a képessége, hogy a környezet változásaira adott válaszként fenotípusok széles tartományát képes felmutatni Fordyce (2006). A fenotípusos plaszticitás az a tulajdonság, amikor egy adott genotípusú egyed különböző biokémiai, fiziológiai vagy morfológiai állapotok egy bizonyos tartományában képes különböző környezeti feltételekre választ adni (Whitman és Agrawal 2009).

NÖVÉNYEKRE HATÓ STRESSZOROK

A növényekre ható stresszorokat (stressztényezőket) többféleképpen csoportosíthatjuk. Az egyik szokásos felosztás szerint természetes tényezőket, valamint antropogén

faktorokat különböztetünk meg. Természetesnek tekintjük a természeti környezet spontán, de hirtelen vagy szélsőséges megváltozásait: a nagy fényintenzitást, a hőhatást, az alacsony hőmérsékletet, a hirtelen fagyot, a szárazságot, az ásványi tápanyagok hiányát, a nagy sókoncentrációt stb. Antropogén stresszorokként tartjuk számon többek között a herbicideket, a légszennyező anyagokat (kén- és nitrogénoxidok, ózon stb.), a savas esőt, a talajsavanyodást, a toxikus nehézfémek feldúsulását a környezetben és a fokozott UV sugárzást. Másik megközelítésből *abiotikus* (abiogén) és *biotikus* (biogén) felosztást is alkalmazhatunk. Ez utóbbiak közé tartoznak a növény paraziták: vírusok, baktériumok, gombák, de ide soroljuk a rovarok, csigák stb. rágása által okozott sebzéseket is Szigeti (2013).

POZITÍV ÉS NEGATÍV STRESSZ

A stressznek lehetnek pozitív következményei is. Az *eustressz* egy pozitív, alkalmazkodási válasz, amit a stresszor kis dózisa vált ki Selye (1964). A szubletális abiotikus stresszviszonyoknak kitett növények a morfogén válaszok széles skáláját mutatják. A fenotípusok sokfélesége ellenére felismerhető egy általános „stressz által kiváltott morfogén válasz”, amely úgy tűnik, hogy gondosan megtervezett, és három összetevőből áll: (a) a sejtmegnyúlás gátlása, (b) a sejtsztóda lokalizált stimulálása és (c) változások sejt differenciálódási állapotában. Egy stresszor alacsony dózisa adaptív fenotípusos változást okozhat, mely fenotípus számos alkalmazkodás jellegű változást magában foglal Potters *et al.* (2007). A gyenge stressz tehát aktiválhatja a sejttanyagcserét, javíthatja a növény fiziológiai aktivitását és még tartósan hatva sem feltétlenül okoz károsodást Lichtenthaler (1988). A *distressz* egy erősebb, negatív válasz, amit a stresszor intenzívebb, tartósabb hatása, nagyobb dózisa okoz, ami védekezéssel (coping) vagy alkalmazkodással már nem korrigálható, szubcelluláris károsodással járhat.

STRESSZ LEKÜZDÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI

Sérült, fertőzött, stresszben lévő növényekben a regenerációt és a védekezést szolgáló folyamatok aránya megnövekszik. A regenerációt és védekezést a klasszikus agrotechnikai megoldások (pl.: jó talajelőkészítés, ideális vetési időpont, stressztűrő fajták, öntözés, megfelelő termesztés technológia) mellett lehetőség van a

fiziológiai/biokémiai összefüggésekre építő, a növény anyagcseréjébe céloztabban/közvetlenebbül beavatkozó és gyorsabb eredményt biztosító megoldások alkalmazására is. Ezek a megoldások részben a károsodások mérséklését, részben a már károsodott növények gyorsabb regenerálódását biztosítják. Ezt a regenerációt és védekezést bioaktív anyagok, *biostimulátorok* alkalmazásával mi is fel tudjuk erősíteni. A szabad gyökök közömbösítésére a növényekben enzimek működnek, pl. kataláz, peroxidáz, szuperoxid-dizmutáz. Ezeknek az enzimeknek az aktivitása az öregedéssel csökken és a gyökök ezért felhalmozódhatnak. A szabad gyökök közömbösítésére a növényekben antioxidáns hatású vegyületek is találhatók. Ilyenek pl. a C-vitamin, karotinoidok, flavonoidok, citokininek, betain (trimetil-glicin) stb. Növényi kivonatok nagy mennyiségben tartalmazhatják a fenti hasznos anyagokat. Antioxidánsokat tartalmazó természetes növényi kivonatok (biostimulátorok) növényi állományra permetezéssel vagy kertészeti és erdészeti kultúráknál (ültető gödör vagy árok) beöntözésével fokozhatjuk a növények természetes védekező mechanizmusait és ezzel csökkenteni lehet a stressz során fellépő károsodási tüneteket.

Mindezekén túl kitérünk arra is, hogy az elmúlt évek során milyen nemzetközi kutatások és kísérletek láttak napvilágot az adott biostimulátorok kapcsán.

A tartós fejlődés minden gazdasági ágazatban megköveteli a környezetvédelmi igények tiszteletben tartását *Pandia et al.* (2018). A demográfiai robbanással összefüggésben a nagy mennyiségű élelmiszer előállításához nagy mennyiségű műtrágyára van szükség (*Butnariu és Caunii*, 2013). A műtrágyák használata fontos az élelmiszer-termelésben, másrészt viszont nagyon veszélyes a környezetre *Zhang et al.* (2018). Még akkor is, ha a növénytermesztésre gyakorolt hatás nyilvánvalóan nyereséges, a műtrágya maradványok a talaj- és vízszennyezés gyakori okai *Pandia et al.* (2012). Az egyik leginnovatívabb és legígéretesebb megoldás a világ növekvő népességének élelmezési igényének kezelésére a *növényi biostimulánsok* használata. A növények fokozott védelme a környezeti tényezőkkel szemben a biostimulánsok használata után, ami a növénytermesztés termelékenységének és jövedelmezőségének növekedését eredményezi, a mezőgazdasági termelők fenntarthatósági támogatásának potenciális formáját jelenti (*Tarantino et al.* 2018, *Bulgari et al.* 2019, *Szparaga et al.* 2019). A biostimulánsok európai piaca 2018-ban mintegy 800 millió euró volt, és éves növekedési potenciálja meghaladta a 10%-ot *Saporta et al.* (2019). A biomassza magában foglal bármilyen típusú regenerálható szerves anyagot, mezőgazdasági növényeket, erdei fajokat vagy élőlényt, humuszt

anyagokat, mikroalgákat stb., valamint a mezőgazdaságból származó hulladékok és szerves maradványok együttesét *Samfira et al.* (2013). Enzimek, fehérjék, aminosavak, mikrotápanyagok és egyéb vegyületek is használhatók biostimulánsként *du Jardin*, (2015). A forrásanyagok sokfélesége miatt a biostimulánsok hatásmódja nem könnyen meghatározható. A növények növekedését szolgáló új termékek kifejlesztésének a kémiai szintézisen és a biokémián alapuló szisztémás megközelítés alapján kell történnie (*Butnariu*, 2012, *Bostan et al.* 2013). A biostimulánsok és a *biotrágyák* alkalmazásával a növények növekedését vagy a hozam növekedését érhetjük el, de a túlzott használat ellenkező hatást is kiválthat: pl. termés csökkenés, növénypusztulás *Lyszkowska et al.* (2008).

BIOSTIMULÁTOROK

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.

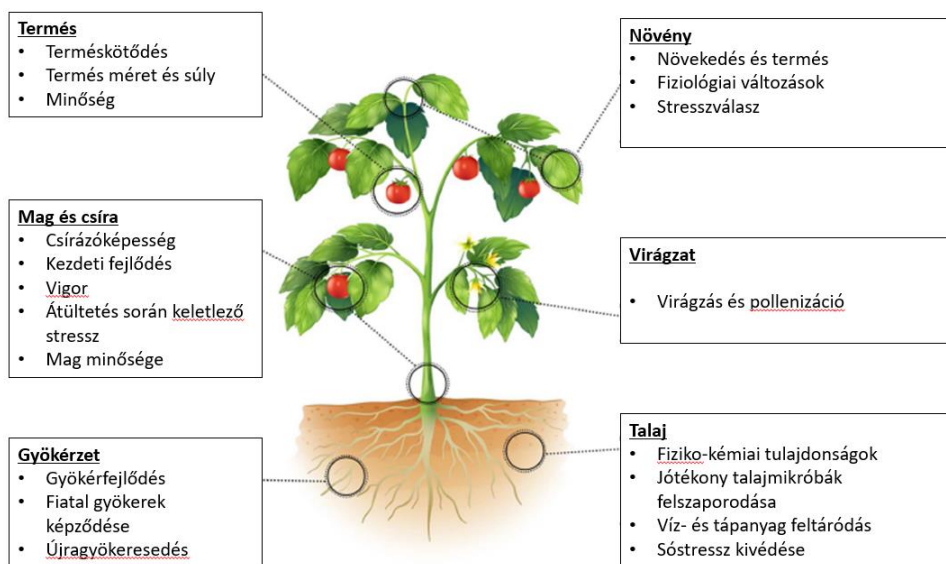
Az abiotikus és biotikus stressz elleni toleranciát kiváltó tényezők, hatások kezelésére a legígéretesebb megoldás lehet növényi biostimulánsok (PB) használata, amelyeket „*olyan anyagokat és/vagy mikroorganizmusokat tartalmazó anyagoknak*” neveznek, *amelyek funkciója a növényekre vagy a rizoszférára alkalmazva a természetes folyamatok serkentése a tápanyagfelvétel, a tápanyag-hatékonyság, az abiotikus stresszel szembeni tolerancia és/vagy a termés minőségének fokozása/előnyben részesítése érdekében, annak tápanyagtartalmától függetlenül*” European Biostimulant Industry Council [EBIC] (2016).URL¹

A biostimulánsok szabályozási státuszának tisztázására irányuló közelmúltbeli erőfeszítések ellenére a növényi biostimulánsoknak nincs jogi vagy szabályozási meghatározása a világon, így az Európai Unióban és az Egyesült Államokban sem. Ez a helyzet kizárja a fogalom hatálya alá tartozó anyagok és mikroorganizmusok részletes felsorolását és kategorizálását. Ennek ellenére egyes főbb kategóriákat széles körben elismernek a tudósok, a szabályozók és az érintettek (*Calvo et al.* 2014, *Halpern et al.*

(2015)), amelyek mind az anyagokra, mind a mikroorganizmusokra kiterjednek. A mikroorganizmusok közé tartoznak a hasznos baktériumok, főként a növénynövekedést elősegítő *rhizobaktériumok* (PGPR = Plant Growth Promoting Bacteria) és jótékony gombák. A PGPR-k különböző viszonyban vannak a gazdanövények különböző fajaival. A kapcsolatok két fő osztálya a rizoszféra és endofita. A rizoszférikus kapcsolatok a gyökér felszínét vagy a gazdanövény felszínes sejtközi tereit kolonizáló, gyakran képződő PGPR-kból állnak (gyökércsomók). Az endofita kapcsolatok magukban foglalják a gazdanövényben az apoplasztikus térben élő és növekvő PGPR-eket. Lehetnek szabadon élő, rizoszférikus vagy endoszimbiotikusak du Jardin (2015).

A növényi biostimulánsokat (PB = Plant Biostimulants) folyamatosan vizsgálják, de csak az elmúlt három évtizedben kaptak jelentős figyelmet, mint az éghajlatváltozás negatív hatásainak enyhítésére szolgáló potenciális keverékek (Craigie, 2011, Sharma *et al.* 2014, Ricci *et al.* 2014, Jindo *et al.* 2020). A korábbi megfontolások alapján a Környezetvédelmi Ügynökség (EPA) 2019-ben a biostimulánsokat úgy határozta meg, mint „természetesen előforduló anyagokat vagy mikrobákat, amelyeket önmagában vagy más, természetesen előforduló anyagokkal vagy mikrobákkal kombinálva használnak fel a növényekben zajló természetes folyamatok serkentésére vagy a talajban a növények tápanyag- és/vagy vízfelhasználásának hatékonyságának javítása, a növények abiotikus stressztűrésének elősegítése, vagy a talaj fizikai, kémiai és/vagy biológiai tulajdonságainak javítása érdekében, mint a növények növekedéséhez szükséges táptalaj.” Számos kutatást végeztek annak érdekében, hogy értékeljék a növények növekedését és fejlődését javító PB-ket, miután számos abiotikus stressznek, például szárazságnak, sós környezetnek, szélsőséges hőmérsékletnek, heves esőzésnek stb. voltak kitéve Carillo *et al.* (2019). Ezenkívül különféle nyersanyagokat is használtak nem mikrobiális biostimuláns komponensek mellett, mint például humuszanyagok, fehérje-hidrolizátum, növényi alapú termékek, hínárkivonatok stb. és/vagy PGPM-et tartalmazó mikrobiális komponensek, például arbuszkuláris mikorrhiza gombák, fluoreszcens *Pseudomonas*, *Trichoderma* spp., *Bacillus* pp., stb. Mindannyian óriási potenciált mutattak a növények növekedésének, virágzásának, termés hozamának, tápanyag-felhasználási hatékonyságának (NUE = Nutrient Use Efficiency) és transzlokációjának fokozására, valamint az abiotikus stresszekkel szembeni tolerancia fokozására a termés fiziológiai, biológiai és biokémiai folyamatainak módosításával.

Povero G. et al. (2016) a növényi biostimuláns készítmények általában tengeri moszat kivonatokon, komplex szerves anyagokon, növényi hormonszerű vegyületeken, aminosavakon és huminsavakon alapuló szabadalmaztatott készítmények. Kiterjedt áttekintések tárgyalják a tengeri moszatokból, különösen az *Ascophyllum nodosum*-ból származó PBS nagy csoportját (Khan et al. 2012, Craigie 2011, Carvalho, 2013), valamint a természetes biostimulánsok jótékony hatását a növény-növekedés, a termés és a gyümölcs minőségének sajátos szempontjait különböző kultúrákban (Paradjikovic et al, 2011, Bulgari et al. 2015, Saa et al. 2015). Olyan specifikus PB-aktivitásokról is beszámoltak, mint a megnövekedett gyökér- és hajtásnövekedés, az abiotikus stresszel szembeni tolerancia, a vízfelvétel, a transplantációs sokk csökkentése stb. (Adami et al. 1998, Petrozza et al. 2014). A biostimulánsok felhasználásával csökkenthetik a műtrágya mennyiségét és a tápoldat-koncentrációt is hidroponikus rendszerekben Vernieri et al. (2006). A PB jótékony hatásainak összefoglalása az 2. ábrán látható.



2.ábra: Biostimulátorok főbb igazolt növényélettani hatásai Povero G. et al. (2016).

Figure 2: Reported examples of the main effects and physiological actions played by plant biostimulant Povero G. et.al. (2016).

A káros környezeti hatások mérséklésére különféle agrokémiai és hagyományos megközelítéseket alkalmaznak, de a cél elérésének egyik legígéretesebb és legkörnyezetbarátabb módja a biostimulánsok használata az ilyen problémák kezelésére *Yakhin et al.* (2017). Megfigyelték, hogy a biostimulánsok alkalmazásával csökkenthetik a szintetikus műtrágyák és peszticidek iránti igényt, mivel a biostimulánsok képesek növelni a növény tápanyag-felhasználási hatékonyságát mind a mikro-, mind a makroelemek tekintetében. (*Calvo et al.* 2014, *VanOosten et al.* 2017). Közvetlenül a műtrágyákat és a peszticideket a növényi biostimulánsok nem helyettesítik. Alkalmazásukkal azonban csökkenteni lehet a műtrágyák és peszticidek felhasznált mennyiségét, és ezáltal csökkenteni lehet a környezeti terhelésre, gyakorolt lehetséges hatásukat.

A BIOSTIMULÁNSOK TÍPUSAI ÉS JELENTŐSÉGÜK

A biostimulánsok sokféle forrásból származnak, például növényekből, humuszanyagokból, fehérje hidrolizátumból, tengeri hínárkivonatokból, makro- és mikroalgákból, élő mikrobiális kultúrákból és növényi növekedést elősegítő mikrobákból (PGPM) stb. Ezek a vegyületek ezért rosszul jellemezhetők, és hatásmechanizmusuk sem sejt, sem molekuláris szinten nem határozható meg pontosan. Így a jelenlegi tudásbeli hiányosságok miatt a PB fogalma még mindig fejlődik (*Calvo et al.* 2014, *Li et al.* 2021), ami némileg jelzi a PB-ként elfogadható inputok sokféleségét.

A biostimulátorok ahhoz képest, hogy kis dózisban alkalmazhatóak nagy mértékben befolyásolják a növények élettani folyamatait.

Patrick du Jardin (2015) „növényi biostimuláns minden olyan anyag vagy mikroorganizmus, amelyet növényeken alkalmaznak azzal a céllal, hogy tápanyagtartalmától függetlenül javítsák a táplálkozási hatékonyságot, az abiotikus stressztűrést és/vagy a termésminőségi tulajdonságokat.”

A növényi biostimulánsok fő típusai:

1. Huminsav és fulvosavak
2. Fehérje hidrolizátumok és más N-tartalmú vegyületek
3. Tengeri hínárkivonatok és növényi anyagok (=növényi kivonatok)
4. Kitozán és más biopolimerek
5. Szervetlen vegyületek

6. Hasznos gombák

7. Hasznos baktériumok

HUMINSAVAK ÉS FULVOSAVAK

A *humuszanyagok* a talajban lévő elhalt élőlények mikrobiális bomlásának és kémiai lebomlásának végtermékei *Asli és Neumann* (2010) és a Földön a legnagyobb mennyiségben előforduló, természetes szerves molekuláknak tartják őket *Simpson et al.* (2002), ill. a talaj szerves anyagának fő összetevői *Nardi et al.* (2002). A *huminsavak* a természetes és az ember alkotta környezetben is előfordulnak, a talajban, a komposztban, a szennyvízben, a természetes vizekben, a hulladéklerakókban és a légkörben egyaránt (*Gaffney et al.* 1996, *Liang et al.* 2009, *Olk et al.* 2019). A huminsavak üledékekben, tőzegen, lignitekben, barnaszénben és más szerves közetekben rakódnak le *Malcolm* (1990). Fontos bioszférikus funkciókat töltenek be, beleértve a szállítást, a felhalmozódást, a szabályozást, valamint a fiziológiai és védelmi szerepeket. Ezért elfogadott tény az a nézet, hogy a huminsavak létfontosságú szerepet játszanak a környezeti stabilitás fenntartásában *Piccolo* (1996). A humuszanyagok a talajban fontos szerepet játszanak a talaj és a növény különböző funkcióiban *Berbara és García* (2014), úgymint a tápanyag hozzáférhetőség, a talaj és a légkör közötti szén- és oxigéncsere szabályozása, valamint a mérgező vegyi anyagok átalakulása és szállítása *Piccolo és Spiteller* (2003). A talajban lévő humuszanyagok befolyásolják a növények élettanát és a rizoszféra mikroorganizmusainak összetételét és működését *Varanini és Pinton* (2001). Az északi féltekén és a trópusokon található hatalmas, nem meszes geológiai képződmények miatt az édesvíztestek, amelyek kémiáját az oldott humuszanyagok (HS) uralják, a fő típusnak tűnnek a Földön. A szerves lét tehetetlenségének paradigmája alapján az oldott HS-nek az édesvízi élőlényekkel való közvetlen kölcsönhatásait többnyire figyelmen kívül hagyják. Érdekes módon az oldott humuszanyagok gyakoriak az édesvízi testekben, ahol kimutatták, hogy kölcsönhatásba lépnek édesvízi élőlényekkel *Steinberg et al.* (2008). A humuszanyagok aktivitása összefügg szerkezeti jellemzőikkel *Berbara és García* (2014). A huminanyagokon belül megkülönböztetünk a) a huminsavat, amelyek bázikus közegben oldódnak, és így híg lúggal vonják ki a talajból, és savas közegben kicsapódnak, b) a fulvosavat, amelyek lúgos és savas közegben egyaránt oldódnak, és c) humint, amelyek nem vonhatók ki a talajból (*Stevenson* 1994,

Berbara és García, 2014). A huminsavakat operatíván az oldhatóság alapján határozzák meg: a huminfrakció a teljes pH-tartományban oldhatatlan, a huminsavak <2- es pH-értéken oldhatatlanok, a *fulvosavak* pedig a teljes pH-tartományban oldódnak. A huminsavak lúgosan extrahálható, alkoholban oldódó frakciója himatomelánsav (HMA) néven ismert *Stevenson* (1994). A humin- és fulvosavak között alapvető különbség, hogy a huminsavak jellemzően nagy molekulatömegűek, míg a fulvosavak alacsony molekulatömegűek *Nardi et al.* (2009). Kis molekulaméretük miatt a fulvosavak átjuthatnak a biológiai vagy mesterséges membránrendszerek mikropórusain, míg a huminsavak nem. A fulvosavak együttes kapacitása mind a tápanyagok, például a vas kelátja, mind a membránokon való áthaladás szempontjából arra utal, hogy a fulvosavak hasonló szerepet játszhatnak, mint a természetes kelátképzők a vas és más mikrotápanyagok mobilizálásában és szállításában *Bocanegra et al.* (2006). Mivel kisebb molekulatömegűek, a fulvosavak még magas sókoncentrációban és a pH széles tartományában is a talajoldatban maradhatnak (*Zimmerli et al.* 2008, *Zhuang et al.* 2007, *Zhang et al.* 2010, *Zhang et al.* 2006). Ezért hosszú távú potenciállal rendelkeznek a növényi gyökerekkel való kölcsönhatásra *Varanini és Pinton* (2001). *Kelleher és Simpson* (2006) arra a következtetésre jutott, hogy a talajból kivont humuszanyagok fehérjéket, szénhidrátokat, alifás biopolimereket és lignint tartalmaznak, amelyek a növények és mikrobák fő vegyületosztályait képviselik. Korábbi tanulmányok azt közölték, hogy a humuszanyagok csak látszólag nagy molekulamérettel rendelkeznek, amely reverzibilisen tönkreteszhető. Ez a feltételezés azonban nem ért egyet a talajból kivont huminmolekulák méretével (az oldatok deflokálásával), amelyek lebontják a humin - kolloid micellákat. Ezeknek az anyagoknak a látszólagos molekulatömege túl magas ahhoz, hogy áthatoljanak a sejtmembránokon. A huminmolekulák felszabadulását eredményezik, ha a humuszoldatokat alacsony koncentrációjú mono-, di- és trikarbonsavval kezelik *Nardi et al.* (1988). A közelmúltban számos tanulmány kimutatta, hogy a gyökérváladékban lévő szerves savak amfifil tulajdonságai kis molekulaméretűre és nagy molekulaméretűre disszociálhatják a humuszanyagot (*Nardi et al.* 2000, 2002, *Piccolo et al.* 2002, *Piccolo és Spiteller* 2003). Ez az új értelmezés alátámasztja azt a hipotézist, hogy a rizoszférában oldott humusz konformációs viselkedése, és így a humuszkomponensek kölcsönhatása növényi-gyökérsejtekkel szabályozható a talajoldatban lévő gyökérből kiürült vagy mikrobák által kibocsátott szerves savak jelenlétével *Piccolo et al.* (2003). Ezek az anyagok közvetlenül a talajra juttathatók és

fizikai, kémiai, biológiai és fizikai-kémiai tulajdonságaik megváltoztatásával hatnak a talaj termékenységre. Számos tanulmányban megfigyelték, hogy a huminsavak haszonnövényeken történő alkalmazása serkentheti a növények növekedését és fejlődését, valamint növelheti a biomasszát, de a gazdaszervezetre gyakorolt hatásuk még nem teljesen ismert *Rose et al.* (2014). A humin anyagokról ismert, hogy segítik a tápanyagok és a víz felvételét, mivel a tápanyagokkal együtt oldható komplexeket képeznek. Ily módon segítenek csökkenteni a tápanyagok kimosódását, és könnyebben hozzáférhetővé teszik azokat a növények számára *Chen et al.* (2004). Mivel a humuszanyagok javítják a talaj fizikai tulajdonságait, enzimatikusan aktív komponenst képeznek a rizoszférában, amely megváltoztatja a mikroorganizmusok aktivitását és növeli a rizoszféra mikrobióm populációját, ami gyakran korrelál a növények növekedésének fokozásával *Visser* (1985). A humin anyagok az abiotikus stressztűrésben is segítik a növényeket. Számos korábbi tanulmány kimutatta, hogy a vermikomposztból, vagy más hasonló szerves forrásokból izolált humuszanyagok a talaj szikességének csökkentésével és a mikro- és makroelemek (például N, Fe, Mg, P, S, K, Ca, Cu) által a haszonnövények életminőségét szolgálja *Cimrin et al.* (2010). Ezenkívül a humuszanyag segít a növényeknek a stressz elleni védekezésben azáltal, hogy serkenti az antioxidáns és ROS-megkötő enzimek bioszintézisét *Garcia et al.* (2012).

FEHÉRJE HIDROLIZÁTUMOK ÉS MÁS N-TARTALMÚ VEGYÜLETEK

A *fehérje hidrolizátumok* fehérjeszerű és nem fehérjeszerű vegyületek keverékei, beleértve az aminosavakat, peptideket és polipeptideket. Az ilyen keverékek általában növényi és állati nyersanyagok kémiai, valamint enzimes hidrolíziséből keletkeznek *Colla et al.* (2017). A növényi eredetű fehérje-hidrolizátumokat általában növényi, vagy gyümölcs hulladékokból, hüvelyesekből stb. állítják elő, míg az állati eredetű biostimulánsokat madártollból, tejkezeiből, bőrkollagénrostokból, állati szövetekből, halhulladékokból stb. (*Colla et al.* 2015, *Scagila et al.* 2017). Az aminosavak a növényekben természetes körülmények között megtalálható szerves vegyületek. Az aminosavakat leggyakrabban négy csoportba sorolják a) univerzális fehérjealkotó aminosavak - számuk 20 és belőlük épülnek fel a fehérjék és a növények egyéb aktív vegyületei (enzimek, hormonok), b) speciális fehérje alkotó aminosavak, c) univerzális nem fehérjealkotó aminosavak, d) speciális nem fehérjealkotó aminosavak. Az utolsó

három csoportba az első csoport képződése ill. átalakulása során keletkező, ún. köztes- vagy másodlagos anyagcsere termékek tartoznak. Az egyes aminosavak növényen belüli szerepéről sok ismeretanyag áll rendelkezésre. Ennek az a rendkívül fontos jelentősége, hogy megfelelő gyártástechnológiával olyan aminosav összetételű termék állítható össze, amely a növény aktuális élettani igényéhez lehet igazítani. Egy korábbi tanulmány megerősítette, hogy az állati eredetű fehérje-hidrolizátumok kereskedelmi forgalomban kapható termékei negatív hatással vannak a növények növekedésére a növényi eredetű fehérje hidrolizátumokhoz képest *Cerdan et al.* (2008). Például az állati eredetű fehérje hidrolizátumok nagy mennyiségben tartalmaznak hőstabil aminosavat, például glicint, alanint és prolint, beleértve a hidroxiprolint és a hidroxilizint, de magas koncentrációjuk gátolhatja a gyökérnövekedést, a tápanyagfelhasználás hatékonyságát, és így negatívan befolyásolhatja a növények növekedését és a termésképzést *Trovato et al.* (2018). *Rouphael et al.* (2021) arról számoltak be, hogy az állati eredetű fehérje-hidrolizátumok 0,05 g N/kg feletti koncentrációja bazsalikom növényeken csökkentette a levelek számát és felületét, a növényi fotoszintézis sebességét és a biomassa termelést. Néhány esetben azonban az állati eredetű fehérje-hidrolizátumok nagyobb koncentrációban történő alkalmazása ellensúlyozta a toxikus ionok negatív hatását is. *Botta* (2012) vizsgálataiban az állati eredetű hidrolizátumok használata növelte a hajtások biomasszáját a kontroll növényekhez képest. Ezzel szemben *Trevisan és mtsi.* (2019) megfigyelték, hogy amikor növényi alapú fehérje hidrolizátumot (ILSA, SpA, Arzigano VI, Itali) használtak a hidroponikusan termesztett kukoricanövényekben, a fehérje hidrolizátumok serkentik a növények növekedését és védekezési reakcióit számos abiotikus stressz ellen. *Lucini et al.* (2015) a saláta metabolomikus profilozása során megfigyelték, hogy a fehérje-hidrolizátum alkalmazása enyhítette a sós stresszt a védekezéssel kapcsolatos gének és metabolitok, például a terpének, szénhidrátok, aminosavak és szterolok eltérő szabályozásával. *Colla et al.* (2017) a komplex fehérjékben, aminosavakban és szöveti hidrolizátumokban, prolinokban stb. kelátképző tulajdonságokkal rendelkező hormonális aktivitások megvédték a növényeket néhány nehézfém- és iontoxicitástól. Egyes nitrogéntartalmú vegyületek, köztük az aminosavak, például a glicin, a betain és a prolin antioxidáns tulajdonságokkal is rendelkezik, amelyek megvédik a növényeket az abiotikus stressztől a szabad gyökök megkötőjeként. A fehérje hidrolizátumokat jól tanulmányozták, hogy elősegítsék a mikrobák növekedését és aktivitását a rizoszféra zónáiban, és ezáltal javítsák a talajok általános termékenységet *Bulgari és mtsi.* (2019).

TENGERI HÍNÁRKIVONATOK ÉS NÖVÉNYI ANYAGOK

A tengeri moszatok a többsejtű makroalgák változatos csoportja, amelyek többnyire a tengervízben találhatók. Az algafajok többsége a Rhodophyta, a Phaeophyta, a Chlorophyta és a Charophyta tagjai közé tartozik *Carillo et al.* (2020). A tengeri moszatokat évezredek óta használják, akár közvetlenül, akár a komposztálást követően, mint talajmódosítást a talaj termékenység és a terméstermelékenység növelésének érdekében (*Khan et al.* 2009, *Craigie* 2011). A hínárkivonatok előállítására szolgáló eljárás 1950-es években történt kezdeti kifejlesztését követően *Milton* (1952) ma már világszerte számos kereskedelmi tengeri moszatkivonat termék áll rendelkezésre mezőgazdasági és kertészeti felhasználásra. A kivonatok kelátképzőként működnek, javítják az ásványi tápanyagok növények általi felhasználását, javítják a talaj szerkezetét és levegőztetését, ami serkentheti a gyökérnövekedést *Milton* (1964). Alkalmazhatók talajon hidroponikus oldatokban, vagy lombkezelésként (*Craigie et al.* 2008, *Craigie* 2011). A talajban poliszacharidjaik hozzájárulnak a gélképződéshez, a vízvisszatartáshoz és a talaj levegőztetéséhez. A polianionos vegyületek hozzájárulnak a kationok rögzítéséhez és cseréjéhez, a nehézfémek rögzítéséhez. A hínárkivonatok biostimulánsként való hatásáról a közelmúltban számos kutató számolt be, ami elősegíti a tengeri moszatok és tisztított vegyületeik, például különböző szénhidrátok, köztük alginátok, fukoidánok, karragének és néhány más növényi hormon forgalmazását, amelyek jelentősen kapcsolódnak a növény növekedéséhez *Battacharyya et al.* (2015). Ezenkívül növényi hormonokat is tartalmaznak, például auxinokat, citokinineket, abszcizinsavat, gibberelineket vagy más hormonszerű anyagokat, például szterineket és poliaminokat *Craigie* (2011). A növényi hormonok változatos módon befolyásolják a növekedést és a stressz válaszok kialakulását. Ez indokolja a növényi hormonok különböző kombinációjának az alkalmazását, amelyek így alkalmasak a növénytermesztésben és kertészetben a növény növekedésének és a termés mennyiségének a szabályozására *Ördög* (2014). Az algakivonatok többsége barna algákból nyert készítmény, beleértve az *Ascophyllum nodosum*ot és néhány más nemzetséget, például a *Fucus*-t, a *Laminaria* spp.-t stb. (*Khan et al.* 2009, *Sharma et al.* 2014). A mikroalgák gazdag forrásai a metabolitoknak és a növekedést elősegítő hormonoknak, melyek nagyon jól hasznosíthatóak a mezőgazdaságban különböző módokon, például talajjavító és/vagy növény-növekedési biostimulátorokkal (*Bulgari et*

al. 2019, Behera et al. 2021). A tengeri moszat kivonatok biostimulánsként is működnek, fokozzák a vetőmagok csírázását, serkentik a növények növekedését, növelhetik a hozamot, növelik a biotikus és abiotikus stresszekkel szembeni ellenálló képességet, és javítják a betakarítás utáni eltarthatósági időt (Mancuso et al. 2006, Norrie és Keathley 2006, Khan et al., 2009, Craigie 2011, Mattner et al. 2013). Ezek a bioaktív kivonatok a növényekre permetezve szintén képesek voltak javítani a növény teljesítményét különböző abiotikus stresszek alatt, és ezáltal kompenzálták a lehetséges hozamvesztést és több növény termőképességének fenntartását Battachayya et al. (2015). Calvo et al. (2014) beszámolt még antistressz hatásokról is, mind a tengeri moszatkivonatokban lévő védő vegyületek, például az antioxidánsok és az endogén stresszre reagáló gének szabályozói is szerepet játszhatnak.

A növényi kivonatok, a növényekből kivont anyagokat írják le, amelyeket gyógyszerészeti és kozmetikai termékekben, élelmiszer-összetevőként, valamint növényvédő szerekben használnak Seiber et al. (2014). A növényi kivonatokról sokkal kevesebbet tudunk, a tengeri moszatokhoz képest, a biostimuláns aktivitásukról, a figyelem eddig a peszticid hatásukra összpontosult. Úgy tűnik azonban, hogy lehetőség van biostimulánsként való felhasználásra is (Ertani et al. 2013, Ziosi et al. 2012). Az ökoszisztémákban a növényi kölcsönhatásokat növényi hatóanyagok, úgynevezett allelokémiai anyagok közvetítik, amelyek egyre nagyobb figyelmet kapnak a fenntartható termesztéstechnológia összefüggésében. Bár a vetésforgót, a köztes kultúrákat, a takarónövényeket és a mulcsozást elsősorban a növények közötti allelokémiai kölcsönhatások (az úgynevezett allelopátia) kiaknázására használják, az új biostimulánsok kifejlesztése érdekében nagyobb figyelmet kell fordítani ezekre a kémiai kölcsönhatásokra (du Jardin 2015).

KITOZÁN ÉS MÁS BIOPOLIMEREK

A kitozán nagy mennyiségben és könnyen előállítható prekursorából, a *kitinből*, amelyet természetesen és iparilag állítanak elő. Sokoldalú tulajdonságainak köszönhetően (biokompatibilitás, adhéziós tulajdonságok, oldhatóság, ár) számos módon felhasználható. A változó, ellenőrzött méretű poli- és oligomereket az élelmiszer-, kozmetikai, orvosi és mezőgazdasági ágazatokban használják. A kitozán oligomerek élettani hatása a növényekben annak köszönhető, hogy ez a polikationos vegyület képes

a sejtkomponensek széles skáláját megkötni, beleértve a DNS-t, a plazmamembránt és a sejtfal összetevőit, de a védekező génaktiválásban részt vevő specifikus receptorokat is (El Hadrami et al. 2010, Hadwinger et al. 2013). A kitin és a kitozán nyilvánvalóan különböző receptorokat és jelátviteli útvonalakat használ. Mind a kitin, mind a kitozán vírusellenes, antibakteriális és gombaellenes tulajdonságokat mutatott, és számos mezőgazdasági felhasználásra vizsgálták őket. Ezeket a betegségek megfékezésére vagy terjedésük csökkentésére, a kórokozók hozzáféréseinek megakadályozására vagy a növényi veleszületett védekezés fokozására használták. A kitozán többé-kevésbé specifikus sejtreceptorokhoz való kötődésének sejtes következményei között a hidrogén-peroxid felhalmozódása. Kimutatták a sejtbe történő szivárgást, amely nagy élettani változásokat okoz, mivel ezek kulcsfontosságú szereplők a stresszválaszok jelzésében és a fejlődés szabályozásában. A kitozánnal kezelt növényi szövetek proteomjának Ferri et al. (2014) vagy transzkriptomjának Povero et al. (2011) vizsgálata is megerősíti ezt a feltételezést. Ennek következtében a kitozán mezőgazdasági alkalmazásai a gombás kórokozókkal szembeni növényvédelemre összpontosítottak, de a szélesebb körű mezőgazdasági felhasználások az abiotikus stresszel (aszály, sótartalom, hideg stressz), valamint az elsődleges és másodlagos metabolizmussal kapcsolatos minőségi jellemzőkkel szembeni toleranciára támaszkodnak. A kitozán által ABA-függő mechanizmuson keresztül indukált sztomatikus záródás Iriti et al. (2009) részt vesz a biostimuláns által biztosított környezeti stresszvédelemben.

SZERVETLEN VEGYÜLETEK

A szervezet életsiklusának befejezéséhez alapvető elemekre van szükség. A föld 92 ismert eleme közül 19-ről tudjuk, hogy minden növény számára nélkülözhetetlen. Ezek makro- és mikrotápanyagokra oszlanak. A makrotápanyagok közé tartozik a C, H, O, Ca, K, Mg, N, S és P, amelyek közül a C, H és O a növényi szárazanyag nagyjából 96% -át teszi ki, a többi pedig jellemzően >1000 mg/kg száraz tömeggel van jelen. A mikrotápanyagok (más néven nyomelemek) közé tartozik a Cl, B, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni és Zn, amelyek jellemzően <100 mg/kg száraz tömegben vannak jelen. A nagyon alacsony szintű szükségletük miatt lehetséges, hogy a jövőben további mikrotápanyagokat azonosítsanak. Azokat az elemeket, amelyek elősegítik a növények növekedését, és amelyek nélkülözhetetlenek lehetnek bizonyos taxonok számára, de nem minden növény

igényli őket, *hasznos elemeknek* nevezzük *Pilon-Smits et al.* (2009). Az öt fő hasznos elem az Al, Co, Na, Se és Si, amelyek a talajban és a növényekben különböző szervetlen sókként és oldhatatlan formákként vannak jelen, mint az amorf szilícium-dioxid ($\text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$) Graminaceae fajokban. A hasznos elemek meghatározása tehát nem korlátozódik kémiai természetükre, hanem utalni kell azokra a speciális összefüggésekre is, ahol a növények növekedésére és a stresszválaszra gyakorolt pozitív hatások megfigyelhetők. Feltételezhető, hogy egyes összetett biostimulánsok, például tengeri moszatok, növényi maradványok, állati hulladékok kivonatainak bioaktivitása magában foglalja a benne lévő hasznos elemek élettani funkcióit.

Rahmani et al. (2022) az ozmotikus stressz vizsgálatát hét különböző NaCl- vagy polietilén-glikol koncentrációnál végezték kontroll mellett. A tápoldatban szilíciumot (kontroll és 1 mM) alkalmaztak. Az eredmények azt mutatták, hogy csökkent az ozmotikus potenciál mindkét feszültségben, mely csökkentette a nitrogén (N), a foszfor (P), a kálium (K), a réz (Cu), a mangán (Mn), a vas (Fe) és a cink (Zn) felszívódását, és növelte a malondialdehid (MD) és a prolin felszívódását a hajtásban. Jelentősen csökkent ezeknek a tápanyagoknak a felhalmozódása a gyökérben, kivéve a P és N. A szilícium szintén csökkentette a Na-koncentrációt a gyökérben és a hajtásban, és növelte a makrotápanyagok és a Zn, Fe, Mn és Cu felszívódását és eloszlását a só-stresszes növényekben. A prolin és az elemek felszívódásának növekedését figyelték meg az aszálystresszes növényekben, amelyek szilíciumot használnak. Általánosságban elmondható, hogy a szilícium javíthatja a növények stressz alatti növekedését a tápanyagok ozmoregulációja és felszívódásának és eloszlásának modulációja révén. Ezek a jótékony hatások azonban jelentősebbek voltak a sós-stresszben. A szilícium részt vett a toxikus ionok felvételének és átvitelének csökkentésében, valamint a káliumtartalom javításában.

A tudomány ezen elemek számos hatásáról számol be, amelyek elősegítik a növények növekedését, a növényi termékek minőségét és az abiotikus stresszel szembeni toleranciát. Mely magában foglalja a sejtfal merevítését, az ozmoregulációt, a kristálylerakódások által csökkentett transzspirációt, a sugárzás visszaverődésen keresztüli hőszabályozást, a kofaktorok enzimaktivitását, a növényi táplálkozást a felvétel és a mobilitás során más elemekkel való kölcsönhatások révén, antioxidáns védelmet, szimbiontákkal való kölcsönhatásokat, kórokozó és növényevő választ, védelmet a

nehézfémek toxicitása ellen, növényi hormonszintézist és jelátvitelt *Pilon-Smits et al.* (2009).

Fungicidként hasznos és esszenciális elemek – kloridok, foszfátok, foszfitok, szilikátok és karbonátok – szervesen sóit használták *Deliopulos et al.* (2010). Bár a hatásmódok még nincsenek teljesen meghatározva, ezek a szervesen vegyületek befolyásolják az ozmotikus, pH- és redox-homeosztázist, a hormonjelzést és a stresszválaszban részt vevő enzimeket (pl. peroxidázok). Több figyelmet érdemel a növények növekedésének biostimulánsaként betöltött funkciójuk, amely a táplálkozás hatékonyságára és az abiotikus stressztűrésre hat, ezért különbözik fungicid hatásuktól és műtrágya tápanyagforrásként betöltött funkciójuktól.

HASZNOS GOMBÁK

A gombák különböző módon lépnek kölcsönhatásba a növényi gyökerekkel, a kölcsönös szimbiózisoktól (azaz amikor mindkét szervezet közvetlen kapcsolatban él egymással és kölcsönösen előnyös kapcsolatokat alakít ki) a parazitizmusig *Behie és Bidochka* (2014). Az összes növényfaj több mint 90%-a szimbiózist alkot a talajgombákkal. Ezek a kapcsolatok több mint 450 millió évvel ezelőtt indultak, és ez a korai eredet arra utal, hogy a hasznos növény-gomba kölcsönhatások fontos szerepet játszottak a szárazföldi növények globális kolonizációjában. A mikorrhizális gombák kölcsönös szimbiózist alkotnak a növényekkel és megfertőzik a gyökereket anélkül, hogy gyökérbetegséget okoznának. Ezek a gombák megtalálhatók a legtöbb növény rhizoszférájában, és társulásokat alkotnak az összes zárvatermő és a kétszikű növények több mint 83% -ával és az egyszikű növények 79% -ával. A mikorrhizális gombák struktúrákat képezhetnek a növényi gyökerek felületén (ectomycorrhizae) vagy belsejében (endomycorrhizae), a gomba fonalak lehetővé teszik, hogy a gyökerek nagyobb mennyiségű talajjal érintkezzenek *Kennedy, A.C. és de Luna, L.Z.* (2005). Segítik a növényt a tápanyagok felszívódásának növelésében, különösen stresszes környezetben (pl. foszfor- és vízhiányos talajok), szelektív ionfelvételben, és védelmet nyújtanak a környezet szélsőségei ellen. A talajgombával való ilyen kölcsönhatás eredményeként a növénynek nyújtott előnyök közé tartozik a fokozott ásványi tápanyag-felszívódás, a vízfelhasználás hatékonysága és a betegségállóság. Egyre nagyobb az érdeklődés a mikorrhiza használata iránt a fenntartható mezőgazdaság előmozdítása

érdekében, figyelembe véve a szimbiózisok széles körben elfogadott előnyeit a táplálkozási hatékonyságra (mind a makrotápanyagok, különösen a P, mind a mikrotápanyagok esetében), a vízháztartásra, a növények biotikus és abiotikus stresszvédelmére (Harrier és Watson 2004, Siddiqui et al. 2008). A legújabb ismeretek arra is rámutatnak, hogy léteznek olyan kötőjel-hálózatok, amelyek nemcsak a gomba- és növényi partnereket, hanem a növényközösségen belüli egyes növényeket is összekapcsolják. Ennek jelentős ökológiai és mezőgazdasági következményei lehetnek, mivel bizonyíték van arra, hogy a gombás vezetékek lehetővé teszik a növények közötti jelzés átvitelt Johnson és Gilbert (2015). A mikorrhizális társulások előnyeinek kihasználása érdekében a termesztéstechnológiai gyakorlatokat és a növényfajtákat hozzá kell igazítani a mikroorganizmusokkal való kölcsönhatáshoz (Plenchette et al. 2005, Gianiazzi et al. 2010).

A *Trichoderma* spp.-t, alaposan tanulmányozták és felhasználták biopeszticid (mycoparasitic) és biokontroll (a betegségekkel szembeni rezisztencia induktora) képességük szempontjából, és a biotechnológiai iparágak enzimmorforrásként használták fel őket Nicolas et al. (2014). Számos növényi válasz is indukálódik, beleértve az abiotikus stresszel szembeni fokozott toleranciát, a szervek növekedését és a morfogenezist Colla et al. (2015). Ezen hatások alapján ezek a gombás endofiták biostimulánsoknak tekinthetők, bár mezőgazdasági felhasználásukat jelenleg biopeszticideként való állítások támasztják alá.

HASZNOS BAKTÉRIUMOK

Ezek a rizoszféra mikroorganizmusai valószínűleg nagy mennyiségben termelnek növekedést serkentő anyagokat, amelyek közvetve befolyásolják a növények általános morfológiáját. A közelmúltban elért haladás a növényi növekedést elősegítő rizobaktériumok (PGPR) rizoszférában való sokféleségével, valamint kolonizációs képességével és hatásmechanizmusával kapcsolatos ismereteink terén, elősegíti a fenntartható mezőgazdasági rendszer kezelésének megbízható összetevőjeként való alkalmazásukat.

A PGPR gyökérrel kapcsolatos növényi növekedést serkentő baktériumok, amelyek szimbiotikus asszociációkat alkotnak számos kultúrnövényvel. A PGPR által termelt fitohormonok hatékonyan vesznek részt a növények növekedésének szabályozásában.

Mezőgazdasági termelésük alapján különböző célokra hasznosítják őket, mint például biotrágyák, biopeszticidok és biokontroll szerek, valamint fito-stimulánsok *Bhattacharyya és Jha (2012)*. A PGPR-alapú biostimulánsokat jelentős mértékben használják hatékony agroökológiai technikaként a növények növekedésének serkentésére és a tápanyag-felhasználás hatékonyságának fokozására a kultúrnövényekben, valamint ellenállóvá teszik a gazdanövényeket a különféle abiotikus stresszekkel szemben, az érzékeléstől a sejtes és molekuláris aktiválásig (*Le Mire et al. 2016, Lephatsi et al. 2021*). A PGPR számos nemzetséget foglal magában, köztük *Arthrobacter*, *Enterobacter*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Streptomyces*, *Ochrobactrum*, *Bacillus*, *Rhodococcus*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, stb. Némelyiket, főleg a *Pseudomonas*, *Rhizophagus* és *Bacillus* fajokat jelentős mértékben hasznosítják a kereskedelemben, mint talajaktivátort, amely képes támogatni a növények növekedését *Radhakrishnan et al. (2017)*.

A PGPR biostimulánsként való alkalmazását a mezőgazdasági gyakorlatban számos eredmény is alátámasztotta. Sok kutató beszámolt arról, hogy a *Bacillus*, *Brevibacillus* és *Rhizobium* spp. brokkoli gyökérben (*Brassica oleracea*) növelte a fotoszintetikus sebességet a klorofil lebomlásának csökkentésével vagy szintézisének stimulálásával, és ezáltal növelte a növények összhozamát *Khan et al. (2009)*. Hasonló eredményeket figyeltek meg az *Azotobacter*, *Bacillus* és *Pseudomonas* baktériumokkal kezelt paradicsomban, valamint a *Fragaria ananassa* esetében is a PGPR különböző csoportjaival végzett kezelést követően *Karlidag et al. (2013)*. A PGPR a növények biológiai és fizikai-kémiai aktivitásának serkentésével is javíthatja a növények környezeti stresszekkel szembeni reakcióit *Ruzzi és Aroca, (2015)*.

A PGPR-ek sokoldalúak, befolyásolják a növényi élet minden aspektusát: táplálkozás és növekedés, morfogenezis és fejlődés, biotikus és abiotikus stresszre adott válasz, kölcsönhatások más szervezetekkel az ökoszisztémákban. A bakteriális biostimulánsok világpiaca növekszik, és a PGPR oltóanyagokat ma már egyfajta növényi „probiotikumnak” tekintik, azaz hatékonyan járul hozzá a növényi táplálkozáshoz és immunitáshoz *Berendsen et al. (2012)*.

Az időjárás és a gazdasági környezet változásával együtt olyan technológiák térhódítása várható, melynek jelentősen átformálhatják az eddigi mezőgazdasági termelést. Minden olyan növény egészségét célzó eljárás fel fog értékelődni, melyek ma még széleskörben nem elterjedtek és ismertek. A biostimuláció vagy biostimulátor készítmények

alkalmazása is ide sorolható. Ahhoz azonban szükséges ezen anyagok és biológiai háttérük széleskörű ismerete. Jelen szemleciikkünk ezen biostimulátorok legfontosabb típusainak bemutatását célozza azzal a nem titkolt reménnyel, hogy mint több gazdátársunk ismeri fel alkalmazásuk előnyeit.

THE ROLE OF BIOSTIMULATORS IN THE STRESS PROCESSES OF PLANTS

LAJOS KUBINA – RENÁTÓ KALOCSAI – ZOLTÁN MOLNÁR – VIKTÓRIA
VONA – ZSOLT GICZI – VIKTOR NAGY

Széchenyi István University,
Albert Kázmér Agricultural Faculty, Mosonmagyaróvár

SUMMARY

Nowadays, under the influence of changed, extreme climatic factors (drought, UV stress, salt concentration, water pressure), protection against various stresses is one of the greatest challenges in crop production, as these factors have a detrimental effect on plant growth and prevent the achievement of the maximum yield inherent in genetic potential. In this paper we summarize the relevant literature and studies of the most important biostimulators, as well as the related research results of recent years.

Keywords: crop production, abiotic stress, biotic stress, biostimulator

IRODALOM

Adani, F.- Genevini, P.- Zaccheo, P. - Zocchi, G. (1998): The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition J. Plant Nutr. 21, 561–575.

Ahmad, S. – Khan.1. - Bilal Ahmad, M. - Jaskani, J. - Rashid Ahmad - Aman U, M. (2012): Foliar application of mixture of amino acids and seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extract improve growth and physico-chemical properties of grapes. Int. J. Agric. Biol., 14: 383–388

Asli, S.- Neumann, P. (2010): Rhizosphere humic acid interacts with root cell walls to reduce hydraulic conductivity and plant development Plant Soil 336:313–322

- Battacharyya, D. - Babgohari, M. Z. - Rathor, P. - Prithiviraj, B. (2015):* Seaweed extracts as a biostimulant in gardening. *Horticultural science.* 196, 39–48.
- Bhattacharyya, P.N. - Jha, D.K. (2012):* Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): its appearance in agriculture. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 28, 1327–1350.
- Behera, B. - Supraja, K. V. - Paramasivan, B. (2021):* Integrated microalgae biorefinery for the production and application of biostimulants in the circular bioeconomy. *Bioresour. Technology.* 2021:125588.
- Behie, S.W. - Bidochka, M.J. (2014):* Nutrient transfer in plant–fungal symbioses *Trends in Plant Science* 19. 734-740.
- Berbara, R. - Garcia, A. (2014):* Humic Substances and Plant Defense Metabolism Physiological Mechanisms and Adaptation Strategies in Plants Under Changing Environment pp 297–319
- Berendsen, L.- Corné, M. - Pieterse, J. - Bakker, A.H.M. (2012):* The rhizosphere microbiome and plant health *Trends in Plant Science* 17.478-486.
- Bocanegra, M.P. – Lobartini, J.C. – Orioli, G.A. (2006):* Plant uptake of iron chelates with humic acids of different molecular weights. *Commun Soil Sci Plant* 37:1–2
- Bostan, C. – Butnariu, M. – Butu, M. - Ortan, A. Butu, A. – Rodino, S. – Parvu, C. (2013):* Allelopathic effect of *Festuca rubra* on perennial grasses. *Romanian Biotechnological Letters* 18(2):8190-8196.
- Botta, A. (2012):* "Increasing the Tolerance of Plants to Temperature Stress with Amino Acids: An Approach to Their Mode of Action", in *I World Congress on the Use of Biostimulants in Agriculture*, Vol. 1009, 29–35.
- Butnariu, M. (2012):* An analysis of *Sorghum halepense*'s behavior in presence of tropane alkaloids from *Datura stramonium* extracts. *Chemistry Central Journal* 6:75
- Butnariu, M. – Caunii, A. (2013):* Design management of functional foods for quality of life improvement. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 20(4):736-741.
- Bulgari, R. - Cocetta, G. - Trivellini, A. - Vernieri, P. - Ferrante, A. (2015):* Biostimulants and crop responses: a review. *Biol. Agric. Hortic.* 31, 1–17.
- Bulgari, R. – Franzoni, G. – Ferrante, A. (2019):* Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. *Agronomy* 9:306.
- Calvo, P. - Nelson, L. - Kloepper, J. W. (2014):* Agricultural use of plant biostimulants. *Vegetable Soil* 383.3–41.

- Carillo, P. - Colla, G. - Fusco, G. M. - Dell'Aversana, E. - El-Nakhel, C. - Giordano, M. et al.* (2019): Morphological and physiological responses induced by the ratio of protein hydrolyzate-based biostimulant and nitrogen in greenhouse spinach. *Agronomy* 9:450.
- Carillo, P. - Ciarmiello, L. F. - Woodrow, P. - Corrado, G. - Chiaiese, P. - és Rouphael, Y.* (2020): Enhancing sustainability by improving plant salt tolerance through macro- and microalgae biostimulants. *Biology* 9:253.
- Carvalho, S. - Vasconcelos, M. W.* (2013): Producing more with less: strategies and novel technologies for plant-based food biofortification. *Food Res. Int.* 54, 961–971.
- Cerdan, M. - Sánchez-Sánchez, A. - Oliver, M. - Juárez, M. - Sánchez-Andreu, J. J.* (2008): "The effect of foliar and root applications of amino acids on iron uptake in tomato crops," in IV Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes, Vol. 830, 481–488.
- Chen, Y. - Clapp, C. E. - Magen, H.* (2004): Mechanisms of stimulating plant growth with humic substances: the role of organic iron complexes. *Soil Sci. Plant Nutr.* 50, 1089–1095
- Çimrin, K. M. - Türkmen, Ö. - Turan, M. - Tuncer, B.* (2010): The use of phosphorus and humic acid relieves the stress of salinity in a pepper seedling. *African Biotechnol J.* 9, 5845–5851.
- Craigie, J. S.* (2011): Seaweed extract stimulations in plant science and agriculture. *J. Appl. Phycol.* 23, 371–393.
- Colla, G. - Nardi, S. - Cardarelli, M. - Ertani, A. - Lucini, L. - Canaguier, R. et al.* (2015): Protein hydrolysates as biostimulants in gardening. *Horticultural science.* 196, 28–38.
- Colla, G. - Hoagland, L. - Ruzzi, M. - Cardarelli, M. - Bonini, P. - Canaguier, R. et al.* (2017): Biostimulant effect of protein hydrolysates: exploring their effects on plant physiology and the microbiome. *Plant Sci.* 8:2202.
- Deliopulos, T. - Kettlewel, P.S. - Hare, M.C.* (2010): Fungal disease suppression by inorganic salts *Crop Protection* 29. 1059-1075.
- du Jardin P.* (2015): Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation *Scientia Horticulturae* 196: 3-14.
- El Hadrami, - Adam, L.R. - Hadrami, I. - Daayf, F.* (2010): Chitosan in plant protection. *Marine Drugs* 8. 968-987.
- Ertani, M. - Schiavon, A. - Muscolo, S. - Nardi, S.* (2013): Alfalfa plant-derived biostimulant stimulates short-term growth of salt-stressed *Zea mays* L. plants *Plant soil*, 364 (2013), 145-158.

- Ferri, M. – Franceschetti, M. – Naldrett, M.J. – Saalbach, G. – Tassoni, A. (2014):* The effect of chitosan on the protein profile of subcellular fractions of grape cell culture Electrophoresis, 35. 1685-1692.
- Fordyce, J. A. (2006):* The evolutionary consequences of ecological interactions mediated through phenotypic plasticity. *Journal of Experimental Biology* 209: 2377–2383.
- Gaffney, J.S. - Marley, N.A. - Clarks, S.B. (1996):* Humic and fulvic acids and organic colloidal substances in the environment. in *humic and fulvic acids: isolation, structure and environmental role*; American Chemical Society: Washington, DC, USA, 2–16.
- Garcia, A. C. - Santos, L. A. - Izquierdo, F. G. - Sperandio, M. V. L. - Castro, R. N. - Berbara, R. L. L. (2012):* Vermicompost humic acids as an ecological way to protect the rice crop from oxidative stress. *Ecol.* 47, 203–208.
- Gianinazzi, S. - Gollotte, A. - Binet, M.N. (2010):* Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. *Mycorrhiza* 20, 519–530.
- Jindo, K. - Canellas, L. P. - Albacete, A. - Figueiredo dos Santos, L. - Frinhani Rocha, R. L. - Carvalho Baia, D. et al. (2020):* The interaction of humic substances and plant hormones to obtain phosphorus. *Agronomy* 10:640
- Johnson, D. - Gilbert, L. (2015):* Interplant signalling through hyphal networks. *New Phytologist* 1448-1453.
- Hadwiger, L.A. (2013):* The Multiple Effects of Chitosan on Plant Systems: Solid Science or Hype *Plant Sci.*, 208, 42–49.
- Halpern, M. - Bar-Tel, A. – Maja, O. – Minz, D. – Muller, T. – Yermigahu, U. (2015):* Chapter Two: Using Biostimulants to Enhance Substance Uptake *Advances in Agronomy* 130, 141-174
- Harrier, L.A. - Watson, C.A. (2004):* The possible role of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi in the biological protection of plants against soil-borne pathogens in organic and/or other sustainable farming systems *Pest Management Science* 60.2. 149-157.
- Iriti, M. – Picchi, V. – Rossoni, M. – Gomarasca, S. – Ludvig, N. – Gargano, M. – Faoro, F. (2009):* The antitranspirant activity of chitosan is due to the abscisic acid-dependent stomatal closure *Environ. Bot.*, 66. 493-500.
- Karlidag, H. - Yildirim, E. - Turan, M. - Pehlivan, M. - Donmez, F. (2013):* Plant growth-promoting rhizobacteria relieve the harmful effects of salt stress on strawberry plants (*Fragaria × ananassa*). *American Society for Horticultural Science* 48, 563–567.

- Kelleher, B.P. – Simpson, A.J. (2006): Humic substances in soils: are they really chemically distinct? *Environ Sci Technol* 40:4605–4611
- Kennedy, A.C. - de Luna, L.Z. (2005): Rhizosphere *Encyclopedia of Soil in the Environment* 399-406.
- Khan, W – Rayirath, UP. – Subramanian, S. *et al.* (2009): Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Plant Growth J Regul* 28:386–399
- Larcher, W. (1987): Stress bei Pflanzen. *Naturwissenschaften* 74: 158–167.
- Le Mire, G. - Nguyen, M. - Fassotte, B. - du Jardin, P. - Verheggen, F. - Delaplace, P. (2016): Implementation of biostimulants and biocontrol strategies in the agroecological management of cultivated ecosystems. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 20, 299–313.
- Lephatsi, M.M. - Meyer, V. - Piater, LA. - Dubery, I.A. - Tugizimana, F. (2021): Plant responses to abiotic stresses and rhizobacterial biostimulants: metabolomics and epigenetic perspectives. *Metabolites* 11:457.
- Li, H. - Yue, H. - Li, L. - Liu, Y. - Zhang, H. - Wang, J. *et al.* (2021): *Bacillus* sp. MGW9 seed biostimulant improves corn salt tolerance during seed germination. *AMB Express* 11, 1–15.
- Liang, Z. - Liu, J.-X. - Li, J. (2009): Decomposition and mineralization of aquatic humic substances (AHS) in the treatment of landfill leachate by the Anammox process. *Chemosphere* 74, 1315–1320.
- Lichtenthaler, H. K. (1988): In vivo chlorophyll fluorescence as a tool for stress detection in plants. In: Lichtenthaler H. K. (ed.) *Application of chlorophyll fluorescence*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 129–142.
- Lucini, L. - Rouphael, Y. - Cardarelli, M. - Canaguier, R. - Kumar, P. - Colla, G. (2015): The effect of a biostimulant of plant origin on metabolic profiling and crop performance of lettuce grown in salty conditions. *Horticultural science*. 182, 124–133.
- Lyszkowska, M. - Gajc-Wolska, J. – Kubi, K. (2008): The effect of biostimulators on the yield and quality of leaf and iceberg lettuce grown in field conditions. In: Dbrowski ZT (ed.). *Biostimulators in modern agriculture*. Wie Jutra Press, Warszawa, 28-34.
- Malcolm, R.L. (1990): The uniqueness of humic substances in each of the soil, stream and marine environment. *Chim. Acta* 232, 19–30.
- Mancuso, S. – Azzarello, E. – Mugnai, S. – Briand, X. (2006): Marine bioactive substances (IPA extract) improve foliar ion uptake and water stress tolerance in potted *Vitis vinifera* plants. *Adv Hortical St.* 20:156–161

- Mattner, SW. – Wite, D. – Riches, DA. – Porter, IJ. – Arioli, T. (2013):* The effect of kelp extract on the colonization of broccoli seedlings on contrasting soil types in southern Victoria, Australia. *Biol Agric Hortic* 29:258–270
- Milton, RF (1952):* Development of, or related to, horticultural and agricultural fertilizers. The London Patent Office, no. 663,989, 2 pages
- Milton, RF (1964):* As a fertilizer for liquid seaweed. *Proc Int Seaweed Symps* 4:428–431
- Nardi, S. – Arnoldi, G. – Dell'Agnola, G. (1988):* Release of hormone-like activities from *Allolobophora rosea* (Sav.) and *Allolobophora caliginosa* (Sav.) feces. *Can J Soil Sci* 68:563–567
- Nardi, S. – Pizzeghello, D. – Reniero, F. – Rascio, N. (2000):* Chemical and biochemical properties of humic substances isolated from forest and plant growth. *Soil Soc Am J* 64:639–645
- Nardi, S. – Pizzeghello, D. – Muscolo, A. – Vianello, A. (2002):* Physiological effects of humic substances on higher plants *Soil Biology and Biochemistry* 34:1527–1536
- Nicolas, C. – Hermosa, R. – Rubio, B. – Mukherjee, P.K. – Monte, E. (2014):* Trichoderma genes in plants for stress tolerance and prospects *Plant Sci.*, 228. 71–78.
- Norrie, J. – Keathley, JP. (2006):* The advantages of using *Ascophyllum nodosum* marine plant extract in the cultivation of grapes "Thompson seedless". *Croatian-File* 727:243–247
- Olk, D.C. – Bloom, P.R. – Perdue, E.M. – McKnight, D.M. – Chen, Y. – Farenhorst, A. – Senesi, N. – Chin, Y.-P. – Schmitt-Kopplin, P. – Hertkorn, N. et al. (2019):* Environmental and agricultural significance of humic fractions extracted by alkalis from soil and natural waters. *J. Environment. Qual.* 48, 217–232.
- Ördög V. (2014):* Mikroalgák biotechnológiai alkalmazása a növénytermesztésben és növényvédelemben, Doktori értekezés
- Pandia, O. – Sărăcin, I. – Chiriac, A. – Bozga, I. – Oancea, M. – Ticu, C. (2012):* Determination of NPK in some local populations of pepper in order to obtain adequate food compliant with the EU food safety rules. *Scientific Papers. Series A. Agronomy* 55:369-372.
- Pandia, O. – Sărăcin, I. – Sărăcin, AI. (2018):* Management of agricultural culture establishment works. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development* 18(2):315-318

- Paradjiković, N. - Vinković, T. - Vinković Vrček, I. - Žuntar, I. - Bojić, M. - Medić-Šarić, M. (2011):* Effect of natural biostimulants on yield and nutritional quality: an example of sweet yellow pepper (*Capsicum annuum* L.) plants. *J. Sci. Food Agric.* 91, 2146–2152.
- Petrozza, A. - Santaniello, A. - Summerer, S. - Di Tommaso, G. - Di Tommaso, D. - Paparelli, E. et al. (2014):* Fiziológiai válaszok a paradicsomnövények megafol kezelésére aszályos stressz alatt: fenomikus és molekuláris megközelítés. *Scientia Horticulturae.* 174, 185–192.
- Piccolo, A. (1996):* A. Humus and soil protection. In *Humic Materials in Terrestrial Ecosystems*, 1st ed.; Piccolo, A., ed.; Elsevier Science: Amsterdam, The Netherlands, 225–264.
- Piccolo, A. – Conte, P. – Trivellone, E. - Van Lagen, B. – Buurman, P. (2002):* Reduced heterogeneity of a lignite humic acid by preparative HPSEC following interaction with an organic acid. Characterization of size-separates by Pyr-GC-MS and H-NMR spectroscopy. *Environ Sci Technol* 36:76–84
- Piccolo, A. – Spiteller, M. (2003):* Electrospray ionization mass spectrometry of terrestrial humic substances and their size fractions. *Anal Bioanal Chem* 377:1047–1059
- Piccolo, A – Conte, P. – Spaccini, R. – Chiarella, M. (2003):* Effects of some dicarboxylic acids on the association of dissolved humic substances. *Biol Fertil Soils* 37:255–259
- Pilon-Smits, E.A.H. – Quinn, C.F. – Tapken, W. – Malagoli, M. – Schiavon, M. (2009):* Physiological functions of useful elements *Current Opinion in Plant Biology Science Direct* 12. 267–274.
- Plenchette, C. - Clermont-Dauphin, C. - Meynard, J.M. - Fortin, J.A. (2005):* Treatment of arbuscular mycorrhizal fungi in crop production systems *Canadian Journal of Plant Science* 5, 1, 31-40.
- Potters, G. – Pasternak, T. P. – Guisez, Y. – Palme, K. J. – Jansen, M. A. K. (2007):* Stress-induced morphogenic responses: growing out of trouble? *Trends in Plant Science* 12: 98–105.
- Povero, G. – Loreti, E. – Pucciariello, C. – Santaniello, A. - Di Tommaso, D. - Di Tommaso, G. – Kapetis, D. – Zolezzi, F. – Piaggese, A. – Perata, P. (2011):* Transcription profiling of *Arabidopsis* seedlings treated with chitosan *J. Plant Res.* 124 619–629.
- Povero, G. – Mejia, JF. - Di Tommaso, D. – Piaggese, A. – Warrior, P. (2016):* A systematic approach to the discovery and characterization of natural plant biostimulants. *Plant Sci.* 7:435.

- Radhakrishnan, R. - Hashem, A. - Abd_Allah, E.F.* (2017): Bacillus: a biological tool for improving yields through biomolecular changes in adverse environments. *Physiol.* 8:667.
- Rahmani, V. - Movahhedi, M. - Hamidreza, D. - Alireza Yadavi, B. - Hamidian, M.* (2022): Silicon Can Improve Nutrient Uptake and Performance of Black Cumin Under Drought and Salinity Stresses *Soil Science and Plant Analysis* 53. 297-310.
- Ricci, M. - Tilbury, L. - Daridon, B. - Sukalac, K.* (2019): General principles for verifying claims on plant biostimulants. *Plant Sci.* 10:494.
- Rouphael, Y. - Carillo, P. - Cristofano, F. - Cardarelli, M. - Colla, G.* (2021): The effect of protein hydrolyzate of plant and animal origin on the morpho-physiological and metabolic properties of sweet basil. *Horticultural science.* 284, 110123.
- Rose, M. T. - Patti, A. F. - Little, K. R. - Brown, A. L. - Jackson, W. R. - Cavagnaro, T. R.* (2014): Meta-analysis and overview of the plant growth response to humic substances: practical implications for agriculture. *Agron adv.* 124, 37–89.
- Ruzzi, M. - Aroca, R.* (2015): Plant growth-stimulating rhizobacteria act as biostimulants in horticulture. *Sci. Hortic.* 196, 124–134.
- Saa, S. - Olivos-Del Rio, A. - Castro, S. - Brown, P. H.* (2015): Foliar application of microbial and plant based biostimulants increases growth and potassium uptake in almond (*Prunus dulcis* [Mill.] D.A. Webb). *Front. Plant Sci.* 6:87.
- Samfira, I. - Butnariu, M. – Rodino, S. – Butu, M.* (2013): Structural investigation of mistletoe plants from various hosts exhibiting diverse lignin phenotypes. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures* 8(4):1679-1686.
- Scaglia, B. - Pognani, M. - Adani, F.* (2017): The ability of the anaerobic digestion process to produce a biostimulant: a case study of dissolved organic matter (DOM) and auxin-like property. *Sci. Full environment.* 589, 36–45.
- Seiber, J.N. – Coats, J. – Duke, S.O. – Gross, A.D.* (2014): Biopesticides: state of the art and futureprospects *J. Agric. Food Chem.*, 62 (2014), 11613-11619.
- Selye, J.* (1936): Károsító tényezőkkel előidézett szindróma *Nature*
- Selye, H.* (1964): From dream to discovery – on being a scientist. *Mc-Graw-Hill Book Comp.*, New York, 407 pp.
- Sharma, H. S. - Fleming, C. - Selby, C. - Rao, J. R. - Martin, T.* (2014): Plant biostimulants: an overview of macroalgae processing and the use of extracts in crop management techniques to reduce abiotic and biotic stress. *J. Appl. Phycol.* 26, 465–490.

- Siddiqui, Z.A. - Akthar, M.S. - Futai, K. (2008): Mycorrhiza: Sustainable agriculture and forestry Springer*
- Simpson, A. - Kingery, W. - Hayes, M. - Spraul, M. - Humpfer, E. - Dvortsaki, P. - Kerssebaum, R. - Godejohann, M. - Hofmann, M. (2002): Molecular structures and associations of humic substances in the terrestrial environment Naturwissenschaften 89:84–88*
- Steinberg, CEW. – Meinel, T. – Timofeyev, MA. – Bittner, M. – Menzel, R. (2008): The behavior of chemicals in water and their interaction with organisms. Environ Sci Pollut Res 15:128–135*
- Stevenson, F.J. (1994): Humuszkémia: genesis, összetétel, reakciók. Wiley, New York*
- Szigeti Z. (1999): Növények és a stressz. In: Lang F. (szerk.) Növényélettan. Anyagcsere-élettan, Eötvös Kiadó, Budapest, pp. 915–984.*
- Szigeti, Z (2018): A növényi stresszel kapcsolatos felfogásunk változásai Botanikai Közlemények 105(2): 165–178.*
- Szparaga, A. – Kubo, M. – Kocira, S. – Czerwinska, E. – Pawłowska, A. – Hara, P. – Kwasniewski, D. (2019): Towards sustainable agriculture-agronomic and economic effects of biostimulant use in common bean cultivation. Sustainability 11:4575.*
- Zhang, Q. – Zhang, J. – Shen, J. – Silva, A. – Dennis, DA. (2006): A simple 96-hole microplate method for estimating the total polyphenol content of seaweeds. J Appl Phycol 18:445–450*
- Zhang, X. – Wang, K. – Ervin, EH. (2010): Optimization of seaweed extract-based cytokinins and zeatin bioside doses to improve the heat tolerance of creeping benthgrass. Crop Science 50:316–320*
- Zhuang, X. – Chen, J. – Shim, H. – Bai, Z. (2007): New advances in plant growth-promoting rhizobacteria for bioremediation. Environ Int 33:406–413.*
- Zimmerli, L. – Hou, B-H. – Tsai, C-H. (2008): Xenobiotic beta-aminobutyric acid enhances thermotolerance to Arabidopsis. The Plant J. 53:144–156*
- Ziosi, V. – Zandoli, R. - Di Nardo, A. – Biondi, S. – Antognoni, F. – Calandriello, F. (2012): The biological activity of various botanical extracts evaluated by a series of in vitro and in vivo bioassays Acta Hort., 1009 61-66.*
- Taiz, L. – Zeiger, E. (2006): Plant physiology. 4th edn., Sinauer Associates Inc., Sunderland, Massachusetts, USA, 764 pp.*

Taiz, L. - Zeiger, E. (2010): Plant physiology. 5th edn., Sinauer Associates Inc., Sunderland, Massachusetts, USA, 782 pp.

Tarantino, A. – Lops, F. – Disciglio, G. – Lopriore, G. (2018): Effects of plant biostimulants on fruit set, growth, yield and fruit quality attributes of ‘Orange Rubis®’ apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivar in two consecutive years. *Scientia Horticulturae* 239:26-34.

Tischler (1984): Stresszfiziológia növények és a stressz ppt

Trevisan, S. - Manoli, A. - Quaggiotti, S. (2019): A new biostimulant for protein hydrolysates relieves abiotic stress effects on maize seedlings grown in hydroponics. *Agronomy* 9:28

Trovato, M. - Mattioli, R. - Costantino, P. (2018): From A. rhizogenes RolD to P5CS plant: exploitation of proline to control plant development. *Plants* 7:108.

Van Oosten, M. J. - Pepe, O. - De Pascale, S. - Silletti, S. - Maggio, A. (2017): The role of biostimulants and bioeffectors as relievers of abiotic stress in vegetable crops. *Chem. Biol. Technol. Agric.* 4:5.

Varanini, Z. – Pinton, R. (2001): Direct and indirect effects of humic substances in the soil on plant growth and nutrition. In: Pinton R, Varanini Z, Nannipieri P (eds) *The rhizosphere*. Marcel Dekker, Basel, pp. 141–158

Vernieri, P. - Borghesi, E. - Tognoni, F. - Serra, G. - Ferrante, A. - Piaggese, A. (2006): Use of biostimulants for reducing nutrient solution concentration in floating system. *Acta Hort ISHS* 718, 477–484.

Visser, S. A. (1985): The physiological effect of humic substances on microbial cells. *Soil biol. Biochem.* 17, 452–462.

Whitman, D. W. – Agrawal, A. A. (2009): What is phenotypic plasticity and why is it important? In: Whitman D. W., Ananthakrishnan T. N. (eds) *Phenotypic plasticity of insects: mechanisms and consequences*. Science Publishers, Enfield, USA, pp. 1–63

Yakhin, O. I. - Lubyantsev, A. A. - Yakhin, I. A. - Brown, P. H. (2017): Biostimulants in plant science: a global perspective. *Plant Sci*

URL¹ <http://www.biostimulants.eu/> [letöltve 2022. 11. 27.].

A szerzők levélcíme – Address of authors:

Kubina Lajos

Széchenyi István Egyetem Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar

Vízgazdálkodási és Természeti Ökoszisztémák Tanszék

9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15-17.

E-mail cím: lajoskubina@yahoo.com

Kalocsai Renátó

¹Széchenyi István Egyetem Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar

Vízgazdálkodási és Természeti Ökoszisztémák Tanszék

9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15-17.

E-mail cím: kalocsai.renato@sze.hu

Molnár Zoltán

Széchenyi István Egyetem Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar

Növénytudományi Tanszék

9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15-17.

E-mail cím: molnar.zoltan@sze.hu

Vona Viktória

Széchenyi István Egyetem Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar

Vízgazdálkodási és Természeti Ökoszisztémák Tanszék

9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15-17.

E-mail cím: vona.viktoria.margit@sze.hu

Giczi Zsolt

Széchenyi István Egyetem Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar

Vízgazdálkodási és Természeti Ökoszisztémák Tanszék

9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15-17.

E-mail cím: giczi.zsolt@sze.hu

Nagy Viktor

Syngenta Kft

1117 Budapest, Alíz u.2.

E-mail cím: viktor.nagy@syngenta.com



SZEMESTERMÉNYEK SZÁLLÍTÁSA, RAKTÁROZÁSA ÉS OSZTÁLYOZÁSA A MÍNŐSÉGMEGŐRZÉSI SZEMPONTOK FIGYELEMBEVÉTELÉVEL

NYÁRI LADISLAV – TESCHNER GERGELY – KOVÁCS ATTILA

Széchenyi István Egyetem

Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar, Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

A szemestermények tárolásakor az utóbbi évek egyik felmerült legfontosabb kérdése, hogy milyen mértékben tudjuk az áru minőségét megóvni, illetve folyamatosan ellenőrizni. Elsősorban a gabonapiacra lévő ár instabilitása miatt, nemcsak a termelők, de a gabonakereskedelmi cégek is kénytelenek – a korábbi gyakorlathoz képest – huzamosabb ideig tárolni a terményeket. Ennek hatására egyre fontosabb a szemestermények gazdaságos és minőségi tárolása, a gabonaszemek minőségi romlásának megóvása. Szemleciikkünkben áttekintjük a raktározáshoz kapcsolódó szakterületek eredményeit, javaslatait, amelyek ezen előbbi célok megvalósításának feltételei. Ezáltal átfogó képet kapunk a szakma jelenlegi helyzetéről és az előttünk álló kihívásokról is. A dolgozat különböző fejezeteken keresztül tárgyalja a szakma legfontosabb ismereteit bemutatva.

Kulcsszavak: gabona, raktározás, beltartalmi értékek, fuzárium, logisztika

BEVEZETÉS

Magyarországon 2020-ban a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adatai alapján a gabonaféléket 2,3 millió hektárról, 16 millió tonna mennyiségben takarították be a termelők. Búzából 2020-ban az előző évinél 7,8%-kal kisebb területen (937 ezer ha) 4,8%-kal kevesebbet, 5,1 millió tonnát arattak. Az árpa betakarított területe 5,7%-kal, termésmennyisége ennél nagyobb mértékben, 7,3%-kal nőtt. A zab és a nyárigabona-

keverék volumene 10%-kal, az árpa 7,2%-kal; a kukorica 2,0%-kal a hazai növénytermesztésben kis jelentőségű rizs 15%-kal nőtt. A búza volumene 4,6%-kal; a rozsa 5,1%-kal; az egyéb gabonaféléké 13%-kal csökkent (URL₁).

Keményné (2014) szerint a gabona-mennyiségek összegyűjtése és tárolása egyre fontososabbá válik a gabonakereskedelemben. A szemes terményeket akár takarmányozási, akár humán táplálkozási célra használjuk, azonos módon kell tárolni. A szemetakarmányok betakarítása évente egyszer történik, de egész éven át felhasználjuk őket, ezért legalább 3–12 hónapos tárolási időszakkal szükséges számolnunk. A tárolási költségeket az is növeli, hogy a raktárkapacitást mindig a termelési ciklust követő legnagyobb volumenre kell tervezni (*Bokori et al.*, 2003).

A raktár fogalmát hagyományosan úgy határozhatjuk meg, mint a vállalati logisztikai rendszernek, vagy az ellátási láncnak azon része, amely a termékeket, azaz alapanyagokat, részegységeket, félkész- illetve késztermékeket a gyártási, a felhasználási pontokon és/vagy azok között tárolja és azokkal kapcsolatban információkat szolgáltat (*Stock és Lambert*, 2001). A raktárak a disztribúcióban központi szerepet töltenek be, rendelkezniük kell azzal az árukészlettel, amely az ellátók és a vevők közötti zökkenőmentes áruáramlat fenntartásához elengedhetetlen (*Hirkó*, 2007). *Verdes* (2012) megfogalmazásában a raktárnak minden oldalról zárt, fedett térnek (épületnek, helyiségnek) kell lennie. Azt is hozzáfűzi, hogy a földbe süllyesztett medencék; talajszinten kialakított rakterületek; a fedett, de minden oldalról nyitott színek; részben zárt fészerek stb. – nem sorolhatók a raktárak közé.

A raktárakban történő beraktározás *Pánczél* (2013) szerint úgy fogható fel, mint az újratermelési folyamat szükséges láncszeme. *Lakatos* (2018) úgy írja le a raktározást, mint ami sajátos szerepet tölt be a kitermeléstől a felhasználásig (fogyasztásig) terjedő komplex anyagáramlási folyamatban. *Lakatos* (2018) azt is hozzáteszi, hogy a raktárak, mint alrendszerek a részfolyamatok összekötő elemeinek tekinthetők, amelyek a megelőző és a követő részfolyamatok kapacitáskülönbségeinek kiegyenlítése és a termelés folyamatosságának fenntartása érdekében árukat halmoznak fel, majd azokat továbbadják.

A szántóföldtől a raktárig, majd a felhasználási helyig biztosítani kell az anyagáramlást szállítással, amelyet össze kell hangolni a betakarítással, figyelembe véve a raktárak és a szárítók munkarendjét és kapacitását (*De Lucia és Assennato*, 1994). Az anyagmozgatási

rendszerek elemei egymásra hatást fejtenek ki. Az anyagmozgatási rendszerek így dinamikus rendszerek, elemeik aktív elemek (2013).

A logisztikai rendszer fejlődésével és az ellátási lánc menedzsment gyakorlatának megjelenésével kapcsolatban ugyanakkor a raktár helyzete és szerepe is sokat változott. Ma már egyre gyakoribb, hogy a raktártól nem csak a termékek tárolását és a termékkel kapcsolatos információ-szolgáltatást várják el, de számos esetben korábban nem jellemző, vagy kisebb hangsúlyt kapó árumanipulációs tevékenység elvégzését is (*Dankó, 2009*).

Gelei (2007) szerint a raktározás a fő logisztikai célkitűzések megvalósítását segíti elő. A raktározásnál megkülönböztet négy fontos pontot:

- beérkezés;
- tárolás;
- kommissiózás;
- kitárolás.

RAKTÁROZANDÓ ÁRU SZÁLLÍTÁSA

Az áruszállítás célját *Pánczél (2012)* úgy fogalmazta meg, hogy valamely árut a legkisebb költségráfordítással, a legrövidebb idő alatt, károsodás nélkül az egyik helyről a másikra eljuttatni. Az áruszállítással szemben támasztott három legfőbb követelmény:

- gazdaságosság;
- gyorsaság;
- biztonság.

A magyar gabonatermékek szállítmányozásával kapcsolatban elmondhatjuk, hogy az esetek döntő többségében ömlesztett áruk mozgatásáról beszélhetünk. Ez történhet közúti, vasúti, légi vagy folyami úton. Magyarországon, de a Közép-Európai országok döntő többségében a gabonák fogadása az egyes felvásárló és raktározó telepekre közúton történik (*Csima, 2016*). Vasúti illetve folyami gabona befogadó hely korlátozottan érhető el. *Szegedi (1999)* leírja, hogy mivel Magyarországon a gabona termékeket közúton, vasúton és belvízi szállítmányozással is lehet mozgatni, ennek köszönhetően a szektor logisztikai szempontból jól kapcsolódik a nemzetközi infrastrukturális hálózatokba.

A közúti áruszállítás *Magyari (2005)* szerint elsősorban a viszonylag rövid távú helyi és körzeti (regionális) forgalomban gazdaságos, számos előnye miatt azonban a távolsági

(belföldi és nemzetközi) forgalomban is gyakran alkalmazzák. A közúti áruszállítás járművei a tehergépkocsik, a pótkocsik, illetve a félpótkocsik és vontatóik (Kovács, 2011). A közúton történő szemes termények szállítása (a szerző szerint) a legnehezebben szállítható termékek közé tartoznak a világon. A nehézségek magukban foglalják a gabonafélék szezonális mivoltát: mivel a gabona romlandó és kényes növény, ezért az időjárás és éghajlat függvényében változik az ideális vetési és betakarítási idő. Ennek köszönhetően a nemzetközi terményszállítványozók nem tudnak rutinszerű, előre meghatározott és eltervezett időpontokban szállítani, mindig felkészültnek kell lenniük a változó idejű megbízásokra. A másik nehézség az ugyancsak időjárástól függően változó termési mennyiség. A szállítandó áru mennyisége és térfogata, ezzel együtt az igény a fuvarozáshoz használt gépekre évről-évre, évszokról-évszakra változik. További gondokat okoz a piac dinamikussága, a kereslet és kínálat nagymértékű ingadozása. A gyakran változó felvásárlóknak, tehát úticélnak köszönhetően a fuvarozóknak gyakran új, eddig általuk nem használt útvonalakat kell igénybe venniük a termények célba juttatása érdekében (URL₂). A szemes termények közúton történő szállítása során a fuvarozók a fizetendő költségeket a vevő felé, az úgynevezett áruszállítás teljesítmény árutonna-kilométerben [átkm] fejezik ki:

elszállított tömeg [t] × szállítási távolság [km] > árutonna–kilométer [átkm]
(Kovács, 2011).

Magyarországon a vasúti szállítások iránya Rieger (2019) kutatásai szerint Nyugat-Európa (Németország, Olaszország) irányába történik, de jelentős korlátokkal. Megállapítja, hogy a kiszolgálás tipikusan és kevés kivételtől eltekintve több évtizedes módszerrel történik: közúti rászállítás az állomásra, mobil berakógépek alkalmazása, jelentős élőmunka-igénnyel és környezeti károkozással.

A vasúti kiszállítások korábban a gabonapiaci intervenciónak köszönhetően kiegyenlítettebbek voltak annak ellenére, hogy az új terménytárolóknak nincs közvetlen vasúti kapcsolata. A régi betonsilók ma is rendelkeznek iparvágánnyal és bármilyen időjárásban alkalmasak vasúti rakodásra. A vasúti áruszállításban az egyik hátráltató tényező, hogy a legtöbb gabonaberakó pályaudvaron kicsi a berakó-kapacitás, többszöri beállással kell rakodni és hosszú a várakozási idő (URL₃). A vasútra és így a kötött pályás fuvarozási formára jellemző negatív tulajdonság, hogy a vonalhálózat sűrűsége és annak

minősége elmarad a közútétól. Az áruk fuvarozási ideje viszonylag hosszú, illetve rugalmassága korlátozott a megrendelői oldal irányába (*Földesi*, 2006). A vasúti gabona szállítmányozás egyik fontos szempontja a megfelelő vagon típusok igénybevétele. *Magyari* (2005) szerint a gabona- és takarmányküldemények, az ömlesztett műtrágyák korszerű fuvarozásához különleges építésű alul vagy oldalt üríthető vasúti kocsik szükségesek.

Magyarországon a gabona termények belvízi szállítmányozása *Csima* (2016) szerint csak egy folyókra a Dunára korlátozódik.

A dunai kikötők fejlesztése folyamatban van, multifunkcionális és multimodális logisztikai központok jöttek, jönnek létre a nagy dunai kikötőkben (Csepel, Baja és Gönyű). A Duna melletti tárolási lehetőségek kiszolgálják a hajózási igényeket, a tárolókapacitás megfelelő a gyors és hatékony rakodásokhoz. Ide tartoznak az Adonyban, Dunaföldváron, Pakson, Mohácson, Baján található tárolók, melyek közül az adonyi önmagában is 600 ezer tonnás kapacitású (*Rieger*, 2019). *Szegedi* (2003) a belvízi fuvarozás pozitív tulajdonságai között megemlíti, hogy a vasúthoz hasonlóan nagyobb távolságok esetében kisebb a fajlagos energiaigénye, illetve a környezet terhelő hatása.

Csima (2016) megemlíti, hogy annak ellenére, hogy a Duna hazánkban az egyetlen alternatíva a vízi szállításra, stratégiaileg nagyon fontos szerepe van a szektorban, hiszen ez Európa egyetlen vízi útja, mely lehetővé teszi a kontinens áthajózását a Rajna-Majna-Duna-csatorna részeként. Hozzáfűzi továbbá, hogy a belvízi gabona szállítmányozás az időjárástól való nagymértékű függőség kockázatot jelent a gabonakereskedelem számára és nagymértékű volumenigadozással jár az export esetében.

A termények belvízi szállítása sem zökkenőmentes, tekintettel a fedett rakodóhelyek és hajókapacitások hiányára, a gázlókra és szűkületekre, de legfőképp a vízszint szélsőséges ingadozására. Nyáron és ősz elején ideális lenne a folyami áruszállítás, de a csúcs általában október végére tehető (URL₃).

A SZEMES TERMÉNYEK ÁTVÉTELE, TERMESZTÉS ÉS A MINŐSÉG ÖSSZEFÜGGÉSEI

Napjaink egyik legfontosabb problémája *Huszár* (2015) szerint az élelmiszerbiztonság kérdése. A biztonságos élelmiszertermelés alapkövetelménnyé teszi, hogy a termék útja pontosan nyomon követhető legyen: a termőföldtől az asztalig. Ez a folyamat tehát magában foglalja a már betárolt termények védelmét, mennyiségének és minőségének megőrzését is.

Az áru átvétele rendszerint az átvevő helyiségben történik. Az átvevő helyiségek a mennyiségi és minőségi átvételhez szükséges berendezésekkel (mérlegek, osztályozóasztalok, kisebb tároló állványok stb.) vannak ellátva (Pánczél, 2006). Az átvétel a mozgatási funkció első tevékenységcsoportja, mely a szállítóeszközök lerakódásának, a beérkező áru mennyiségi és minőségi ellenőrzésének, a szállítmányt kísérő dokumentumok ellenőrzésének tevékenységeit foglalja magában (Gelei, 2007). A mennyiségi áruátvétel leggyakrabban alkalmazott módszerei *Solyó*m (1991) szerint:

- az okmány szerinti;
- és a vakátvétel.

A raktár gyors, zavartalan és gazdaságos működése nagymértékben függ e folyamat – a raktáron belüli anyagáramlás – helyes kialakításától (Pánczél, 2013).

A termények minőségi átvételét kézi vagy gépi mintavevő eszközökkel járművenként kell elvégezni. Ehhez a legkorszerűbb berendezések olyan videokamerás rendszereket alkalmaznak, melyek felszín alatti akár 2 m-es mélységben is vételező szondái 3D irányban pneumatikusan vagy hidraulikusan működtethetők és távirányítóval kezelhetők. A berendezések által vett minták csővezetéken keresztül jutnak a laboratóriummal kiegészített korszerű mérlegházakba. Ezek a létesítmények a tömegmérésen kívül már a termények legfontosabb fizikai (faj, szárazanyag-tartalom, térfogattömeg, hőmérséklet stb.), beltartalmi és reológiai (nyersrost, sikér, fehérje, olaj, keményítő, szedimentációs érték stb.) jellemzőinek megállapítására is alkalmasak (Bellus és Komka, 2017).

Győri és Győriné (1998) szerint átvételkor döntő fontosságú a gabonaminták érzékszervi vizsgálata. Megemlíti, hogy vizuálisan a szennyeződések, szaglással a dohosságot és a penészes szagot lehet felderíteni. A gabonák esetében fontosnak tartja a halmaztulajdonságot, a tisztaságot, a szemek kiegyenlítetttségét, a hektolitertömeget, az egészségi állapotot, illetve a nedvességtartalmat, és az acélosságot.

A gabonák beltartalmi minőségi paramétereinek a megőrzését, minden esetben a betárolt áru nedvességtartalma határozza meg. *Mesterházy* (1997) szerint a búza szabvány szerinti nedvességtartalma 14,5% (MSZ 6383:1998), azonban a tapasztalatok szerint ettől lényegesen alacsonyabb nedvességtartalommal – 13% körüli értékkel – tárolható minőségromlás nélkül hosszabb ideig a gabona. Búza 16% feletti víztartalommal nem tárolható. Nedves 14,5% feletti nedvesség a beltartalmi értékekben minőségromlást (penészedés, csírázási erélyvesztés, sikér illetve fehérje csökkenést) okoz. Viszont gyakorlatban a gabonafelvásárló telepek, bizonyos esetekben (csapadékos nyarak) a 14%-

túllépő nagyobb nedvesség tartalmú gabonát is átveszik. Szárítás nélkül a maximálisan elfogadott tolerancia szint 0,5%. Abban az esetben, ha a gabonák betárolandó nedvessége a 15% túllépi mindenképpen szárítani kell.

A búzaszem minőségét meghatározó paraméterek közül *Diós* (2017) megemlíti, hogy a malomipar számára az egyik legfontosabb paraméter, a hektolitertömeg [kg/hl], amely a szem lehetséges lisztkihozatalára enged következtetni. Gabonáknál a standard minimális elfogadott fajsúly árpáknál 72,0 kg/hl, búzáknál 72-82 kg/hl.

A gabona fehérje, illetve siker tartalmát közeli infravörös reflexiós spektroszkópiával lehet meghatározni (URL₄). A közeli infravörös tartományban működő elemzők alkalmasak a búzát (gabonákat) alkotó számos vegyület jellegzetes elnyelési (abszorpció) vagy visszaverődési (reflexió) spektrumának vizsgálatára. Ennek következtében a fehérje-, zsír-, nedvesség-, keményítő- és hamutartalom meghatározására. A fehérjetartalom alapján pedig a sikértartalom is megadható megfelelő kalibráció után. Ezek a NIR vagy NIT elven működő elemzők darálás után vagy újabban a nélkül széles körben alkalmazhatók a búza átvételkori minősítése során is (URL₅). A NIR spektroszkópia azon kevés módszerek egyike, melyek nem a haditechnika vagy az űrkutatás felől jutottak el a mezőgazdasági alkalmazásig. Ellenkezőképp, a módszer a mezőgazdasági kutatások eredményeként vált közismertté, és az ehhez kapcsolódó hardveres és szoftveres fejlesztések hatására alakulhatott ki egy olyan gyors, ám mégis nagyon megbízható módszer, mely ma már a mezőgazdaságon és élelmiszeriparon kívül számos egyéb iparág számára kínál analitikai megoldásokat akár laboratóriumi, akár gyártási folyamatba épített, automatizált környezetben: az űrkutatástól a gyógyszeriparig szinte bárhol találkozhatunk e költséghatékony, roncsolásmentes analitikai módszerrel (URL₆).

Az acélosságot *Csajbók* (2012) úgy határozta meg, hogy 100 db búzaszem kettévágásával megállapította a vágási felület segítségével az acélos és a lisztes szemek arányát. Az acélos szemek nagyobb fehérje-, sikértartalommal rendelkeznek.

További értékmérő tulajdonság a szedimentációs érték (Zeleny-féle szám meghatározása): *Csajbók* (2012) leírásában a Zeleny-féle szám alkalmas nemcsak a búza minőségének becslésére, hanem mint értékmérő tulajdonságot felhasználják a fajtanemesítési kísérletekben és az agrotechnikai kísérletek kiértékeléséhez is. A vizsgálatkor egy rázóhengerbe lisztet, vizet és vegyszereket (indikátor, tejsav, alkohol) helyeznek el, rázatás után megméri a siker tejsavas oldatban történő duzzadását,

üledését. Az üledék térfogatát mm-ben fejezik ki, minél magasabb az értéke, annál jobb a liszt minősége.

Fontos gabona beltartalmi értékszám az esésszám. *Csajbók* (2017) megfogalmazásában az esésszám a búzaszem szemmel nem látható, de már megkezdődött csírázásáról és a csírázással együtt járó, magban végbemenő biokémiai folyamatokról ad információt. A Hagberg-féle esésszám-meghatározó készülék egy speciális merülő viszkoziméter, amely meghatározott hőmérsékleten és időtartammal elcsirizesített liszt-víz keverékben méri az ejtőttest süllyedésének időtartamát másodpercben kifejezve. Sem a túl alacsony sem a túl magas esésszámú liszt nem alkalmas jó minőségű kenyér sütéséhez.

Az esésszám értéke a részidők összege. Az előírás az, hogy a búzaőrlemények esésszáma 200 és 300 között legyen (*Radics*, 2010).

Az átlagmintákból gabonasziták segítségével meghatározzák a gabona osztályozottságát is. *Radics és társai* (2010) leírják, hogy a gabonák tisztításánál különféle rostákat kell alkalmazni. Az őszi búza esetében 2,2 mm-rostát, míg durum búza esetében a 2,0 mm-es rostát kell használni. Hatsoros árpánál minimum 2,0 mm-es, kétsoros fajtánál 2,2 mm-es hasítékolású rostát használják. Csupasz árpánál a kívánt rostaméret 1,8 mm. A tavaszi árpát (sörárpa) 2,5 mm-es résrostával osztályozzák.

Az első és másodosztályú söripari méret (a 2,8 mm feletti, illetve 2,5 - 2,8 mm közötti) összege jelenti az osztályozottságot a teljes tömeg százalékában kifejezve. Gyakorlatilag a 2,5 mm-nél nagyobb szemek aránya a teljes mintamennyiség százalékában kifejezve (URL₄).

Fontos értékmérő szám a gabonák életképessége. *Izsáki és Lázár* (2004) leírják, hogy az életképességnél a magban rejlő potenciális lehetőséget, a mag életlehetőségét, életképességét próbálják meghatározni. Az életképesség megállapítására többféle módszer lehetséges, leggyakrabban a vetőmagvizsgálatban a laboratóriumi biokémiai módszereket alkalmazzák. A módszerek lényege, hogy biokémiai festékek segítségével feltérképezik az élő és holt szövetek arányát, majd ebből következtetnek a mag életképességére. Az ISTA-módszertan a 2, 3, 5, Tripheniltetrazoliumkloridot (TTC) vagy -bromidot (TTB) ajánlja erre a célra.

A csírázási erély az az értékszám darabszámra vonatkoztatott százalék, amely azon a napon adja meg az ép, fejlett csíranövények számát, amely a szabványban szerepel az első értékelési napként (*Izsáki és Lázár*, 2004). Aratáskor a betárolandó gabona általában

99-100% csíráképes. Viszont raktározás során a csírázási erély folyamatosan csökken. Egy év raktározás során az elvárt minimális csírázási erély gabonák esetében 95%.

Simič et al. (2003) szerint elengedhetetlen, hogy tökéletesen ismerjük a betárolandó búza beltartalmi tulajdonságait, így a beraktározáskor biztosíthatjuk a lehető legjobb raktározási feltételeket.

Magyarországon a búza minőségét a Magyar Szabványügyi Testület által kiadott MSZ 6383:2017 szabvány írja le. A beminősített őszi búzát minőségi értékszám alapján sorolják be hat minőségi értékcsoportba. Ezek a következők:

- A1 -A2 javító;
- B1 -B2 malmi;
- C1 -C2 takarmány búzák (URL₇).

Árpák esetében Radics (2010) kifejti, hogy évjáráttól függően a nyers termés 60-90% felel meg a söripari szabványnak (*1. táblázat*), de vannak olyan esetek, mikor a felvásárlók még az alapkövetelménynél is szigorúbb kritériumokat írnak elő.

1. táblázat: A sörárpa minőségi paraméterei (Radics, 2010)

Table 1: Quality parameters of barley (Radics, 2010)

A sörárpa minőségi követelményei (MSZ-081326) / Quality parameters of barley based on Hungarian Standard (MSZ-081326)		
Minőségi jellemző / Quality parameter	Alapkövetelmény / Base value	Határkövetelmény / Limit value
Hektolitertömeg / Hectoliter weight (kg hl ⁻¹)	68	>65
Tisztaság / Cleaness (%)	98	96
Keverék / Mixture (%)	2	<4
Értékes keverék / Valuable mixture (%)	1,5	<3
Értéktelen keverék / Unvaluable mixture (%)	0,5	<1
Káros keverék / Harmfull mixture (%)	0,2	<0,5
Osztályozottság / Classification	Alapkövetelmény / Base value	Határkövetelmény / Limit value
2,5 mm-es lyukbőségű fennmaradó / Remaining on 2.5 mm mesh (%)	75	>70
2,2 mm-es lyukbőségű szitán áthulló / Passing through on 2.2 mm mesh (%)	4	<5
Csírázóképesesség / Germination capacity (%)	96	>95
Fehérjetartalom (szárazanyag %) / Protein content (dry matter %)	11,5	12,5

Őszi búzánál tároláskor *Pomeranz* (1971) leírta, hogy a frissen őrölt búzaliszt sütőipari minősége általában egy ideig javul, majd hosszabb tárolás esetén fokozatosan csökken. *Balla et al.* (1993) szerint a tárolásra kerülő búza magtömegében számos, külön-külön jól meghatározható és számos, kölcsönhatásaiban jelentős folyamat mehet végbe. Az utóérés ezek közül kiemelkedik, melynél még folytatódnak a szintetizáló folyamatok, pl. javul a siker minősége. A nedves siker mennyiségében lényeges változást nem tapasztaltak raktározás során, ellenben az utóérés időszakában a siker minőségében a sikerváz kialakulása, stabilizálódása miatt előnyös változás volt tapasztalható. Kedvezőtlen tárolási körülmények hatására a kimosható siker mennyisége csökken, a belőle sült próbacipó kisebb térfogatú és tömörebb bélzetű (*Daftary et al.*, 1970).

A betárolt búzánál *Győri* (1999) a Hagberg-féle esésszámot vizsgálta 10 hónapon keresztül, megfigyelte, hogy a raktározás időtartama alatt egyértelmű változás nem volt megállapítható. *Lund et al.* (1971) leírja, hogy búza esetében a lizintartalom csökkenése a tárolási időszak kezdetén jelentősebb, mint később. Gabonák kereskedelmi tárolása során *Pixton és Hill* (1967) nyolc évig tartó kutatásaik alapján megfigyelték, hogy a búza fehérjetartalom (Kjeldahl-módszerrel mérve) kis mennyiségben növekedett. A búza fehérjetartalom növekedést a szénhidrátok légzési veszteségével magyarázták.

Tavaszi árpák (sörárpa) esetében *Radics* (2010) kifejti, hogy az optimális tárolás feltételei:

- 13-14% víztartalom (maximum 15%);
- 10 °C hőmérséklet (maximum 15-18 °C);
- 65% relatív páratartalom (maximum 75%);
- 0,5% idegen anyag jelenléte (maximum 1%).

Móré és Diósi (2014) megállapítják, hogy a megfelelő minőséget minden esetben a végső fogyasztó határozza meg a feldolgozóiparon keresztül, így a minőség relatív, azaz termékenként más és más paraméterek a meghatározóak. A folyamatosan fennálló minőségi követelmények a Magyar Szabvány Testület által kiadott leírások tartalmazzák.

A RAKTÁROZÁS SORÁN FELLÉPŐ GOMBABETEGSÉGEK

A mikotoxinok keletkezésének lehetősége az élelmiszerlánc teljes folyamatában fennáll, a termőföldön, raktározás során, az élelmiszeripari feldolgozás, tárolás és

forgalmazás körülményei mellett egyaránt (Sohár, 2007). Tančinová (2009) megállapítása alapján, az is igaz, hogy a megfelelő tárolás minimalizálja a mikroszkopikus gombák szaporodásának lehetőségét és megakadályozza a további szennyeződést is. A fogyasztó szempontjából az az alapszabály érvényesül, hogy semmi penészes áru nem szolgálhatja sem az emberek sem az állatok táplálkozását.

Jávor és Szigeti (2011) szerint a mikotoxin probléma Magyarországon azért is figyelmet érdemel, mert ezek a toxinok főként azokban a gabonafélékben találhatók (pl. kukorica, búza), amelyek az ország vetésterületének jelentős hányadát foglalják el, és a lakosság számára is fő táplálékul szolgálnak. D'Mello és Macdonald (1997) megemlítik, hogy az élelmiszerekben előforduló mikotoxinok egyes penészgombák által termelt másodlagos anyagcseretermékek, amelyek erős toxikus hatással bírnak, és ezért élelmiszerbiztonsági szempontból magas kockázatot jelentenek. A penészgombák kártétele már a betakarítás előtt álló termésen érzékelhető, mely a nem megfelelően történő tárolás, hosszú ideig tartó szállítás során még jelentősebbé válhat (Kovács, 2001).

A gabonafélék szemtermésének a minőségét – amely jelentősen befolyásolja élelmezési és takarmányozási célra, valamint vetőmagként való felhasználásukat – elsősorban a különböző nemzetségekbe (*Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*) tartozó penészgombák veszélyeztetik. Ezek a mikroszkopikus gombák többféle módon ronthatják a gabona minőségét: csökkentik a csírázóképeséget, szemmel látható elszíneződést, penészesedést okoznak, hatásukra dohos vagy savanyú szagú lesz a gabona, csökken a szemek szárazanyagtartalma, tápanyagtartalma, kémiai összetételük megváltozik, a tárolt gabona befülled, illetve mikotoxinnal szennyeződik (Sauer et al., 1992, Veres et al., 2002). A mikotoxinok erős mérgek, több közülük karcinogén, mutagén és befolyásolja az immunrendszert (Sohár, 2007). A mikotoxin probléma jelentősége Magyarországon azért is elsőrendű fontosságú, mivel ezek a természetes toxinok a gabonafélékben (pl. búza, kukorica) találhatók (Kovács et al., 1998, Veres et al., 2002). A mikotoxinnal szennyezett takarmány, illetve élelmiszer fogyasztása mind az állati, mind az emberi szervezet számára súlyosan ártalmas, gazdasági kárhoz (elhullás, fejlődésbeli visszamaradás, vetélés stb.) és humán megbetegedésekhez vezet (Kovács, 2004).

Könnyen veszteséghez vezethet az is, ha a termést leminősítik, és a termelő alacsonyabb áron tudja csak eladni. A legrosszabb eshetőség pedig az, ha a termés teljesen értékesíthetlenné válik. A felvásárlóknak szintén jelentős ráfordítási többletet jelenthet, ha a fertőzésmentes gabonát távolabbi területekről kell beszerezni és szállíttatni, valamint

a termés tárolása is fokozottabb figyelmet követel a csapadékos években. Levegőtlen, magas nedvességtartalmú és hőmérsékletű tárolóhelyen a gomba a termésben felszaporodhat és fokozza mikotoxin-szennyezettségét (Veres *et al.*, 2001).

Az emberi és az állati szervezetben súlyos szövődeményeket, rövidebb-hosszabb idő alatt kialakuló kórképeket, betegségeket, sok esetben maradandó károsodást okozhatnak (Galvano, 2005, Kovács, 2010). Berek *et al.* (2001) leírásában az emberi immunrendszert már 50 ppb DON, T-2 toxin, fusarenon-X, illetve a nivalenol, amely nem kevesebb, mint 80%-ban gátolja az immunrendszert. Abramson (1998) kutatásában összefoglalta az egyes tárolt termékekben (2. táblázatban) előforduló toxinok hatását a szervezetre.

Magyarországon Mesterházy (2002, 2005) és Szabó-Hevér (2013) szerint a legnagyobb problémákat leggyakrabban a *Fusarium* fajok okozzák, melyek a gabonaféléken elősködhetnek. Jelentős gazdasági kárt okoznak nemcsak a növénytermesztésben, de az állattenyésztésben is, és ezek eredményeként a humán-egészségügyi következményük is számottevő.

Rafai (1999) szintén a *Fusarium* toxinok, illetve az egyes raktári penészgombák által termelt mikotoxinok kedvezőtlen köz- és állategészségügyi hatásaira hívja fel a figyelmet.

2. táblázat: Különböző tárolt termékekben előforduló gombatoxinok és szájon át adagolva kifejtett toxicitásuk (Abramson 1998)

Table 2: Toxins occurring in various stored products and their toxicity when administered orally (Abramson 1998)

Mikotoxin / Mycotoxin	Gombafaj / Fungi species	Termény / grain	LD50 mg/kg
Aflatoxin B1	A. flavus	kukorica / maize	7,2 – patkány / rabbit
	A. parasiticus	diófélék / nuts	
	A. nominus	gyapotmag / cotton seed	
Ciklopiazonsav / Cyclopiazonic acid	A. flavus		
	A. tamari	kukorica / maize	36,0 – patkány / rabbit
	P. griseofulvum	földimogyoró / peanut	
	P. communae	sajt / cheese	
	P. camembertii		
Citrinin	P. verrucosum	búza / wheat	56,0 – pulyka / turkey
	P. citrinum		
	A. terreus		
Ochratoxin A	P. verrucosum	búza / wheat	22,0 – patkány / rabbit
	A. ochraceus	árpa / barley	
	A. ostianus	rizs / rice	
Patulin	P. expansum	alma / apple	35,0 – egér / mice
	P. griseofulvum		
Penicillinsav / Penicillinic acid	P. aurantiogriseum	kukorica / maize	90,0 – csirke / chicken
	P. aurantiovirens	bab / bean	600,0 – egér / mice
	P. cyclopium		
	P. freii		
	P. viridicatum		
Penitrem A	P. crustotum	búzakenyér / wheatbread	10,0 – egér / mice
	P. melanoconidium	dió / nut	
		sajt / cheese	
Szekalonsav / Secalonic acid	P. oxalicum	kukorica / maize	25,0 – patkány / rabbit
Viomellein	P. freii	árpa / barley	
	P. cyclopium		
	P. viridicatum		
Xanthomegnin	P. freii		
	P. cyclopium		
	P. viridicatum		

Az Európai Bizottság megállapította gabonákban, illetve gabonakészítményekben a maximálisan megengedhető fuzáriumtoxin mennyiségeket, amelyet az élelmiszerekben előforduló egyes szennyező anyagok felső határértékeinek meghatározásáról szóló 1881/2006/EK rendelet, és az ezt módosító 1126/2007/EK rendelet szabályoz (URL₈).

Berek et al. (2001) leírja, hogy Magyarországon a feldolgozatlan élelmiszeripari célokra felhasználható búza szemtermésénél a DON toxin határértéke a magyar egészségügyi normában (1200 ppb, vagy 1,2 ppm) lehet. A durumbúza esetében a megengedett legmagasabb DON-toxin egészségügyi normája 1,75 ppm, míg árpánál 1,2 ppm.

Sokszor ajánlották a fertőzött tétel hígítását egészséges terménnyel. Ha a toxintartalom magas, akkor a keverés után még mindig határérték feletti adatot kapunk, azaz eredményt okozott, de a fertőzött takarmány tömegének akár többszörösét is tönkre teszi. Néhány határeset kivételével (amikor a toxintartalom a határértéket éppen csak meghaladja) az eljárást ezért nem ajánlott. . Ha mégis próbálkoznak vele, először kis tételben végezzék el a keverést és toxikológiailag ellenőrizni kell az eredményt (*Mesterházy*, 2002). *Sinha* (1998) leírja, hogy a gomba toxinnal szennyezett gabonáknál számos detoxikálási eljárás van, amellyel csökkenthető bizonyos esetekben a gabonák toxintartalma. A szennyezett gabonát állati takarmányozásra csak bizonyos feltételek mellett lehet felhasználni, de humán felhasználásra soha.

Mesterházy (2002) felvet egy igen fontos kérdést, hogy mi legyen azon tételek sorsa, amelyek nem felelnek meg a szabványértékeknek és veszélyes hulladéknak nyilvánították. Járványos évben sok százezer tonna termékről is szó lehet.

Az élelmiszerekre vonatkozó, jogszabályban megadott határértékek betartása kötelező, a határértéket meghaladó szennyezettségű tétel nem hozható forgalomba. Tekintettel arra, hogy ezeket a határértékeket az Unió rendelettel szabályozza, a rendelet hazánkban is közvetlenül, kötelezően érvényes (URL₈).

A GABONA RAKTÁROZÁSA ÉS ANYAGMOZGATÁS GÉPEI

Gridek (2019) leírásában a gabonaraktárnál nagyon fontos, hogy tiszta, beázásmentes és ép szerkezetű legyen. Éppen ezért az épületet először tüzetesen át kell vizsgálni, az esetleges hibákat pedig kijavítani. Ha ez elmarad, később komoly problémákat okozhat a raktárba bekerülő eső, hó. A beszívargó nedvesség, a becsöpögő eső ugyanis bemelegíti az árut, ami tönkreteszi annak beltartalmát, és kiváló terepet biztosít a rovarkártevők szaporodásának. Ha a szükséges karbantartások megvoltak, következik a takarítás és a

fertőtlenítés. Ilyenkor oda kell figyelni a kisebb repedésekre is, hiszen ezekben a résekben húzódnak meg a gombák, rovarok. A száraz, tiszta helyre történő betárolás az alapja mindennek.

A gabona bevételezése után megkezdődhet maga a tárolási folyamat, melynél *Shepherd* (1993) leírja, hogy a gabonaféléket a felhasználásig, általában több hónapon át kell tárolni mennyiség- és minőség-csökkenés nélkül, ezáltal a tárolási körülmények és azok ellenőrzései döntőek. Tovább taglalja, hogy míg a gazdálkodók és kereskedők a későbbi, magasabb piaci ár reményében, addig a feldolgozók folyamatos működésük biztosítása érdekében tárolják a gabonákat. Ugyanez vonatkozik arra is, hogy amíg az importőrök az egyszerre behozott nagyobb mennyiséget az értékesítésig kénytelenek tárolni, addig a kormányok az élelmiszer-ellátás biztonsága, vagy a piaci folyamatokba való beavatkozás miatt tárolhatnak terményeket.

A raktár mozgatási funkciójának tevékenységei, részfolyamatai közül a hatékonyság és a gazdaságosság biztosítása szempontjából kiemelkedik a kommissiózás (*Gelei*, 2007). A kommissiózás az áruk konkrét megrendelések szerinti kigyűjtését és összeválogatását megvalósító folyamat (*Prezenszki*, 2002).

Az anyagmozgatás munkafázisai jelentős időt, energiát, illetve költséget kötnek le, ezért napjaink gépesítettségének fejlődése fellendült. A teleszkópos homlokrakodók mezőgazdasági alkalmazási területe széleskörűnek mondható, ugyan az alapgépek kialakítása azonos elven történik, a különféle csatlakoztatható adapterek számában és sokrétű funkciójában térhetnek el egymástól. A teleszkópos gémszerkezet előnye abban rejlik, hogy míg korábban a nagy magasságokba (~6,0–12,0 m) történő rakodást két vagy több lépcsőben lehetett megoldani, addig ezek a gépek a kitolható, teleszkópos kialakítású gémszerkezettel egy menetben végzik az anyagok rakodását. Ezen gépekkel a nagy magasságokba is egyszerűen, gyorsan elhelyezhetők a rakományok akár nagy tömegben is (~2,5–6,0 t) (*Kassai*, 2014). Szemes termények horizontál tárolóból történő kitérítés és szállítóeszközre történő rakodás esetén is a nagy raktérfogató rakodókanalat kell használni. A teleszkópos rakodógépek emelési magassága és gémkinyúlása, és a munkaeszköz billentési szöge biztosítja a szóródásmentes rakodást (*Kelemen*, 2012). Gyakorlati hasznuk, mind betárolásnál, mind kitérítésnél megkérdőjelezhetetlen. A kitérítés pontos tervezést és odafigyelést igényel, melynek gyorsasága és eredményessége nagyban függ az emberi tényezőtől.

Hajdú (2017) a teleszkópos rakodógépekkel kapcsolatosan megjegyzi, hogy a mezőgazdaságban szinte valamennyi anyagmozgatási technológiában bevethetők, a szántóföldön (bálarakodás), a szérűkben és tárolókban, tárházakban (ömlesztett termények, egységgrakományok, big-bag konténerek stb. rakodásában), ill. az állattartó telepeken a silótérben, az istállókban, vagy a trágyatárolók környékén egyaránt bevethetők.

RAKTÁRTÍPUSOK

A korszerű raktárak, elosztó/szolgáltató központok létesítése ma számos tényezőtől függ, nevezetesen: a várható forgalomtól, a nemzetközi érdekeltségtől, a kiszolgálás gyorsaságától, a beruházások megtérülési idejétől és így tovább (*Lakatos*, 2018).

Raktárakkal szembeni követelményeket *Dankó* (2009) négy pontba foglalta össze, melyek:

- védjék meg a tárolt áru mennyiségét és minőségét;
- korszerű árumozgatást és tárolást tegyenek lehetővé;
- megfelelő munkakörülményeket biztosítsanak;
- jól megközelíthetőek legyenek (pl.: nagy szállítójárművekkel).

A raktározás technikai elemei *Pánczél* (2006, 2013) szerint biztosítják a raktározással szemben támasztott technikai, technológiai, valamint a szabályozási feladatok egy részének maradéktalan kielégítését. A technikai elemek közé sorolhatók:

- a létesítmények (épület, bunker, rakodó stb.);
- a tárolóeszközök és berendezések (állványok stb.);
- az anyagmozgató gépek és eszközök;
- az ügyviteli és nyilvántartó eszközök;
- az ellenőrző eszközök (mérleg, ellenőrző műszerek stb.);
- a kiegészítő berendezések (légkondicionáló, hűtő, szárító, töltő stb. eszközök és gépek).

Pánczél (2006, 2013) továbbá hozzáfűzi, hogy a gabonaraktározó telepek létesítésénél figyelembe kell venni:

- Olyan raktárak kialakítását, melyeknél a be- illetve kitárolás gépesítése technikailag megoldott. A raktárak minden esetben átszellőztethetőek legyenek.

- A telep minden egyes raktára és az annak a kiszolgáló épülete gépjárművel megközelíthető legyen.

A tárolótér kialakításának kérdése *Gelei* (2007) szerint magába foglalja a raktár elrendezésének kialakítását a megfelelő raktár technológia (legyen szó akár tárolási, akár anyagmozgatási rendszerek technológiájáról) kiválasztását, de a kialakított tárolótérben az áruelhelyezési szabályok meghatározását is.

A raktárak elrendezésének alapvetően követnie és támogatnia szükséges a raktárban zajló folyamatokat. Ezért egy tipikus raktárban külön területet szükséges kijelölni az áruátvétel, a tárolás, a kommissiózás, a kiszállítási egység kialakítása és a kiszállítást megelőző tárolás számára (*Gelei*, 2007).

A gabonák raktározása történhet horizontális tárolóban, illetve toronysilóban. (*Rieger*, 2007) adatai szerint 2007-ig közel 4 millió tonna raktárkapacitás épült, amelynek 70%-a csarnoktároló, 30%-a pedig vasbeton siló. Mindkét raktározási technológiánál az áru minőség megőrzése a cél.

A *horizontális tárolók* vagy magtárak kisebb fajlagos beruházási igénnyel építhetők, de üzemeltetésük költségesebb, mint a silóké. A gabona tárolása a silók megjelenése előtt kizárólag magtárakban történt (*Bokori et al.*, 2003).

Bellus és Komka (2016) megfigyeléseik szerint mivel a tárolók alapterülete adott, a tárolási magasság nem csak a nedvességtartalom függvénye, nagyságára befolyással van még a gabona fajtája, hőmérséklete, térfogattömege, rézsűszöge, tisztasága és a tetőszerkezet teherbírása is. A csarnoktárolók, mint egyszintes épületek fesztávolsága és belmagassága az alkalmazott technológia függvénye. Befogadóképességük a hasznos alapterület és teherbíró oldalfalmagasság, valamint a konstrukciós kialakítás (ömlesztett vagy cellás tárolás, átforgatáshoz és kezeléshez szükséges 15-20% alapterület többlet stb.) alapján határozható meg.

Eőry és Köves (2017) összefoglalta az ömlesztett anyagok főbb jellemzőit anyagmozgatási, raktározási szempontból, melyek:

- szemnagyság, szemcsealak, szemösszetétel;
- fajlagos tömeg;
- belső súrlódás, kohézió, természetes rézsűszög (az ömleszthetőséget, rézsűképző tulajdonságot meghatározó jellemzők);
- időjárási hatásokra való érzékenység;

- nedvességtartalom;
- egyéb sajátosságok (pl.: súrlódási tényező különböző felületeken, gyúlékonyság, robbanékonyság, porképző hajlam).

Az ömlesztett anyagok jelentős része zárttéri tárolást kíván. A zárt csarnokraktárakban és a szabadtéri tárolókon az ömlesztett anyagok támfalas megtámasztással (esetenként az épület fala képezi a támaszfalat), vagy garmadákban tárolhatók (*Pánczél*, 2006).

Pánczél (2013) leírja, hogy a garmadák alakja és mérete a tárolt áruk jellemzőitől és az anyagmozgatás rendszertől függően különböző lehet. A garmadák alaptípusai között három típust különböztet meg melyek:

- csonka kúp;
- prizma alak;
- M alak.

A korszerű létesítmények mobil vagy stabil anyagmozgatással, igény szerint szellőztetéssel, valamint a termények fizikai és a környezeti levegő állapotjellemzőinek mérési lehetőségével is rendelkeznek. A szellőztető csatornarendszer biztosítja a levegő egyenletes elosztását, mely a tárolók fenéklapján, vagy abba beépítve kerülhet elhelyezésre. Vízszintes tárolóknál a kisebb halom magasság miatt a csatornarendszer térben nagyobb kiterjedésű és emiatt fajlagosan drágább, de ezeknél a tárolóknál a tároló egy részének szakaszolásával – nagyobb légcsereszám biztosításával – lehetőség van a szellőztetési-száritásra is (*Komka*, 2001).

Bellus és Komka (2016) leírják, hogy a gabonák mobil be- és kitárolásuk tehergépkocsikkal, traktoros és tehergépkocsis szerelvényekkel vagy kamionokkal, mobil fogadógaratokkal, univerzális rakodógépekkel, felszedő-rakodókkal, mobil garatos és esetenként állítható ledobófejes szállítószalagokkal és szalagrendszerekkel, valamint csöves szállítócsigákkal oldható meg. A kaparókaros, a vederkerekes, a kaparószalagos vagy szállítócsigás rakodógépek rendszerint egy kitároló szállítószalagra továbbítják a felvett anyagot (*Pánczél*, 2006).

A horizontális tárolóban történő tárolásnál alapvető fontosságú a gabona megfelelő magasságban és egyenletesen legyen betárolva. *Kelemen* (2012) leírja, hogy a teleszkópos rakodógépek 7-10 méter gémkinyúlása és emelési magassága révén biztosítja a horizontális tárolókban a 4-5 méteres rakatmagasság megvalósítását. Ezzel szemben a

gyakorlat azt mutatja, hogy a 3 métert meghaladó raktározási magasság esetén már bemelegedhet az áru. Hosszan tartó raktározásra nem megfelelő.

A horizontális tárolók mellett elterjedtek a toronysilók. *Dulácska és Bódi (2018)* leírják, hogy a silók általában 5-10 méter átmérőjű, 10-40 méter magas, csőszerű létesítmények, melyeket különböző porszerű, vagy szemcsés anyagok tárolására szoktak használni. A leggyakoribb a különböző szemes termények, gabonák tárolására szolgáló siló.

A silók általában fémből vagy vasbetonból készülnek. Toronysilóban történő tárolásnál elsődleges szempont a tárolt magvak megóvása érdekében a szellőztetés, illetve a gabona háromhavonta történő átforgatása illetve kártevőktől való mentesítése. *Lakatos (2013)* javasolja a megfelelő hőmérséklet szinten tartása végett hőmérők elhelyezését. *Schmidt (1996)* leírja, hogy a torony közepén húzódó légcsatorna segítségével, vagy ezek híján, a termény másik silóba való átürítésével lehet a termény szellőztetéséről gondoskodni. *Lakatos (2013)* szerint a szellőztetés, átforgatás művelete azért fontos, mert a búza utóérése során felszabadult hő és nedvesség elvezetése így lehetséges. A szellőztetés miatt a toronysilók aljába szintén korrózióvédelemmel ellátott ráncpadozatot helyeznek el. A padozat sík felülete a kitároló bolygócsiga zavartalan működését is biztosítja. Az anyag kitárolása elektromos meghajtású bolygócsigákkal történik. A bolygócsigák az anyagot a padozat alá épített kitároló csigára juttatják (*Kelemen, 2021*). A silótornyok esetében a viszonylag kis alapterület és nagy halom magasság miatt a csatornarendszer beruházása olcsó, és az átszellőztetés a viszonylagos egyenletes rétegvastagságnak köszönhetően egyenletesnek tekinthető, a gravitációs kitárolást a csatornarendszer nem akadályozza (*Komka, 2001*).

Szendrő (2000) szerint azokat a gabonátároló telepeket melyek, ha rendelkeznek magtisztító gépekkel, szárítóberendezésekkel és tároló létesítményekkel úgy kell megtervezni, hogy az a lehetséges megoldások közül az üzem adottságainak és igényeinek legjobban megfeleljen.

SZEMESTERMÉNYEK ÁTSZELLŐZTETÉSE

Szőcs (2007) szerint a betárolt gabona, – bármely tárolási módot is alkalmazzuk – két fő veszélyforrásnak van kitéve. Az egyik a gabonában megmaradt, technológiai előírások be nem tartásából származó túlzottan magas nedvességtartalom miatt meginduló erjedési, gombásodási, befülledési jelenség. Ezek az élettani folyamatok hőtermelők, és

öngerjesztők. A másik melegezési folyamatot megindító hatás a gabonában található rovarok, lepkék, lárvák élettévékenységének következménye. A gabonaszemek köztes terében található levegő lehetővé teszi ezek szaporodását, amelynek a tűzvédelmi szempontokon kívül a termésben okozott veszteség a káros hatása.

Fontos, hogy olyan raktárakban történjen a raktározás, amelyek jól átszellőztethetők. Ezzel kapcsolatosan *Bokori* (2003) leírja, hogy raktározás során egy minimális mértékű légzés ugyanis a szárítást követően egy ideig még a légszáraz magvakban is folyik. Az ennek során termelődő hő felmelegítheti a tárolt gabonát, a keletkező víz pedig nedvessé teheti a magvak felszínét. Mindez együtt a mikrobás tevékenység beindulásával járhat. Ezért a raktár szellőztetése létfontosságú.

Mivel a gabona élő anyag, ezért megfelelő időközönként legalább kéthavonta forgatni kell a terményt. A forgatási folyamat egyik fontos része az átszellőztetés, aminek hatására a betárolt gabona megszabadulhat az aratáskori sok esetben 40 °C-os maghőmérséklettől, illetve nedvességtől. Ez a raktározás során a magnyugalmi állapot fenntartását biztosítja. (*Misusztyn et al.*, 1963) is megállapította, hogy magnyugalmi szempontból a légzést szabályozó alapvető tényezők: a nedvesség, a hőmérséklet, a szellőzés (oxigén tenzió) és a mag állapota, amelyek közül a nedvesség mértéke a legfontosabb.

Tomay (1971) a raktárak levegőztetésére hívja fel a figyelmet, miszerint a búza tárolása során különösen új gabonánál és nagyobb nedvességű, vagy magasabb hőmérsékletű gabonánál rendkívül nagy jelentősége van az intenzív szellőztetésnek. Ezen kívül megemlíti, hogy a szellőztetésen kívül gondoskodni kell a rovarfertőzöttség, valamint a rágcsálók elleni folyamatos védelemről is.

Radics (2010) a tavaszi árpánál leírja, hogy feltétlenül szellőztetni kell, ha a külső hőmérséklet 5 °C-al alacsonyabb, mint a tárolt árpáé vagy, ha a relatív páratartalom 75% feletti.

Komka (2005) szerint a termények átszellőztetése történhet az adott célnak megfelelően:

- környezeti levegővel;
- előmelegített levegővel;
- hűtött levegővel végezhető el.

A szellőztetés időtartalmát a levegőbefűvő helyétől elinduló hűtött zóna mozgási sebessége és a halom magasság határozza meg. A hűtött zóna mozgási sebessége a levegő sebességének közel ezred része. Ez azt jelenti, hogy pl. egy 5 m halom magasságú

terményréteg (500 m^3) átszellőztetése (hűtése) $15 \text{ m}^3/\text{h}$, m^3 légcsereszámmal számolva $0,02 \text{ m/sec}$ átáramló levegő sebesség mellett, $0,072 \text{ m/h}$ sebességgel, azaz 70 óra alatt történik meg. Hasonló eredményhez jutunk, ha jobban megfogható légcsereszámmal (ventillátor légszállítása osztva a termény térfogatával) számolunk, amely szerint a szellőztetési ciklus időtartama 1.000 osztva a légcsereszámmal szintén 70 h. Az átszellőztetés időközét alapvetően a termény hőmérséklete és nedvességtartalma határozza meg. Átlagos feltételeket figyelembe véve ($14,0\%$ és $25 \text{ }^\circ\text{C}$) 35-40 naponként kell a fentiek szerinti ideig a terményt szellőztetni. Természetesen, amennyiben valamilyen ok folytán gyors hőmérsékletemelkedés tapasztalható ($23 \text{ }^\circ\text{C}/\text{nap}$), a szellőztetést azonnal el kell kezdeni (Komka, 2001).

Az állagmegóvó szellőztetésnél Komka (2005) kifejti, hogy az átforgatással járó hátrányok (energia-igényesség, porlási veszteség, törtszemtartalom növekedés) a tárolási kapacitás bizonyos részének kihasználatlansága a forgathatóság érdekében elmaradnak. Az egyszeri átszellőztetés ideje az átszellőztető levegő sebességétől és az átszellőztetendő termény halom magasságától függ. A gyakorlatban meglévő szellőztető berendezéseknél, $0,05\text{-}0,1 \text{ m/sec}$ levegősebességeknél, 3 m-es halom magasságnál 12-20 óra, 10 m-es halom magasságnál 35-70 óra az egyszeri átszellőztetés ideje. A szellőztetés időpontját a külső levegő hőmérséklete, relatív páratartalma és a termény hőmérséklete határozza meg. A termény és a külső levegő hőmérséklete közötti különbség miatt a befűvott levegő páratartalma megváltozik. Az előbb említett jellemzők meghatározzák a szellőztetésre alkalmas levegő maximális relatív páratartalmát. Általában szellőztetni akkor lehet, ha a szellőztető levegő relatív páratartalma a következő határértéknél alacsonyabb: búza, rozs és szellőztető levegő hőmérséklete legalább $4\text{-}5 \text{ }^\circ\text{C}$ -kal alacsonyabb a gabona hőmérsékleténél.

Tehát a szellőztetés a gabona mag légzés szempontjából elsődlegesen fontos. Raktározás szempontból Vašák (2008), illetve Grídek (2019) is leírják, hogy magának a levegőnek a légcsereje a fontos tényező. A tél beköszöntével a raktározásra kifejezetten oda kell figyelni, amikor több pára képződik a tételekben, amely később lecsapódva a termény nedvesedéséhez és tömörödéséhez vezet, aminek elengedhetetlen következménye a szemek beltartalmi romlása. Ha az áru állagromlása, egyszer elindul, beavatkozás nélkül már nem visszafordítható. A veszteségek minimalizálása a cél, melynek eszközei az árukezelés, árumozgatás, áttárolás.

Egy 14,5%-os szárazanyag-tartalmú gabona szárazanyag-vesztése 23–25 °C-os tárolási hőmérséklet mellett, 5 hónap alatt, pl.: 2000 tonna tárolt mennyiség esetében meghaladhatja a 8-12 tonnát. (Muchová és Okrajová, 2005) megfogalmazásában a betakarítás utáni tárolásnál figyelembe kell venni azt a tényt, hogy a gabona bonyolult metabolikus légzési jellege és lefolyása miatt a szárazanyagnál veszteség fog fellépni.

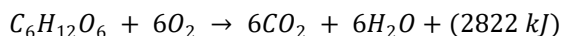
Tomay (1984) levezette, hogy raktározott gabonánál az általános gabonaraktározási feltételek mellett, gondos szellőztetési technológiával a következő veszteségekre kell számítani:

- fertőzés során fellépő értékcsökkenés: 0,33%
- gabona száradása során fellépő veszteség: 0,48%
- szellőztetés kifolyólag tömegvesztés: 0,50%
- veszteségek összesen: 1,31%

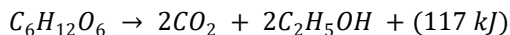
Ilyen nagyságrendű veszteséget okoz az is, ha a hőmérséklet emelkedése miatt áttárolásra van szükség, amely egyidejűleg a szentöréssel minőségromlást is okoz.

Tomay (1970) kutatásai alapján leírja, hogy a gabonafélék hosszú idejű tárolását optimálisan 18 °C hőmérsékleten és 14-15% nedvességtartalom mellett célszerű végrehajtani. Ilyen feltételek mellett a keletkező szén-dioxid fajlagos mennyisége 1,4 mg CO₂ lesz.

A gabonaszemek légzésével kapcsolatosan Bellus és Komka (2016) leírják, hogy raktározás során a szemek légzése aerob és anaerob körülmények között megy végbe. Megállapítják, hogy aerob légzés esetén ugyanannyi oxigén emésztődik fel, mint amennyi széndioxid keletkezik, ezért a légzési együttható értéke egy. Ebben az esetben a folyamatot leíró reakcióegyenlet:



Abban az esetben, ha nincs elég oxigén a tárolás alatt, akkor a légzés részben vagy egészben anaerob módon valósul meg. Ekkor a folyamatot leíró reakcióegyenlet:



Anaerob esetben a folyamat több oxigént igényel, mint amennyi szén-dioxid a légzés alatt termelődik, ezért a légzési együttható értéke kisebb lesz, mint egy. Abban az esetben, ha a tárolt halmazban hosszabb időn keresztül anaerob állapot alakul ki, akkor a termés bedohosodik. Megszüntetése szellőztetéssel a csatornarendszer érintett szakaszának aktiválásával vagy helyileg mobil szellőztetőcsövekkel oldható meg.

GABONÁK BELTARTALMI ÉRTÉKEINEK MEGÓVÁSA

A terményvédelem súlypontosan a prevencióra, a megelőzésre épül, ami a gyakorlatban azt jelenti, hogy a terménynek jó tárolási feltételeket biztosítva megszüntetünk, minden kedvező körülményt a károsítók számára, a hosszabb ideig tárolni kívánt búzát, kukoricát, napraforgót stb., pedig a betárolással egy időben megelőző védelemben részesítjük (Cziklin, 2014).

Surovčík et al. (2001) szerint a raktározás során megfelelő hőmérséklet és páratartalom kialakításával a károsító rovarok életfolyamatai és a károkozás foka lefékezhető. Hozzáfűzi továbbá, hogy a raktározott gabona kedvező állapotának a megőrzése érdekében a következő méréseket kell elvégezni:

- Hőmérséklet: a betakarítást követően az első három hónapban a száraz gabonát kétnaponta, nedves gabona esetében naponta kell mérni a hőmérsékletváltozásokat. A téli időszakban két hetente egyszer kell ellenőrizni a hőmérsékleteket, míg tavasszal elég hetente csak egyszer. Rendellenes hőmérséklet emelkedés esetén naponta egyszer kell mérést végezni.
- Páratartalom: havonta egyszer kell ellenőrizni.
- Kártevők monitorozása: a hőmérséklettől függően, a 10 °C hőfok felett esetén hetente egyszer, az 5-10 °C értéknél 14 naponta egyszer, míg az 5 °C alatt havonta egyszer vizsgáljuk a gabonát.
- Egészségi állapot: a gabona érzékszervi vizsgálata is fontos. Havonta egyszer figyelni kell a búzaszem fényességét, színét, illatát (szagát). A csírázási erélyt pedig havonta kétszer kell elvégezni.

Mosonyi (1989) a raktározás során a szemes terményekben lejátszódó folyamatok közül a hőmérsékletnek, a levegőforgalomnak, illetve a termény és a körülötte lévő környezet nedvességtartalmának tulajdonít szerepet.

Radics (2010) kifejti, hogy gabonák tárolási ideje alatt ügyelni kell az esetleges befülledés elkerülésére, illetve a raktári kártevők (zsizsik, moly stb.) elleni gondos védekezésre.

A szemes termények minőségi és mennyiségi megőrzésének legfontosabb eleme a megelőző kezelés. A művelettel a kártevők egyrészt kizárhatók a létesítményekből, vagy olyan viszonyok állíthatók elő, melyekkel kifejlődésük és szaporodásuk akadályozható meg. A megelőzés eredménytelensége esetén a megtelepedett kártevők további

elszaporodása és tevékenysége kárelhárítási műveletekkel szorítható vissza, vagy küszöbölhető ki (*Bellus és Komka*, 2017).

Sipos és Zsombik (2006) szerint a raktári kártevők elleni védekezésre megoldás lehet a sűrű szövésű, szellőző anyaggal történő takarás, vagy leggyakrabban a tárolótér és a termény gázosítása. A gabonakárosító raktári kártevők ellen a csapdázás egy lehetőség, de a fertőzést nem szünteti meg. A csapdák lehelyezése általában a raktárépületen kívül történik, melyben rágcsálóirtó anyag van elhelyezve. Abban az esetben, ha a csapda a raktáron belül kerül elhelyezésre, akkor a raktározott gabona fertőződését megakadályozva a csapda belsejébe csak ragasztó szalagos csapdát alkalmazhatunk.

A károsítók elleni védekezés további eleme a betárolással egyidejű szerves savas konzerválás, mely hasonló hatást fejt ki, mint a fent említett módszerek (*Bellus és Komka*, 2017). *Karnóth* (2014) kifejti, hogy a biztonságos tárolás lehetséges módszere takarmányozási célú termények esetében a szerves savakkal történő tartósítás. *Komka* (2001) a szerves savas terménytartósításnál, az elsődleges célként a különböző gombaflóra élettevékenységének megakadályozását, azaz a penészgátlást jelölte meg. A termény beltartalmi értéke nem romlik és elkerülhető a káros mikotoxinok keletkezése. Leírja továbbá, hogy a szántóföldről bekerülő mikotoxinokat ezzel az eljárással sem lehet megszüntetni, de a penészgátlással a mikotoxinok keletkezését megakadályozható. A szerves savas takarmány-tartósítási technológia lényege abban áll, hogy a szemes terményeket betakarításkori nedvességtartalmuk mellett – aminek csak a további felhasználás szab határt – általában 14-20% nedvességtartalom mellett a tárolóba juttatásuk előtt folyékony tartósítószerrel kezelik. A folyékony tartósítószerrel kifejezetten antimikrobiális hatásúak, ezért alkalmasak hosszabb idejű tartósításra. A tartósított gabonát nem kell a tárolás alatt mozgatni vagy szellőztetni, ezért egyszerű tárolóknál, hosszúidejű tárolás esetén is sikeresen alkalmazható a technológia.

Szemes terményeinek hosszú idejű és kockázatmentes tárolásához biztosítani kell a betakarítás, az elő- és utótisztítás, valamint a szárítás és a szükség szerinti kezelés műszaki és technológiai feltételeit. A szemes termények lélegzésekor lejátszódó biokémiai folyamatok hatására a tárolt halmazok hőmérséklete és nedvességtartalma az adott körülményektől, így többek között a termények tisztaságától, a szárítás mértékétől és homogenitásától, a törtszem-tartalomtól, valamint a károsítók megjelenésétől függően különböző mértékben megnő. Hatásukra a tárolt halmazokban káros folyamatok

indulhatnak be, ezzel és az elmaradó termény- és tároló fertőtlenítés hatására visszafordíthatatlan károk keletkezhetnek (*Bellus és Komka*, 2017).

Tároláskor különböző folyamatok játszódnak le a terményben, ezek szempontjából fontos szerepe van a tisztaságnak (*Győri*, 1983).

A learatott gabona tartalmaz idegen anyagokat is, amelyek a termény tisztaságát csökkentik, a kártevők pedig nedvességtartalmuk mellett anyagcseréjükkel bemelegedést okozhatnak, amely kedvez a mikrobiális fertőzéseknek. Ezért betárolás előtt halmaztisztítás javasolt kiválasztásukra, valamely tulajdonságuk halmaztól való eltérése alapján (*Véha és Markovics*, 2013, *Tomay*, 1987).

A tisztítás előrostálásból, toklászolásból, szelelőrostálásból áll. A tisztított gabona serleges felvonókkal jut az ellenőrzőmérlegekre, ahonnan elosztók segítségével a szárítóvonal előtartályaiba, illetve közvetlenül vagy elosztó rédlereken keresztül a tárolótartályokba kerül (*Forgács*, 2006).

A halmaztisztítás leggyakoribb berendezései a rosták (rög-, szem-, és porrosta), tarárok (szelelő rosták), mágnesek, kő- és rögválasztók, triőrök, entoléter (*Véha és Markovics*, 2013, *Tomay*, 1987).

Német (2014) leírja, hogy aratáskor az ún. egyensúlyi nedvességtartalom a különböző termények esetében általában 13–14% körül van. A kalászos gabonák szárítása a nyári időszakban tapasztalható magas (30 °C) hőmérséklet miatt nem szükséges. Nedves csapadékos nyarakon viszont szükség van a gabonaszárítókra. A gabonák szárítását akkor végezzük mikor a termény nedvességtartalma 14% fölötti. A szárítás célja a szemben zajló enzimműködés lassítása, illetve a tárolás biztonságának fokozása.

Tomay (1987) a szárítás követelményének: az egyenletes nedvességtartalom elérését, a hőmérsékleti maximum betartását, a nagy és gyors hőmérséklet-változások kerülését tartotta.

A gabonaszárításnál nem mindegy milyen a szárító levegő hőmérséklete. *Pepó és Sárvári* (2011) szerint a szárító levegő hőmérséklete a felhasználástól függően változik:

- étkezési és takarmánybúza (max. 70 °C);
- vetőmag búza (max. 45-50 °C).

Radics (2010) leírja, hogy tavaszi árpa (sörárpa) esetében a szárító levegő hőmérséklete nem haladhatja meg a 40 °C-t, mert az a csírázóképeség elvesztésével jár.

Ezeket a hőmérsékleti értékeket a gabona szárítása alatt nem szabad túllépni. *Bocz* (1996) leírta, hogy a termény óránként csak 2-3% vízelvonást tűr el, ezért javasolt a

kíméletes szárítása. *Ginzburg* (1979) a szárítóközeg paraméterei közül a levegő hőmérsékletét illetve a levegő sebességét vette alapvető fontosságúnak. A levegő sebességének hatása a folyamat kezdetén nagyobb mértékben jelentkezik, ami az állandó sebességű szárítási szakaszt jellemzi. Ha a levegő sebességét 0,1 m/s-ról 0,5 m/s-ra növelik, a szárítás időtartalma kb. 1,5 részére csökken.

A hőkezeléses szárítók közvetett vagy közvetlen fűtésűek lehetnek. A szárítás művelete előmelegítési, szárítási és hűtési szakaszokból áll. A szárítóvonal előtartályokból kombináltszárítógépből és utótartályból áll. A gabona hőkezelés nélküli szárítása, szellőztetése az aktív (mesterséges) légcserén alapul. Utántisztítási műveletre akkor kerül sor, ha különösen szennyezett vagy sérült a gabona. A tisztítóvonal szelelőrostálásból és triőrözséből áll. Az utántisztítás melléktermékeit (por, toklász, rög stb.) megsemmisítik, a töröttes apró szemeket a takarmánygyártásban hasznosítják (*Forgács*, 2006).

A gabonák raktározásánál a tűzvédelemről is kell pár szót ejteni. *Szőcs* (2007) a raktározott szemes termények tűzvédelmének fontosságára hívja fel a figyelmet. Leírja, hogy a kémiai reakciók mechanizmusának vizsgálatából ismert, hogy a reakciósebesség a közeg hőmérsékletének 14 °C fokenkénti emelkedésével megduplázódik. Megállapította, hogy a nem megfelelően raktározott termény bemelegedése során fellép a reakciótér rossz hőcseréje, így a keletkező hő felhalmozódik, és lokális túlhevülést okoz. Az idő előrehaladtával a hőmérséklet eléri a gabona gyulladási hőmérsékletét, ami később az öngyulladás következtében a gabona megsemmisülését eredményezi.

Gabonaszáritók esetében a tűzvédelemre is fokozottan oda kell figyelni. Gyakran előfordul, hogy nyáron a gabonaszáritók csak időlegesen vannak használva, és általában időspórolás végett a szárító toronyban marad a leszárított áru. Ha áll a termény a toronyban, sőt az előrejelzések szerint még napokig nem is indulhat újra a betakarítás, le kell üríteni a szárítót és felülről lefelé haladva át kell vizsgálni, és megszüntetni az esetleges boltozódásokat (URL₉).

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítése a 2020-1.1.2-PIACI-KFI-2021-00182 számú projekt keretén belül valósult meg.

TRANSPORTATION, STORAGE AND SORTING OF CEREAL GRAINS TAKING INTO ACCOUNT THE QUALITY PRESERVATION PARAMETERS

LADISLAV NYÁRI – GERGELY TESCHNER – ATTILA KOVÁCS

Széchenyi István University,

Albert Kázmér Agricultural Faculty, Mosonmagyaróvár

SUMMARY

When storing raw materials, one of the most important questions that has arisen in recent years is to what extent we can protect the quality of the agricultural products and constantly monitor them. Mainly due to the price instability on the grain market, not only producers but also grain trading companies are forced to store crops for a longer period of time compared to previous practice. As a result, it is increasingly important to store the raw materials economically and qualitatively, and to protect the quality of the grains. In our review article we will review the results and proposals of experts related to grain storing, which are the conditions for the implementation of these goals. This will give us a comprehensive picture of the current situation in the profession and the challenges ahead. The thesis discusses through different chapters, presenting the most important knowledge of the profession.

Keywords: cereals, storage, quality parameters, logistics

IRODALOMJEGYZÉK

Abramson, D. (1989): Mycotoxin formation and environmental factors. 255-278. In: Sinha K. K. and Bhatnagar, D. (Eds.) Mycotoxins in agriculture and food safety. Marcel Dekker Inc. New York. 511.

Balla L. - Bedő Z. - Láng L. (1993): A búza minősége. Gabonaipar, XL, (4) 1-2.

Bellus Z. - Komka Gy. (2016): Szemes termények tárolása a mezőgazdaságban, Mezőgazdasági Technika, 2016, (7).

Bellus Z. - Komka Gy. (2017): Szemes termények minőségmegővzésének lehetőségei. Mezőgazdasági Technika, 2017, (2).

- Berek L. - Perti I. B. - Mesterházy Á. - Téren J. - Molnár J.* (2001): Effect of mycotoxins on human immune functions in vitro. *Toxicology in vitro* (15) 25-30.
- Bocz E.* (1996): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda kiadó. 212-282, 362-422.
- Bokori J. - Gundel J. - Herold I. - Kakuk T.- Kovács G. - Mózes M. - Schmidt J. - Szigeti G. - Vincze L.* (2003): A takarmányozás alapjai, Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Csajbók J.* (2017): Östermelő Gazdálkodók Lapja. Búza-termesztés XXI. Évfolyam, (5) 51.
- Csajbók J.* (2012): Szántóföldi növények termesztése és növényvédelme. Jegyzet, a növénytermesztő és növényvédő technológus FSZ szak számára. Egyetemi jegyzet, Debreceni Egyetem. Debrecen.
- Csima F. - Szerb A. B.* (2016): A magyar gabonaexport szállítványozás trendjei. Kaposvári Egyetem Gazdaságtudományi Kar. Kaposvár.
- Cziklin M.* (2014): Szemes termények védelme raktári kártevők ellen. Agronapló Szakfolyóirat. <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2005/6-7/novenyvedelem/szemes-termenyek-vedelme-raktari-kartevok-ellen>
- Daftary, R. D. – Pomeranz, Y. – Sauer, D. B.* (1970): *Agr. Food Chem*, (18) 613.
- Tančinová, D.* (2009): Žatva a skladovanie obilnín z hľadiska výskytu mykotoxínov. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra mikrobiológie, Fakulta biotechnológie a potravinárstva. Pôdohospodársky poradenský systém. (Gabonafélék betakarítása és tárolása a mikotoxinok jelenléte szempontjából. Nyitrai Szlovák Mezőgazdasági Egyetem, Biotechnológiai és Élelmiszertudományi Kar Mikrobiológiai Tanszék. Mezőgazdasági szaktanácsadó rendszer).
- http://old.agroporadenstvo.sk/rv/ochrana/obilniny_mykotoxiny.htm (2021.10.17)
- Dankó L.* (2009): Marketing Logisztika. Pro Marketing Miskolc Egyesület. Miskolc. 34-35, 211-340.
- De Lucia, M. – Assennato, D.* (1994): Agricultural engineering in development, Post-harvest operations and management of foodgrains. *FAO Agricultural Services Bulletin* No. 93, <http://www.fao.org/docrep/t0522e/T0522E00.htm#Contents> (2021.04.15).
- Diósi G.* (2017): Östermelő Gazdálkodók Lapja. Búza-termesztés XXI. évfolyam, (5) 51.
- D'Mello, J.P.F. – Macdonald, A.M.C.* (1997): Mycotoxins. *Animal Feed Science Technology*, (69) 155-166.
- Dulácska E - Bódi I.* (2018): A vasbeton silók repedései és egyéb problémái. Vasbetonépítés. 2018, (2).

- Eőry T. - Köves G. (2017):* A szállítmányozási, raktározási, anyagmozgatási munkafolyamatok főbb veszélyforrásai. A munkahelyi egészség és biztonság fejlesztése a nagykereskedelmi ágazatban. Kereskedelmi Alkalmazottak Szakszervezete. Budapest.
- Forgács J. (2006):* Élelmiszeripari technológiák. Szeged. pp. 198.
https://docplayer.hu/2294155-Elelmiszeripari-technologiak.html#show_full_text
 (2021.09.30).
- Földesi P (2006):* Logisztika I–II. HEFOP 3.3.1-P.-2004-09-0102/1.0 pályázat
- Galvano, F. – Galofaro, V. – Galvano, G. (2005):* Mycotoxins in the human food chain. In: Diaz D. (eds.): The Mycotoxin Blue Book. Nottingham Press. 187-224.
- Gelei A. (2007):* A vállalati logisztikai rendszer kitüntetett eleme a raktár – folyamat alapú megközelítés. 81.sz. Műhelytanulmány. Budapest Corvinus Egyetem. Vállalatgazdaságtan Intézet. Budapest.
- Ginzburg A. Sz. (1979):* Az élelmiszerek szárítástechnológiája. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 38.
- Győri Z. (1983):* Mezőgazdasági termékek tárolása és feldolgozása. Egyetemi jegyzet, DATE, Debrecen. 7-73.
- Győri Z. - Győriné Mile. I. (1998):* A búza minősége és minősítése, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest. 16-38, 58-75.
- Győri Z. (1999):* Mezőgazdasági termékek tárolása és feldolgozása. Egyetemi jegyzet, DATE, Debrecen. 7-73.
- Gridek D. (2019):* Raktározzunk hosszú távon... de hogyan? – Raktározási tippek az aratási szezon előtt. Agrofórum. <https://agroforum.hu/szakcikkek/novenytermesztes-szakcikkek/raktarozzuk-hosszu-tavon-de-hogyan-raktarozasi-tippek-az-aratasi-szezon-elott/> (2021.10.5).
- Hajdú J. (2017):* Terítéken a teleszkópos rakodók. Agronapló szakfolyóirat. 2017, (4) 94-100. <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2017/04/gepesites/teriteken-a-teleszkopos-rakodok>. (2021.5.28).
- Hirkó B. (2007):* Elosztási Logisztika. Széchenyi Egyetem Győr, Universitas-Győr Nonprofit Kft.
- Huszár E. T. (2015):* Betakarítás és raktár védelem. Agró Napló Szakfolyóirat. 2015, (11) 42. <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2015/11/szantofold/betakaritas-es-raktari-vedelem>

- Izsáki Z. - Lázár L. (2004): Szántóföldi növények vetőmagtermesztése és kereskedelme. Mezőgazda Kiadó.*
- Jávora A. - Szigeti J. (2011): Termékminősítés és termékhygiénia. Az Agrármérnöki MSc szak tananyagfejlesztése. 18-22.*
- Karnóth J. (2014): Szemes termények tartósítása szerves savakkal. Agro Napló Szakfolyóirat. <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2004/8/szantofold/szemes-termenyek-tartositasa-szerves-savakkal>*
- Kassai Zs. (2014): Teleszkópos rakodógépek előnyei a mezőgazdaságban. Agronapló szakfolyóira, (103). <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2006/08/gepesites/teleszkopos-rakodogepek-elonyei-a-mezogazdasagban> (2021.5.27).*
- Kelemen Zs. (2012): Szállítási és rakadási technológiák az agrárgazdaságban. Business sorozat. Magyar Agrárkamara Budapest.*
- Kelemen Zs. (2021): A terménytárolás műszaki háttere. Mezőhír. (2). <https://mezohir.hu/2021/02/25/takarmanyok-biztonsagos-teli-tarolasa-mezogazdasag/>. (2021.05.24.)*
- Keményné Horváth Zs. (2014): A gabona termékpálya keresleti oldalának szerkezeti változása az EU csatlakozás után. Doktori értekezés. Szent István Egyetem, Gödöllő.*
- Komka Gy. (2001): Gabonafélék tárolás alatti állagmegóvása (II). FVM Műszaki Intézet Gödöllő. <https://www.agraroldal.hu/gabona.html>*
- Komka Gy. (2005): Szemesterménytárolók, tárolási technológiák (I). FVM Műszaki Intézet Gödöllő. <https://www.agraroldal.hu/gabona-9.html>*
- Kovács F. - Banczerowski J. - Zomborszky K. M. – Fazekas B. (1998): Életminőség és a mikotoxinok egészségügyi vonatkozásai (1.). Állattenyésztés és Takarmányozás, 47, (5) 385-402.*
- Kovács F. (2001): Penészgombák – mikotoxinok. In: Penészgombák, mikotoxinok a táplálkozásban. Szerk: Kovács F. MTA Agrártudományok Osztálya, Budapest. 13-20.*
- Kovács M. (2004): Mikotoxinok táplálkozás-egészségügyi vonatkozásai. Orvosi Hetilap, 145, (34). 1739 – 1746.*
- Kovács M. (2010): A mikotoxinok humán-egészségügyi vonatkozásai. In: Kovács M. (szerk.): Aktualitások a mikotoxin kutatásban. Agroinform Kiadó. Budapest. 86-102.*

- Kovács Z.* (2011): Logisztika és üzleti modellezés. Egyetemi tananyag. Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar Számítógépes Optimalizálás Tanszék. 28.
- Lakatos E.* (2013): Élelmiszeripari technológiák I. Malom-, Sütő- és Édesipar. Mosonmagyaróvár. 17.
- Lakatos P.* (2018): A logisztika alapjai és közszolgálati kapcsolódásai, aspektusai. Studia Universitatis Communia. Dialóg Campus Kiadó. Budapest. 51.
- Lund, A. – Pedersen, H. – Sigsgaard, P.* (1971): I. Sei. Food Agr, (22) 458.
- Magyari I.* (2005): Szállítmányozási ismeretek. Károly Róbert Főiskola. Gyöngyös.
- Mesterházy Á.* (1997): A szántóföldi növények mikrobiális patogén szennyeződésének csökkentése, humán egészségügyi minőségének javítása. „Agro 21” Füzetek, (14) 90-130.
- Mesterházy Á.* (2002): A mikotoxinok és az élelmiszerbiztonság, a megoldás lehetőségei. Gabonatermesztési Kutató Kht., Szeged
- Mesterházy Á.* (2007): Mikotoxinok a gabonatermesztésben: az élelmiszerbiztonsági kihívás. Élelmiszervizsgálati közlemények. LIII. Kötet, (53) 38-48.
- Misusztyin, E. N. – Triszvjatszkij, L. A.* (1963): Mikrobü i zerno, (Mikrobiológia és gabona). Moszkva.
- Móré M. - Diósi G.* (2014): A gabona minőség vizsgálata, mintavétel eszközei. Értékálló Aranykorona Országos Mezőgazdasági Szaklap, 2014. május XIV. évfolyam, (4) 26-28.
- Mosonyi Á.* (1989): A gabona eltarthatóságát befolyásoló minőségi tényezők. Gabonaipar, (4) 129-133.
- Muchová, Z. – Okrajková, A.* (2005): Podmienky a opatrenia pri skladovaní potravínárskej pšenice. In Naše pole, roč. 9. (Az élelmiszer-búza tárolásának feltételei és intézkedései. A mi mezőnk) 2005, (8) 14.
- Német B.* (2014): Terményszárítás, szemestermény-szárítók. Agrárium7 integrált agrárszakmai információs platform. 2014/04/10. <https://agrarium7.hu/cikkek/98-termenyszaritas-szemestermeney-szaritok>. (2021.05.20.)
- Pánczél Z.* (2006): Anyagmozgatás, csomagolás, raktározás. Értékünk az ember. Humánerőforrás-fejlesztési Operatív Program Széchenyi Egyetem Győr. 259-260.
- Pánczél Z. - Nagy Z.* (2012): Rakodástechnika I. Széchenyi Egyetem Győr, Universitas-Győr Nonprofit Kft. 63.

- Pánczél Z. - Böröc P. J.* (2013): Anyagmozgatás, raktározás. Széchenyi Egyetem Győr, Universitas-Győr Nonprofit Kft. 244-245.
- Pepó P. - Sárvári M.* (2011): Gabonanövények termesztése. Az Agrármérnöki MSc szak tananyagfejlesztése. Debreceni Egyetem. 39.
- Pixton, S. W. – Hill, S. T.* (1967): Longterm storage of wheat. II. J. Sci. Food. Agric, (18) 94-98.
- Pomeranz, Y.* (1971): Wheat Chemistry and technology, St. Paul Minn.
- Prezenszki J.* (2002): Logisztika I., II., Logisztikai Fejlesztési Központ.
- Radics L.* (2010): Fenntartható szemléletű szántóföldi növénytermesztéstan I. Agroinform Kiadó és Nyomda Kft. Budapest.
- Rafai P.* (1999): A fuzariotoxinok hatása a sertés termelésére és egészségére. Állattenyésztés és Takarmányozás. 48, (2) 253-264.
- Rieger L.* (2007): Az intervenció szabályozás jelene és jövője, Agrárágazat, 2007. szeptember, VIII. évfolyam, (8).
- Rieger L.* (2019): Magyarország gabonaraktár-ellátottságának értékelése. Gazdálkodás. 63, (4) 307-323.
- Sauer, D. B. – Meronuck, R. A. – Christensen, C. M.* (1992): Microflora. Storage of Cereal Grains and Their Products (ed. Sauer). American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA. 313-340.
- Schmidt J.* (1996): Takarmányozástan, Mezőgazda kiadó. 151-153, 172-174, 208-211, 258- 260, 271-276.
- Simič, S. – Mladenovič, G. – Lančarivič, V. - Pataki I. – Delvesi, K.* (2003): Kvalitetna proizvodnja, dozida i promet semenastrih žita. In Stručni rad. (Magas színvonalú vetőmagtermelés, szállítás és értékesítés. Szakmai munka), vol. 7, 2003, (3-4) 88-91.
- Sinha, K. K. – Bhatnagar, D. (Eds.).* (1998): Mycotoxins in agriculture and food safety. Marcel Dekker Inc. New York. 511.
- Sipos P. - Zsombik L.* (2006): A minőségmegőrző gabonátárolás és a raktári kártevők elleni védekezés. Agrárágazat. 2006 (11).
- Shepherd, A. W.* (1993): Economic and marketing aspects of post-harvest handling of grains. Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://www.fao.org/docrep/x5015e/x5015E00.htm#Contents> (2021.04.18.)

- Sohár Pálné.* (2007): Mikotoxinok az élelmiszerláncban. Élelmiszervizsgálati Közlemények Élelmiszermínőség – Élelmiszerbiztonság. Különszám Journal of Food Investigations Food Quality – Food Safety. LIII. Kötet. 60.
- Sólyom M.* (1991): Raktározók-raktárüzem szervezők kézikönyve, Budai Sólyom Szervező-Kiadó-Kereskedő Bt.
- Stock, J. R. – Lambert, D.M.* (2001): Strategic Logistics Management: McGraw – Hill Irwin, Singapore.
- Szabó Hevér Á.* (2013): A kalászfuzárium rezisztencia molekuláris hátterének vizsgálata frontana eredetű térképező búzapolulációkban. SZIE. Doktori értekezés.(2013.). 141.
- Szegedi Z.* (1999): Logisztika menedzsereknek. Kossuth Kiadó. Budapest. 145–155.
- Szegedi Z. - Prezenszki J.* (2003): Logisztika-menedzsment. Kossuth Kiadó. Budapest. 117–198.
- Szendrő P.* (2000): Mezőgazdasági gépszerkeztan, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.
- Szőcs I.* (2007): Gabonátárolók tűz- és vagyonvédelme, Budapest
<http://www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/125-gabonatarolok-tuz-es-vagyonvedelme.pdf>
- Surovčík, J. – Fencík, R. – Zubal, P. – Kubinec, S. – Jamriška, P. – Hašana, R. – Sekerová, M. – Muchová, Z.* (2001): Technológia pestovania potravínárskej pšenice. Piešťany: VÚRV. (Élelmiszerbúza termesztési technológia. Pöstyén: VÚRV), 2008. ISBN 80-968553-2-8. 52.
- Tomay T.* (1970): Gabonaipari Kézikönyv. Áruismeret és technológiai folyamatok, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1970. 763.
- Tomay T.* (1971): Gabonaipari kézikönyv I. Budapest.
- Tomay T.* (1984): Gabonátárolás, Gabona Tröszt, Budapest. 470-471.
- Tomay T.* (1987): Gabonátárolás. Gabona Tröszt, Budapest. 27-78.
- Vásák, J.* (2008): Rostlinná výroba a její perspektívy. In Úroda, roč. (A növénytermesztés és perspektívái. Aratási évben), 36, 2008, (1) 57-60.
- Veres E. - Kátai J. - Győri Z.* (2001): A betárolt gabona fuzárium fertőzőtségének és toxinszennyezettségének kérdése. Növénytermelés, 50 (4) 479–485.
- Veres E. - Borbély M. - Győri Z. - Kátai J.* (2002): A tárolási feltételek hatása a kukorica Fusarium fertőzőtségére és toxin szennyezettségére. Agrártudományi Közlemények (Acta Agraria Debreceniensis), Debrecen, (1) 28-32.

Verdes S. (2012): Anyagmozgatás és gépei, Anyagmozgatás, anyagkezelés. Pannon Egyetem. 100.

Véha A. - Markovics E. (2013): Búzakenyér. In: Biacs P. - Szabó G. - Szendrő P. - Véha A. (szerk.) Élelmiszer-technológia mérnököknek. Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar. 16-51.

INTERNETES FORRÁSOK

URL₁ https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mgszlak/2020_2/index.html
(2021.05.22).

URL₂ <https://www.agrotrend.hu/piac/agrarpia/a-nemzetkozi-gabonaszallitas-nehezsegei> (2021.05.25).

URL₃ <https://agrarium7.hu/cikkek/158-gabona-kulcsszerepben-a-szallitas> . (2021.05.24).

URL₄ https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/725643/%C3%A1rpa+2018_J%C3%93.pdf/0497c9ab-b407-eff0-9fda-17e0ff0aebbc (2021.11.30).

URL₅ <https://agrarium7.hu/cikkek/125-a-buza-minosegvizsgalatanak-muszerei>
(2021.10.02).

URL₆ <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2018/04/allattenyesztes/nehany-gondolat-a-gyorsvizsgalati-nir-technika-mezogazdasagi-alkalmazasairol> (2022.11.16).

URL₇ <https://prod.mszt.hu/hu-hu/szabvanyositas/hirek/2017/06/uj-nemzeti-szabvanyok-a-termenyek-kovetelmenyeirol> (2021.11.26).

URL₈ https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/21384/Fuzarium-korr_zak_0803.pdf/a86117cd-5734-4559-b46b-c22ca5ac3f23 (2021.5.26).

URL₉ <https://www.langlovagok.hu/3240/a-termenyszaritotuz-megelozese/> (2021.10.17)

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

Nyári Ladislav

Széchenyi István Egyetem,

Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar,

Biológiai rendszerek és Precíziós Technológiai Tanszék

9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

E-mail: nyaril82@gmail.com;

Teschner Gergely

Széchenyi István Egyetem,

Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar,

Biológiai rendszerek és Precíziós Technológiai Tanszék

9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

E-mail: teschner.gergely@sze.hu,

Kovács Attila József

Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar,

Biológiai Rendszerek és Precíziós Technológiai Tanszék

9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

E-mail: kovacs.attila@sze.hu



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 az Acta Agronomica Óváriensis Szerkesztő Bizottsága (9201 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2., szalka.eva@sze.hu címre).

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 10 pt betűmérettel, körben 2 cm-es margót hagyva. A gépírás fekete betűkkel, irodai (A/4-es) papír egyik oldalára, 1,5-es sorközzel 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 fonetikusan 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:

- Összefoglalás
- Bevezetés
- Irodalmi áttekintés
- Anyag és módszer
- Eredmények
- Következtetések
- Angol cím és angol 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*

Table1 : 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: (*Iváncsics* 1971, *Gergátz és Seregi* 1985, *Szajkó* 1987). Tudományos közleményben, könyvben szereplő hivatkozásra történő utalásnál a cit. rövidítést kell használni (*Wagner* 1979 cit. *Fahn* 1982).

3.2. Az Irodalom összeállításakor a dolgozatban idézett szerzők nevét ABC- és megjelenési idősorrendű 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

NÉMETH-TORKOS A. – HANCZNÉ LAKATOS E. – HANDL K. – TIHANYI-KOVÁCS R.:

Kölesből készíthető vegán helyettesítő termékek i. – kérdőíves megkérdezés.....4

TIHANYI-KOVÁCS R. – HANCZNÉ LAKATOS E. – HANDL K. – NÉMETH-TORKOS A:

Kölesből készíthető vegán helyettesítő termékek ii. – termékfejlesztés és kvalitatív vizsgálat.....28

DUNAI É.- KUKORELLI G. - PINKE GY.:

A kisalföldi facéliavetésekben alkalmazott gazdálkodási módszerek felmérése.....57

TUBA G. – KOVÁCS GY. – NAGY PÁL M. – ZSEMBELI J.:

A dudarit sókimosódást elősegítő hatásának vizsgálata tenyészedenyes kísérletben.....81

ZSEBŐ S.– KUKORELLI G.– MILICS G. – VONA V. M. – KULMÁNY I. M.

Greenseeker és micasense kamera ndvi értékeinek összehasonlítása, valamint kapcsolatuk a hozammal.....95

VARGOVÁ V. – KOVÁČIKOVÁ Z. – PANGHYOVÁ E. – BAXA S. – DIMITROV F.

Vplyv ročníka a pôdnych vlastností na obsah esenciálnych olejov v plodoch a ihličí borievky.....112

Szemle126

KUBINA L. – KALOCSAI R.– MOLNÁR Z. – VONA V.– GICZI ZS.– NAGY V.:

Biostimulátorok szerepe a növények stressz folyamataiban127

NYÁRI L. – TESCHNER G. – KOVÁCS A. J.:

Szemestermények szállítása, raktározása és osztályozása a minőségmegőrzési szempontok figyelembevételével.....159

Tájékoztató és útmutató a szerzők részére194