

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Környezettudományi Intézet



Helyspecifikus tápanyag-visszapótlás

SZAKDOLGOZAT

Készítette:
Szabó József
Neptun kód: CUVVCL

Precíziós mezőgazdasági szakmérnök szakképzési szak

Konzulens:
Dr. Ambrus Andrea

egyetemi docens

Gödöllő
2023

Tartalom

BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS	1
SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	3
1.1 A kukorica jelentősége	3
1.2 A kukorica termőhelyigénye	4
1.3 A kukorica termesztés technológiája	5
1.4 Precíziós növénytermesztés meghatározása	7
1.5 Hozamtérképezés	8
A VIZSGÁLATOK MÓDSZEREI	10
1.6 A vizsgálati tér bemutatása	10
1.7 Éghajlati és időjárási adottságok	10
1.8 Talajadottságok	11
1.9 Helyspecifikusan gyűjtött adatok köre	13
EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	15
1.10 Alkalmazott termesztéstechnológia és értékelése a kukorica termesztéstechnológia szempontjából a 2016-2022-es években	15
1.11 Zóna lehatárolási módszerek és hibáik a mai gyakorlatban	17
1.12 Hozam adatok megjelenítése, adatszűrés folyamata	18
1.13 Szemnedvességi adatok megjelenítése, adatszűrés folyamata	22
1.14 Hozamtérképek normalizálása és értékelése	24
1.15 A talajszelvény vizsgálat	26
KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	29
ÖSSZEFOGLALÁS	31
IRODALOMJEGYZÉK	33
ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	35
NYILATKOZATOK	36
.....	37

BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

A kukorica egyik legjelentősebb termelt növényünk, értékesítési lehetősége igen kedvezőek, mivel tápanyag-utánpótlás tekintetében az egyik legigényesebb, és a helyspecifikus tápanyag-kijuttatási technológia esetében a leginkább preferált kultúra. Az ország klímáján biztonságosan és nagy termésátlaggal termesztethető a szakirodalmak szerint, amennyiben a megfelelő mennyiségű tápanyagutánpótlásról gondoskodunk. Természetesen a hibridek genetikai adottsága, a megfelelő agrotechnika helyes alkalmazása, és a megfelelő időjárási körülmények is szükségesek a magas hozam eléréséhez. A kukorica kiemelkedő termés hozamokra csak akkor képes, ha tenyészideje során folyamatos, növény- és talajvizsgálatra alapozott tápanyagellátást biztosítunk.

A termesztésének kockázat azonban a klímaváltozás hatásai egyre nagyobb kockázatot rejtenek. A hozambiztonság növelésének egyik talán legfontosabb eszköze a megfelelő tápanyagok biztosítása a növény számára, amely segítségével javul az aszálytűré. A megfelelő tápanyag-visszapótlási rendszer alapja a növény igényeinek ismerete mellett, a talaj felvehető tápanyagkészletének az ismerete, amely a talajmintavétel segítségével kaphatunk információkat. A talajmintavétel módszereit MSZ szabvány tartalmazza.

A táblán belül azonban a talaj tulajdonságai változatosságot mutathatnak, amely a megismerhetősége kulcskérdés a sikeres termesztéstechnológia szempontjából. A fenntarthatóság ökológiai és ökonómia szempontból is fontos kérdés.

A talaj megismerésére alkalmazott hagyományos talajmintavételi eljárás esetében előfordulhat olyan eset, amikor a mintavételi eljárás helyes végrehajtása mellett is, nem kapunk kellő információt a talaj termelést befolyásoló tulajdonságairól, mivel a táblán belül heterogenitás a mintavételi eljárásból adódóan nem domborodik ki.

A GPS technológia megjelenésével a területhez köthető adatokat térbeli helyhez történő hozzárendeléssel és térinformatikai eszközös segítségével térképi megjelenítéssel ábrázolhatjuk a termelést befolyásoló adatokat, a számítógépes rendszer által képesek vagyunk elemezni azokat, így információt kapni a termelést befolyásoló tényezőkről. A GPS technológia lehetővé teszi, hogy rácshálós, 5 ha/minta alapú talajmintavételi eljárási technika esetén a minta már hozzáköthető egy adott gazdálkodási térhez, amely látni engedi már a tábla heterogenitását. A helyspecifikus tápanyagkijuttatás alapja az azonos tulajdonságokkal rendelkező zónák lehatárolása, amelyet a GIS (Geoinformatika

Információs Rendszer) segítségével térképen is megtudunk jeleníteni. során talajheterogenitás azonban jelentősége folyamatosan

Dolgozatom célja, hogy a vizsgált terület helyspecifikus tápanyag-visszapótlási rendszerét megalapozó, megfelelő minőségű adatok előállítása. A vizsgálatok során a talajheterogenitás minél pontosabb megismerése volt a cél, amelyről információt adnak a hozamtérképek, termény nedvességét ábrázoló- és magassági térképek, amelyek nyers adat formájában álltak a rendelkezésemre. A saját megfigyelések térképi ábrázolásátót jelen dolgozatomban eltekintettem, mert nem volt olyan egyéb tényező, amely hatásával számolni kellett volna (pl. vadkár).

SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

1.1 A kukorica jelentősége

Míg 1995 óta a búza betakarított területe viszonylag stabil maradt, addig a kukoricáé 30 százalékkal emelkedett, elsősorban a 2000 utáni időszak növekvő takarmányozási és etanolgyártási célú felhasználásának köszönhetően. (Oláh-Popp, 2018)

A kukorica az egyik legfontosabb takarmánynövényünk, felhasználása és hasznosíthatósága sokoldalú. Szemtermése keményítőben gazdag, ezért fontos abraktakarmány, de a teljes kukoricanövény is értékes takarmány (zölden, silózva.) (Popp 2007). A kukorica mind szerteágazóbb hasznosítási lehetősége (élelmiszeripari feldolgozás, bioetanol, biogáz-gyártás) egyre több tulajdonság vizsgálatát igényli. A hazánkban felhasznált abraktakarmány 65-70%-át adja a kukorica, amelyben elsősorban energiaforrásként szerepel. Átlagos fehérjetartalma 7-10%, amely a takarmány fehérje szükséglet kb. 40%-át biztosítja (Bicskei, 2009).

Raskó (2022) a kukorica hazai termőterületét 300-400 ezer hektárra becsüli, ahol a korábbi évtizedekben még sikerrel lehetett kukoricát termeszteni, mára azonban már nem ígér jó megtérülést a termelőknek ez a növény. Az állandó problémákkal küzdő régiók nagyjából 6-8 százalékát jelentik a teljes hazai szántóföldi művelésre alkalmas földeknek.

Európában, Franciaország kukoricatermesztése az élenjáró, ahol 1,7-1,8 millió hektáron 10 tonna termésátlagot produkálnak, majd őket követi Olaszország 1,1 millió hektáron 11 tonna termésátlaggal. Mindkét országban nagy jelentőséggel bír az öntözés a kiemelkedő terméseredmények elérésében. A világ termésátlag rangsorában Magyarország a legjobb 15-ben található. Az EU-ban az előkelő 3. helyen foglalta el, 8 %-os részaránnyal. A KSH (2022) adata alapján 2022-ben a kukorica betakarított területe az előző évihez képest több, mint 22%-kal, soha nem látott mértékre (820 ezer hektárra) csökkent, amely egyrészt a vetésterület 983 ezer hektárra történő csökkenésének köszönhető, de az aszály okozta az igazi terméskiesést. A kukorica hozama 2,8 millió tonna volt csupán, ami 2021-hez képest 57%-kal, az előző öt év átlagától 63%-kal maradt el.

1.2 A kukorica termőhelyigénye

Hazánk éghajlata az egész ország területén - az északi hegyvidék és a Bakony kivételével - alkalmas a kukorica termesztésére. De nagy és biztos terméseket csak az ország déli részén érhetünk el, ahol a nyári átlaghőmérséklet 21-26°C között van. Ezért a fő kukoricatermő terület az ország termőterületének csak 60%-át teszi ki (Radics, 1994).

A kukorica termesztése során a jövedelmező termésátlagok elérése a termőhely adottságaitól jelentős mértékben függ, hiszen a kukorica igényes a talaj szerkezetével, tápanyag- és vízszolgáltatató képességével szemben (Phylazonit technológia).

A kukorica kiemelkedő terméseredményt ad a jó vízgazdálkodású, levegős, mély termőrétegű talajokon. Szikes talajokon nem célszerű kukoricát termesztetni, mert a növény szenved, fejlődésében elmarad, sokszor még cső sem képződik. A homoktalajokon a termésünk elsősorban a vízellátottságtól függ. A laza futóhomok alkalmatlan a kukoricatermesztésre. A talaj pH értéke a kukorica szempontjából akkor optimális, ha az 6,6–7,5 között van, de jó termést takaríthatunk be még az 5,5–8,0 pH kémhatású talajokon is (Antal 2000).

A kukorica 1 g szárazanyag előállításához lényegesen kevesebb vizet használ fel, mint más növények. Ennek ellenére a termés nagyságát a tenyészidő alatti vízellátottság határozza meg. A kukorica a fejlődéséhez a legtöbb vizet a címerhányás és a szemkitelítődés idején igényli, ezért okoz olyan súlyos termésvesztést a június végi, júliusi aszály (Szél 2014). Bicskei (2006) a sikeres termesztéshez a megfelelő mennyiségű és eloszlású csapadék jelentőségére hívja fel a figyelmet, különösen a júliusi és augusztusi csapadék fontos a kukorica számára.

A szárazságtűrést hazánkban meghatározó jelentőségű faktorként határozza meg az IKR kukorica technológiája (2023, mivel az elmúlt évtizedben a globális felmelegedés és az aszályos időszakok gyakoribbá és hosszabbá válása miatt, a nemesítők egyik legfontosabb irányvonala. A kiadvány kiemeli, hogy a fajtaválasztásnál fontos, hogy a környezeti tényezőkhez való alkalmazkodás megfelelő legyen a választott fajtának.

A kukorica, különösen a hibridkukorica jól alkalmazkodik a talajok eltérő tulajdonságaihoz. Ezért a kukoricát nem tartják talajigényes növénynek. De a nagy és biztos termések eléréséhez mélyrétegű, humuszban és tápanyagokban gazdag, közép kötött talajokra van szükség (Bicskei 2009). Átlag alatti termésszintet biztosítanak a gyengén humuszos

homoktalajok, a sziktalajok, a sekély termőrétegű erdőtalajok. Ezeken a termőhelyeken elérhető termésátlagok már nem fedezik a legegyszerűbb termesztéstechnológia ráfordításait sem és ezen a bőségebb csapadékellátás sem tud változtatni (Máté, 2022)

1.3 A kukorica termesztés technológiája

Az ország déli részéről észak felé haladva a növény tenyészidőszaka csökken, ezeken a területeken a korai és középkorai fajták a termésbiztosabbak. A hegyláb felszíni területekre ezek a FAO számú hibridek ajánlottak (Antal 2000). Bocz (1996) a kukorica hibrideket osztályozza a vízleadás szempontjából, amely alapján elkülöníti a gyors, közepes vagy lassú vízleadó képességű hibrideket. A kukorica hibridek egyik legfontosabb tulajdonságának a vízleadó képességet jelöli meg.

A makrotápanyagok közül a humusz elsősorban a foszfor növény általi felvehetőségére van kedvező hatással. Blokkolja a talaj ásványi részeinek azokat a helyeit, ahol a foszfátionok erősen lekötnének, így csökkenti a foszfor inaktiválódását, melyet humáthatásnak nevezünk (Stefanovits et al., 1999) A kukorica a talaj minőségére és állapotára az egyik legigényesebb kultúrnövény. A kukorica ökológiai érzékenysége nagyobb, mint a búzáé. Ennek ellenére a kukoricát a legtöbb talajon lehet termesztani, de a legjobb termést a mély termőrétegű, jó vízgazdálkodású, levegős, könnyen felmelegedő csernozjomon, csernozjom barna erdőtalajon, réti csernozjomon, barna erdőtalajon és képes adni. (Antal 2000).

A tavasszal vetés és kelés idején nagyon érzékeny a hűvös időjárásra. Amennyiben a május hűvös, akkor levelei megsárgulnak, és a növény növekedése megáll. A kukorica számára a nyár kellő meleget biztosít, de ilyenkor az aszályos időjárás okoz gondot. (Láng 1976).

A talaj szerkezet a talaj alapvető funkcióinak betöltésénél döntő szerepet játszik. A talaj alapvető funkciója ugyanis a növények vízzel, tápanyaggal és levegővel egyszerre történő ellátása. (Horváth, 2018)

A hazánk földrajzi elhelyezkedéséből adódó szemi-arid viszonyok között a talajművelési rendszer tervezésénél fontos a nedvességtakarékos talajművelési eljárások elsődlegessége.” (Nagy 2007)

Az egy hektárról betakarítható termés nagyságát a növények egyedi termőképessége és a hektáronként vetett növényszám határozza meg. Azt, hogy milyen sűrűre vethetjük a kukoricát, a talaj víz- és tápanyag-ellátottsága határozza meg.

Harnos (1993) a csapadékhiány %-os értékei alapján határozza meg az évjáratokat, tehát aszályos év = az októbertől szeptemberig lehullott csapadék mennyisége legalább 20 %-kal; aszályos nyári (április – szeptember időszaka alatti) és téli félév (október – március) = 30 %-kal; aszályos hónap 50 %-kal kevesebb, mint a sokévi átlag. A túlzott csapadék meghatározásakor aszály meghatározására használt értékeket tekintettem, csak ellenkező előjellel.

Az aszálykár sokkal kisebb a tápanyaggal jól ellátott és a víztakarékos szemlélettel művelt talajokon. A talaj- és talajállapot-ismeret fontosságát emelik ki Birkás (2014) a talaj megismerésének alapjaként. A klímához kötődő nehézségek folyamatosan megfigyelhetők, a szélsőségek átírják a szabályokat. A különböző eredetű stressz a talajokat és a növényeket egyaránt sújtja. A talajok tavaszi vízhiányát szárító szelek súlyosbították. Ezért a kevés (akár egy) menetű vízkímélő magágykészítést javasol.

Az aszályérzékenység csökkentését a gyökérfejlődést elősegítő P trágyázás elősegíti. A P-műtrágyázás hatására a gyökerek hossznövekedése erősen megindul, és ez serkenti a gyökérszőrök kifejlődését (Watanabe et al., 2005). A N-felvétel nagymértékben függ a talajban levő nitrogénformától, a talajnedvességtől, és a P- és K-ellátás szintjétől. Éréskor a szemtermésbe a felvett nitrogén 2/3-a kerül. A szem nitrogénjének fele a hajtásrészekbe korábban beépült N-ből szállítódik. A fiatal kukorica P felvétele összefüggésben van a N, S, Ca és B felvételével. A P és a Zn felvétele között antagonista hatás figyelhető meg. A három legfontosabb tápelem közül (N, P, K) a felvett mennyiséghez képest a foszforból kerül a legtöbb a szemtermésbe (kb. 80%). Kísérletekben szárazabb talajokon a foszforműtrágyák közül a kukorica a szuperfoszfátot hasznosította jobban. Kedvezőtlen körülmények között a P nem jut el a szemtermésbe a kívánt mértékben (megreked a szárban), aminek okai a N-hiány vagy főleg és vízhiány lehetnek (Nagy, 2006).

A káliummal jól ellátott növények intenzívebb anyagcseréjük miatt a fokozottabb gomba, rovarkár rezisztenciában, fagy és szárazság tűrésben (Kádár, 1993) Ali et al., 2016). Megállapították, hogy a kálium lombtrágyakénti kijuttatása jobban növelte a kukorica mennyiségi és minőségi paramétereit, mint a talajon keresztül történő utánpótlása.

A kukorica trágyázása a gyakorlatban sokszor egy 20-50 kg/ha-os nitrogén trágyázást jelent. Pedig a szélsőséges időjárási körülmények között is kielégítő, sőt gazdaságos termésmennyiség képzéséhez a kukoricának is harmonikus tápanyagellátásra van szüksége. Egy tonna termés előállításához ugyanis a kukorica 28 kg nitrogént, 11 kg foszfort és 30 kg káliumot épít be (Máté, 2022). A három fő tápelem közül a termésmennyiséget elsősorban a nitrogén határozza meg, termésmennyiség hatással leginkább e tápelem rendelkezik, melynek hasznosulásánál a vízellátásnak kiemelkedő szerepe van (Menyhért 2010). A kukorica P igénye nem nagy (Antal–Jolánkai 2005). A káliumigénye jelentős, a vízháztartásban és a keményítőképzésben nélkülözhetetlen, továbbá növeli a szárszilárdságot, a vegetatív részekből kevés vándorol a szembe. Árendás et al. (2019) által beállított kísérletben megállapította, hogy a csapadékos években a trágyázás termésmennyiség hatásának aránya nem változott érdemben (20%), viszont nagyban felértékelődött az optimális vetésidő szerepe (31,5%).

Várallyay (2005) a talaj vízraktározó képességének tekinti döntő jelentőségűnek a megfelelő vízellátás szempontjából. A kapás kultúrákban lehullott csapadék gyakran nem fedezi a növények vízigényét, a kukorica számára az átlagosnál csapadékosabb és melegebb júliusú évjáratok a kedvezőek (Csathó – Árendás, 2012). A kukoricatermesztés agrotechnikájának egyik fontos kérdése a vízmegőrző talajművelés alkalmazása (Antal, 1987).

1.4 Precíziós növénytermesztés meghatározása

Győrffy (2000) megfogalmazása szerint a precíziós mezőgazdaság magába foglalja a termőhelyhez alkalmazkodó termesztést, táblán belül változó technológiát, integrált növényvédelmet, a csúcstechnológiát, távérzékelést, térinformatikát, geostatistikát, a növénytermesztés gépesítésnek változását. Reisinger (2012) a precíziós gazdálkodás alatt valamennyi növénytermesztési input (műtrágya, növényvédő szer, vetőmag stb.) helyspecifikus szabályozását érti, a veszteség csökkentése, a nyereség növelése s a környezet minőségének megőrzése céljából.

Szabó et al. (2007) a precíziós növénytermesztést a termőhely-specifikus rendszer kidolgozásának definiálja, ahol a termőhely és a termés részletes, tábla szinten belüli felmérése (talaj- és növényvizsgálat, terméselemzés), illetve ezek eredményeinek korszerű térinformatikai módszerekkel történő feldolgozása és kezelése megy végbe. A precíziós

gazdálkodási forma térinformatikai alapokon működő döntéstámogató rendszer, ahol egyszerre valósul meg a nyereség növelése, a veszteség csökkentése és a környezetminőség megóvása. Napjainkban a szakma egyre inkább ezt definíciót fogadja el, tehát a precíziós gazdálkodás helyett egyre inkább a hely-specifikus gazdálkodást használja (Tamás, 2001). A helyspecifikus mezőgazdaság nem kizárólag a pozíció meghatározását jelenti. A technológia magába foglalja a különböző érzékelőkkel (szenzorokkal) gyűjtött adatok naplózását is. A kellő pontosságú, helyhez kötött adatok, majd az ezekből származtatott információk ismeretében később elvégzi a szükséges beavatkozást is. Jó példa erre a néhány másodpercenként gyűjtött hozam adatok alapján készíthető hozamtérkép, ami alapvető a precíziós gazdálkodás számára. Az adatokat akár valós időben (real-time) akár utólag is feldolgozhatjuk (post-processing) (Milics, 2008).

A precíziós technológia térbeli információt igényel a növényzet állapotáról, a biomassa mennyisége és a termésátlag alakulásáról, amely különböző szintű lehet évjáratonként. A nedves biomassa tömeg és a hozam közötti kapcsolat kihasználható az aratás előtti termésbecsléshez (Ambrus, 2016). Milics (2022) véleménye szerint a jelen gazdálkodása igenis adatalapú, ahol a döntéseket az adatok felhasználásával, azokat információvá formálva tudja meghozni a gazdálkodó, illetve az agronómus.

1.5 Hozamtérképezés

A hozammérés a helyspecifikus növénytermesztés egyik legfontosabb eleme. A hozamtérkép adja az egyik legjobb visszajelzést területeink heterogenitásáról. A szemes termények hozammérése nagyjából 30 éve jelent meg a gyakorlatban és vált az egyik első, akkoriban leginkább elterjedt helyspecifikus munkaműveletté. (IKR agrár)

Hozamtérkép csak akkor hozható létre, ha a mérési adatok a valóságot ábrázolják. Az adatok gyűjtését kalibrációnak kell megelőznie, ahol a szenzorokat hangolják hozzá az adott betakarító géphez (Milics et al. 2015). Murphy et al. (1995) megállapítja, hogy a hozamtérképezési rendszer hatékony, ha a felvett adatok a valós hozam adatait tükrözi, amely a gyakorlatban nem mindig valósul meg, mert a magvak áramlásának változása az érzékelés során nem mindig mutatja közvetlenül a betakarított termény változását (Smuk et al., 2010).

A méréseken túl, legalább ennyire fontos az adatok szakszerű hibaszűrése, elemzése. Ha ezt a lépést nem megfelelően végezzük el, hibás képet kaphatunk a területünk heterogenitásáról.

Nem találjuk meg a ténylegesen fennálló összefüggéseket vagy nem létező összefüggéseket vélünk megtalálni. Ebben az esetben rosszul határoljuk le a kezelési egységeket, illetve azok inputigényét (Mesterházi 2018).

A hozam adatok és a koordináták minden rendszerben speciális formátumban, a fejlesztők által a hozammérő rendszerekhez tartozó szoftverek számára értelmezhetően kerülnek elmentésre. Az adatok beolvasásához nem szükséges különösebb szakértelem, azonban a nyers adatok még hibával terhelték lehetnek, illetve a nyelvi akadályok miatt érdemes a feldolgozást szakértőre bízni (Milics et al. 2014). A „Hozamadat Tisztító” alkalmazás számos hibát képes korrigálni: GPS hiba, átfedésből adódó hiba, szenzor hiba és hasonló. Használatával a valósághoz közelebb álló képet láthatunk területeinkről (Anonim 1).

Zóna, a precíziós szaktanácsadás alappillére. A több évig stabilan hasonló hozamot, eredményt adó, így azonosan kezelhető szomszédos cellák. A zónát definiálhatjuk, az azonos terméspotenciálú, adottságú területek lehatárolásaként. A zónák pontos, megbízható meghatározása a precíziós termesztés hatékonyságának alapja, amely költséghatékony gazdálkodás alapja.

A zóna lehatárolás folyamat során felhasználható adatok, információk:

- digitális terepmodellek;
- talajvizsgálati eredmények;
- talajszelvény vizsgálatok (mélyebb talajrétegek vizsgálatának) eredményei;
- talajszkenner adatai. (IKR agrár)

Pecze (2018) az IKR zóna lehatárolási folyamatoként a következőket határozza meg: „(Cella)hozammérési egyedi módszerünknek az a lényege, hogy a magágy-előkészítéstől a betakarításig terjedő időszak (űr)felvételsorozatával figyeljük a növény fotoszintézisét, és ennek alapján kiszámítjuk a hozamokat a cellákban több éven át. A cellák most 20x20 m-es területek. Az eredményül kapott cellahozamok és egyéb térbeli tényezők alapján számszerűen megvizsgáljuk az egyformán teljesítő, azonos adottságú részeket a táblákban. Ezek lesznek a zónák. az előző évek hozammérésével támogatott táplálással kapott hozamok a zónák 90-95%-ban pontosan megmutatkoznak, akkor ez kiemelkedő, jó eredmény”.

Az adatfelvételt, és a begyűjtött információkat később fel szeretné használni műtrágya-kijuttatásra, vagy akár a termőföld állapotának felmérésére, illetve adatok összehasonlítására alkalmazná azokat, nagyon pontosan kell mérnie (Milics 2021).

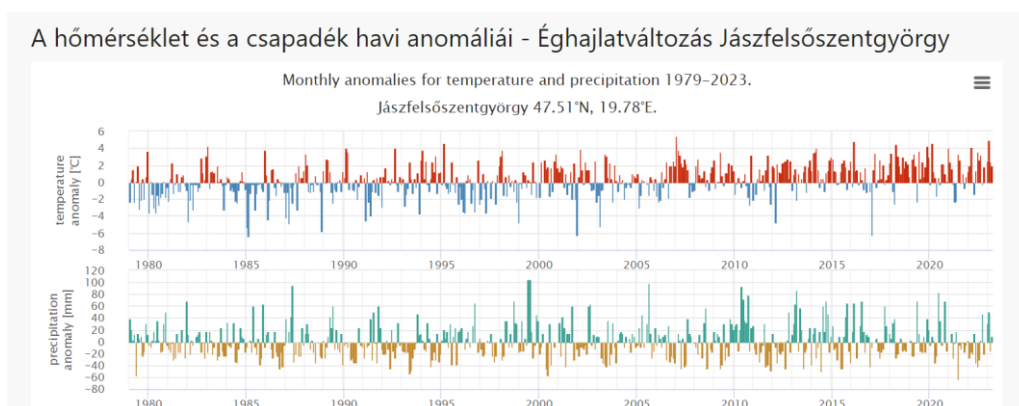
A VIZSGÁLATOK MÓDSZEREI

1.6 A vizsgálati tér bemutatása

A vizsgált tábla saját gazdaságom területén található Jászfelsőszentgyörgy külterületén. A területen családom az 1980-as évek óta gazdálkodik, konvencionális technológia alkalmazása mellett. A vizsgált terület nagysága 17 ha, amely igen heterogén talajtulajdonságokkal rendelkezik. A talajvizsgálati eredmények 5 ha/minta sűrűséggel készültek, precíziós talajmintavételi eljárással. Domborzati viszonyait tekintve a táblán belüli szintkülönbségek változatosak, az ortofotók tanúsága szerint a felszín alatti folyómeder képe rajzolódik ki. A felszín magassági adatait a munkagépek folyamatosan gyűjtötték, de évenként más-más magassági értékeket jelöltek, amely éven belül a magassági értékek egymáshoz való viszonya megmaradt. A pontos adatok érdekében a GeoShop oldalról vásároltam magassági térképet a területről.

1.7 Éghajlati és időjárási adottságok

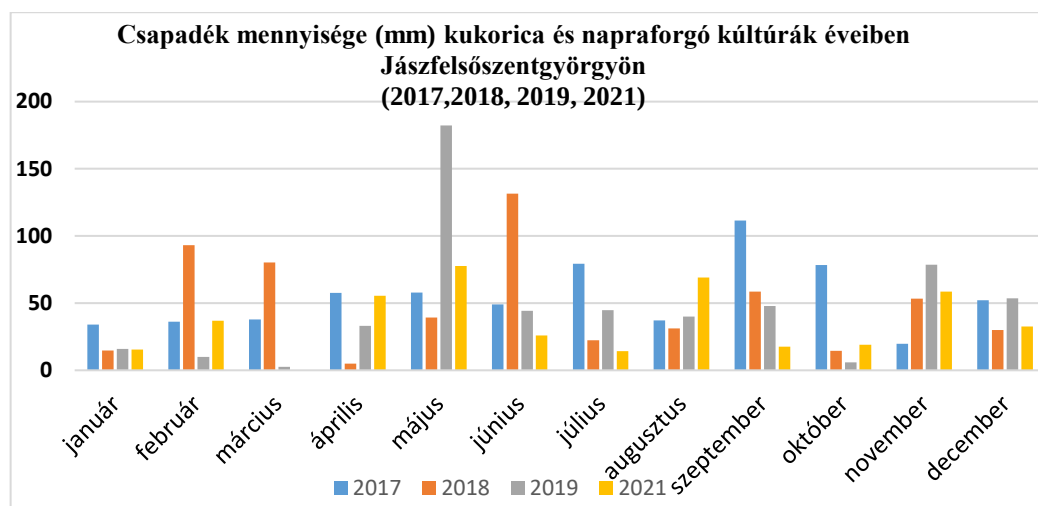
Jászfelsőszentgyörgy éghajlati adottságai megfelelőek a szántóföldi növénytermesztés számára, a napsütéses órák száma magas. Az éghajlatváltozással hatására azonban látható az 1. ábrán, hogy a kétezres évektől a hőmérséklet anomáliái egyre gyakrabban fordulnak elő.



1. ábra Éghajlatváltozás – hőmérséklet és csapadék havi anomáliái Jászfelsőszentgyörgyön

(Forrás: meteoblue.hu)

A csapadék mennyisége a vizsgált időszakban a kapás kultúrák esetében a kukorica szempontjából kiemelt jelentőségű, mivel víz- és tápanyagigényes növény. Az évjáratok közül (2. ábra) a 2019. év volt ideális a kukorica számára, míg a 2021-es év kifejezetten száraz évnek minősült.



2. ábra Csapadék mennyisége (mm) Jászfelsőszentgyörgyön (2017, 2018, 2019, 2021)

1.8 Talajadottságok

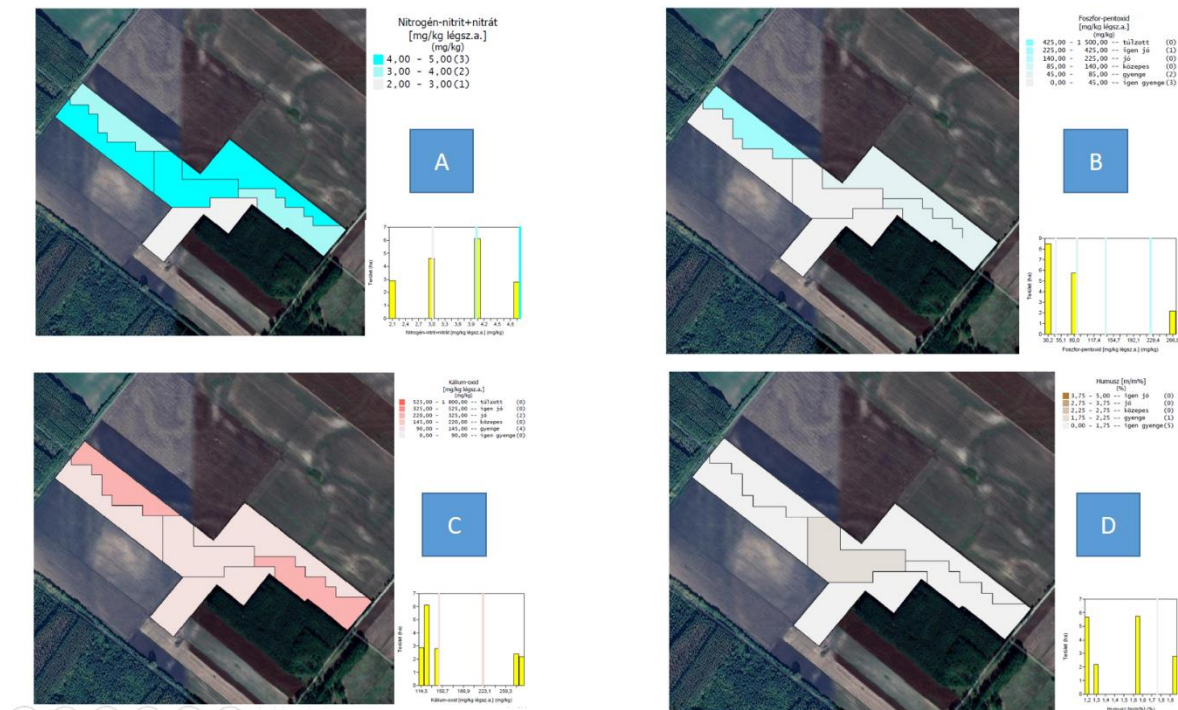
A területen 2019-ben precíziós zóna lehatárolással készült talajvizsgálat, a zóna lehatárolás folyamat azonban nem nyilvános. A talajmintákat akkreditált laboratóriumban megvizsgálták és vizsgálati eredmények alapján elkészültek a tápanyagtérképek. A tápanyagok közül homogén tápanyag ellátottság jellemző mangán, nátrium, cink, réz, kén és magnézium esetében (1. táblázat).

1. táblázat Tápanyag ellátottság a talajvizsgálati adatok alapján

	jellemző/ellátottság
Mangán	gyenge
Nátrium	gyengén szódás
Cink	gyenge
Réz	jó
Kén	igen gyenge
Mangán	jó
Vízben oldható összes só	kis sótartalom

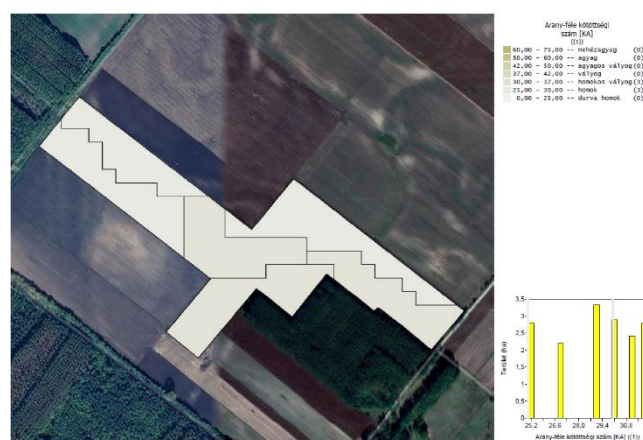
Forrás: KITE PRG

A táblán belüli heterogén eloszlást a Nitrogén-nitrit+nitrát, a foszfor-pentoxid, a kálium-oxid és a humusz mutatott (3. ábra).



3. ábra Heterogén eloszlású tápanyagok a vizsgált területn.

Az Arany-féle kötöttségi szint alapján homok és homokos vályog talajon (4. ábra) folyik a gazdálkodás, amely vízraktározó képesség szempontjából gyenge, amely a kukorica számára kedvezőtlen.



4. ábra Arany-féle kötöttségi szint a vizsgált területen

1.9 Helyspecifikusan gyűjtött adatok köre

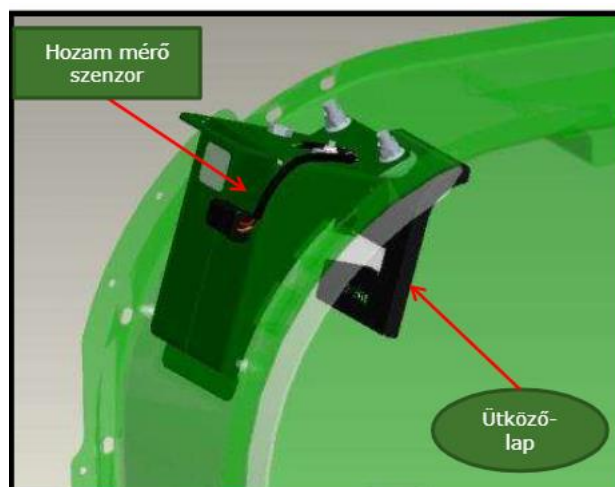
Dolgozatomban felhasznált termelési adatok köre primer adat, saját gazdaságomból származó, amelyet a hozammérővel felszerelt kombájn rögzített. A hozam, nedvesség mérő adatainak és a kombájn üzemeltetési paramétereinek rögzítése GPS koordináták alapján történt, a kombájnra elhelyezett műholdvevő antenna által mért pozíció adatok alapján. A rendszer által készített térképek:

- Hozam
- Nedvesség
- Magasság (domborzat), valamint
- Egyéb: pl. üzemanyag fogyasztás adataiból készülnek.

A precíziós adatgyűjtésre használt W650 i John Deere kombájn (ábra), A StarFire 6000 műholdvevővel volt ellátva, amely SF1 (+/- 15 cm) jelpontossággal történt, a további műveletek esetében, mint a vetés SF3-as jel, azaz +/- 3 cm-es pontossággal dolgoztam a KITE RTK hálózatának a jelpontosítási rendszerét igénybevételeivel.

A kombájn beépített dőléskompenzáló modullal rendelkezik, amely érzékeli és figyelembe veszi a keresztirányú (x) és a hosszirányú billenést (y), valamint a farolást (z) miközben a jel és az irányítórendszer stabilan a nyomvonalon tartja a gépet.

A kombájn ütközőlapos hozammérővel van ellátva (5. ábra), amely a legelterjedtebb hozammérési eljárás.



5. ábra Ütközőlapos hozammérő John Deere kombájnra

(Forrás: Hajmásy (2019))

A hozammérőt minden évben kalibráltam az aratás megkezdése előtt. A kalibrálás menete a következő volt:

- Kalibráció indítása üres magtartálynál
- Ürités után a kalibráció megállítása
- Visszamért súly beírása
- Több kalibrációs értékből számítható ki a végeredmény.

A megfelelő pontosságú kijelzés eléréséhez legalább 4, de ajánlott 6db különböző terményárammal végzett kalibráció végrehajtása (Forrás: Hajmásy, 2019)

A kombájn a mért adatokat JDLINK modemen keresztül továbbítja a MyJohnDeere felületre, ahonnan letölthetővé válnak az adatok. A KITE PRG rendszert igénybe vevők számára a nyers adatok adattisztítást egy algoritmus végzi, amely folyamat pontos módszere nem nyilvános. Munkám során a JDLINK által gyűjtött nyers adatokkal dolgoztam, mint a hozam mennyisége, nedvességtartalma, valamint a terület magassági értéke. Az adatszűrés és a térképek normalizálása az ArcGIS program segítségével történt és a dolgozatom eredményeit képezik.

A nyers hozam és nedvesség adatok esetében adatszűrést történt, ahol a hibás „0” adatok kerültek törlésre, mert nem valós adatokat jelentettek és a statisztikai elemzést jelentősen módosították volna. A különböző évek adatainak összehasonlítása érdekében, az adatok normalizálását végeztem el az alábbi képlet alapján:

$$\text{Normalizált érték (0,1 skálára) érték} = (x - \min) / (\max - \min)$$

Térképi megjelenítéshez még felhasználtam a Google Earth - GIS-képfájlokat is. A talaj tulajdonságainak megismerése érdekében 7 ponton talajszelvényt ástam ki egy markoló segítségével. A mintavételi pontok kijelölése a normalizált hozamtérképek, nedvesség térképek és a magassági térkép alapján történt. Amintavétel időpontja: 2023.03.24, a területen nem volt kultúra és tápanyag-visszapótlás sem történt még a 2023-as évben. A talajszelvények vizsgálata során fényképeket készítettem, a talajszintek nagyságát mérőszalaggal megmértem, valamint egyéb megfigyeléseim rögzítettem fotó dokumentációval kiegészítve. A talajszelvényekből 0-30 cm és 30-60 cm-es szintből mintát vettem, amelyet akkreditált laboratóriumi elemzésre küldtem be. A vizsgálati eredmények a dolgozat befejezéséig még nem érkeztek meg.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

1.10 Alkalmazott termesztéstechnológia és értékelése a kukorica termesztéstechnológia szempontjából a 2016-2022-es években

A 2016-2022 évi gazdálkodási időszakban a 6., 7., 8. ábrában foglaltak szerinti technológiával dolgoztam. A kukorica előveteménye vagy önmaga, vagy őszi búza volt. A kukorica a vizsgált 5 évben háromszor szerepelt a vetésváltásban. Elég gyakori a monokultúra. A technológia értékelése során ki kell emelnem, hogy az őszi szántás a talajvizsgálati eredmények alapján kedvezőtlenül befolyásolta a talaj nedvességtartamát, mivel a forgatásos talajművelés ilyen típusú talajok esetében kifejezetten fokozza az aszályérzékenységet. A talaj humusztartalma is alacsony, amely a tápanyagfelvételt befolyásolja negatív irányban.

IDŐPONT	MUNKAMŰVELET	KIJUTTATOTT INPUT
2016.07.10	Őszi búza betakarítás	
2016.07.30	Talajlazítás univerzális automata kormányzással, vetés irányban	
2016.11.05	Tárcsázás a tábla 1/3 részén - kötelező zöldítés	
2016.11.10	Őszi szántás	
2017.02.23	Szántás elmunkálás	
2017.04.08	Magágyelőkészítés	
2017.04.12	Vetés	John Deere univerzális készlet 67.000 tő/ha
2017.04.15	Preemergens gyomirtás	Lumax 5l/ha
2017.05.28	Műtrágya kijuttatás	YaraBela Extran 27% 100 kg/ha
2017.06.05	Sorközművelés + pozicionált műtrágya kijuttatás	YaraBela Extran 27% 100 kg/ha
2017.05.28	Sorközművelés + pozicionált műtrágya kijuttatás	YaraBela Extran 27% 100 kg/ha
2017.10.14	Kukorica betakarítás	

IDŐPONT	MUNKAMŰVELET	KIJUTTATOTT INPUT
2017.10.22-2022.11.20	Őszi szántás	
2018.04.08	Szántás elmunkálás	
2018.04.14	Műtrágya kijuttatás	Genezis Pétisó 150 kg/ha
2018.04.14	Magágykészítés + műtrágya bedolgozás	
2018.04.15	Vetés	
2018.04.18	Preemergens gyomirtás	Lumax 5 l/ha
2018.05.13	Sorközművelés kultivátorral + pozicionált műtrágya kijuttatás	Genezis Pétisó 100 kg/ha
2018.09.25	Kukorica betakarítás	

6. ábra Termesztéstechnológia a 2017-2018-as években (kukorica)

IDŐPONT	MUNKAMŰVELET	KIJUTTATOTT INPUT	IDŐPONT	MUNKAMŰVELET	KIJUTTATOTT INPUT
2018.11.28- 2018.12.05	Szántás		2019.09.22	Tárcsázás	
2019.02.23	Szántás elmunkálás		2019.09.25	Talajlazítás	
2019.04.04	Magágykészítés		2019.09.26	Műtrágya szórás	150kg/ha NPK 15-15-15
			2019.09.27	Őszi búza vetés	
			2019.10.02	Hengerezés	
2019.02.05	Napraforgó vetés+műtrágya kijuttatás a vetéssel egy menetben	NPK 8-24-24 150 kg/ha starter 20 kg/ ha	2020.03.10	Gyomirtás gyomfésűvel	
2019.05.11	Sorművelés a terület 1/3 része		2020.04.10	Gyomirtás + réz lombtrágya kijuttatás	Corte SE 1 l/ha +Sergomil-L 60
2019.05.20	Gyomirtás	Pulsar Plus 4 l/ha		Permetezés gombabetegségek ellen	
2019.05.25	Sorközművelés + pozicionált műtrágya kijuttatás	Genesis Pétisó 100 kg/ha	2020.04.21		
2019.06.02	Sorművelés kultivátorral		2020.04.29	Műtrágyaszórás	150 kg/ha Genesis Pétisó
2019.06.19	Őszi búza betakarítás			Permetezés gombabetegsége és rovar kártevők elleni védekezés + réz pótlás, lombtrágya kijuttatás	Granstar Super + Trend + Wirtouz Super Star
			2020.07.17	Betakarítás	

7. ábra Termesztéstechnológia a 2018-2020-as években (napraforgó, őszi búza)

A 2022. évben a szervesanyag visszapótlás 200 kg/ha dózissal szervesztrágyázással valósult meg, de csupán 2 ha-on (8. ábra). Ebben az évben az egész országot érintő aszály miatt, a teljes termés megsemmisült, így hozamtérkép sem készült.

IDŐPONT	MUNKAMŰVELET	KIJUTTATOTT INPUT
2020.08.01	Tarlóhántás	
2020.08.03	Vetés 2 ha-on, zöldítés előírásoknak megfelelően	
2020.08.15	Talajlazítás	
2020.11.10	Szervesztrágya szórás 2 ha-on zöldítésnek megfelelően	200 kg/ha szarvasmarha trágya
2020.11.10- 2020.12.10	Szántás	
2021.03.10	Szántás elmunkálása	
2021.04.24	Magágykészítés	
2021.04.26	Kukorica vetés+Starter kijuttatás	Kitestart Mikro NP 10- 40+5S+1Zn , 150kg/ha, Genesis Pétisó vetéssel egy menetben, 2 fajta DKC4709/KWS Ricardo
2021.05.09	Gyomirtás	
2021.06.05	Sorközművelés + pozicionált műtrágya kijuttatás	Genesis Pétisó 150 kg/ha
2021.06.20	sorközművelés + pozicionált műtrágya kijuttatás	100kg/ha Genesis Pétisó
2021.10.20	Betakarítás	
2021.11.10- 2021.12.06	Szántás	
2022.03.14	Szántás elmunkálása	
2022.04.26	2022 április 26 magágy készítés	
2022.05.01	Vetés+ Starter műtrágya kijuttatás	20 kg/ha
2022.05.07	Gyomirtás	
2022.05.28	Sorközművelés kultivátorral	
2022.08.15	Kukorica teljes növény betakarítása - szárzúzóval (kiegészítve az állomány)	

8. ábra Termesztéstechnológia a 2022-es évben (kukorica)

1.11 Zóna lehatárolási módszerek és hibáik a mai gyakorlatban

A zóna lehatárolás az azonos tulajdonságú talajrészek lehatárolását jelenti. A mai gyakorlatban a zóna lehatárolást készítő cégek különböző adatok alapján, különböző sorrendben állítják elő a tápanyag-kijuttatási térképet. Közös jellemzőjük, hogy teljesen különböznek egymástól és ennek következtében, teljesen más tápanyag-visszapótlási térképet adnak a megrendelőknek. A helyspecifikus tápanyag-visszapótlás csak megfelelő zóna lehatárolás alapján érheti el a célját. A jelenlegi gyakorlat gátolja a helyspecifikus technológiák elterjedését.

A helyspecifikus tápanyagkijuttatási térkép minősége természetesen nagymértékben függ az elkészítéséhez felhasznált adatok minőségétől, mennyiségétől és felbontásától (amennyiben térinformatikai adatról van szó).

A KITE PRG rendszere készítette el a 17 ha-os területre a talajmintavételi zóna lehatárolást. A 9. ábrán ezt a zónatérképet és a Google Earth által készített ortofotót egymás mellé állítva látható, hogy a javasolt zóna lehatárolás a terület valós képén is látható, hogy a precíziós zóna lehatárolás a heterogenitását nem megfelelően kezeli, amely eredményeként a talaj heterogenitásának feltárása sem valósulhat meg optimálisan. A zónák szemlátomást nem követik le a heterogén foltokat, így ebből adódóan nem is várható sikeres helyspecifikus tápanyag-visszapótlás, mert már az alapadatok minősége nem megfelelő.



9. ábra Zóna térkép és google ortofotó a vizsgált tábláról (Forrás: KITE PGR, Google Earth)

Amint már többször is kitértem rá, a szakirodalmak is ezt támasztják alá, a megfelelő helyspecifikus tápanyag-visszapótlási rendszer alapja a tábla változatosságának megismerése, amelyre számos lehetőség rendelkezésünkre áll. A GPS technológia

megjelenésével a területhez köthető adatokat térbeli helyhez történő hozzárendeléssel és térinformatikai eszközös segítségével térképi megjelenítéssel ábrázolhatjuk a termelést befolyásoló adatokat, a számítógépes rendszer által képesek vagyunk elemezni azokat, így információt kapni a termelést befolyásoló tényezőkről.

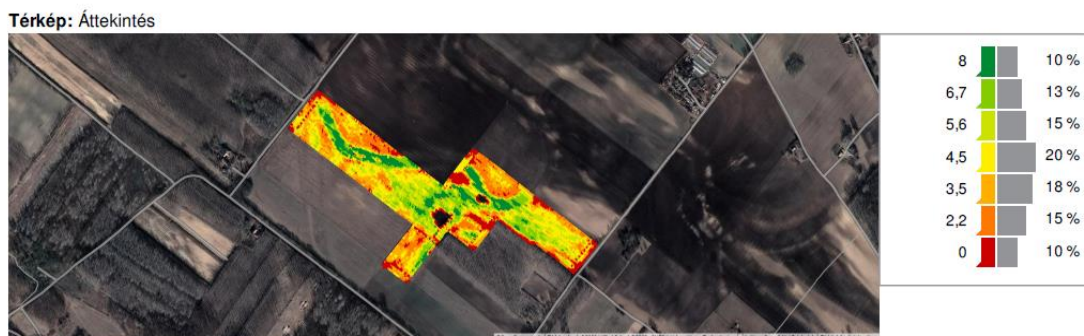
A GPS technológia lehetővé teszi, hogy az 5 ha/minta alapú talajmintavételi eljárási technika esetén, a minta már hozzáköthető legyen egy adott gazdálkodási térhez, amely látni engedi a táblarészek átlagos tápanyag tartalmát. Előfordulhat olyan eset, hogy a mintavételi egység 5 ha – és jelen terület is ezt igazolja – és ezen az egységen belül jelentkezhet nagymértékű variabilitás, amely átlagos értékekkel nem kifejezhető. Ilyen típusú adatból pontos helyspecifikus tápanyag-visszapótlási térkép nem készíthető.

A vizsgálatok során a talajheterogenitás minél pontosabb megismerése volt a cél, amelyről információt adnak a hozamtérképek, termény nedvességét ábrázoló- és magassági térképek. A saját megfigyelések térképi ábrázolását jelen dolgozatomban eltekintettem, mert nem volt olyan egyéb tényező, amely hatásával számolni kellett volna (pl. vadkár).

1.12 Hozam adatok megjelenítése, adatszűrés folyamata

A vizsgált táblán történő zóna kijelöléséhez alapadatot a hozammérővel felszerelt kombájnokból származó adatok adták.

A JDLink által készített hozamtérkép (10. ábra) szerint a termés 20%-a 4,5 t/ha, 18%-a 3,5 t/ha, 15-15%-a pedig 2,2 és 5,6 t/ha-os értéket képvisel. A 8 t/ha értéket csupán a terület 10%-án sikerült elérni. A 10. ábrán látható; hogy a táblán a legmagasabb hozamszint (zölddel jelölve) azon a területen érhető el, amely már az ortofotón is szembetűnő. A mintázat még figyelemre méltóbb, amikor a környező táblákkal egységben nézzük, hiszen tökéletesen összefüggő minta rajzolódik ki, amit a hozam adatok is követnek. A talajszelvények kiadását ezért tartottam fontosnak, mert szerettem volna megismerni a mintázat talajtani magyarázatát.



10. ábra Hozamtérkép a 2017-es évről (kukorica)

A hozam adatok esetében érdemes elkülöníteni a vizsgálat szempontjából a hozam adatok alapján:

- stabilan alacsony-,
- stabilan magas-, és
- változó zónákat.

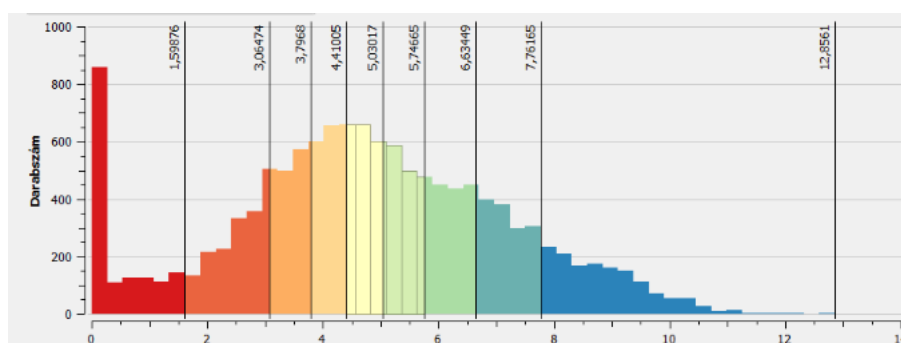
A fenti csoportosítás esetében a zónák tulajdonságainak a kialakulásának az okát fontos megtalálni. Az évjáráthatás, a technológiai probléma, mikroklimatikus hatások egyaránt szerepet játszhatnak a hozam adatok kialakulásában, mégis a vizsgálat szempontjából a talaj tulajdonságait (fizikai, kémiai és biológiai), a domborzati adottságokat valamint az évjáráthatást kell elsődlegesen megvizsgálnunk.

A zóna lehatárolás egyik alap információja a hozamtérkép. Alapprobléma, hogy a nyers hozamtérkép hibákkal terhelt, tehát az adattisztítás nélkül – amely a hibás adatok kisselektálását jelenti, nem használható fel, mert jelentősen torzítja az eredményt. A 11. ábrán látható a sárga körvonallal határolt területen belül „0” mért hozamot jelentő piros pontok. Ezeket a nullás értékeket elsősorban a sorok kezdésénél lehet látni, amely nem valid adat, hiszen itt is volt hozam, csak a ferdefelhordóban a mag nem ért még fel a szenzorhoz. Ez 12-17 mp-et vesz igénybe, és ezért jelenik meg a nulla hozam az adott pontban.



11. ábra Nyers adatokon alapuló hozamtérkép a 2017-es évből

A 2017 évi hozamadatsornak a hisztogramja (12. ábra) is ugyanezt mutatja, látható a „0” hozam adatok magas száma, amely jelentős része a hibás adat, így ezek kiszűrése elengedhetetlen.



12. ábra Kukorica nyes hozamtérkép hisztogramja

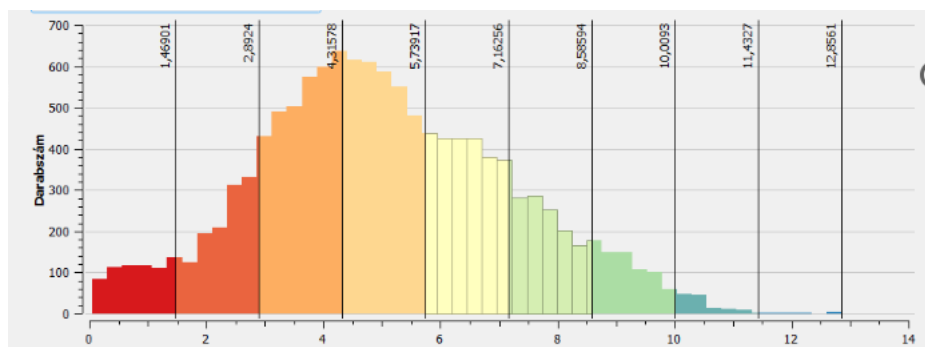
A „0” hozam adatok szűrése és törlése 785 adatot érintett, amely torzította a hozamtérképet (13. ábra)

Hozam_2017 – Összes elem: 13260, Leszűrt: 13260, Kiválasztott: 785

	DISTANCE	SWATHWIDTH	VRIELDMAS	SECTIONID
1	0,01238651	6,09600000	0	477
2	0,02238651	6,09600000	0	477
3	0,02238651	6,09600000	0	477
4	0,30238651	6,09600000	0	477
5	0,49238651	6,09600000	0	477

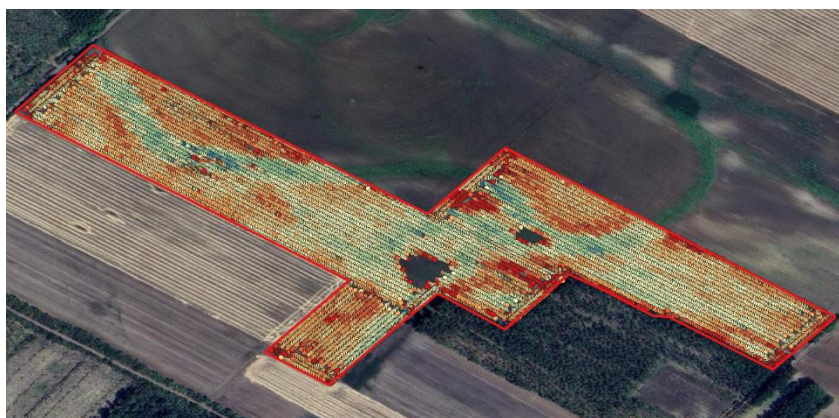
13. ábra Hozam adatok szűrése „0” értékre

A 14. ábrán látható, hogy az adattisztítás után a hisztogramban nem találhatók a „0” hozam eredmények, tehát az adattisztítás sikeres volt. Az adateloszlás harmonikusabb és a valós képet mutatja a hozam adatokról.



14. ábra Kukorica hozamtérkép hisztogramja adattisztítás után

A 2017. évi kukorica hozamtérkép adatszűrés utáni képén (15. ábra) már nem jelennek meg a sorok elején a „0” értékek a mért hozam esetében.



15. ábra A 2017. évi kukorica hozamtérkép adattisztítás utáni

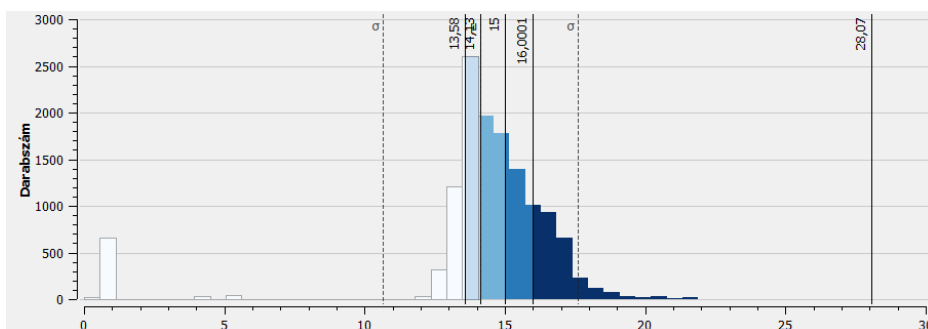
1.13 Szemnedvességi adatok megjelenítése, adatszűrés folyamata

Az aratás során nem csupán a hozam nagyságáról, hanem a hozam nedvességéről is gyűjt adatokat a szenzor. A nedvesség adatokat, ahogy a hozamadatokat nyers adat formájában kapjuk meg a kombájn rendszeréből (16. ábra), tehát ebben az esetben is a hozamadatokat hasonló módon, a nedvesség adatok szükséges szűrni.



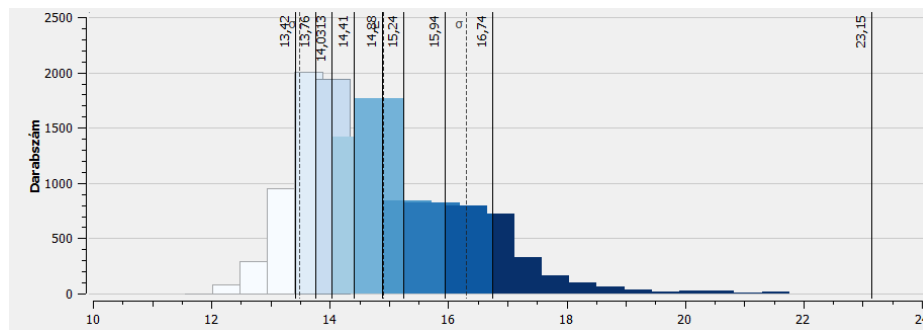
16. ábra A hozam nyers adatokon alapuló nedvesség térképe a 2017-es évben (kukorica)

A normál eloszlású adatokat nézve az esetek 68% -a az átlaghoz viszonyított ± 1 szórás egységen belül helyezkedik el. Az adatok 95%-a pedig 2 egységen belül. Közel minden adat (99,8%) az átlaghoz viszonyítva 3 egységnyi távolságon belül helyezkedik el (<https://spssabc.hu/a-normalis-elozslas-jellemzoi-es-vizsgalata/>). Az adatok szűrését ezen módszer segítségével végeztem. A nedvességi adatok hisztogramjait összehasonlítva látható, hogy a nyers adatot mutató hisztogram 17. ábra és az adattisztítás utáni hisztogram jelentős különbséget mutat, az adateloszlás harmonikusabb.



17. ábra A hozam nyers adatokon alapuló nedvesség hisztogramja a 2017-es évi adatok alapján (kukorica)

A 18. ábrán a szemnedvesség hisztogramja látható az adattisztítási folyamat során, ahol a „0” értékeket törölni kellett, mert ahogy a hozam mennyiségi adatainál, itt is nem valós információt jelentettek ezek az értékek a táblán a sorok kezdeténél. Az adatszűrés után az adatok hisztogramja harmonikus adateloszlást mutat, amely a valós adatokat tükrözi.



18. ábra hozam nedvesség hisztogramja adatszűrés után a 2017-es évi (kukorica)

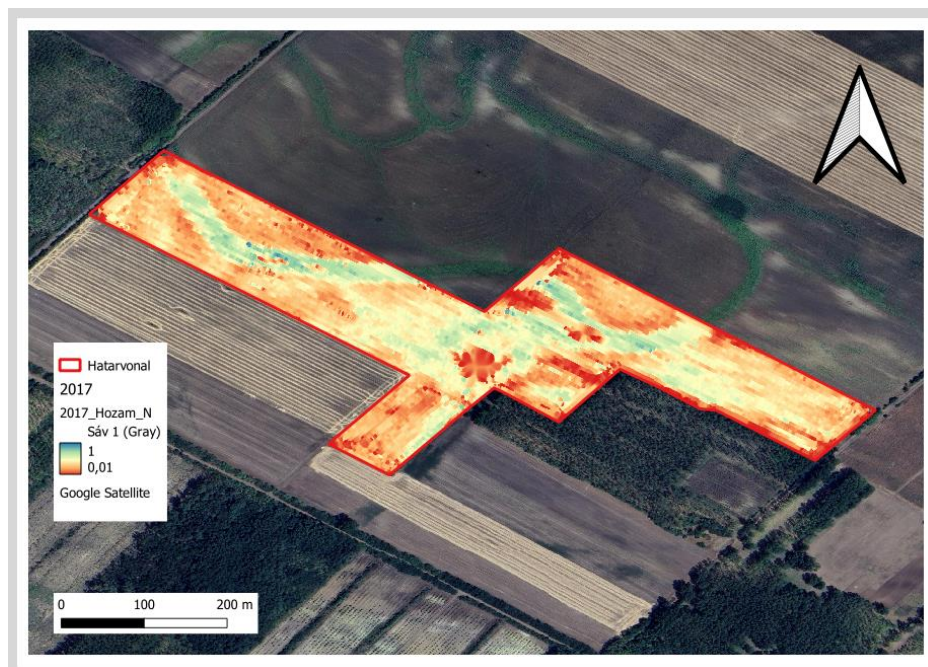
A nedvességi adatok normalizálása után elkészült a nedvesség térkép (19. ábra) a vizsgált területre, amely követi az ortofotó mintázatát.



19. ábra Nedvesség térkép a 2017 évi aratási adatok alapján.

1.14 Hozamtérképek normalizálása és értékelése

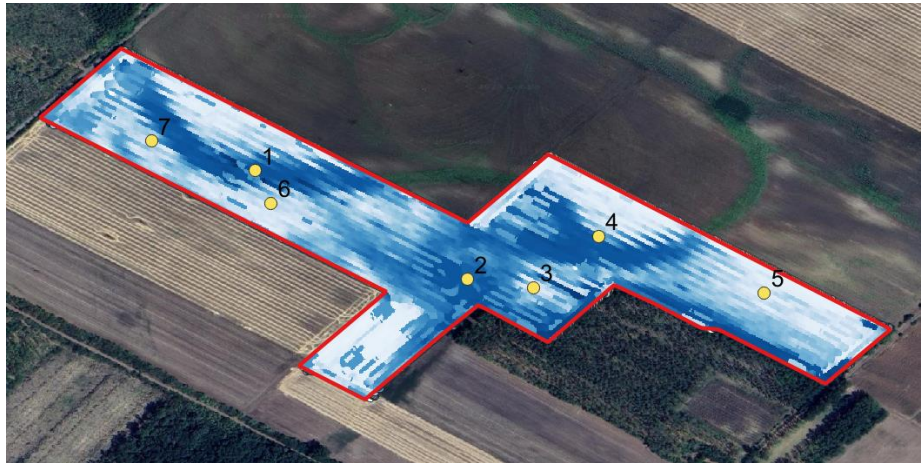
Az adatok összehasonlíthatósága valamennyi hozamtérkép normalizálására van szükség, amely folyamatának leírása az Anyag és módszer fejezetben szerepel. A 20. ábra a 2017 évi normalizált hozamtérképet mutatja, ahol egyértelműen megjelenik a fonalszerű mintázat a terület északi részén. Ez vonalszerű zóna minden évben a legmagasabb hozamot mutatta, valamennyi kultúra esetében.



20. ábra A 2017 évi hozamtérkép normalizálása

A vizsgált évekből azokat az éveket emeltem ki, amikor kukoricát termesztettem. A soros kultúrák esetében van a helyspecifikus tápanyag-visszapótlásnak nagyobb gyakorlati jelentősége. A napraforgó nem igazán aszályérzékeny, a búza is viszonylag jól tűri a kedvezőtlen időjárást. A kukorica ebben az esetben kifejezetten jól indikálja a terület talajheterogenitásából adódó problémákat.

A gazdálkodás során a munkaműveletek során a munkagépek adatgyűjtést végeznek a magassági adatokról is, amelyek alapján készülhet interpolált magassági térkép is, ahogy ezt a 21. ábrán láthatjuk. A magassági térképek a vizsgált években eltérést mutattak egymáshoz képest.



21. ábra Vizsgált terület magassági térképe a 2017 magassági adatai és a mintavételi pontok alapján - interpolált

A Lechner Tudásbázis adatbázisából lehetőség van térinformatikai adatbázisból megvásárolni olyan adatokat, térképeket, amelyek azonnal integrálhatók a rendszerünkbe. A GeoShopból megvásárolt magassági adatok alapján készült interpolált térkép látható a 22. ábrán.



22. ábra Magassági térkép a Lechner Tudásbázis adatbázisából vásárolt adatok alapján a mintavételi pontokkal

Az 5 év normalizált hozamtérképei elkészültek, amely alapján megállapítható, hogy a zóna lehatárolás alapvetően megegyezik a kukorica zóna lehatárolásával (23. ábra). A szakemberek véleménye alapján amennyiben helyes a zóna lehatárolás, nem változik növényenként, csupán évjáratonként és növényenként változik a zónák teljesítő képessége.

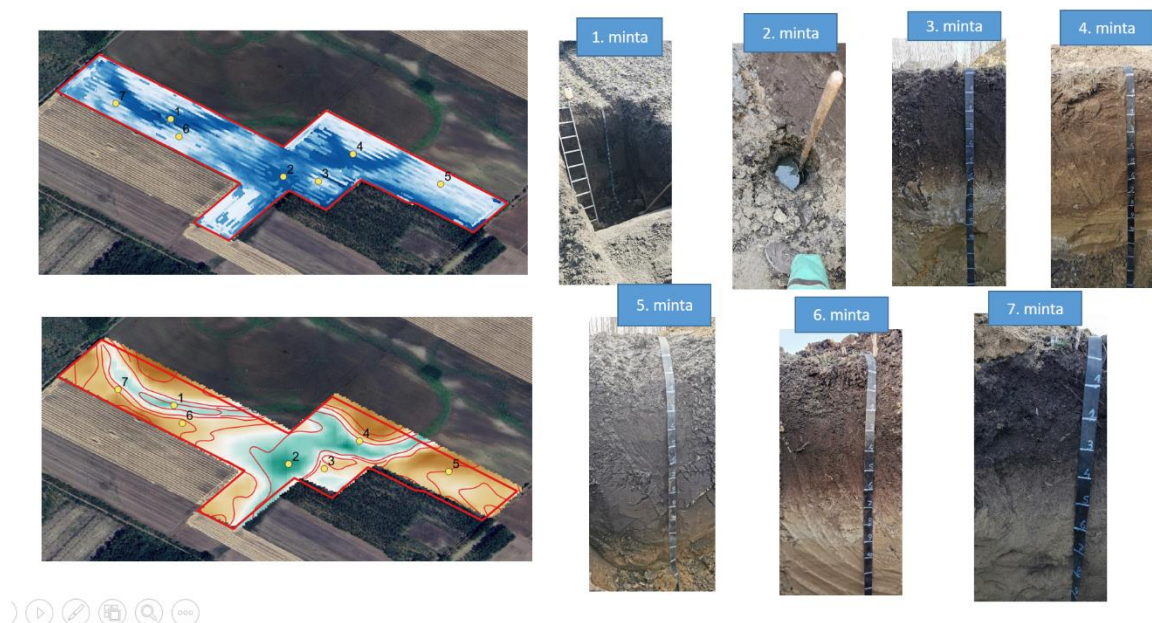


23. ábra A vizsgált terület normalizált hozamtérképe 5 év hozamtérképe alapján

1.15 A talajszelvény vizsgálat

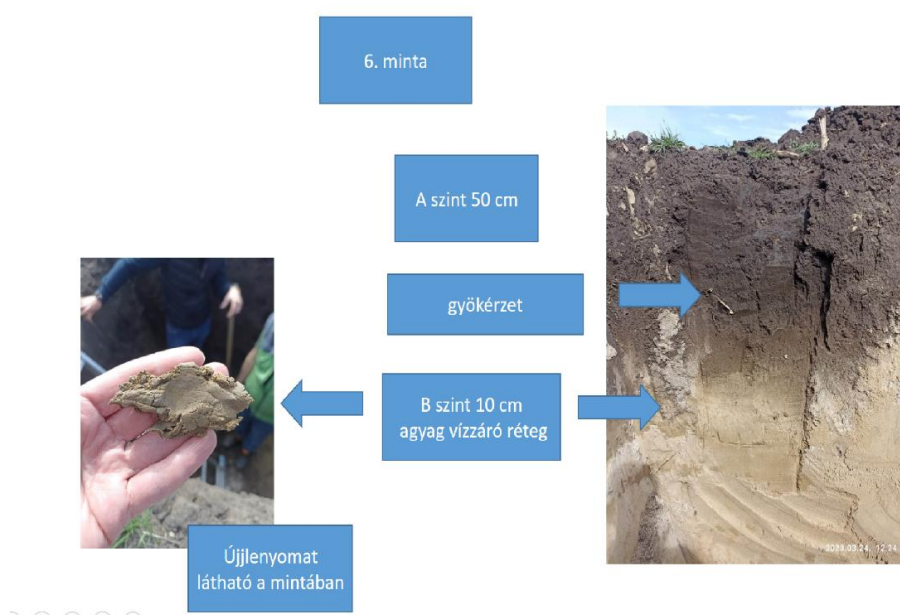
A talajszelvény vizsgálat a zóna lehatárolás alapján kijelölt pontok alapján történt, így a 7 minta jellemezheti a terület adottságait és alkalmas lehet a terület tulajdonságainak a behatóbb megismerésére.

A 24. ábrán látható, hogy a magassági térképek és a mintavételi pontok is kapcsolatban állnak egymással. Az alacsonyabban fekvő északi részen kelet-nyugati irányban húzódó csatorna egy régi folyómedret enged láttatni, ez bizonyítja a környező táblákon átívelő vonala. A mintavételi pontokhoz rendelt fényképek közül a 2. mintavételi ponton a talajvíztükör látható, amely ha jól megnézzük a magassági térképet, akkor egy mélyebb zónában található, ahol a víz felhalmozódhat. A területen ezen a részen lehatárolt zóna valamennyi évben magas hozamadatokat produkált a táblán belül.



24. ábra Normalizált magassági térképek (2017 évi adatok alapján (fent), Lechner Tudásközpontból vásárolt adatok alapján, mintavételi pontokkal valamint a hozzá tartozó fotó dokumentációval.

A minták közül kiemelném a 6. mintát, mivel ez a mintavételi pont a változó zónához tartozik. A 25. ábrán jól látható ennek ok, miszerint az A szint 50 cm-es vastagsága után egy vízzáró agyagréteg található, amely aszályos években javítja segíti a csapadékot megőrizni, még csapadékos években gátló tényező lehet, hiszen a levegőtlenné válhat a vízzel telített talaj. A növény gyökérmaradványok bizonyítják, hogy a talajművelési rendszer megfelelő.



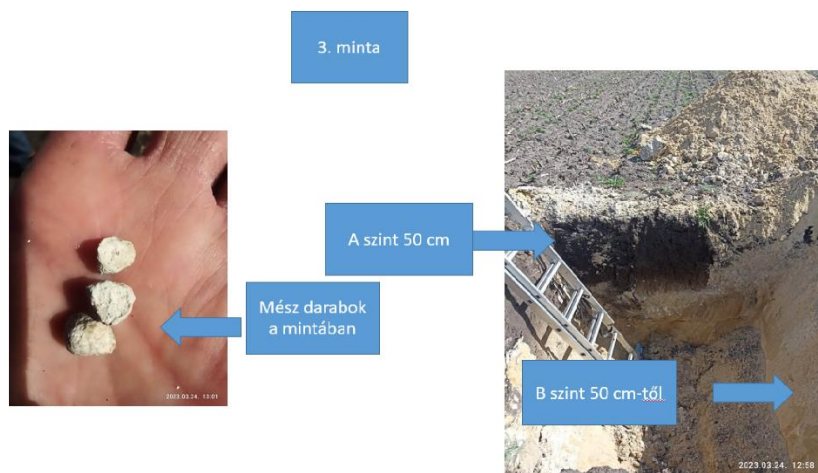
25. ábra A 6. mintavételi ponton lévő szelvénygödör

A 2. mintavételi pont esetében (26. ábra) a talaj megfelelő nedvességgel való ellátottságát bizonyítja a talajvíztükör felszínhez közeli megjelenése a szelvénygödörben, valamint a földigiliszta jelenléte, amely a nedves közeget kedveli.



26. ábra A 2. mintavételi ponton lévő szelvénygödör

A 3. mintavételi pontnál a talajszelvény A szintje 50 cm, a B szint pedig homok, amely látható mennyiségű mész darabokat tartalmaz (27. ábra). A homokos-vályog talajokra emlékeztet, de itt a homoktartalom jóval látványosabban jelenik meg.



27. ábra A 3. mintavételi ponton lévő szelvénygödör

A vizsgált terület további elemzése a talajvizsgálati eredmények ismeretében, azzal egységben valósulhat meg. A vizsgált területen számos olyan tényező hatásával kell számolni, amely nem változtatható meg, vagy csak kis mértékben. A gazdálkodó számára jelent ez döntési helyzetet a termelés további irányáról.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A terület vizsgálata során levont következtetéseim és javaslataim a következők:

- A vizsgált 2017-2022-es évekből azokat az éveket emeltem ki, amelyekben kukoricát termesztettem, mert kifejezetten jól indikálja a terület talajheterogenitásából adódó problémákat, magas tápanyagigénye és ebből adód magas vízigényének köszönhetően. A vízigény kritikus a kukoricatermesztés számára hazánkban, mivel a klímaváltozás hatására a csapadékeloszlás anomáliáinak száma sűrűsödik. A talaj, (mint hazánk legnagyobb víztározója), tulajdonságai meghatározóak lehetnek a termesztést befolyásoló tényezők körül.
- A hozamtérképezésből származó valid adat nem érhető el, a hozammérő kombájn aratás előtti megfelelő kalibrálása nélkül.
- A helyspecifikus talajmintavétel alapját képző precíz zóna lehatárolás nem készülhet a kombájn által gyűjtött adatokból adatszűrés nélkül, mert a hibás adatok torzítják a mért adatokat.
- Az adatszűrés nagy körültekintést igényel, különösen a táblavégi fordulók utáni új sorok adatait érdemes ellenőrizni, mert ezeken a helyeken nagy mennyiségben található hibás „0” hozamértékkel szereplő adat. Az adatszűrés minden kombájn által gyűjtött adatra vonatkozik. Kiegészítő információk is szükségesek lehetnek – a vizsgált területen nem volt ilyen – amelyek befolyásolják a hozamtérképen szereplő adatok minőségét. Ilyen információ lehet pl. időjárási esemény okozta kár.
- A különböző évek hozamtérképei csak normalizálva kezelhetők és hasonlíthatók össze egymással.
- Az 5 év normalizált hozamtérképei alapján elkészült térkép a kukorica 2017-es év hozamadatai alapján készült normalizált hozamtérképeivel hasonló mintázatot mutatott jelen esetben, ebből arra lehet következtetni, hogy a megfelelő zóna lehatárolás.
- A zóna lehatárolás esetében érdemes elkülöníteni az állandó zónákat (ez lehet magas ill. alacsony hozamú zóna), ezen állandóság okának feltárására javaslom a talajszelvény vizsgálatot. A vizsgált területen lévő alacsony hozampotenciállal rendelkező zónák esetében a felszínhez közeli szerkezet nélküli alapvetően homokból álló B szintet találtam, amely minimalizálja a terület víztározó képességét.

- Az 5 év átlagában egy táblákon keresztül vezető, csatornaszerű zóna az ortofotón is szembetűnő volt, mert mintázata egy folyómederhez hasonlított. A vizsgálatok során sikerült 205 cm-nél megtalálni a talajvíztükroket, amely egy régi folyó, felszín alatt ma is megtalálható maradványának hatásának a következménye. Valószínűnek tartom, hogy ez a magyarázat a terület egyéb részeihez képest, folyamatosan magas hozamnak a területen.
- A kukorica termesztést a jelen vizsgálatok fényében nem tartom költséghatékonnak, mivel a talaj tulajdonságaiból adódó aszályérzékenység, öntözés nélkül, a kukorica termesztés kockázatát nem csökkenti jelentős mértékben. A kukorica öntözése ugyan megoldható lenne, de a piaci viszonyok kedvezőtlen alakulása miatt, nem tartom gazdaságosnak a termesztését. A vizsgálatok folytatását javaslom a talajvizsgálati eredmények megérkezése után.
- Az évjáratok esetében változó zónák teljesítményét is a talajszerkezeten keresztül a víz befolyásolhatja.

ÖSSZEFOGLALÁS

A zóna lehatárolás az azonos tulajdonságú talajrészek lehatárolását jelenti. A mai gyakorlatban a zóna lehatárolást készítő cégek különböző adatok alapján, különböző sorrendben állítják elő a tápanyag-kijuttatási térképet. Közös jellemzőjük, hogy teljesen különböznek egymástól és ennek következtében, teljesen más tápanyag-visszapótlási térképet adnak a megrendelőknek. A helyspecifikus tápanyag-visszapótlás csak megfelelő zóna lehatárolás alapján érheti el a célját. A jelenlegi gyakorlat gátolja a helyspecifikus technológiák elterjedését.

A vizsgálatok során a talajheterogenitás minél pontosabb megismerése volt a cél, amelyről információt adnak a hozamtérképek, termény nedvességét ábrázoló- és magassági térképek. A zóna lehatárolás egyik alap információja a hozamtérkép. Alapprobléma, hogy a nyers hozamtérkép hibákkal terhelt, tehát az adatszűrés nélkül – amely a hibás adatok kiszűrését jelenti, nem használható fel, mert jelentősen torzítja az eredményt.

A vizsgált évekből azokat az éveket emeltem ki, amikor kukoricát termesztettem, mert kifejezetten jól indikálja a terület talajheterogenitásából adódó problémákat, magas tápanyagigénye és ebből adódó magas vízigényének köszönhetően. A vízigény kritikus a kukoricatermesztés számára hazánkban, mivel a klímaváltozás hatására a csapadékeloszlás anomáliáinak száma sűrűsödik. A talaj, (mint hazánk legnagyobb víztározója), tulajdonságai meghatározóak lehetnek a termesztést befolyásoló tényezők körül. Megállapítottam, hogy a valid adat csak akkor keletkezhet, ha hozammérő kombájn aratás előtti megfelelő kalibrálása nélkül.

A vizsgált időszakban három évben kukorica (2017,2018, 2019) egy évben napraforgó 2020 és egy évben őszi búza volt. A 2022-es év termesztéstechnológiájának ismertetése is megtörtént, de sajnos az egész országot súlytó rendkívüli aszály ezen a területen is éreztette hatását, aminek következtében megsemmisült a teljes termés, így hozamtérkép nem készülhetett ebben az évben.

Az adatszűrés nagy körütekintést igényel, nagy mennyiségben található hibás „0” hozamértékkel szereplő adat. Az adatszűrés minden kombájn által gyűjtött adatra vonatkozik. A különböző évek hozamtérképei csak normalizálva kezelhetők és hasonlíthatók össze egymással. Az 5 év normalizált hozamtérképei alapján elkészült térkép a kukorica 2017-es év hozamadatai alapján készült normalizált hozamtérképeivel hasonló

mintázatot mutatott. A vizsgálatok során elkülönítettem állandó és változó zónákat, ahol talajszelvény vizsgálatot végeztem. Az alacsony hozampotenciállal rendelkező zónák esetében a felszínhez közeli szerkezet nélküli alapvetően homokból álló B szintet találtam, amely minimalizálja a terület víztározó képességét. A legmagasabb és legbiztonságosabban termő zóna, egy valamikori folyó medre lehet, amely még a felszín alatt most is mutatja nyomát, hiszen az egyik szelvényénél megtaláltam a talajvíztükröt. Az évjáratok esetében változó zónák teljesítményét is a talajszerkezeten keresztül a víz befolyásolhatja.

A kukorica termesztést a jelen vizsgálatok fényében nem tartom költséghatékonnak, a terület öntözése ugyan megoldható lenne, de a piaci viszonyok kedvezőtlen alakulása miatt, nem tartom gazdaságosnak a termesztését. A vizsgálatok folytatását javaslom a talajvizsgálati eredmények megérkezése után.

A vizsgált területen számos olyan tényező hatásával kell számolni, amely nem változtatható meg, vagy csak kis mértékben. A gazdálkodó számára jelent ez döntési helyzetet a termelés további irányáról.

IRODALOMJEGYZÉK

- Ali, A., Hussain, M., Habib, H. S., Kiani, T. T., Anees, M. A., Rahman, M. A. (2016): Foliar spray surpasses soil application of potassium for maize production under rainfed conditions. *Turk. J. Field Crops*. 21(1): 36-32.
- Ambrus A. (2016): A hely-specifikus tápanyag-ellátás és az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) mennyiségi és minőségi jellemzői közötti összefüggések vizsgálata, PhD dolgozat, Szent István Egyetem, Növénytudományi Doktori Iskola, Gödöllő
- Anonim 1 (2022): Korszerű megoldások a növényi hozam mérésére <https://www.agroinform.hu/szantofold/korszeru-megoldasok-a-novenyi-hozam-meresere-57570-002>
- Antal J. – Jolánkai M. (2005): Növénytermesztéstan I. A növénytermesztéstan alapjai. Gabonafélék. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 315-316
- Antal J. (2000): Növénytermesztők zsebkönyve. Budapest: Mezőgazda kiadó.
- Árendás Tamás, Dr. Bónis Péter, Dr. Berzsenyi Zoltán, Dr. Fodor Nándor, Dr. Marton L. Csaba (2019): A termesztéstechnológia alapelemeinek jelentősége napjainkban, Agrofórum online, <https://agroforum.hu/lapszam-cikk/a-termesztestecnologia-alapelemeinek-jelentosege-napjainkban/>
- Bicskei Károly (): Hogyan termesszünk kukoricát? Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet,
- Birkás M. (2014): Birkás Márta: Még több tudás kell a talajokhoz! Agrofórum, 2014/10.
- Bocz E. (1996): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Csathó P. – Árendás T. (2012): Az évjárat és a műtrágyahatások kapcsolata. Agrofórum. 23. évf. 5. szám. pp. 38-42.
- Debreceni Agrártudományi Centrum.
- Hajmásy Gy. (2019): Gabonakombájn működése, Hozammérési technológiák a John Deere betakarító gépeken, KITE konferencia, Nádudvar 2019. november 8. <http://www.hermanottointezet.hu/sites/default/files/Kombajnhozamm%C3%A9r%C5%91k.pdf>
- Harnos Zs. (2007): In: A precíziós mezőgazdaság módszertana. (Szerk: Németh T., Neményi M., Harnos Zs.) JATE Press – MTA TAKI 2007. pp. 159-200.
- https://static.ikragrar.hu/public/download/prospektusok/kukorica_brochure_20p_2022_web.pdf
- IKR Agrár: Precíziós szolgáltatások https://static.ikragrar.hu/public/download/prospektusok/precizios_szolgaltatasok_8p_2020_web.pdf
- Kádár I. (1993): A kálium-ellátás helyzete Magyarországon. Budapest. Kertészeti Kar, Budapest
- Láng I. (1976): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Menyhért Z (2010): A Zöld Forradalom hatásai a magyar kukoricatermelésben (Az iparszerű kukoricatermesztéstől a GMO-ig). Agrofórum Extra, 37. pp. 11-15
- Mesterházi P. Á. (2018): A csúcstechnika szerepe és alkalmazásának előnyei a szántóföldi növénytermesztésben. <https://www.magro.hu/agrarhirek/csucstechnika-szerepe-es-alkalmazasanak-elonyei-szantofoldi-novenytermesztesben-2/>
- Mété A. (2022): A kukorica termesztése, kukorica termesztés Magyarországon, <https://www.agraroldal.hu/kukorica-termesztes.html>
- Milics G. (2021): Ezért kincs az agráradat – 7. rész: A hozammérés és a betakarítás adatgyűjtése, Agronapló 2021/8 pp45-42
- Milics G. (2022): A digitalizáció a mezőgazdaság korparancsa: Dr. Milics Gábor beszélt a részletekről. szóbeli közlés, <https://www.magro.hu/agrarhirek/a-digitalizacio-a-mezogazdasag-korparancsa-dr-milics-gabor-beszelt-a-reszletekrol/>
- Milics G., Mesterházi P.Á., Pörncz A. (2014): Hozamtérképezés – A nyers adatoktól az informatív hozamtérképig. Agronapló, 2014/6 pp. 60-61
- Nagy J. (2006): A debreceni kukorica tartamkísérlet kutatási eredményei. Debrecen,

- Nagy J.(2007): Kukoricatermesztés. Élelmiszer-bioenergia-takarmány. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2007, p. 393
- Oláh J., Popp P. (2018): A kukoricatermelés kilátásai. Mezőgazdaság 2018/43
- Pecze Zs. (2018): Zóna ABC, távérzékelés, <https://ikragrar.hu/blog/zona-abc-taverzekeles>
- Radics (szerk) (1994): Szántóföldi növénytermesztés, Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem
- Raskó Gy. (2022):A kukorica helyzete napjainkban, szóbeli közlés Portfólió konferencia
- Szél Sándor (2014): A kukoricatermesztés feltételei, termesztési technológiák és a fajták kölcsönhatása, Agronapló, 2014/4, p. 33
<https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2007/04/szantofold/a-kukoricatermesztes-feltetelei-termesztési-technológiák-es-a-fajtak-kolcsonhatasa>
- Várallyay Gy. (2005) A magyar Alföld szélsőséges vízgazdálkodása és ahhoz történő alkalmazkodás lehetőségei és korlátai In: Pepó P. (szerk.) Korszakváltás a hazai mezőgazdaságban: a modern növénytermesztés alapjai, Tudományos ülés, Debrecen pp. 43-51.
- WATANABE, K., MURAYAMA, T., NIINO, T., NITTA, T., NANZYO, M. (2005): Reduction of phosphatic potash fertilizer in sweet corn production by pre-planting application of potassium phosphate to plug seeds. Plant. Prod. Sci., 8 (5) 608-616. p.

ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. ábra Éghajlatváltozás – hőmérséklet és csapadék havi anomáliái Jászfelsőszentgyörgyön	10
2. ábra Csapadék mennyisége (mm) Jászfelsőszentgyörgyön (2017, 2018, 2019, 2021) ...	11
3. ábra Heterogén eloszlású tápanyagok a vizsgált területn.	12
4. ábra Arany-féle kötöttségi szint a vizsgált területen	12
5. ábra Ütközőlapos hozammérő John Deere kombájnon	13
6. ábra Termesztéstechnológia a 2017-2018-as években (kukorica).....	15
7. ábra Termesztéstechnológia a 2018-2020-as években (napraforgó, őszi búza)	16
8. ábra Termesztéstechnológia a 2022-es évben (kukorica).....	16
9. ábra Zóna térkép és google ortofotó a vizsgált tábláról (Forrás: KITE PGR, Google Earth)	17
10. ábra Hozamtérkép a 2017-es évről (kukorica)	19
11. ábra Nyers adatokon alapuló hozamtérkép a 2017-es évből	20
12. ábra Kukorica nyes hozamtérkép hisztogramja.....	20
13. ábra Hozam adatok szűrése „0” értékre.....	20
14. ábra Kukorica hozamtérkép hisztogramja adattisztítás után	21
15. ábra A 2017. évi kukorica hozamtérkép adattisztítás utáni	21
16. ábra A hozam nyers adatokon alapuló nedvesség térképe a 2017-es évben (kukorica)	22
17. ábra A hozam nyers adatokon alapuló nedvesség hisztogramja a 2017-es évi adatok alapján (kukorica)	22
18. ábra hozam nedvesség hisztogramja adatszűrés után a 2017-es évi (kukorica).....	23
19. ábra Nedvesség térkép a 2017 évi aratási adatok alapján.....	23
20. ábra A 2017 évi hozamtérkép normalizálása.....	24
21. ábra Vizsgált terület magassági térképe a 2017 magassági adatai és a mintavételi pontok alapján - interpolált.....	25
22. ábra Magassági térkép a Lechner Tudásbázis adatbázisából vásárolt adatok alapján a mintavételi pontokkal	25
23. ábra A vizsgált terület normalizált hozamtérképe 5 év hozamtérképe alapján	26
24. ábra Normalizált magassági térképek (2017 évi adatok alapján (fent), Lechner Tudásközpontból vásárolt adatok alapján, mintavételi pontokkal valamint a hozzá tartozó fotó dokumentációval.	27
25. ábra A 6. mintavételi ponton lévő szelvénygödör	27
26. ábra A 2. mintavételi ponton lévő szelvénygödör	28
27. ábra A 3. mintavételi ponton lévő szelvénygödör	28
 1. táblázat Tápanyag ellátottság a talajvizsgálati adatok alapján	11

NYILATKOZATOK

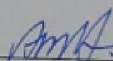
KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Szabó József hallgató (Neptun azonosítója: CUVVCL) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: 2023. május 8.



Belső konzulens

NYILATKOZAT

Alulírott Szabó Zsolt, a Magyar Agrár- és Élettudományi
Egyetem, Szent István Campus,
Precíziós mezőgazdasági Szakmunkások 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: 2023 év 05 hó 08 nap

Szabó Zsolt
Hallgató