

SZAKDOLGOZAT

ERDEI MÁRTA

Talajtani szakmérnöki szak

Gödöllő

2022



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Talajtani szakmérnöki Szak**

**TÁBLASPECIFIKUS, EGYEDI KEVERT MŰTRÁGYÁK
EREDMÉNYEI A GYAKORLATBAN, BÉKÉS MEGYÉBEN**

Belső konzulens:	Dr. Gulyás Miklós egyetemi docens
Készítette:	Erdei Márta ADE0UC levelező tagozat
Intézet/Tanszék:	Környezettudományi Intézet Talajtani tanszék

**Gödöllő
2022.**

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék	3
1. Bevezetés és célkitűzések	5
2. Szakirodalmi áttekintés	7
2.1.1 Dévaványai-sík kistáj	7
2.1.2 Békési-hát kistáj	8
2.2 Tápanyag-gazdálkodás	10
2.2.1 Talaj	10
2.2.2 Talajvizsgálat	10
2.3 Termőhelyek	11
2.3.1 I. termőhely: Csernozjom (mezőségi) típusú talajok	11
2.3.2 III. termőhely: Réti típusú talajok	12
2.4 Tápelemek	13
2.5 Műtrágyázás	17
2.6 Őszi búza (<i>Triticum aestivum</i> L.) talajigénye, tápanyag-utánpótlása	18
2.6.1 Talajigény	18
2.6.2 Tápanyag-utánpótlás	19
3. A vizsgálatok módszerei	21
3.1 Szeghalom	21
3.2 Medgyesegyháza	25
3.3 Időjárási tényezők	27
4. Eredmények és értékelésük	29
4.1 Szeghalom	29
4.2 Medgyesegyháza	4

5. Következtetések és javaslatok	7
6. Összefoglalás	8
7. Köszönetnyilvánítás	9
8. Irodalomjegyzék	10
9. Mellékletek	12
10. Nyilatkozat	15

1. Bevezetés és célkitűzések

Magyarországon az 1930-as évektől kezdődően használunk műtrágyát, azonban csak a '70-es évektől általános az alkalmazásuk. A legintenzívebb időszaknak az 1980-as éveket tekintjük, ekkor pozitív volt a mérleg. A rendszerváltozást követően jelentősen visszaesett a műtrágyafelhasználás, a mérleg negatívvá vált. 1995-től ismét növekvő tendenciát mutat a műtrágya-felhasználás, ez igaz napjainkra is (Sárdi 2011).

A Föld népességének növekedésével egyenesen arányosan nő az élelmiszer-szükséglet is, azonban ezzel ellentétben csökken a mezőgazdasági művelés alá vonható területek nagysága. Emiatt a növénytermesztés, ezen belül a tápanyag-gazdálkodás hatékonyságán is kell javítani, azt tovább fejleszteni (Sárdi 2011).

2021-ben Magyarországon 1,9 millió tonna műtrágyát értékesítettek a mezőgazdasági termelőknek, ez közel 3%-kal több, mint a 2020-ban értékesített mennyiség. 2021-ben a műtrágyaárak a KSH szerint átlagosan 57,7%-kal emelkedtek. A legnagyobb árváltozáson a MAS27 esett át: csaknem megduplázódott az ára 2020-hoz képest (Csoltai 2022a).

2022 első negyedében hazánkban csupán 565 ezer tonna műtrágyát értékesítettek a gazdáknak, ez 28%-os visszaesést jelent az előző év első negyedéhez képest. Azonban az árak 2021-hez képest átlagosan a háromszorosára növekedtek (Csoltai 2022b). A KSH adatai szerint 2022 első negyedében a mezőgazdasági termelői árak 34%-kal növekedtek, a műtrágyák ráfordítási árai 195%-kal drágultak ([http1](#)).

A napjainkban játszódó műtrágyaár-növekedés, az időjárási viszonyok és sok más egyéb tényező miatt éppen ezért nem mindegy, hogy mikor, mennyi és milyen műtrágyát juttatunk ki. A cég, ahol korábban dolgoztam, erre egy szolgáltatást, egyben egy terméket dolgozott ki. Ennek neve az OPTIMIX, ami egy olyan kevert műtrágya, aminek az összetételét a talajvizsgálati eredmények alapján mi határozzuk meg. Hat tápelemből állhat, ezek a nitrogén, a foszfor, a kálium, a magnézium, a kalcium és a kén. Dolgozatomban a saját kísérletem következtetéseit fogom levonni, amelyek arra vonatkoznak, hogy milyen eredménye van/lehet egy jól megválasztott, talajvizsgálati eredményre alapozott műtrágyának a gyakorlatban.

Célkitűzések:

1. Milyenek a talajok a két vizsgálati helyszínen, mit mutatnak a talajvizsgálati eredmények?
2. Milyen összetételű OPTIMIX felel meg legjobban az adott táblának és az adott növénykultúrának?
3. Milyenek a betakarítás eredményei? Van-e különbség a kétféle műtrágyázás között a termés mennyiségében?

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1.1 Dévaványai-sík kistáj

Szeghalom város az Alföld nagytáján belül a Berettyó-Körös-vidékközeptájhoz tartozik, azon belül pedig a Dévaványai-sík kistájban helyezkedik el (1. ábra). Ezen kistáj területe csupán 519 km², mely két megyét érint: főleg Békés megyéhez tartozik, de területe átnyúl Jász-Nagykun-Szolnok megyébe. A kistáj csaknem háromnegyede (67,2%-a) szántó, közel harmada (23,3%-a) rét vagy legelő hasznosítású, és mindössze 4,3%-a lakott terület (Dövényi 2010).

A Dévaványai-sík a nevét a Körösök és a Hortobágy-Berettyó folyók között elhelyezkedő tökéletes síkságról kapta. Keleti része ártéri, míg nyugati része ármentes síkság. A kistáj éghajlata mérsékelt meleg, száraz. Az éves napfénytartam 2000 óra, az évi középhőmérséklet 10,3-10,4 °C, az éves csapadékmennyiség 510 és 540 mm közötti. Összességében a kevésbé vízigényes növények termesztése javasolt a terület éghajlati adottságaiból adódóan (Dövényi 2010).

A növényzetet tekintve a Dévaványai-sík erdőssztyeptáj, de az emberi tevékenység következtében a fás vegetációk már csak az ártereken találhatóak meg. A kistáj nagy részét szikes gyepek alkotják, melyek sokszor nagy kiterjedésűek. A szikes sztyepeken kívül löszgyepek és ürmös szikesek is megtalálhatóak, összesen 400-600 növényfajt számolhatunk meg, a védett fajok száma 40-60 közötti (Dövényi 2010).

A kistájat a Tisza és a Berettyó folyók építették hordalékjaikból, azok agyagos üledékén ment végbe a talajképződés folyamata. A Dévaványai-sík ma is süllyedő, mélyfekvésű terület, ahol négy talajtípust figyelhetünk meg. Ezek a szikes réti szolonyec talajok (17%), a sztyepesedő réti szolonyec talajok (32%), a szolonyeces réti talajok (14%), valamint a nem felszíntől karbonátos réti talajok (37%). Az előbbi három a löszös üledékeken és öntésanyagokon képződött talajok, melyek agyagos vályog és agyag mechanikai összetételűek. Utóbbi talaj nem szikes, hanem agyagos vályog vagy agyag mechanikai összetételű, réti talajok, amelyek nem a felszíntől karbonátosak. A talajok közül a legnagyobb területen (37%) a réti talajok fordulnak elő, ezt követi 32% részesedéssel a sztyepesedő réti szolonyec talajok, majd 17%-kal a réti szolonyec talajok, illetve a kistáj 14%-án szolonyeces réti talajokat találhatunk (Dövényi 2010).



1. ábra A Dávaványai-sík kistáj térképe (Dövényi 2010)

2.1.2 Békési-hát kistáj

Medgyesegyháza település az Alföld nagytájhoz, a Körös-Maros-köze középtájhoz és azon belül a Békési-hát kistájhoz tartozik (2. ábra). A kistáj területe 1278 km², nagy része Békés megyében, kisebb hányada Csongrád-Csanád megyében helyezkedik el. A területhasznosítást tekintve a kistáj szinte egésze szántó (88%), mindössze 3%-a van rét vagy legelő formájában hasznosítva és 6,5%-a lakott terület (Dövényi 2010).

Domborzatát tekintve a kistáj a folyóvizek és a szél által hordott üledékekkel fedett hordalékkúpság, innen a Békési-hát név is. Ezen kistáj a központja a magyarországi Maros hordalékkúp, mely kiválóan alkalmas a növénytermesztésre, azonban főként hőigényes és kisebb vízigényű növények termesztése ajánlott (öntözött körülmények nélkül). A Békési-hát keleti részein, az országhatár mentén ártéri síkságok, míg a nyugati részén ármentes síkságok fekszenek (Dövényi 2010).

Éghajlatát tekintve a kistáj keleti része mérsékelten meleg-meleg, míg a nyugati rész kifejezetten meleg, a keleti szegély mérsékelten száraz, a nyugatibb részek szárazak. Az éves napsütéses órák száma 2000 körül alakul, az évi középhőmérséklet 10,5-10,6°C közötti. A sokéves csapadékátlag nyugat-kelet irányban 520-540 és 570-580 mm között mozog (Dövényi 2010).

Egykor löszsytyep-vegetáció borította a kistájat, azonban a kiváló minőségi csernozjom talajok miatt mára szinte alig található meg ez a vegetáció. A Békési-hát nagy része napjainkban szántó vagy lakott terület. Löszpusztagyepeket csak kis területen találhatunk, azonban azokon ritka, az országban csak itt megtalálható növényfajok élnek, ilyen például a volgamenti hérics (*Adonis vologensis*). 600-800 növényfaj él itt, illetve 20-40 védett fajjal is találkozhatunk (Dövényi 2010).

A Békési-hát talajai igen változatos képet mutatnak. A kistáj kicsivel több, mint felén, 55%-án réti csernozjom talajokat, negyedén mélyben sós réti csernozjom talajokat és 11%-án alföldi mészlepedékes csernozjom talajok vannak, melyek mélyben sósak. 8%-án a kistájnak alföldi mészlepedékes csernozjom talajok foglalnak helyet és a terület 1%-án réti szolonyec talajok is előfordulnak. A szikes talajokat, például Kardoskút környékén elsősorban legelőként hasznosítják. Az alföldi mészlepedékes csernozjom talajok homokos vályog mechanikai összetételűek, részben kilúgzottak (gyengén savanyú kémhatásúak), ezeknek egy része mélyben sós változatban is megtalálhatóak. Mészlepedékes csernozjom talajokkal elsősorban a kistáj déli részein találkozhatunk. A legnagyobb részben előforduló talajok a réti csernozjomok, melyek vályog mechanikai összetételűek és magas (4%) humusztartalommal jellemezhetőek. Ezeket a talajokat javarészt szántóként hasznosítják, 5%-ukat legelőnek használják és a maradék 10% lakott területként van beépítve. A kistáj nagy mezőgazdasági potenciállal bír, Bánkút például híres az ott nemesített búzafajtáiról (Dövényi 2010).



2. ábra A Békési-hát kistáj térképe (Dövényi 2010)

2.2 Tápanyag-gazdálkodás

2.2.1 Talaj

„A talaj a szilárd földkéreg legfelső, laza, termékeny takarója”, mely egy háromfázisú, polidiszperz rendszer. A talaj nagyrészen szilárd fázisból épül fel, a szilárd fázisban, a részecskék között hézagok, pórusok találhatóak, ezekben van a talajoldat (cseppfolyós fázis) és a talajlevegő (légnemű fázis). A talaj szilárd fázisa, a vázrészek különböző nagyságú egységekből épülnek fel, az agyagtól, az iszapon és a homokon át egészen a kavicsokon, köveken át. A vázrészek nagyságrendi eloszlása meghatározó a talaj kötöttsége szempontjából. A talajkolloidok 0,002 mm-nél kisebb részei a talajnak (Fekete et al. 1967).

A talaj olyan dinamikus rendszer, ami a növények számára egyszerre és folyamatosan képes vizet, levegőt és tápanyagot szolgáltatni. A talaj szerves és szervetlen anyagok keverékéből áll össze, a sötét színű szerves anyagokat átfogóan humusznak, a szervetlen anyagokat összességében ásványi alkotórészeknek nevezzük (Fekete et al. 1967).

Napjainkban az egyik nagy problémát a talajerózió jelenti, hiszen évente világszerte csaknem 10 millió hektár szántóföld tűnik el az erózió valamilyen formájának következtében (Berzsenyi 2013).

2.2.2 Talajvizsgálat

Talajvizsgálatokat már az 1940-es években is végeztek hazánkban, akkoriban a Magyar Állami Földművelési Minisztérium foglalkozott ezen területtel. A Magyar Állami Földtani Intézet 1944-ben kiadott könyvében pontosan leírták a talajvizsgálatok akkori módszertanát (Ballenegger & Mados 1944).

Az 1976-ban megalakult Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium Növényvédelmi és Agrokémiai Központja, vagyis a MÉM NAK egységesítette a talajmintavételezést, az analitikai módszereket és azok értelmezését. Megyei talajvizsgálati hálózatot építettek ki, mely lehetővé tette a gyors és olcsó talaj- és növényvizsgálatokat. 1979-ben a MÉM NAK 54 fős Szaktanácsadási Szakbizottsága kidolgozta a „Kék könyvet”, melynek címe: Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer, ez a könyv napjainkban is az alapját adja a tápanyag-számításnak (Kádár 1997).

Jelenleg a 2007. évi CXXIX. törvény a termőföld védelméről a meghatározó: ebben van minden, ami a talajjal és a termőfölddel kapcsolatos. Ebben a törvényben találjuk meg például

a talaj, a talajvédelem és a talajvédelmi terv pontos definícióját (http2). A talajvédelmi tervek készítésének részletes szabályait a 90/2008. (VII. 18.) FVM rendeletben ismertetik, ahol minden olyan tevékenység fel van sorolva, aminek elvégzése előtt talajvédelmi tervet kell készíteni (http3).

A törvények és rendeletek szerint a talajvizsgálatok esetén a talaj fizikai és kémiai paramétereit határozzák meg (Arany-féle kötöttség, pH, összes só tartalom, humusz- és szénsavas mésztartalom), ezeken kívül vizsgálják a talaj(minta) makro-, mezo- és mikrotápelem tartalmát is (nitrogén, foszfor, kálium, nátrium, magnézium, kén, réz, mangán és cink). A gazdálkodóknak kötelességük 5 évente (szűkített) talajvizsgálatot elvégezni és ezek alapján a nitrátérzékeny területeken minden évben tápanyag-gazdálkodási tervet készíteni (http4). A szükséges talajvizsgálatok elvégzését akkreditált talajlaboratóriumok végzik országszerte (http5).

2.3 Termőhelyek

A termesztett növények igényei, a talajok vízgazdálkodása és a műtrágyák várható hatásának alapján hat különböző szántóföldi termőhelyi csoportot alakítottak ki, melyek sok talajtípust, esetenként altípusokat tartalmaznak. A hat termőhelyi csoportot nézve I-től VI-ig egyre romlanak a talajok vízgazdálkodási és tápanyag-szolgáltatási képességei. Ezen hat csoport a következő:

- I. Csernozjom talajok
- II. Barna erdőtalajok
- III. Kötött réti talajok
- IV. Laza, homoktalajok
- V. Szikes talajok
- VI. Sekély termőrétegű talajok (Füleký 2013).

A hat kategória közül én most a csernozjom talajokkal és a kötött réti talajokkal fogok foglalkozni a két vizsgált helyszínnek megfelelően.

2.3.1 I. termőhely: Csernozjom (mezősegi) típusú talajok

Sík fekvésű vagy enyhén lejtős, nem vagy kissé erodált talajokat sorolunk a csernozjomtalajok közé. Humuszban gazdag, mély termőrétegű, kiváló víz-, hő- és levegőgazdálkodás jellemzi őket, jó a tápanyag-szolgáltató képességük és relatíve könnyű őket

megművelni (3. ábra). Nincsenek kedvezőtlen kémiai tulajdonságok, amik a szántóföldi növénytermesztést befolyásolnák, ezen talajokon a legtöbb növény sikeresen és biztonságosan termeszthető (Baranyai et al. 1987).

2.3.2 III. termőhely: Réti típusú talajok

A kötött réti talajokon általában a jó tápanyagkészlet gyenge tápanyag-feltárással párosul. Nagy a víztartó képességük, azonban a vízvezetésük kedvezőtlen, emiatt lassú a talaj felmelegedése. A növénytermesztést -az általában- tavaszi magas vízállás és a talaj nagyobb esők utáni túltelítettsége kedvezőtlenül befolyásolja. A művelhetőséget megnehezíti a kötöttség és a -számunkra- kedvezőtlen vízgazdálkodás. A talajok vízgazdálkodása miatt a kora tavaszi vetésű növényfajok, valamint azon növényfajok vetése kockázatos, melyek nem tűrik a tartós vízborítást. Ezen talajok felső rétege általában nem tartalmaz kalcium-karbonátot (CaCO_3), ezért a legtöbb talaj kémhatása savanyú, kémiai javításuk indokolt lenne (3. ábra) (Baranyai et al. 1987).

Termőhely		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
pH		6,83	5,83	6,18	6,32	6,31	6,33
Kötöttség		43,3	39,4	49,9	29,6	51,9	41,7
Só	%	0,037	0,022	0,042	0,014	0,065	0,030
CaCO₃	%	3,91	1,35	2,92	2,69	2,30	2,71
Humusz	%	2,65	1,70	2,82	1,11	3,32	1,88
P₂O₅	ppm	177,00	131,00	145,00	147,00	159,00	137,00
K₂O	ppm	282,00	208,00	244,00	162,00	324,00	217,00
Mg	ppm	232,00	189,00	277,00	92,00	311,00	216,00
Na	ppm	88,70	41,70	86,20	44,00	152,10	43,00
Zn	ppm	2,17	2,34	2,86	2,28	3,20	2,14
Cu	ppm	5,10	4,55	5,83	3,21	5,84	3,38
Mn	ppm	152,00	186,00	124,00	69,00	132,00	168,00
SO₄²⁻	ppm	17,80	17,50	18,90	14,60	21,00	16,70

3. ábra A talajvizsgálatok átlagértékei a termőhelyi kategóriák szerint, 1987-ben
(Baranyai et al. 1987)

2.4 Tápelemek

A növények számára a legfontosabb tápanyagok a szén, a hidrogén, az oxigén, a nitrogén, a kén, a foszfor, a kálium, a kalcium, a magnézium, illetve a vas. A levegőből az oxigént és a szenet, a vízből a hidrogént, a többit pedig vízben oldva a talajból veszik fel. A nitrogén, a foszfor, a kálium, a kalcium és a magnézium, vagyis a makroelemek természetes feltáródása nem elegendő a termesztett növényeknek, ezért azokat trágyázás formájában pótolnunk kell számukra. A növények zavartalan fejlődéséhez továbbá mikroelemekre is szükség van, ezek a bór, a mangán, a réz, a cink, a molibdén és a kobalt (Magda & Marsalek 2000).

Ha valamelyik tápanyag nem, vagy nem elegendő mennyiségben áll rendelkezésre a növény számára, akkor a többi tápelem hasznosítása is zavart szenved, vagyis a „hozam nagyságát a minimumban lévő táplálóanyag nagysága határozza meg”. Ezt Justus von Liebig német agrokémikus fedezte fel és nevezte el tápanyag minimumtörvénynek (Magda & Marsalek 2000).

A növények tápanyag-ellátását a talajban élő mikrobák is nagymértékben befolyásolják, hiszen a mikroorganizmusok bontják le és alakítják felvehetővé a növények számára a talaj szerves és szervetlen tápanyagait (Magda & Marsalek 2000).

A talaj felvehető tápelem-tartalma az a növényi tápelemek formája, amiket a gyökerek közvetlenül fel tudnak venni. Ez nem csak a talajoldat tápelemtartalma, hanem a szilárd fázisban található tápelem-mennyiséget is jelenti. Azonban nem tekinthető közvetlenül felvehetőnek a szerves anyagok lebomlása során felszabaduló tápelemek mennyisége (Füleky 2013).

A nitrogén (N) egy olyan különleges makroelem, ami nem ásványi eredetű, mégis a növények legtöbbször ásványi formában (pl. ammónium-ion és nitrát-ion formájában) veszik fel. Kis mennyiségben kismolekulájú szerves molekulák által (pl. karbamiddal vagy aminosavakkal) is bejuthatnak a növénybe. Az egyik, ha nem a legfontosabb tápelem, hiszen a nitrogénnek a legnagyobb a hajtás- és termésnövelő hatása, hiánya pedig a leginkább növekedésgátló hatású. Azonban a túlzott nitrogénbőség is okozhat terméseszkökenést és minőségromlást. A nitrogén hiánya lassítja a növekedést, de gyorsítja a reprodukív szervek fejlődését, az egyszikűeknél csökkenti a fehérjetartalmat, ezzel együtt viszont növeli a keményítő-, a szénhidrát- és a cukortartalmat. A kétszikű növényeknél a lignintartalmat is növeli. Hiányának tünete sárgulással jár, hiszen a klorofill lebomlik, ezt követően

megbarnulnak és elhalnak a levelek. A nitrogénfelesleg által a növények sötétzölddé válnak, a nedvdús fiatal hajtások fogékonyabbak a betegségekkel, a kártevőkkel és a szárazsággal szemben. Megdőlhethetnek a növények, lehullhatnak a virágok és rossz lehet a terméskötődés (Füleky & Sárdi 2014).

A foszfor (P) a legsokoldalúbb makro tápelem, hiszen szinte az összes élettani és biokémiai anyagcsere-folyamatban szerepet játszik. Részt vesz a fotoszintézisben, a légzésben, az energia-folyamatokban és a sejtalkotásban. A növények a talajoldatból tudják felvenni a foszfort, ha savanyú a közeg, akkor dihidrogén-foszfát (H_2PO_4^-), ha pedig lúgos a közeg, akkor hidrogén-foszfát (HPO_4^{2-}) formájában. Hiányában a növény növekedése lassul, satnyává válik, valamint a levelek sötét zöldek, lilás, antociános elszíneződést mutatnak. Hiánya késlelteti a virágzást, az érést, csökken a termés mennyisége, de a túlzott foszforellátás tápelem-aránytalanságot okoz, vagyis más elemek (pl. cink, réz vagy vas) relatív hiánya alakul ki. A foszforfelesleg tünete éppen ezért általában a cink-, a vas-, a mangán- vagy éppen a kalciumhiány tüneteit mutatja (Füleky & Sárdi 2014).

A kálium (K) a növények ásványi táplálkozásában elengedhetetlen makro tápelem. Nagyon mozgékony elem, amit a vegetatív fejlődés során vesznek fel a növények, elsősorban aktív felvételi mechanizmussal a gyökerekben. A növényekben a káliumtartalom -főleg a fiatal levelekben- kifejezetten magas. A kálium egyik legfontosabb tulajdonsága, hogy javítja a növények vízfelhasználását, illetve elegendő káliumellátottság esetén a növények kevésbé fogékonyak a vírusokkal, a baktériumokkal és a gombákkal szemben. Ha viszont nem elegendő a kálium-ellátottság, akkor könnyen oldódó cukrok és aminosavak képződnek. A káliumhiány tünetei a perzseléshez hasonlóak: az idősebb levelek szélein égésre hasonlító tünetek jelennek meg, a fiatal levelek pirosan elszíneződnek vagy levélközi klorózis figyelhető meg. A termések mennyisége csökken és a minőség is romlik. Túlzott káliumellátás esetén a növényeken a magnézium és a kalcium hiánytüneteit figyelhetjük meg (Füleky & Sárdi 2014).

A kalcium (Ca) olyan mezelem, amely részt vesz a sejtmembrán stabilizálásában, ezzel befolyásolhatja a légzési folyamatokat és szerepet játszik az enzimek tevékenységében. A kalciumot a növényekben a hajtásos részekben találhatjuk meg leginkább, hiszen mint nem mobilis elem, nehezebben jut el például a termésekbe. A növények a kalciumot a talajból több mindentől függően tudják felvenni. Számít a talaj kalcium- és egyéb kation-ellátottsága, illetve a közeg kémhatása is. Ha a talaj magnézium-ellátottsága magas, akkor nő a kalciumfelvétel is, de ha a káliumból van többlet, akkor az relatív kalciumhiányhoz vezet. Hiányában a gyökerek

tenyésztőcsúcsa és a levelek csúcsai először barnulnak, majd elhalnak, a levélszélek felszakadoznak, a kalcium feleslegénél a növényeken magnézium- vagy súlyos esetben káliumhiány tüneteit láthatjuk (Fülek & Sárdi 2014).

A magnézium (Mg) a klorofill, vagyis a zöld szintest központi eleme, ezáltal létfontosságú mezoelem. Részt vesz továbbá a fehérjék bioszintézisében, valamint az energiaháztartásban, enzimmakró és -aktiváló. Már kis kálium-ion-koncentrációnál is megfigyelhető a magnéziumfelvétel akadályozottsága. Hiányában a leveleken gyöngysoros jellegű kifehéredett foltok jelennek meg, az idősebb leveleken érkező klorózist figyelhetünk meg. Ritkán a magnézium túlzottan megtalálható a növényben, ekkor a kalcium- és/vagy káliumhiány tünetei láthatóak (Fülek & Sárdi 2014).

A kén (S) olyan makro tápelem, ami a talajban szerves és szervetlen formában egyaránt előfordul. Fontos a zsírsavak szintézisében, ezért az olajos növényeknek magasabb a kénigényük. A növények leginkább szulfát-ion (SO_4^{2-}) formájában veszik fel, és más tápanyagok nem befolyásolják a felvételét. Általában a levelekben a legmagasabb a kéntartalom, hiányában a növekedés, fejlődés lelassul, a levélerek sárgulnak, kereszteseknél az alsóbb levelek sárgulnak, súlyosabb esetben vöröszödnek. Kénfelesleg ritkán fordul elő, olyankor a levelek a szélüktől kezdve sárgulnak, perzseléses tünetek figyelhetők meg (Fülek & Sárdi 2014).

A vas (Fe) olyan mikroelem, mely a növények szerkezeti alkotóeleme és amely részt vesz enzimikus folyamatokban. Fe^{2+} és Fe^{3+} formájában, szerves komplexekben vagy kelátkötésben tudják a gyökereikön keresztül felvenni a növények. A vas nem igazán mozog a növényi részek között, a vashiányos fiatalabb leveleken klorotikus tünetek jelennek meg az erek között, az erek zöldek maradnak, súlyos esetben teljesen kifehérednek a levelek. Túlzott vastartalom ritkán fordul elő, olyankor kékeszöld/bronzos színűek a levelek, a gyökerek barnulnak (Fülek & Sárdi 2014).

A bór (B) az egyetlen nem-fémes mikroelem, amit a növények főleg bórsav formájában vesznek fel. A bór elengedhetetlen a merisztéma szövetek új sejtjeinek a fejlődéséhez és növekedéséhez, a megtermékenyüléshez, a szénhidrát-anyagcseréhez, valamint a keményítő és a cukrok transzlokációjához. A bór hiányának tünetei először a fiatal növényi részekben jelennek meg, a levelek lankadnak és kifakulnak. A gyökerek tenyészcsúcsa pusztul, a gyümölcsöknél, zöldegeknél a termés kicsi, torz és rosszabb minőségű lesz vagy a virágok, gyümölcsök

lehullanak. Rövidülnek az ízkezők, a növény tömzsivé válik. Ha túl sok bór van, akkor az idősebb leveleken a levélcúcsok és szélek barnulnak, majd elhalnak. Súlyos esetekben a növény egésze satnyul és el is pusztulhat (Fülek & Sárdi 2014).

A mangán (Mn) azon mikroelem, melyet a növények a gyökereken és leveleken keresztül Mn^{2+} kationként vagy kelátok formájában tudnak felvenni. Részt vesz például a fotoszintézisben, az oxidációs-redukációs folyamatokban és a citromsav ciklusban. A mangán a növényekben kevésbé mozog, ezért az első hiánytünetek a fiatalabb leveleken alakulnak ki: az erek közötti rész fakó, sötétzöld klorózis jelenik meg, de a növény többi része zöld marad. Túlzott mangánszintnél az idősebb leveleken a klorotikus részeken barna foltok jelennek meg, elhalnak a szövetrészek, a fák kérgei felrepednek és kidomborodnak (Fülek & Sárdi 2014).

A cink (Zn) mikroelemet Zn^{2+} -ion vagy komplex vegyületek formájában tudják felvenni a növények. A cink fontos az enzim-komplexek kialakításában, valamint sok enzim aktivátora, ezért részt vesz például a nitrogén-anyagcserében. Közvetetten hozzájárul a hajtások növekedéséhez is. A foszforral antagonista, vagyis a túlzott foszfor-ellátottság cinkhiányt tud okozni, ez kifejezetten igaz meszes talajokon. A cink hiányát főleg az idősebb leveleken jelentkező érkező sárgás klorózisról, majd a teljes levél kifehéredéséről, valamint a szövetek elhalásáról ismerhetjük fel. Gyakran a hajtások internódiumai megrövidülnek, a növények rozettásodnak, satnyán növekednek, torzulhatnak, vagy a levelek idő előtt lehullhatnak. Ha túl sok cink áll a növény rendelkezésére, akkor a mangán- és a vashiány tüneteihez hasonlókat tapasztalhatunk. A növényeken klorózis látható, visszamaradnak a növekedésben, majd elpusztulnak (Fülek & Sárdi 2014). A foszfortartalmú műtrágyák megjelenésével és elterjedésével együtt a cinkhiány is egyre gyakoribbá vált az 1900-as évek második felét követően (Kádár & Csathó 2017).

A molibdén (Mo) nem fémes tulajdonságú, átmeneti mikroelem, amit a növények MoO_4^{2-} , vagyis molibdenát-ion formájában vesznek fel. Nélkülözhetetlen alkotóelem az enzimekben, ezért legtöbbször a nitrogén-anyagcsere zavarával, vagy a nitrogén hiányával együtt láthatjuk a tüneteit. Ekkor a növények növekedése lassul, a középső és idősebb levelek fakó színűek, a levélszélek összesodródhatnak, a levélerek közt klorózis figyelhető meg és a virágzás zavart szenved. Hiánya elsősorban savanyú kémhatású talajokon jelentkezik, ahol a növények túlzott mennyiségben vehetik fel a Mn^{2+} - és Al^{3+} -ionokat, így gyakran együtt jár a mangán- és alumínium-toxicitással, amit egy egyszerű meszezéssel orvosolni lehet. A hiánytünetek a nitrogénhiány tüneteihez hasonlóak, a levelek klorotikusak lesznek és a levélszélek

besodródhatnak. Lassul, vontatottá válik a növekedés és a virágképződés, a keresztesek kifejezetten érzékenyek a hiányára, az „ostor nyelesség” gyakori hiánytünet lehet. Molibdén feleslege esetén a leveleken vörössárga vagy aransárga klorózis figyelhető meg barnás foltokkal tarkítva (Füleky & Sárdi 2014).

A réz (Cu) olyan mikroelem, mely csupán nagyon kis mennyiségben szükséges a növények számára, azonban fontos biokémiai funkciókat lát el, például a fehérjeszintézisekben vagy a szénhidrát-anyagcserében. A réz nem nagyon mozog se a talajban, se a növényben, általában Cu^{2+} -ion formájában vagy szerves komplexekben veszik fel a növények. Felvételét más mikroelemek, például a cink jelenléte a talajban nagyban befolyásolhatja. Ha a réz felhalmozódik a növényben, az toxikus lehet azok számára. Réz hiányában a növény lassabban növekszik, szürkessé, klorotikussá válnak a levelek vagy kifehérednek és besodródhatnak. Az első tünetek mindig az új hajtásokon jelennek meg, később az egész növény lankad, petyhüdtté válik. Gabonaféléken tipikus réz hiánytünet a fehérkalászúság, vagyis a léha szemekkel teli kalász. Ha túl sok rézet vesz fel a növény, akkor a gyökerek elsötétednek, a gyökércsúcsok elhalnak. A réztöbblet általában vas hiánytüneteket produkál (Füleky & Sárdi 2014).

2.5 Műtrágyázás

A „műtrágyázás” kétezer éves múltra tekint vissza, akkoriban még meszet, fahamut és csontlisztet használtak e célból. A ma ismeretes műtrágyázást a XIX. század közepén kezdték el alkalmazni, amikor Liebig német vegyész kénsavval feltárta a csontlisztet, így alkotva meg a szuperfoszfátot. Magyarországon az első műtrágyagyárat 1890-ben nyitották meg, ahol szintén szuperfoszfátot gyártottak. Ebből adódóan a műtrágyázás hazánkban akkoriban nemcsak ritka, de elég egyoldalú is volt (Radics 1994).

A műtrágyákat a növények a talajon keresztül veszik fel, ahol azok többé-kevésbé átalakulnak. Az átalakulás mértéke és iránya függ a talajtól, annak nedvességétől, a műtrágya összetételétől, az érintkezési felület méretétől, a mikroorganizmusoktól és a gyökérszettől is (Radics 1994).

A tápanyag-utánpótlás, vagyis „műtrágyázás” a gyakorlatban sokszor hibásan történik. A leggyakoribb hibák, mikor a növény számára túl kevés hatóanyagot juttatnak ki, így az a növény számára hatástalan, sokszor viszont pont az ellenkezője történik, túl sok hatóanyag kerül kijuttatásra, mely már depressziót okoz a termesztett növényre nézve. Gyakori hiba, hogy nem a növény igényeinek megfelelő az N:P:K aránya. Legtöbbször egyáltalán nem veszik

figyelembe a talajadottságokat, de nem elég körültekintőek az előveteményt illetően sem. Az is hibának számít, ha nem az adott fenológiában, nem megfelelő talajmélységbe vagy nem elég egyenletesen szórják ki a műtrágyát (Radics 1994).

2.6 Őszi búza (*Triticum aestivum* L.) talajigénye, tápanyag-utánpótlása

A gabonafélék a pászitfűfélék családjába tartozó, lisztes magvú, egynyári vagy áttelelő egyéves növények. A búza a világ egyik legfontosabb és legnagyobb területen termesztett gabonaféléje, valamint az első számú jelentőségű növény a népelelmezésben. Széles körben elterjedt faj jó alkalmazkodóképességének köszönhetően (Radics 1994). Sokrétűen használható: szemtermését felhasználja például az élelmiszeripar, a szeszipar, a textilipar és a gyógyszeripar. Takarmányként nemcsak a szemtermése, hanem akár a szalmája is felhasználható, a szalmát alomanyagként kívül hasznosítják a papírgyártásban, az energetikában, de még a vegyiparban is (Pepó 2019).

2021-ben 855 ezer hektáron termesztettek őszi búzát Magyarországon (http6).

2.6.1 Talajigény

Az őszi búza fejlődéséhez sok vízre és könnyen felvehető tápanyagokra van szükség, emiatt a mély termőrétegű, tápanyagokkal jól ellátott, jó szerkezetű és jó vízgazdálkodású talajok a legalkalmasabbak a termesztésére. Ilyenek például a mezősegi talajok, azonban a búza szinte az összes talajon megterem. A tápanyagokban és humuszban gazdag homoktalajokon, a vályog fizikai féleségű öntés-és réti agyagtalajokon és a középkötött barna erdőtalajokon is sikerrel termesztethető, illetve a termő szikeseken is kevés, de jó minőségű búzát lehet előállítani (4. ábra). Talajjavítást követően akár a savanyú erdő-és láptalajokon, szikeseken is termesztünk búzát, azonban a sekély termőrétegű, laza, sülevényes homoktalajok, illetve a vizes, hideg talajok nem alkalmasak a termesztésére (Radics 1994).

Termőhely	Őszi búza
	szem t/ha
I.	4,0-8,6
II.	3,5-8,0
III.	3,5-7,5
IV.	2,5-5,0
V.	3,0-6,0
VI.	3,0-5,6

4. ábra Az őszi búza várható termésmennyisége a hat szántóföldi termőhelyen (Antal 2000)

2.6.2 Tápanyag-utánpótlás

Az őszi búza tápanyagigényes növénynek számít, a magas és biztos hozam eléréséhez könnyen felvehető, elegendő mennyiségű tápanyagra van szüksége. A búza fajlagos tápanyagigénye 100 kg szem és a hozzá tartozó szalmához viszonyítva 2,7 kg N, 1,1 kg P₂O₅ és 1,8 kg K₂O hatóanyag, ezek aránya 1:0,4:0,7 (5. ábra) (Radics 1994).

Növény	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t	kg/t
Őszi búza	27	11	18	6	2

5. ábra Az őszi búza egy tonna szemterméséhez szükséges tápanyagok mennyisége
(Antal 2000)

A nitrogén, mint szinte az összes növénynek, így a búzának is az egyik legfontosabb tápeleme. Növeli a termés mennyiségét és javítja a sütőipari minőségét. Emiatt fontos az optimális nitrogénellátás, de vigyázni kell a túlzott, egyoldalú nitrogéntrágyázással, mivel a búza megdőlhet, fogékonyabb lehet a (gomba)betegségekre és elnyúlhat a tenyészidő is. A nitrogén elősegíti a foszfor és a kálium értékesülését is. Alaptrágyázáskor a talaj minőségétől (kötöttség, termőréteg vastagsága) és az előveteménytől függően általában a tenyészidő során kijuttatni kívánt nitrogénadag felét (40-60%-át) teszik ki. Olyan elővetemények után, melyek a búza számára nem a legjobbnak számítanak, már a tarlóra érdemes nitrogént kijuttatni. „Rossz” elővetemény például a kalászosok és a sok gyökér- és tarlómaradványt maga után visszahagyó kultúrák. Fejtrágyázásnál az a fontos, hogy mindig álljon rendelkezésre felvehető állapotban lévő nitrogén. Az első adag fejtrágyát tél végén vagy kora tavasszal szokás kijuttatni, ugyanis szárbainduláskor a legnagyobb a nitrogén termésmenvelő hatása. A későbbi időpontban végzett fejtrágyázás nagyon jó hatású, kisebb a termésmenvelő hatás, de nem okoz még megdőlést és a szem fehérjetartalmát, ezáltal a minőséget is javítja. Azonban hazánkban a klíma miatt már nem minden esetben tud hasznosulni a második, harmadik adag nitrogén (Radics 1994).

Ha a kelleténél nagyobb a gabonafélék nitrogénellátása, akkor növekszik a bokrosodás, de a kalászosok és bennük a szemek képződése kedvezőtlenül alakul, csökken a szárszilárdság, nő a megdőlés veszélye (Füleky & Sárdi 2014).

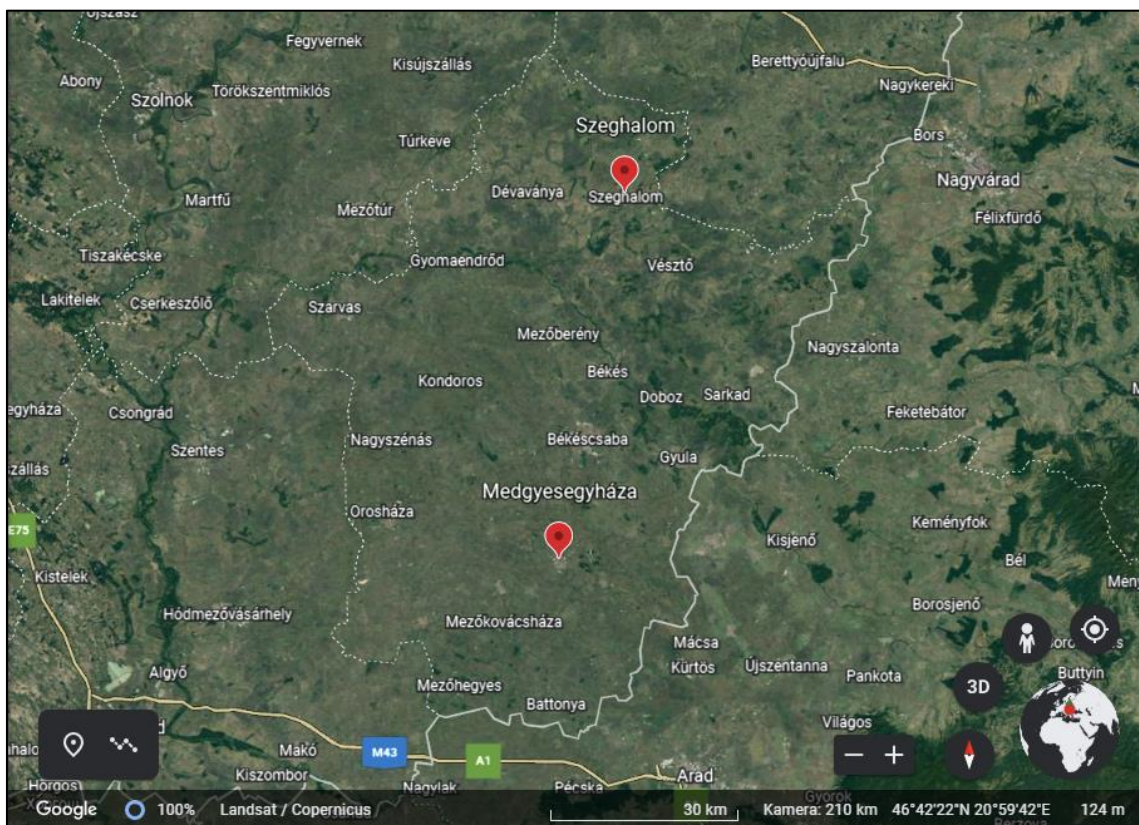
A foszfor szintén meghatározó elem a búza termesztésénél. A foszfor segít a búza gyökérfejlődésben, ezáltal a télállóságában. Ezen kívül elengedhetetlen a fehérjék kialakulásában, a szemképződéskor kifejezetten fontos az elegendő foszforellátottság. A

nitrogénnel ellentétben a foszfor megrövidíti a tenyészidő hosszát, de a szalma szilárdságát javítja. Vagyis a helyes foszforellátottsággal biztosíthatjuk a több termést, a rövidebb tenyészidőt és kisebb eséllyel fog megdőlni az állomány. Ez azonban csak a helyes és elégséges nitrogén- és káliumellátottsággal együtt valósulhat meg (Radics 1994). A gabonaféléknél a foszfor segíti a bokrosodást, növeli a kalászt hozó szárok számát és javítja a szentőmeget (Füleky & Sárdi 2014).

A kálium egy része a növények számára nem felvehető állapotban van a talajban, akkor is, ha egyébként a talaj jó ellátottságú a kálium tekintetében. Emiatt rendkívül fontos a helyes, harmonikus káliumellátás a búza számára (Radics 1994).

3. A vizsgálatok módszerei

Szakdolgozatom készítésekor őszi búza kultúrában kijuttatott műtrágyák hatásait vizsgáltam a 2021/2022-es szezonban, két helyszínen. A két vizsgált helyszín minden tekintetben jelentősen különbözik: az egyik Szeghalom, ami Békés megye északi részén található, kötött, réti talajokkal, a másik pedig a dél-békési Medgyesegyháza, ahol jó minőségű, többségében csernozjom talajok találhatók meg (6. ábra).



6. ábra Szeghalom és Medgyesegyháza elhelyezkedése Békés megyében

(Fotó: Google Earth, 2022. október 11.)

3.1 Szeghalom

Az első vizsgálati helyszínen, Szeghalmon, 2021-ben napraforgó volt az 1-es és a 2-es számú táblában is a főnövény. A vizsgált két tábláról 2019-ben vettek talajmintát, amelyeken szűkített laborvizsgálatot végeztek el a debreceni HL-Lab Környezetvédelmi és Talajvizsgáló Laboratóriumban. Azonban meszezőanyag vásárlásával ingyenes talajminta-vételezést kapott a termelő ajándékba, ezért 2021. tél végén az AgroForce International Kft. munkatársa is szedett talajmintát az 1-es táblából, majd azt a mórashalmi Soilchem Agrár- és Környezetanalitikai Laboratóriumba küldték a talajvizsgálat elvégzése érdekében (7. ábra). Ott bővített vizsgálatot

végeztek el, és az akkor megszületett eredmények alapján 2021. áprilisán mindkét táblát 250 kg/ha KALKKORN-nal megszórta, ami egy kalcium-karbonát tartalmú granulált meszezőanyag. A betakarítást követően mindkét táblán szárzúzás és tárcsázás következett, majd ezek után az 1-es táblára 300 kg/ha OPTIMIX NPK 16-18-6 műtrágya került kijuttatásra, míg a 2-es tábla ugyanekkor 150 kg/ha Ammónium-nitrátot és 150 kg/ha 20-20-as NP műtrágyát kapott (8. és 9. ábra).

Tábla	K _A	pH (KCl)	Összes só	Humusz	CaCO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	NO ₃ - -N+ NO ₂ - -N	SO ₄ ²⁻ -S	Na	Mg	Cu	Zn	Mn
m/m%						mg/kg								
1 (2019)	52	6,31	0,09	2,3	0,1	245	431	14						
1 (2021)	54	6,9	0,03	1,8	0,2	177	471	10	5	59	771	7	1	241
2 (2019)	49	7,19	0,05	1,77	0,8	610	512	4						

7. ábra A szeghalmi 1-es és 2-es tábla talajvizsgálati eredményei
(HL-Lab, 2019 és SC Lab, 2021)

A kijuttatott OPTIMIX összetételének kiszámítása a meglévő, friss talajvizsgálati eredmény és az őszi búza igényei alapján a Regősné-féle DENA Tápanyag tervező szoftverben történt. Az őszi búzának általánosságban (talajtól nagyjából függetlenül, de az előveteménytől függően) őszi 40-60 kg/ha nitrogén hatóanyagot, illetve a talaj tápanyag-tartalmától, kémhatásától és szénsavas mésztartalmától függően 0-100 kg/ha foszfor és kálium hatóanyagot juttatunk ki. Az egy tonna őszi búza szemterméséhez és szalmájához szükséges nitrogén, foszfor, kálium, kalcium és magnézium hatóanyagok mennyiségét az 5. ábra tartalmazza, erre épül a DENA Tápanyag tervező program is. A program szerint ezért a következő összetétel ebben a mennyiségben a legoptimálisabb az adott táblán, az adott kultúrára nézve őszi, alaptrágyaként kijuttatva. Ez az összetétel az OPTIMIX NPK 16-18-6, ami 16 kg N, 18 kg P₂O₅, 6 kg K₂O, 8,9 kg CaO, 1,4 kg MgO és 8,9 kg SO₃ hatóanyagot tartalmazott 100 kg termékben. Vagyis ez azt jelenti, hogy az őszi búza alaptrágyájaként összesen 48 kg N, 54 kg P₂O₅, 18 kg K₂O, 26,7 kg CaO, 4,2 kg MgO és 26,7 kg SO₃ hatóanyag került kijuttatásra.

A kontroll, 2-es táblán ezzel szemben, ahogy feljebb már említettem, az őszi búza összesen 81 kg nitrogént és 30 kg foszfor hatóanyagot kapott. Ezzel szakmailag az a probléma, hogy

nagyon egyoldalú a tápanyag-utánpótlás, a kevés foszfor mellett csaknem kétszer annyi nitrogént kapott az őszi búza, mint azt szokás kijuttatni, viszont ezen két tápelemen kívül más nem került pótlásra, annak ellenére, hogy a talajvizsgálati eredmények alapján érdemes lett volna például a kalciumot és a kén is pótolni (7. ábra).

Időpont	Művelet	Anyag/termék	Mennyiség	Mértékegység
2021.09.20	Betakarítás	Napraforgó termény	2,2	t/ha
2021.10.02	Szárzúzás			
2021.10.08	Tárcsázás			
2021.10.19	Műtrágyázás	OPTIMIX NPK 16-18-6	300	kg/ha
2021.10.20	Tárcsázás			
2021.10.21	Kombinátorozás			
2021.10.22	Hengerezés			
2021.10.27	Vetés	MV Nádor vetőmag	280	kg/ha
2021.10.29	Hengerezés			
2022.03.28	Hengerezés			
2022.04.12	Lombtrágyázás	Rudd, Tuttonit és Trimax	8,5	l/ha
2022.04.26	Rovarölőszeres kezelés	Scatto	0,2	l/ha
2022.04.26	Gyomirtószeres kezelés	Bazoka	20	g/ha
2022.04.26	Gombaölőszeres kezelés	Galgone	0,5	l/ha
2022.05.09	Gombaölőszeres kezelés	Teson	1	l/ha
2022.05.09	Gombaölőszeres kezelés	Protendo	0,5	l/ha
2022.05.09	Lombtrágyázás	Nutricorn	4	kg/ha
2022.05.16	Gombaölőszeres kezelés	Zaftra	0,9	l/ha
2022.06.28	Betakarítás	Őszi búza termény	3,8	t/ha

8. ábra A szeghalmi 1-es tábla műveleti naplója (Nekita József, 2022)

Időpont	Művelet	Anyag/termék	Mennyiség	Mértékegység
2021.09.17	Betakarítás	Napraforgó termés	2,58	t/ha
2021.09.26	Szárzúzás			
2021.10.11	Műtrágyázás	Ammónium-nitrát (34% N)	150	kg/ha
2021.10.11	Műtrágyázás	NP 20-20	150	kg/ha
2021.10.12	Tarlóhántás			
2021.10.14	Tárcsázás			
2021.10.27	Vetés	MV Nádor vetőmag	280	kg/ha
2021.10.30	Hengerezés			
2021.11.26	Gombaölőszeres kezelés	Zaftra	1	l/ha
2022.03.21	Hengerezés			
2022.04.06	Lombtrágyázás	Rudd, Tuttonit és Trimax	8,5	l/ha
2022.05.06	Gyomirtószeres kezelés	Bazoka	20	g/ha
2022.05.06	Gombaölőszeres kezelés	Galgone	0,5	l/ha
2022.05.06	Lombtrágyázás	Nutricorn	4	kg/ha
2022.05.16	Gombaölőszeres kezelés	Zaftra	0,9	l/ha
2022.06.26	Betakarítás	Őszi búza termés	2,6	t/ha

9. ábra A szeghalmi 2-es („kontroll”) tábla műveleti naplója (Nekita József, 2022)

3.2 Medgyesegyháza

A második vizsgálati helyszínen, Medgyesegyházán, a vizsgált tábláról 2018. őszén vettek talajmintát, amit 2019. tavaszán vizsgáltak meg Bélmegyeren, az EUROFINS Ökolabor Kft. Laboratóriumában. Sajnos, (a törvényi kötelezettségnek megfelelően) csak szűkített laborvizsgálat történt, ennek eredményeit a 10. ábra mutatja.

Tábla	pH	KA	Összes só	CaCO ₃	Humusz	NO ₃ --N+ NO ₂ --N	P ₂ O ₅	K ₂ O
			m/m%			mg/kg		
Medgyesegyháza 0130/10 hrsz	7,16	44	0,065	2,24	4,16	9	220	475
Medgyesegyháza 0130/15 hrsz	7,16	44	0,065	2,24	4,16	9	220	475

10. ábra A medgyesegyházi vizsgált tábla szűkített talajvizsgálati eredményei
(Eurofins Ökolabor Kft., 2019)

A vizsgált táblában őszi búza volt a 2021/2022-es szezonban, az elővetemény napraforgó volt. A táblát két részre osztottuk: a táblában egy különbség volt, még hozzá a kijuttatott alaptrágya. A tábla nagyobbik része ősszel OPTIMIX-et kapott, a kisebbik fele más műtrágyát. Hasonlóképpen, mint Szeghalmon, az őszi búza vetését megelőzően, a meglévő talajvizsgálati eredmények és az őszi búza igényei alapján elkészítettem Regösné DENA Tápanyag tervező programjának segítségével a tápanyag tervet és az OPTIMIX-et. Mivel csak szűkített laborvizsgálat állt rendelkezésemre, kicsivel nehezebb volt a dolgom, de tudjuk, hogy a búza kénigényes kultúra, emiatt 30 kg kén hatóanyagot mindenképpen beleszámítottam a keverékbe. A tábla nagyobbik felére kijuttatott OPTIMIX NP 16-15 pontos összetétele tehát a következő volt: 16 kg N, 15 kg P₂O₅, 0 kg K₂O, 12,2 kg CaO, 1,5 kg MgO és 12,2 kg SO₃ hatóanyag 100 kg termékben. Az általam meghatározott dózis 250 kg/ha volt, ezt a Termelő felülírta, végül csak 150 kg/ha műtrágya került kijuttatásra (11. ábra). Ez azt jelenti, hogy az őszi búza összesen 24 kg N, 22,5 kg P₂O₅, 0 kg K₂O, 18,3 kg CaO, 2,25 kg MgO és 18,3 kg SO₃ hatóanyagot kapott ősszel alaptrágyaként.

A tábla kisebbik részén az őszi alaptrágya 150 kg/ha 10-20-5 NPK összetételű műtrágya volt, itt tehát összesen 15 kg N, 30 kg P₂O₅ és 7,5 kg K₂O hatóanyag lett kijuttatva hektáronként (12. ábra). Bár nem ismerjük a talaj kén- és magnéziumtartalmát, úgy gondolom, hogy minimális kénpótlás elengedhetetlen lett volna a magas minőségű és hozamú őszi búzához.

Dátum	Művelet	Anyag/termék	Mennyiség	Mértékegység
2021.08.31	Betakarítás	Napraforgó termény	3,52	t/ha
2021.09.22	Tárcsázás			
2021.09.30	Műtrágyázás	OPTIMIX NP 16-15	150	kg/ha
2021.10.16	Tárcsázás			
2021.10.17	Vetés	Maurizio vetőmag	200	kg/ha
2022.03.15	Műtrágyázás	MAS27	250	kg/ha
2022.05.01	Gombaölőszeres kezelés	RevyCare	1	l/ha
2022.05.01	Gyomirtószeres kezelés	Granstar Superstar New	0,25	cs/ha
2022.05.01	Biostimulátoros kezelés	Natur Plasma T	2	l/ha
2022.05.02	Műtrágyázás	Nitrosol	65	kg/ha
2022.05.25	Gombaölőszeres kezelés	Revystar	0,75	l/ha
2022.05.25	Gombaölőszeres kezelés	Innox	0,75	l/ha
2022.05.25	Rovarölőszeres kezelés	Klartan	0,2	l/ha
2022.05.25	Lombtrágyázás	Natur Active	2	l/ha
2022.06.30	Betakarítás	Őszi búza termény	4,325	t/ha

11. ábra A medgyesegyházi tábla műveleti naplója (Faraga Beáta, 2022)

Dátum	Művelet	Anyag/termék	Mennyiség	Mértékegység
2021.09.02	Betakarítás	Napraforgó termény	3,52	t/ha
2021.09.22	Tárcsázás			
2021.09.30	Műtrágyázás	10-20-5 NPK	150	kg/ha
2021.10.16	Tárcsázás			
2021.10.17	Vetés	Maurizio vetőmag	200	kg/ha
2022.03.15	Műtrágyázás	MAS27	250	kg/ha

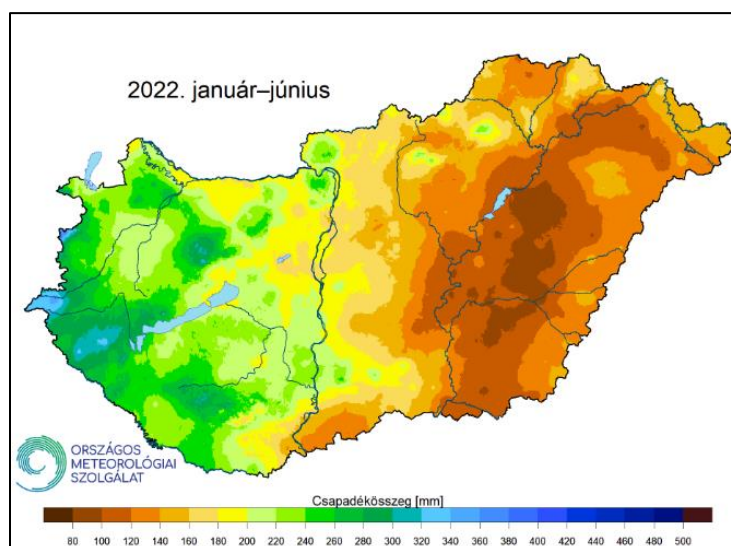
2022.05.01	Gombaölőszeres kezelés	RevyCare	1	l/ha
2022.05.01	Gyomirtószeres kezelés	Granstar Superstar New	0,25	cs/ha
2022.05.01	Biostimulátoros kezelés	Natur Plasma T	2	l/ha
2022.05.02	Műtrágyázás	Nitrosol	65	kg/ha
2022.05.25	Gombaölőszeres kezelés	Revystar	0,75	l/ha
2022.05.25	Gombaölőszeres kezelés	Innox	0,75	l/ha
2022.05.25	Rovarölőszeres kezelés	Klartan	0,2	l/ha
2022.05.25	Lombtrágyázás	Natur Active	2	l/ha
2022.06.30	Betakarítás	Őszi búza termés	3,35	t/ha

12. ábra A medgyesegyházi tábla „kontroll részének” műveleti naplója (Faraga Beáta, 2022)

3.3 Időjárási tényezők

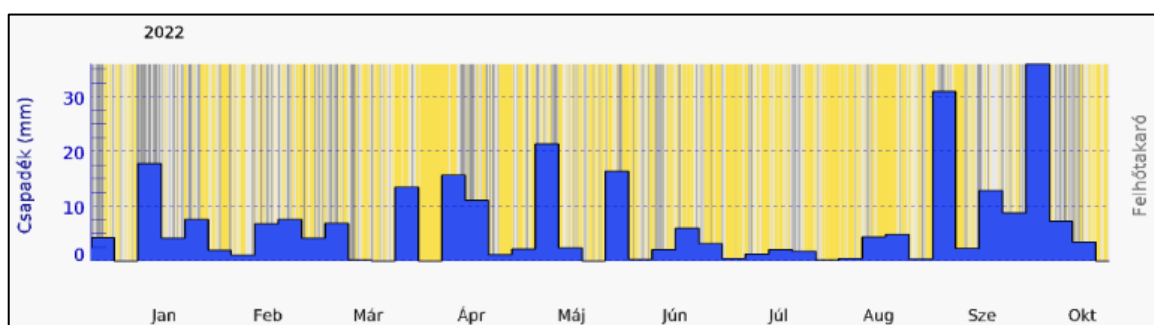
Az elmúlt két évben nagymértékben megdrágult inputárak mellett azonban 2022-ben még egy probléma nehezítette meg (nemcsak) a mezőgazdasági termelést: az aszály. Magyarországon a csapadékmennyiség sokéves átlaga 550 mm körüli, melynek több, mint fele, 60% a tenyészidő során hullik le. A csapadékos napok száma évi 120-160 nap (Magda & Marselek 2000).

Ezzel szemben, a 2021-es száraz évet a 2022-es szintén csapadékszegény év követte, az ország nagy részén aszály alakult ki. A leginkább aszály sújtotta részek az Alföld Tiszántúli és középső részein találhatók, ahol sok helyen a 120 mm-t sem haladta meg az első hat hónapban lehullott csapadék összege (http7) (13. ábra).

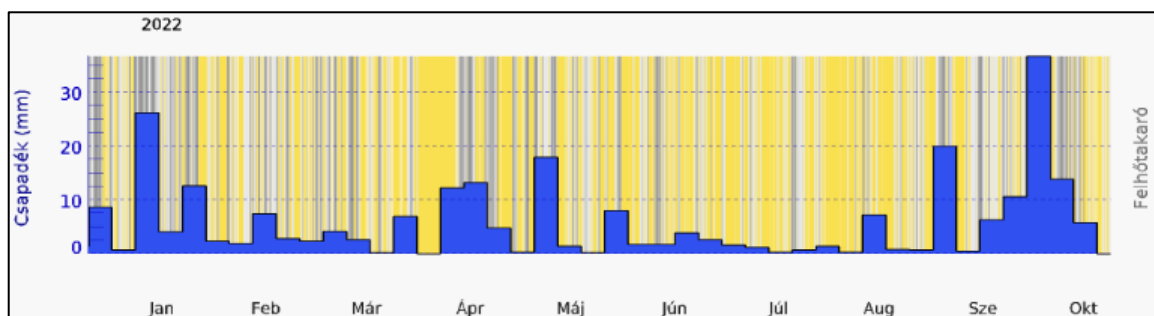


13. ábra Magyarország csapadékösszeg térképe 2022 első félévében (<http7>)

Mezőgazdasági aszálynak azt nevezzük, amikor „egy adott növény igényeihez képest, az adott időszak párologtató fejlettségi szintjéhez viszonyítva annyira elégtelen a talaj vízszolgáltató képessége, hogy az a növényekben már visszafordíthatatlan károsodást okoz, az elvárt terményhozam csökkenéséhez és minőségének jelentős romlásához vezetve” (<http8>).



14. ábra Szeghalmon lehullott csapadék mennyisége és eloszlása 2022 októberéig (<http9>)



15. ábra Medgyesegyházán lehullott csapadék mennyisége és eloszlása 2022 októberéig (<http10>)

4. Eredmények és értékelésük

4.1 Szeghalom

Először nézzük, mit mondanak a talajvizsgálatok a két szeghalmi tábláról. Ahogyan azt a 14. és 15. ábrán látni lehet, két talajvizsgálat készült a 48 hektáros 1-es tábláról. Az első szűkített talajvizsgálat szerint gyengén savanyú, agyag fizikai féleségű, gyengén szoloncsákos talajról van szó, ami mészhiányos, gyenge humusztartalmú, ellenben igen jó a foszforellátottsága és jó a káliumtartalma. A nitrogéntartalmat fenntartásokkal kezeljük, hiszen az az egyik leggyorsabban változó tápelem a talajban.

Ezeket az eredményeket részben megerősítve, részben megcáfolva, a 2021-es bővített talajvizsgálat szerint egy semleges kémhatású, agyag fizikai féleségű, alacsony sótartalmú talajról beszélhetünk, aminek megfelelő a nátriumtartalma, ellenben mészhiányos, a kén- és a cinktartalma gyenge, a humusztartalma pedig igen gyenge. A nitrogéntartalom közepes, a kálium- és a réztartalom jó, a foszfortartalom igen jó, illetve a magnézium- és a mangántartalom túlzott.

1-es tábla (48 ha)									
Vizsgálati paraméter	Érték	igen gyenge	gyenge	közepes	jó	igen jó	túlzott	Értékelés	
pH (KCl)	6,31							gyengén savanyú	
Kötöttség	52							agyag	
Össz. só %	0,09							gyengén szoloncsákos	
Na (mg/kg)									
CaCO ₃ %	0,1							mészhiányos	
Humusz (%)	2,33							gyenge	
P ₂ O ₅ (mg/kg)	245							igen jó	
K ₂ O (mg/kg)	431							jó	
Mg (mg/kg)									
Zn (mg/kg)									
Cu (mg/kg)									
Mn (mg/kg)									
SO ₄ (mg/kg)									
NO ₃ (mg/kg)	13,8							közepes	

14. ábra Az 1-es tábla talajvizsgálati eredményének kiértékelése
(HL-Lab, 2019)
(DENA Tápanyag tervező program)

1-es tábla (48 ha, SC Lab)									
Vizsgálati paraméter	Érték	igen gyenge	gyenge	közepes	jó	igen jó	túlzott	Értékelés	
pH (KCl)	6,86							semleges	
Kötöttség	54							agyag	
Össz. só %	0,03							alacsony sótartalmú	
Na (mg/kg)	59							megfelelő	
CaCO ₃ %	0,2							mészhiányos	
Humusz (%)	1,77							igen gyenge	
P ₂ O ₅ (mg/kg)	177							igen jó	
K ₂ O (mg/kg)	471							jó	
Mg (mg/kg)	771							túlzott	
Zn (mg/kg)	1,3							gyenge	
Cu (mg/kg)	7,2							jó	
Mn (mg/kg)	241							túlzott	
SO ₄ (mg/kg)	5							gyenge	
NO ₃ (mg/kg)	10,4							közepes	

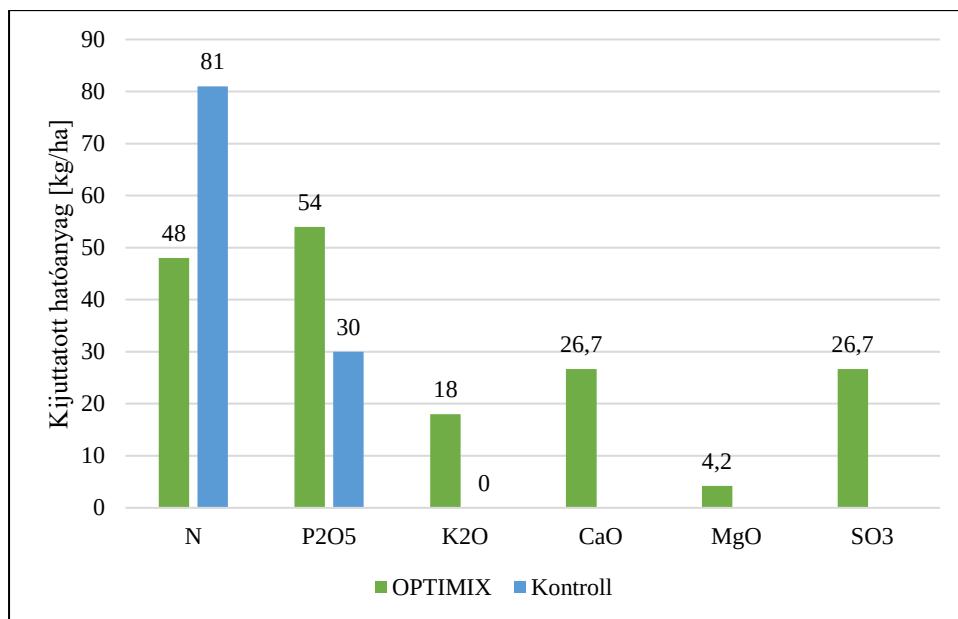
15. ábra Az 1-es tábla talajvizsgálati eredményének kiértékelése
(SC Lab, 2021)
(DENA Tápanyag tervező program)

A 16. ábra tartalmazza a 2-es, kontroll tábla szűkített talajvizsgálati eredményeinek kiértékelését. Ahogyan az ábrán is látszik, ennek a 26 ha-os táblának a talaja semleges kémhatású, agyagos vályog fizikai féleségű és alacsony sótartalmú. Mészhiányos, igen gyenge nátrium-, gyenge humusz-, igen jó kálium- és túlzott foszfortartalmú a talaj.

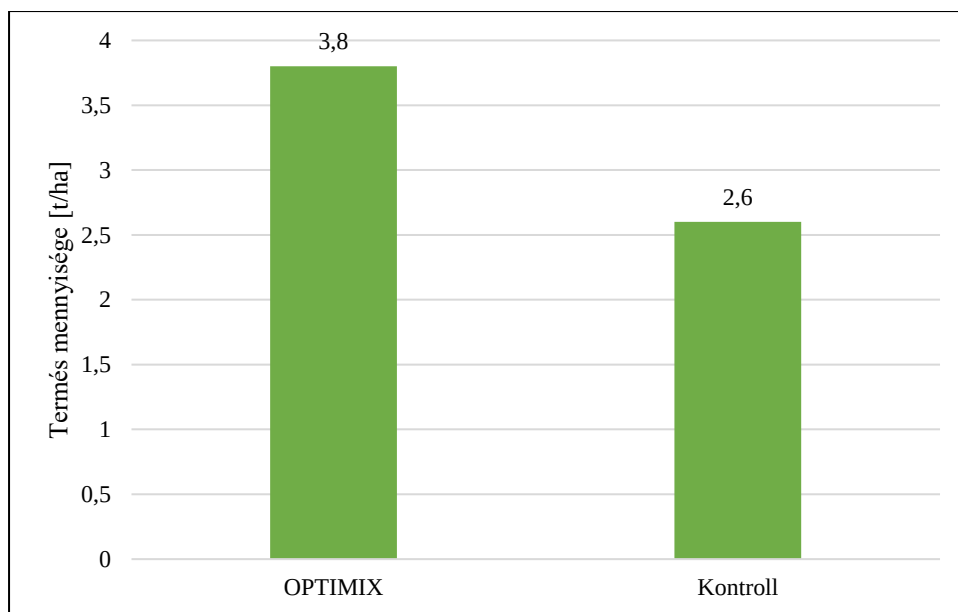
2-es tábla (25,96 ha)							
Vizsgálati paraméter	Érték	igen gyenge	gyenge	közepes	jó	igen jó	túlzott
pH (KCl)	7,19						semleges
Kötöttség	49						agyagos vályog
Össz. só %	0,05						alacsony sótartalmú
Na (mg/kg)							
CaCO ₃ %	0,8						mészhiányos
Humusz (%)	1,77						gyenge
P ₂ O ₅ (mg/kg)	610						túlzott
K ₂ O (mg/kg)	512						igen jó
Mg (mg/kg)							
Zn (mg/kg)							
Cu (mg/kg)							
Mn (mg/kg)							
SO ₄ (mg/kg)							
NO ₃ (mg/kg)	4,3						igen gyenge

16. ábra A 2-es tábla talajvizsgálati eredményének kiértékelése (HL-Lab, 2019)
(DENA Tápanyag tervező)

A 15. ábrán látható talajvizsgálati eredmények alapján határoztam meg, hogy milyen összetételű legyen az OPTIMIX. A három legfontosabb paraméter számomra az volt, hogy a humusz-, a kén- és a szénsavas mésztartalom alacsony ebben a táblában, azonban a kálium-, a foszfor- és a magnéziumtartalom jó, igen jó és túlzott. Azt is figyelembe véve, hogy a búza kénigényes kultúra, így lett a következő összetételű OPTIMIX lett kikeverve: OPTIMIX NPK 16-18-6. Ezzel az összetételű OPTIMIX-szel 48 kg N, 54 kg P₂O₅, 18 kg K₂O, 26,7 kg CaO, 4,2 kg MgO és 26,7 kg SO₃ hatóanyag került kijuttatásra ősszel, szemben a kontroll táblával, ahol összesen 81 kg N és 30 kg P₂O₅ hatóanyagot juttattak az őszi búza alá, mint alaptrágya (17. ábra). A betakarításkori eredmények azt mutatják, hogy a kiegyensúlyozott, komplex összetételű alaptrágyának köszönhetően hektáronként 1,2 tonnával többet termett az őszi búza a kontroll táblához képest (18. ábra).



17. ábra A szeghalmi 1-es táblára (OPTIMIX) és 2-es táblára (Kontroll) kijuttatott egyes tápanyagok mennyisége 2021. őszén



18. ábra A szeghalmi 1-es (OPTIMIX) és 2-es (Kontroll) táblák terméseredményei 2022-ben

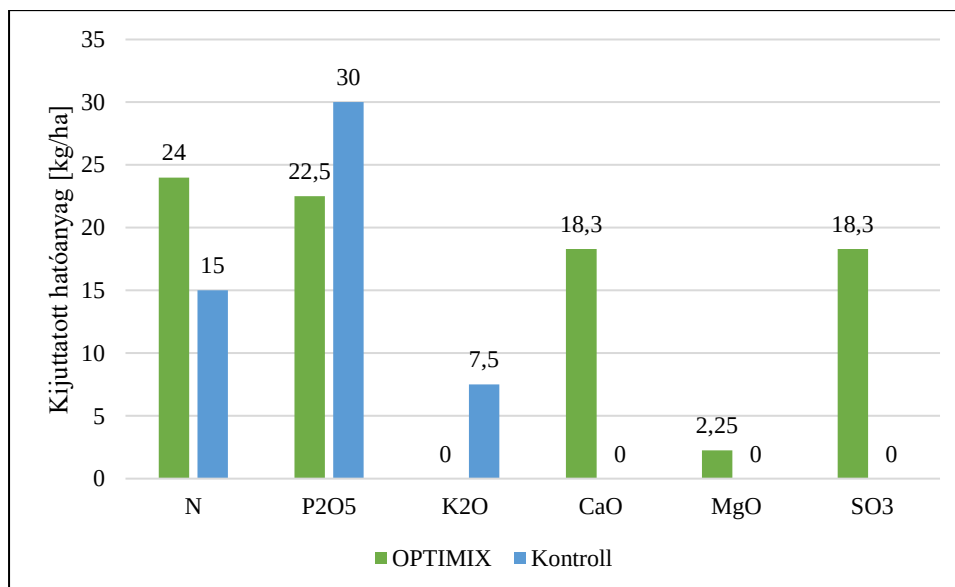
4.2 Medgyesegyháza

A medgyesegyházi 0130-as tábla szűkített talajvizsgálati eredményeit a 19. ábra mutatja be. Ennek a táblának a talaja semleges kémhatású, agyagos vályog fizikai féleségű, gyengén szoloncsákos. A szénsavas mésztartalom megfelelő, a foszfor- jó, a humusz- és a káliumtartalom igen jó. A nitrogéntartalom ezzel szemben gyenge. Sajnos a szűkített talajvizsgálat miatt nem tudjuk, hogy milyen az adott tábla talajának nátrium-, magnézium-, cink-, réz-, mangán- és kén tartalma.

Medgyesegyháza 0130/10,15							
Vizsgálati paraméter	Érték	igen gyenge	gyenge	közepes	jó	igen jó	túlzott
pH (KCl)	7,16						
Kötöttség	44						
Össz. só %	0,07						
Na (mg/kg)							
CaCO ₃ %	2,2						
Humusz (%)	4,16						
P ₂ O ₅ (mg/kg)	220						
K ₂ O (mg/kg)	475						
Mg (mg/kg)							
Zn (mg/kg)							
Cu (mg/kg)							
Mn (mg/kg)							
SO ₄ (mg/kg)							
NO ₃ (mg/kg)	9,3						

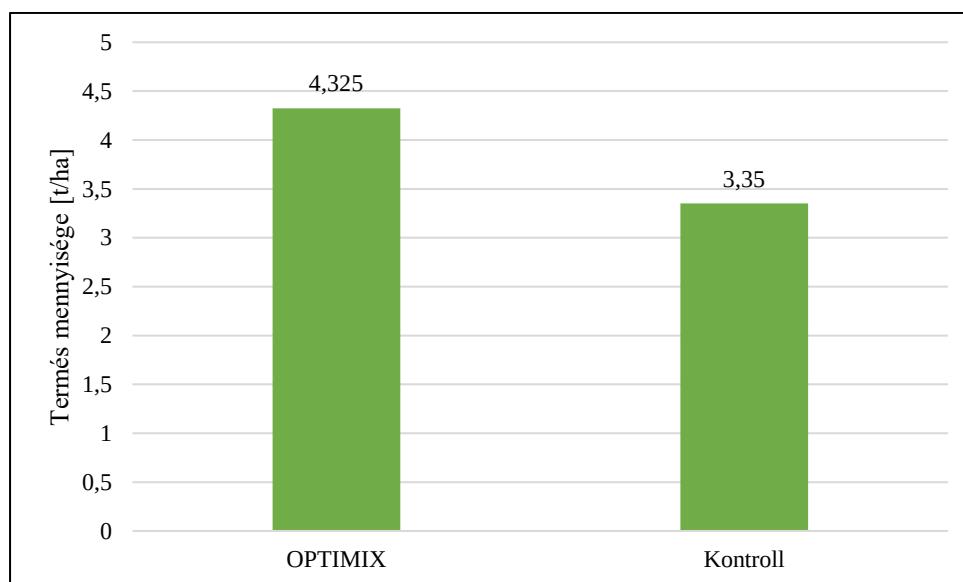
19. ábra A medgyesegyházi tábla talajvizsgálatának kiértékelése (HL-Lab, 2019)
(DENA Tápanyag tervező program)

A meglévő talajvizsgálati eredmények alapján, az őszi búza igényeit és a környékbeli talajok adottságait ismerve a következő OPTIMIX-et kevertem ki: OPTIMIX NP 16-15. Ezzel a keverékkel 24 kg N, 22,5 kg P₂O₅, 18,3 kg CaO, 2,25 kg MgO és 18,3 kg SO₃ hatóanyag került kijuttatásra az őszi búza vetése előtt hektáronként. A tábla kontroll parcelláján ezzel szemben 15 kg N, 30 kg P₂O₅ és 7,5 kg K₂O hatóanyagot juttatott ki őszi a termelő (20. ábra).



20. ábra A medgyesegyházi tábla két parcellájára (OPTIMIX és Kontroll) kijuttatott egyes tápanyagok mennyisége 2021. őszén

A szeghalmi kísérlethez hasonlóan itt is jól szerepelt a kiegyensúlyozott, talajvizsgálati eredményekre alapozott alaptrágyázás: az OPTIMIX-szel műtrágyázott parcellán közel egy tonnával, 975 kg-mal többet termett az őszi búza hektáronként, mint a kontroll parcellán (21. ábra).



21. ábra A medgyesegyházi tábla két parcellájának (OPTIMIX és Kontroll) terméseredményei 2022-ben

Ahogy a 4. ábra már szemléltette, az I. termőhelyi kategórián az őszi búza termésátlaga 4,0 és 8,6 t/ha, a III. termőhelyi kategórián pedig 3,5 és 7,5 t/ha között alakul általánosságban. Ehhez viszonyítva viszonylag alacsony terméseredmények születtek 2022-ben, de ez ne zavarjon meg senkit, hiszen a 2021/2022-es szezonban sajnos nem az agrotechnika, a vetésidő, a tápanyag-utánpótlás és a növényvédelem volt a fő meghatározó tényező a termés mennyisége szempontjából, hanem a csapadék mennyisége volt a limitáló.

Szeghalmon összesen 199,6 mm, a Medgyesegyházához nagyon közeli Nagybánhegyesen összesen 245,1 mm csapadék hullott az őszi búza tenyészideje során 2021. október eleje és 2022. június vége között (<http11>). Ehhez képest úgy gondolom, hogy szép eredmények születtek és örülök, hogy ilyen évjáratban is meglátszódott a szakszerű tápanyag-utánpótlás eredménye a gyakorlatban is.

5. Következtetések és javaslatok

Először is szeretném felhívni a figyelmet a talajvizsgálat fontosságára. Az okszerű gazdálkodáshoz véleményem szerint hozzátartozik az okszerű tápanyag-utánpótlás is, melyet csak akkor tudunk megvalósítani, ha van mihez mérni a kijuttatandó műtrágyák mennyiségét. A munkám során gyűjtött tapasztalatok alapján tudom, hogy a legtöbb termelő a mai napig a már rég idejemúlt műtrágyázást részesítik előnyben: vagy csak nitrogént használnak, vagy komplex műtrágyát, abból is a legáltalánosabb összetételűeket (8-24-24 NPK, 3×15 vagy 3×16 NPK) és ezeket is a megszokott, 100-250 kg/ha-os dózisban juttatják ki. Ez a legtöbb esetben, -ahogy a két vizsgálati helyszínen is látszódik-, nem a talaj tápanyag-tartalmának és a növény igényeinek legmegfelelőbb összetételű és mennyiségű műtrágyák. A legtöbb gazda például a kén pótlását vagy a talaj meszezését -valamilyen okból kifolyólag- meg sem fontolja.

Úgy gondolom, hogy minden termelőnek szüksége lenne egy jól kivitelezett, valóban megvizsgált (!) bővített talajvizsgálatra, amiből a későbbiek folyamán dolgozni tudna. Ehhez persze szükség van olyan szakemberek segítségére is, akik ezeket a talajvizsgálati jegyzőkönyveket értelmezni tudják. A jegyzőkönyvekből egyből látszódnak azok a „hibák”, amik a termelést nagyban befolyásolják, például gyakori a mészhány, a túlzott nátriumtartalom vagy éppen a kénhiány, a cinkhiány stb.

A 2022-es év rávilágított arra, hogy lehet bárki bármilyen precíz, és tehet meg mindent a maga tudásának legmegfelelőbben, a természet mindig felül tudja írni a dolgokat: például az aszály. A legjobb agrotechnikát, a legjobb talajmunkát, a legjobb tápanyag-utánpótlást és a legjobb növényvédelmet is szinte semmissé tette a csapadékhiány az idei évben.

Olyan jellegű kísérletekkel, mint az enyém még nem találkoztam, egyrészt azért, mert a 2021-es évben lett bevezetve az OPTIMIX, másrészt pedig ilyen jól összehasonlítható kísérletet más nem végzett el az én két kísérletező kedvű termelőmön kívül. Emiatt sajnos nincs lehetőségem összehasonlítani mások eredményeivel a saját eredményeimet.

A továbbiakban is szeretnék a tápanyag-utánpótlással foglalkozni, hiszen egyrészt családi gazdaságunkban, másrészt a termelői körömben az elmúlt pár év hektikus időjárása nagy gondot okozott. Úgy gondolom, hogy a jövőben még fontosabb, hogy az integrált növényvédelem elvei alapján, okszerű tápanyag-utánpótlással és megfelelő talajműveléssel termesszük jó minőségű és elegendő mennyiségű élelmiszert.

6. Összefoglalás

Hazánkban az 1970-es évektől kezdődően általános a műtrágyák használata, ez napjainkban is igaz, azonban 2021-ben megkezdődött az inputanyagok, különösen a műtrágyák árának nagymértékű drágulása, tavaly a műtrágyaárak a KSH szerint átlagosan 57,7%-kal (Csoltai 2022a), majd idén további 195%-kal emelkedtek meg ([http1](#)). Emiatt egyre fontosabb, hogy okszerűen, a talajvizsgálati eredményekre alapozottan, a növénye igényei alapján válasszuk meg a műtrágyát és annak mennyiségét.

Erre ad jó alternatívát egy szolgáltatás, ami egyben egy termék is: az OPTIMIX. Ez egy olyan kevert műtrágya, aminek az összetételét a talajvizsgálati eredmények alapján mi határozzuk meg. Hat tápelemből állhat, tetszőleges összetételben, így alkalmazkodva a talajokhoz és kultúrákhoz.

A vizsgálatokat a 2021/2022-es tenyészidőben végeztem el, két helyszínen. Szeghalmon és Medgyesegyházán vizsgáltam az őszi búza termésmennyiségét kétféle műtrágyázási „rendszerben”. Az egyik a termelő által választott műtrágya volt az általa gondolt mennyiségben kijuttatva. A másik, egy talajvizsgálati eredményen alapuló, a termesztési kívánt növény igényeit, az előveteményt és az elvárt termésmennyiséget figyelembe vevő, kevert műtrágya volt, az OPTIMIX. Mindkettő ősszel, alaptrágyaként lett kijuttatva.

Dolgozatomban három kérdésre kerestem a választ. Kíváncsi voltam, hogy milyenek a talajok a két vizsgálati helyszínen és mit mutatnak a talajvizsgálati eredmények. Érdekelt, hogy milyen összetételű OPTIMIX felelne meg a legjobban az adott tábla talajvizsgálati eredményei alapján az őszi búzának. Illetve vizsgáltam, hogy hogyan sikerült a betakarítás, milyen lettek a terméseredmények, és hogy volt-e különbség a kétféle műtrágyázás között a termés mennyiségében.

Az OPTIMIX összetételét és a kijuttatandó mennyiséget én határoztam meg Regősné DENA Tápanyag tervező programjának segítségével. A két eltérő alaptrágyát kivéve minden más megegyezett a két táblán: a talajmunka, a vetőmag, a fej- és lombtrágyázás, valamint a növényvédelem.

A kétféle tápanyag-utánpótlás hatását, sikerességét a betakarított termések mennyiségét összehasonlítva állapítottam meg. Szeghalmon a két technológia között 1,2 t/ha, Medgyesegyházán 0,975 kg/ha terméstöbblettel „nyert” az OPTIMIX.

7. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megemlíteni azokat, akik valamilyen formában hozzájárultak ahhoz, hogy szakdolgozatom elkészülhessen.

Először a konzulensemnek, Gulyás Miklósnak szeretnék köszönetet mondani, hogy segített a szakdolgozatom szakmai ellenőrzésében.

Köszönettel tartozom a volt kollegáimnak, Major Zoltánnak, Raj Péternek és Szarvas Zoltánnak, akik bevezettek engem a tápanyag-utánpótlás világába és folyamatosan képeztek, hogy minél több információt sajátíthassak el a mezőgazdaságon belül.

Hálásnak köszönöm Faraga Beáta, medgyesegyházi termelőnek és Nekita József, szeghalmi agronómusnak, hogy szakmai kíváncsiságukkal támogattak engem, megértették az OPTIMIX lényegét és precízen megvalósították a szakdolgozatom alapjául szolgáló kísérleteket.

Végül, de nem utolsó sorban hálával tartozom a családomnak és a barátaimnak, hogy támogattak a tanulmányaim alatt és a szakdolgozatom megírásában!

8. Irodalomjegyzék

- Antal J. (2000): Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 391 p.
- Ballenegger R. & Mados L. (szerk.) (1944): Talajvizsgálati módszerkönyv. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 302 p.
- Baranyai F., Fekete A. & Kovács I. (1987): A magyarországi talajtápanyag-vizsgálatok eredményei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 189 p.
- Berzsenyi Z. (2013): Növénytermesztés. Környezeti, növekedési és termésreakciók. Agroinform Kiadó, Budapest, 384 p.
- Csoltai V. (2022): Műtrágya értékesítés mezőgazdasági termelőknek. Statisztikai jelentések. 23(1): 3-18.
- Csoltai V. (2022): Műtrágya értékesítés mezőgazdasági termelőknek. Statisztikai jelentések. 23(2): 3-14.
- Dövényi Z. (szerk.) (2010): Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 876 p.
- Fekete Z., Hargitai L. & Zsoldos L. (1967): Talajtan és agrokémia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 426 p.
- Fülek Gy. & Sárdi K. (2014): Tápanyag-gazdálkodás mezőgazdasági mérnököknek. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 259 p.
- Fülek Gy. (2013): Korszerű tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 203 p.
- Hidvégi Sz. (szerk.) (2007): Növénytermesztés. Debreceni Egyetem jegyzet, Debrecen, 141 p.
- Kádár I. & Csathó P. (2017): A főbb makro- és mikroelemek közötti kölcsönhatások kísérletes vizsgálata. Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutatóközpont, Martonvásár, 292 p.
- Kádár I. (1997): A növénytáplálás alapelvei és módszerei. Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest, 429 p.
- Láng G. (1976): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 410 p.
- Magda S. & Marselek S. (szerk.) (2000): Növénytermesztés. A mezőgazdasági és élelmiszer-ipari technológiai alapjai. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 221 p.
- Pépó P. (szerk.) (2019): Integrált növénytermesztés 2. Alapnövények. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó, Budapest, 359 p.
- Radics L. (szerk.) (1994): Szántóföldi növénytermesztéstan. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem jegyzet, Budapest, 220 p.
- Sárdi K. (2011): Tápanyag-gazdálkodás. Debreceni Egyetem jegyzet, Debrecen, 88 p.

Elektronikus hivatkozások

http1:<https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/mgarak/20221/index.html#folytatdottamtrgykrnakugrsszeremelkedse>

Mezőgazdasági termelői és ráfordítási árak, 2022. I. negyedév (2022. augusztus 14.)

http2:<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0700129.tv>

2007. évi CXXIX. törvény a termőföld védelméről (2022. október. 16.)

http3:<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0800090.fvm>

90/2008. (VII. 18.) FVM rendelet a talajvédelmi terv készítésének részletes szabályairól (2022.október 16.)

http4:<https://www.nak.hu/szolgaltatasok/labor>

Laboratóriumi talajvizsgálat és levélanalízis (2022. október 16.)

http5:<https://www.agronaplo.hu/files/2016/03/akkreditalt-talaj-es-novenyvizsgalo-laboratoriumok-listajapdf>

Egyes agrár-környezetgazdálkodási támogatások igénybevételéhez szükséges talaj és növényvizsgálatok elvégzésére akkreditált laboratóriumok jegyzéke (2022. október 16.)

http6: https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/vet/20210601/fontosabb-novenyek-vetesterulete_2021.pdf

A fontosabb növények vetésterülete, 2021. június 1., KSH (2022. szeptember 22.)

http7:[https://www.met.hu/ismeret-](https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3198&hir=Szarazsag_Magyarorszagon_2022-ben_es_a_multban)

[tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3198&hir=Szarazsag_Magyarorszagon_2022-ben_es_a_multban](https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3198&hir=Szarazsag_Magyarorszagon_2022-ben_es_a_multban)

Szárazság Magyarországon 2022-ben és a múltban (2022. október 11.)

http8:<https://www.met.hu/idojaras/agrometeorologia/aszalyinfo/#>

Aszály információk (2022. október 11.)

http9:https://www.meteoblue.com/hu/id%C5%91j%C3%A1r%C3%A1s/historyclimate/weatherarchive/szeghalom_magyarorsz%C3%A1g_715422?fcstlength=1y&year=2022&month=10

Időjárás-archívum Szeghalom (2022. október 11.)

http10:https://www.meteoblue.com/hu/id%C5%91j%C3%A1r%C3%A1s/historyclimate/weatherarchive/medgyesegyh%C3%A1za_magyarorsz%C3%A1g_717741?fcstlength=1y&year=2022&month=10

Időjárás-archívum Medgyesegyháza (2022. október .11)

http11:<https://aszalymonitoring.vizugy.hu/>

Operatív Vízhány Értékelő és Előrejelző Rendszer (2022. október 23.)

Számítógépes program

Regősné Mária (2021): DENA Tápanyag tervező.

9. Mellékletek



22. ábra OPTIMIX-es zsákok Medgyesegyházán (Fotó: Erdei Márta, 2021.)



23. ábra Őszi búza 2022. március 25-én, Szeghalmon (Fotó: Erdei Márta, 2022.)



24. ábra Őszi búza 2022. május 30-án, Medgyesegyházán (Fotó: Erdei Márta)



25. ábra Őszi búza 2022. május 30-án, Medgyesegyházán (Fotó: Erdei Márta, 2022.)



26. ábra Őszi búza 2022. június 1-jén Szeghalmon (Fotó: Erdei Márta, 2022.)



27. ábra Őszi búza 2022. június 1-jén, Szeghalmon (Fotó: Erdei Márta, 2022.)

NYILATKOZAT

Alulírott Erdei Márta, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Talajtani szakmérnöki szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2022. év november hó 02. nap

Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2022. év november hó 01. nap

Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Erdei Márta

A Hallgató Neptun kódja: ADE0UC

A dolgozat címe: Táblaspecifikus, egyedi kevert műtrágyák eredményei a gyakorlatban, Békés megyében

A megjelenés éve: 2022

A konzulens tanszék neve: Talajtani tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: 2022. év november hó 02. nap



Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Az Erdei Márta (név) (hallgató Neptun azonosítója: ADE0UC) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfólió³ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom⁴.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem⁵

Kelt: 2022. év november hó 01. nap



Belső konzulens

³ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

⁴ A megfelelő aláhúzendő.

⁵ A megfelelő aláhúzendő.