

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
MEZŐGAZDASÁGI KAR
NÖVÉNYTUDOMÁNYI ÉS KÖRNYEZETVÉDELMI INTÉZET

A TALAJ DEGRADÁCIÓJA ÉS JAVÍTÁSA
ZÁRT TERMESZTŐBERENDEZÉSBEN

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

Készítette:
VARGA JÓZSEF

Konzulens:
Dr Hupuczi Júlia
Főiskolai docens

HÓDMEZŐVÁSÁRHELY
2023

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
2. Irodalmi áttekintés	4
2.1. Paprika talaj, tápanyag, és vízigénye	4
2.2. A talaj kémiai tulajdonságai	5
2.2.1. Kémhatás (pH)	5
2.2.2. A talajok lúgossága (pH>8)	5
2.2.3. A $\text{CaCO}_3\%$ – a szénsavas mésztartalom	6
2.2.4. A humusz % – a humusztartalom	6
2.2.5. A mKCl-oldható $\text{NO}_2 + \text{NO}_3 - \text{N}$, valamint $\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$ mg/kg – az oldható nitrit- és nitrát-nitrogén, valamint a szulfát-kén	7
2.2.6. AL-oldható P_2O_5 és K_2O mg/kg – az oldható foszfor- és káliumtartalom	8
2.2.7. Az AL-oldható Na mg/kg – az oldható Na-tartalom	9
2.2.8. A mKCl-oldható Mg mg/kg – az oldható Mg-tartalom	9
2.2.9. Az EDTA-oldható Cu, Mn, Zn, (Fe) mg/kg – az oldható Cu-, Mn-, és Zn-tartalom	9
2.3. Legfontosabb vízminőségi mutatók kertészeti felhasználásban	11
2.3.1. A vezetőképesség	11
2.3.2. Kémiai oxigénigény KOIps	11
2.3.3. Ammónium NH_4^+	11
2.3.4. Vas (Fe), Mangán (Mn)	12
2.3.5. A vízben oldott Na-ionok	13
2.3.6. Az öntözővizek minősítésének alapelvei	13
2.4. Talajjavítás	14
2.4.1. A kémiai talajjavítás	14
3. Anyag és módszer	16
3.1. A terület természetföldrajzi, talajtani, domborzati és éghajlati jellemzése	16
3.2. A vizsgált terület viszonyai	18
3.2.1. A talaj fizikai és kémiai jellemzői	19
3.2.2. Hidrológiai viszonyok	19
3.3. A degradáció tünetei	20
3.4. A kísérlet leírása	21
3.5. Vízvizsgálati eredmény	23

3.6. A talaj javításának módszere.....	24
4. Eredmények.....	28
4.1. Különböző talajok hatása a paprika növény fejlődésére	28
4.1.1. Egy hét utáni vizsgálat.....	28
4.1.2. Második hét utáni vizsgálat	32
4.1.3. A palánták összehasonlítása.....	34
4.2. A degradáció okai, illetve a degradált és a javított talaj összehasonlítása	34
4.2.1. A degradáció okai	35
4.2.2. Az esővíz kémiai tulajdonsága	35
4.3. A talajvizsgálati eredmények	36
4.3.1. Degradált talaj vizsgálati eredményei.....	36
4.3.2. A javítás utáni talajvizsgálati eredmény	37
4.3.3. A két talajvizsgálat összehasonlítása	37
5. Következtetések és javaslatok	39
6. Összegzés.....	40
Irodalomjegyzék	43
Köszönetnyilvánítás.....	46
Ábra jegyzék.....	47
Táblázat jegyzék	47
Diagram jegyzék.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
Nyilatkozat.....	48

1. Bevezetés

15 éve termeszttek paprikát, zárt termesztő berendezésben, természetes talajon. Kezdetben a terméseredményeim jók voltak, de az idő előrehaladtával azok romlani kezdtek. Az egyetemi tanulmányaim alapján az 1. hipotézisem, hogy a terméskiesést a talaj degradációja, a megváltozott kémhatás és a nagyfokú sófelhalmozódás váltotta ki. A 2. hipotézisem, hogy a talaj degradációját és a kémiai viszonyok kedvezőtlen irányú változását az öntözővíz okozhatja. A 3. hipotézisem szerint az alkalmazott talajjavítási módszerem kedvező irányba befolyásolja a talaj tulajdonságait, amelyek már jóval kedvezőbbek a növények számára.

A dolgozatban kémiaiilag degradált talaj javítását, adott területen gyakorlati példákon keresztül mutatom be. A hangsúlyt a talajvizsgálatok során a kémhatásra, és a káros sók felhalmozódására helyezem. Jellemzem a terület természetföldrajzi adottságait, ismertetem a termesztett növények környezeti igényeit. Ezt követően bemutatom a konkrét terület talaj- és öntözővíz paramétereit, majd az adatokat felhasználva megoldást keresek a talajromlás csökkentésére és megkísérlem a degradáció visszafordítását. Feltételezéseim igazolásához tenyészedényes kísérletet is végeztem, amivel a degradált talaj növényekre gyakorolt hatásait vizsgáltam.

2. Irodalmi áttekintés

Az irodalmi áttekintésben leírom mind azt az alap tudnivalót, ami a dolgozat megértését könnyebbé teszi.

2.1. Paprika talaj, tápanyag, és vízigénye

A paprika az a zöldség faj, amely a legmagasabb igényeket támasztja a talaj szerkezetével, fizikai és kémiai tulajdonságaival szemben. Ideálisnak a homokos vályog és vályogos homoktalajok mondhatók, mert ezek viszonylag gyorsan felmelegednek, ugyanakkor a víz és a tápanyag megtartó képességük is jó. A fehér termésű paprika, amely a környezettel szemben minden tekintetben igényesebb, csak kiváló szerkezetű talajba ültethető. Lazább és kötöttebb talajokon szerves trágyázással lehet a szerkezetet javítani, ami a paprikák esetében az üzemi lehetőségektől, a fajta csoporttól és a talaj szerkezetétől függően hektára számítva 30 tonna. A paprika gyökerei 25-30 cm-es mélységig hatolnak le. Mész igény tekintetében lényegesen nem tér el a többi zöldség fajtól, az 5%-os mésztartalom mondható számára ideálisnak. Az 1% alatti mésztartalom esetén már kalciumhiány tünetei jelennek meg, míg az 5% feletti mésztartalom rossz fejlődést és mikroelem felvételi zavarokat idézhet elő (Zatykó, 1988).

A csernozjom talajok humuszban gazdagok, mély termőréteggel rendelkeznek. Kiváló a levegő-, víz- és hógazdálkodásuk. Jó a tápanyag szolgáltató képességük és viszonylag könnyen művelhetőek. Kedvezőtlen kémiai tulajdonságai nem zavarják a paprika növény fejlődését és növekedését.

A paprika semleges és enyhén savanyú (pH 7-6,4) kémhatású talajokon fejlődik jól. Nem tűri a lúgos (pH 8 feletti) kémhatású talajokat és a túl savanyúakat sem (Terbe, 1999).

A paprika a talaj magas sókoncentrációjára különösen érzékeny. A talaj magasabb sókoncentrációja magasabb humusztartalom esetén kevésbé veszélyes. A paprika nagyon érzékeny a talaj szikesedésére, és a rossz minőségű öntözővízre.

Az új fehér hibridek nagymértékben csökkentik termésüket a szikesedésre hajlamos talajokon, illetve jellegzetes tünetekkel jelzik azt. Kedvezőtlen körülmények között barna gyökérzet, sötét, rövid vékonyszálú gyenge hajtás képződés, foltos termés és kényszerérett bogyók jelzik a problémát. Hajtatásban a másodlagos szikesedésnek a nagy adagú öntözés és műtrágyázás következtében különösen nagy a veszélye. A fehér termésűeknél 1,7-1,8 mS/cm-es talaj EC értéket nem tanácsos túllépni az ennél szikesebb, magasabb EC értékű

talajon ne próbálkozzunk a termesztéssel. A megengedhető NaCl tartalom az összes sótartalom 10%-át nem haladhatja meg (Terbe, 1999).

2.2. A talaj kémiai tulajdonságai

2.2.1. Kémhatás (pH)

A talaj kémhatásának meghatározásakor a talajoldat pH értékét állapítjuk meg. A talajvizsgálat céljától függően vízzel (H_2O) vagy kálium-klorid oldattal (KCl) készített oldat kémhatását mérjük, az így kapott értékekből tájékozódunk a talaj pH-járól. Ugyanazon talajnál a KCl-os oldat kémhatása kisebb lesz, tehát a pH savanyúbb, mint a vizes oldat esetén. Mindkét érték minőségi jellemzést ad a kémhatásról. A talajok kémhatása nem állandó érték, különböző mértékben ingadozhat, adott talajnál az évszakonkénti változás például 0,5-1 pH egység is lehet (Filep és Fülek, 1999).

A kultúrnövények alapvetően a gyengén savanyú–semleges (pH 6-7) kémhatású talajokon termesztethők jövedelmezően. A pH szélsőséges irányba történő elmozdulása közvetlen és közvetett módon, de minden esetben károsan befolyásolja a növények fejlődését. A kémhatás változása a tápelemek oldhatóságát közvetlenül befolyásolja. A pH 6-7 tartomány az, ahol a legtöbb tápelem felvehetősége a maximumhoz közelít (Loch, 2004; Gyuricza, 2001). Célunk a termesztés során az, hogy talajainak kémhatása ebben a tartományban legyen, vagy ehhez közelítsen. Az ideális az enyhén savanyú vagy semleges kémhatású talaj. Az ettől eltérő pH értékek minden esetben különböző ionoldódási viszonyokat teremtenek. Csökkenő kémhatás mellett fokozódik az oldódás, ami hosszabb távon tápanyag-kimosódáshoz vezet, míg lúgosodó talajban lecsökken az oldódás, ami relatív tápanyaghiányt eredményez. (Stefanovits, 1981).

2.2.2. A talajok lúgossága (pH>8)

Magyarországon hozzávetőlegesen egymillió hektár szikes, vagy szikesedés által veszélyeztetett terület található. Ezen talajok szerkezete és vízgazdálkodása rossz, a tápanyagforgalom és a növényi anyagcsere-folyamatok korlátozottak, a termékenység gyenge (Filep és Fülek, 1999).

A javítás szempontjából három kategóriát különböztetünk meg: savanyú feltalajú szikesek (pH<7,5), gyengén lúgos (pH 7,5-8,5)– és erősen lúgos (pH>8,5) feltalajú szikesek (Filep, 1999). A savanyú feltalajú szikesek meszezéssel és fizikai javítással kezelhetők. A talajok

A-szintjén lazításos, és a B-szintjén ugyan csak lazításos művelést alkalmazzunk, illetve gondoskodjunk a vízrendezésről. A különböző javítási eljárások szakszerű elvégzésével növelhetjük ezen talajok szántóföldi művelésben való hasznosítását. A gyengén lúgos feltalajú szikeseket a kicserélhető Na alapján számított gipszezéssel ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) és a fent említett agrotechnikai megoldásokkal javíthatjuk. Az erősen lúgos kémhatás esetén megnő a kicserélhető nátrium mennyisége, szélsőséges esetben szóda (Na_2CO_3) is jelen lehet. A két utóbbi esetben megfontolandó, hogy megéri-e szántóföldi művelésre alkalmassá tenni ezeket a talajokat, miközben gyepgazdálkodásra jól használhatóak (Filep 1999).

2.2.3. A $\text{CaCO}_3\%$ – a szénsavas mésztartalom

A talaj mésztartalmának jellemzője. Úgy határozzuk meg, hogy a talajhoz sósavat adunk, és gázbürettával mérjük a talajban levő összes karbonáttal keletkezett CO_2 mennyiségét. Ebből visszaszámolással állapítjuk meg, hogy az mennyi CaCO_3 -tal egyenértékű. A talaj szénsavas mésztartalma alapján az alábbi kategóriákat különböztetjük meg (1. táblázat).

1. táblázat Talaj kategóriák mésztartalom alapján (Keveiné és Farsang, 2011)

a talaj szénsavas mésztartalmának határértékei	
$\text{CaCO}_3\%$	kategória
0	mészhiányos
0,1-4,9	gyengén meszes
5-19,9	közepesen meszes
20-	erősen meszes

A növényélettani vonatkozásokon túl, a mész kedvezően alakítja a talajok szerkezetességét és a talaj szerkezeti elemeinek stabilitását. A talaj szerkezetén keresztül a megfelelő mészállapot kedvezően befolyásolja a talajok víz-, hő-, és levegő gazdálkodását, valamint ezen keresztül a tápelemek feltáródásához elengedhetetlen mikrobiológiai folyamatokat. A talajok szénsavas mésztartalma alapvetően befolyásolja azok kémhatását, így a különböző tápelemek feltárását is.

2.2.4. A humusz % – a humusztartalom

A humusztartalom a talajok szervesanyag-tartalmának jellemzésére szolgáló egyik mutató. Meghatározása a szerves anyagok oxidálhatóságán (karamellizálhatóság) alapul. A hazai talajok humusztartalma leggyakrabban 0,5–6% között alakul. A humuszellátottságot sohasem szabad azonban a talaj fizikai összetételétől, genetikai típusától függetlenül

megítélni. Egy homoktalaj esetében 2% általában nagy értéknek számít, kötött réti talajon viszont ugyanez nagyon sovány talajt jelent. A humusztartalom alapján (2. táblázat) határozzuk meg a talajok hosszú távú nitrogénszolgáltató képességét.

2. táblázat Talajok humusztartalmi kategóriái (Keveiné és Farsang, 2011)

A talaj humusztartalmának határértékei						
szántóföldi termőhely	K_A	Humusz				
		igen gyenge	gyenge	közepes	jó	igen jó
I. csernozjom talajok	>42	<2	2,01-2,4	2,41-3	3,01-4	4<
	<42	<1,5	1,51-1,9	1,91-2,5	2,51-3,5	3,5<
II. barna erdőtalajok	>38	<1,5	1,51-1,9	1,91-2,5	2,51-3,5	3,5<
	<38	<1,2	1,21-1,5	1,51-2	2,01-3	3<
III. kötött réti és glejes erdőtalajok	>50	<2	2,01-2,5	2,51-3,3	3,31-4,5	4,5<
	<50	<1,6	1,61-2	2,01-2,8	2,81-4	4<
IV. homok és laza talajok	30-38	<0,7	0,71-1	1,01-1,5	1,51-2,5	2,5<
	<30	<0,4	0,41-0,7	0,71-1,2	1,21-2	2<
V. szikes talajok	>50	<1,8	1,81-2,3	2,31-3,1	3,11-4	4<
	<50	<1,4	1,41-1,8	1,81-2,6	2,61-3,5	3,5<

2.2.5. A mKCl-oldható $\text{NO}_2 + \text{NO}_3 - \text{N}$, valamint $\text{SO}_4^{2-} - \text{S}$ mg/kg – az oldható nitrit- és nitrát-nitrogén, valamint a szulfát-kén

Röviden csak nitráttartalomnak, illetve szulfáttartalomnak szoktuk nevezni. Azzal a NO_3^- -ion formában levő nitrogénmennyiséggel, valamint SO_4^{2-} -ion formában levő kénmennyiséggel egyenlő, amelyet 1 M KCl oldattal a talajból ki lehet vonni (Keveiné és Farsang, 2011).

2.2.6. AL-oldható P_2O_5 és K_2O mg/kg – az oldható foszfor- és káliumtartalom

A talajból az AL (Ammónium-laktát) oldattal kivonható különböző foszfor-, illetve kálium tartalmú vegyületek mennyiségét jelenti, P_2O_5 -ben, illetve K_2O -ban megadva.

Talajaink összes foszfor- és káliumtartalmából a növények csak az általuk hozzáférhető, könnyen felvehető foszfort és káliumot képesek hasznosítani. Ennek, a növények számára hozzáférhető tartalomnak a becslésére hazánkban a 60-as évek óta használjuk az AL (Ammónium-laktát) módszert. A tápanyag-ellátás tervezése során a talaj ezen módszer alapján meghatározott foszfor- és káliumtartalmát vetjük össze a termeszteni kívánt növény fajlagos P_2O_5 és K_2O igényével és határozzuk meg a növény fajlagos műtrágya-hatóanyag igényét. (3.táblázat) (Keveiné és Farsang, 2011).

3. táblázat A talajok AL-oldható foszfortartalma (Keveiné és Farsang, 2011)

A talaj AL-oldható foszfortartalmának értékei						
szántóföldi termőhely	karbonátosság $CaCO_3\%$	AL- $P_2O_5\%$				
		igen gyenge	gyenge	közepes	jó	igen jó
I. csernozjom talajok	>1	50	51-90	91-150	151-250	251-450
	<1	40	41-80	81-130	131-200	201-400
II. barna erdőtalajok	>1	40	41-70	71-120	121-200	201-400
	<1	30	31-60	61-100	101-160	161-360
III. kötött réti és glejes erdőtalajok	>1	40	41-70	71-110	111-180	181-380
	<1	30	31-60	61-100	101-150	151-350
IV. homok és laza talajok	>1	50	51-80	81-130	131-250	251-450
	<1	30	31-60	61-100	101-200	201-400
V. szikes talajok	>1	40	41-70	71-120	120-180	181-380
	<1	30	31-60	61-100	101-140	141-340

2.2.7. Az AL-oldható Na mg/kg – az oldható Na-tartalom

A talajból az AL-oldattal kivonható Na-vegyületek mennyiségét jelenti Na mg/kg-ban megadva. A túlzott Na-tartalmak kedvezőtlenek termesztett növényeink számára és a szikesedés folyamatait jelzik. Általános irányelvként elfogadhatjuk, hogy 30 mg/kg értékig az AL-Na tartalom megfelelő. 40–60 mg/kg értékek között már bizonyos nem kívánatos folyamatokra utalhat. Nem szikes területeken ilyenkor célszerű átgondolni és átvizsgálni öntözési technológiánkat, bevizsgáltatni az öntöző vizet, valamint áttekinteni tápanyag-ellátási technológiánkat.

A 60 mg/kg érték feletti AL-Na tartalmak már kedvezőtlen szikesedésre, szikességre utalnak (Keveiné és Farsang, 2011).

2.2.8. A mKCl-oldható Mg mg/kg – az oldható Mg-tartalom

Az 1 M-os KCl-dal kivonható magnéziumvegyületek mennyiségét jelenti elemi magnéziumban megadva. Erősen meszes-, illetve nagy adagú meszezésben részesített talajokon számolnunk kell az esetleges magnéziumhiány megjelenésével. A hiányt a nagy dózisu nitrogén-, foszfor-, valamint káliumtrágyázás tovább fokozza (4.táblázat).

Területeinken törekedjünk a Ca:Mg = 6, valamint a K:Mg = 0,5 ionarány kialakítására és fenntartására (Keveiné és Farsang, 2011).

4. táblázat Mg ellátottság (Keveiné és Farsang, 2011)

A Mg ellátottság megítélése			
K _A kötöttség	Mg mg/kg		
	gyenge	közepes	jó
<30 homoktalaj	<40	40-60	60<
30-40 homokos vályog, vályogtalajok	<60	60-100	100<
>43 agyagos vályog, agyagtalajok	<100	100-200	200<

2.2.9. Az EDTA-oldható Cu, Mn, Zn, (Fe) mg/kg – az oldható Cu-, Mn-, és Zn-tartalom

A mikroelemek – köztük a réz, a mangán és a cink – a növényi szervezetben csak kis mennyiségben (0,01%–0,00001%) fordulnak elő. Csekély mennyiségeik ellenére a növényi életfolyamatokban betöltött szerepük alapvető jelentőséggel bír. Hiányuk esetén a termés kiesés meghaladhatja akár a 40%-ot is (5., 6., 7. táblázat). A talajból EDTA (etiléndiamin-tetraecetsav) és 0,1 M-os KCl oldatával kioldható mennyiségüket jelenti. A vas

meghatározásának általában nincs értelme, mert felvehetősége igen sok tényezőtől függ, így a kivonható Fe nem arányos a növény által hasznosítható vas mennyiségével. Erre, valamint a Mo és B felterhelhető mennyiségére is könnyebb növényvizsgálatokból következtetni (Keveiné és Farsang, 2011).

5. táblázat A talaj EDTA-oldható Cu- ellátottsága (Várallyay, 1998)

A talaj EDTA-oldható Cu- ellátottságának mg/kg			
K _A Kötöttség	Kielégítő Cu-ellátottság		
	Humusz%		
	<1	1-3	3<
<30	0,2-	0,3-	0,6-
30-42	0,3-	0,6-	1,4-
>42	0,6-	1,2-	3,2-

6. táblázat A talaj EDTA-oldható Mn- ellátottsága (Várallyay, 1998)

A talaj EDTA-oldható Mn- ellátottságának mg/kg			
K _A Kötöttség	Kielégítő Mn-ellátottság		
	pH _{KCl}		
	<6	6-8	8<
<37 homok	26-	7-	3-
37-50 vályog	52-	13-	4-
>50 agyag	118-	30-	7-

7. táblázat A talaj EDTA-oldható Zn- ellátottsága (Várallyay, 1998)

A talaj EDTA-oldható Zn- ellátottságának mg/kg		
K _A Kötöttség	Kielégítő Zn-ellátottság	
	gyenge	jó
<37 homok	<1.0	1.0<
37-50 vályog	<2.5	2.5<
>50 agyag	<3.5	3.5<

A talaj fizikai, kémiai és biológiai jellemzői, így a talaj termékenysége nem állandó, térben és időben is változik (Várallyay, 1998).

2.3. Legfontosabb vízminőségi mutatók kertészeti felhasználásban

2.3.1. A vezetőképesség

A növény fejlődése során egyre nő a tápanyag igénye, ezért folyamatosan emelni kell az öntözéshez használt ásványi anyag mennyiséget, így emelkedik az EC szint is. A felhasználható tápanyag arra a mennyiségre korlátozódik, ami a víz eredeti EC értéke, és a kijutatható öntözővíz maximális EC értékének a különbsége (Ráczné és Terbe 2019). Emiatt fontos ismernünk az öntözővízünk kémiai tulajdonságait, mert számolnunk kell a vízben lévő iontartalommal. Az iontartalom nagy része nem hasznosul tápanyagként, viszont megkötődhet a talajkolloidokon.

Az öntözéskor a növény életciklusának megfelelő EC szintek a következők:

- csírák, palánták: 0,3-0,6 mS/cm
- növekedési, vegetatív szakasz: 0,6-1,4 mS/cm
- virágzási, termésképző szakasz: 1,4-2,5 mS/cm

2.3.2. Kémiai oxigénigény KOIps

A kémiai oxigénigény (rövidítve KOI) jellemzően a víz szervesszennyezőanyag-mértékének meghatározására szolgáló mutató.

A kémiai oxigénigény (KOI) a vízben lévő oxidálható szerves anyagok mennyiségéről nyújt kvantitatív adatot. A KOI-t az 1 dm³ térfogatú vízminta által redukált oxidálószerrel egyenértékű oxigén tömegeként adják meg.

Meghatározásához ismert térfogatú vízmintát oxidálnak kálium-permanganáttal, vagy káliumdikromáttal.

2.3.3. Ammónium NH₄⁺

Az ammónium egy nitrogén- és négy hidrogénatomot (NH₄⁺) tartalmazó vegyület, egy pozitív töltést hordozó ion. A molekuláris ammónia káros lehet a vízi élővilágra, az ammónium-ion alapvetően ártalmatlan.

A felszín alatti vizekben az ammónia a mikrobiológiai folyamatok miatt van jelen. A túlzott ammónia károsíthatja a növényzetet, és rendkívül mérgező a vízi élővilágra nézve, különösen magas pH-érték és hőmérséklet mellett (Internet 1).

A legfontosabb tényező, amely meghatározza az ammónia és az ammónium arányát a vízben, az a pH. Az ammónia aktivitását az oldat ionerőssége és hőmérséklete is befolyásolja. Az ammónia és az ammónium közötti kapcsolatot meghatározó kémiai egyenlet a következő:



Szobahőmérsékleten, 6 alatti pH esetén az ammónia-nitrogén aránya NH_3 formában alacsony, és szinte minden ammónia-nitrogén NH_4^+ -ként van jelen, ami stresszt okozhat a növényeknek. 8 körüli pH mellett az NH_3 aránya 10% vagy annál kisebb, 9 feletti pH esetén pedig kb. 50%. 11 feletti pH esetén az oldatban lévő összes ammónium-ion átalakul molekuláris ammóniává. A gáz formájú ammónia pedig elillan és perzselést okoz a növények vegetatív részein. Az ideális ammónia-nitrogén arány a semleges, vagy enyhén savanyú kémhatású talajban következik be, ahol az ammónia NH_4^+ a nitrogén ciklus részévé válik, és a növények hasznosítják.

2.3.4. Vas (Fe), Mangán (Mn)

A mélyfúrású kutakból nyert víz oldott vasat és mangánt tartalmazhat, rendszerint Fe^{2+} és Mn^{2+} ionok, illetve oldott $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ és $\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$ formájában.

A vas és mangán tartalom egy részét lehet levegőztetéssel csökkenteni. A levegő oxigénjével találkozva egyszerűen szólva rozsdává alakulnak. A létrejövő csapadékok lerakódnak a csövekben, eltömíthetik az öntöző berendezéseket. A mentesítés egyik módszere: levegő, vagy oldott oxigén hozzáadása a vízhez. A vizet egy nyitott vagy zárt tartályba vezetik, és levegőt vagy oldott oxigént adnak hozzá, amit szellőztetésnek hívnak. A legegyszerűbb módszere, ha erős sugárral csobogtatjuk a vizet.

A folyamat során az alábbi reakciók játszódhatnak le.

Vasnál:



Mangánál:



A keletkezett csapadékok mechanikai szűrőkkel leválaszthatók, így megelőzhető az öntözőrendszer károsodása.

2.3.5. A vízben oldott Na-ionok

Az öntözővíz kationösszetétele akkor kedvező, ha kevés Na-iont tartalmaz. A víz szikesítő hatása szempontjából azonban nem a Na-ionok abszolút mennyisége, hanem a többi kationhoz viszonyított részaránya a döntő. A víz relatív Na-tartalmát és várható szikesítő hatását a Na% és a nátrium adszorpciós arány (SAR) mutatja (Filep, 1999).

2.3.6. Az öntözővizek minősítésének alapelvei

Az öntözővizek minősége elsősorban a víz kémiai összetételétől és lebegőanyag-tartalmától függ. A minősítés alapjául szolgáló jellemzők kiválasztásánál és a határértékek megállapításánál azonban ezeken kívül a víz alkalmazásának körülményeit is figyelembe kell venni (Filep, 1999).

Az öntözendő talaj tulajdonságait (szemcseösszetétele, szerkezete, vízáteresztő képessége, természetes vagy mesterséges drénezettség, sótartalma, kicserélhető Na-tartalma), a talajvíz szintjét, éghajlati adottságokat (csapadék mennyisége és eloszlása), a termesztett növény fiziológiai adottságai (sótűrő képessége, vízigénye), az öntözés módját, gyakoriságát, is figyelembe veszik az öntözés engedélyeztetésénél.

Alapvető követelmény, hogy az öntözés hosszabb idő múlva se idézzon elő káros mértékű só- vagy Na-felhalmozódást a talajban.

Az öntözővíz minőségét elsősorban az alábbi kémiai jellemzők alapján lehet megítélni: összes oldott sótartalom, relatív Na-tartalom (Na%), Na-adszorpciós arány (SAR), a Mg-ionoknak a Ca- és Mg-ionok összegéhez viszonyított relatív mennyisége (Mg%), fenolftalein lúgosság, lúgosan hidrolizáló alkáli sók összes mennyisége (szóda egyenérték).

Az öntözővíz összetétele akkor kedvező, ha kevés Na-iont tartalmaz. A szikesítő hatás szempontjából azonban elsősorban nem a Na-ionok abszolút mennyisége, hanem a többi kationhoz viszonyított részaránya (Na%) a döntő. Hazánkban a kis sótartalmú vizeknél a Na% átlagosan 40–50% körüli lehet.

A víz szikesítő hatásának kifejezésére a Na% mellett a nátrium adszorpciós arány (SAR) is használható. A SAR értéke nemcsak a víz relatív Na-tartalmától, hanem az összes sókoncentrációtól is függ, így kifejezésre juttatja azt a törvényszerűséget, hogy a víz sókoncentrációjának emelkedésével a szikesítő hatása is megnő.

Öntözővíz kategóriák:

I. Kifogástalan minőségű vizek (a sókoncentráció < 500 mg/l; Na % < 35).

II. Feltételesen, illetve esetenként alkalmas Öntözővizek. A sótartalom miatt csak jó vízáteresztő képességű talajokon használhatóak.

III. Javítás után alkalmas (a. hígítás után; b. kémiai javítás után)

IV. Javítás után is csak feltételesen alkalmazható.

V. Alkalmatlan (eredményesen nem javítható) (Filep, 1999).

Pető és munkatársai (2017) 2008-2016 között a Duna-Tisza közti területekről begyűjtött vízminták vizsgálatai alapján megállapították, hogy a vezetőképesség értékek jelentősen mértékben csökkentek a kút mélységével. A kiemelkedően magas sótartalmú minták 15-50 m mély kutakból származtak. Az EC magas értéke a felszín közeli vizekben több kation és anion emelkedett koncentrációjának volt köszönhető, például egyes esetekben a nátrium-, kalcium-, magnézium- és kálium tartalom nagymértékű növekedését is tapasztalták.

2.4. Talajjavítás

Meliorációnak nevezzük az olyan kémiai, fizikai vagy vízgazdálkodási beavatkozásokat, melyeket a termékenység fokozása érdekében végzünk és amik a talaj tulajdonságait alapvetően és tartósan megváltoztatják. A talajjavítás célja a termékenységet gátló kedvezőtlen fizikai vagy kémiai tulajdonságok megváltoztatása vagy ezek mérséklése (Filep, 1999b).

2.4.1. A kémiai talajjavítás

A szikes talajok javításának célja a nagymértékben felhalmozódott Na-ionok és vízoldható Na-sók mennyiségének csökkentése, ezáltal a talaj kedvezőtlen kémiai és fizikai állapotának megszüntetése. Filep (2001) vizsgálatai alapján gyakorlati célokra a Schoonover módszert ajánlja, amelynél a kicserélő oldat telített gipszoldat.

Ide tartoznak azok az eljárások amelyek a kémiai tulajdonság javításra irányulnak. Ilyen a meszezés, a meszes altalajterítés, a gipszezés, a kombinált eljárások, valamint a lignit poros javítás.

Gipszezés

A gipsz tartalmú anyagokat lúgos kémhatású szikes talajok kémiai javítására alkalmazzák. Ezt az eljárást Irinyi János javasolta 1839-ben. Hatására a talaj kedvezőtlen fizikai és kémiai sajátosságai javulnak vagy meg is szűnnek. Cél a kémhatás a vízgazdálkodás és a tápanyag

szolgáltatás kedvezőbbé tétele. Ezt a talajoldat káros anyagainak csökkentésével és a kilúgozás lehetőségének megteremtésével biztosítjuk.

A javításra főleg gipszet, gipsziszapokat vagy digó földet használnak. A talajnedvességben oldódó javítóanyag Ca-ionjai kicserélik a kolloidokon adszorbeált Na-ionokat, így megszűnnek vagy javulnak a talaj termékenységét károsan befolyásoló fizikai és kémiai tulajdonságok (Filep, 1999b).

Harmati (2003) karbonátos szoloncsák szikesek javíthatóságát tanulmányozta. 33 éven át vizsgálta az 50 % $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -t tartalmazó gipsziszap növekedő adagjainak (20, 40 és 80 t/ha) talajjavító hatását. A gipsziszap a kijuttatott dózistól függő mértékű és mélységű talajjavulást okozott, melyet a rendszeres talajművelés igen jelentősen elősegített. A javulás folyamata gipszezt követően igen gyors volt, mely az évek során egyre jobban lelassulva, a gipszadagoktól függő ideig tovább folytatódott. A 80 t/ha gipsziszapot kapott talajban a javulás még a 16. év után is folytatódott.

A javítóanyag szükséglet számítása a kicserélhető Na alapján történik.

$$\text{CaSO}_4 \text{ t/ha} = f \cdot N_{\text{ax}} \cdot M \cdot p \cdot 86,1/10$$

Ha $p=1,5$ átlagos térfogat tömeget veszünk figyelembe, akkor 1 mge/100g kicserélhető Na helyettesítéséhez, 10 cm-es réteggént 1,30 tonna $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ hatóanyag szükséges (Filep, 1999b).

3. Anyag és módszer

3.1. A terület természetföldrajzi, talajtani, domborzati és éghajlati jellemzése.



1. ábra A termőterület műholdas felvétele

A vizsgált terület Magyarország kistáji egységeinek kataszteri besorolási rendszere alapján a Békési-sík kistáj területén található. Gyomaendrőd külterületén, a településtől délnyugatra, a Szarvas felé vezető 443-as számú közúttól délre fekszik (1. kép).

Domborzat: a kistáj 83 és 92 méter közötti tengerszint feletti magasságú infúziós lösszel és agyaggal fedett, jelenleg magas ártéri szintben elhelyezkedő Marosi hordalékkúp síkság peremi része. A kistáj az alacsony ármentes síkságok orográfiai domborzattípusába sorolható. Horizontálisan gyengén szabdalt. Jellemző formái fluviális-fluvioeolikus genetikájúak.

Földtani adottságok: A változatos felszín közeli pleisztocén-holocén üledéksor aljzata pliocén-pannóniai, jelentősebb mennyiségű szénhidrogén kincset tartalmazó rétegsor.

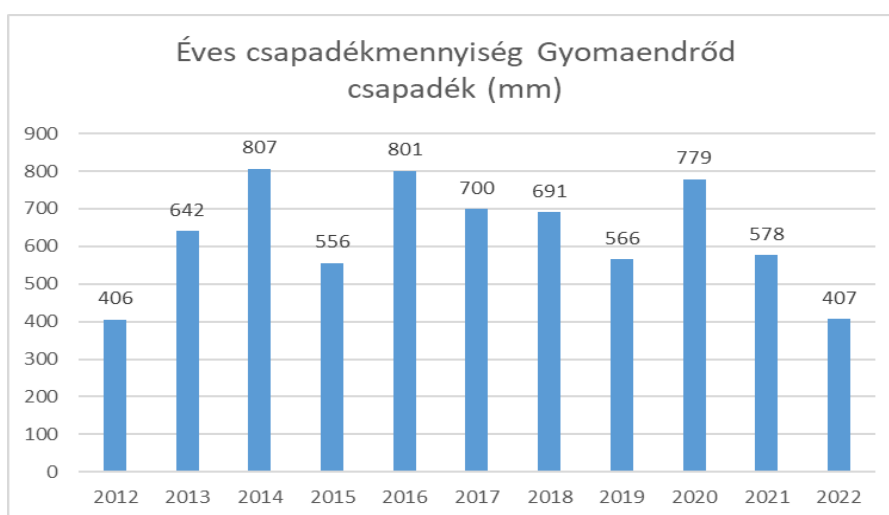
A felszíni infúziós löszös, ártéri iszapos, agyagos üledékek a marosi és a kőrösi hordalékkúpok peremi zónájához tartoznak, illetve azok között rakódtak le.

Éghajlat: A kistáj a mérsékelt meleg és a meleg éghajlati öv határán terül el, különösen az északnyugati rész száraz. A napsütéses órák évi összege 2000 körüli. Nyáron 810 óra, télen kevéssel 190 óra fölötti napfény várható.

Az évi középhőmérséklet 13 Celsius, a vegetációs időszakban a 17,1-17,3 Celsius. Április 9-10 és október 19-20 között, azaz évente 190-294 napon át a napi középhőmérséklet 10 Celsius fölött várható. A fagymentes időszak hossza északon és nyugaton 194 nap körüli, délkeleten és keleten 186-187 nap. Az évi abszolút hőmérsékleti maximumok sokévi átlaga 34,3-34,6 Celsius fok. A minimumoké -17– -12 Celsius közötti.

Évente 663 mm csapadék a valószínű, ami az elmúlt tíz év adataiból számolható ki. (1. diagram) tenyészidőszakban 320-330 mm esőre számíthatunk. A leggyakoribb szélirány az északi és a déli, az átlagos szélesség 2,5-3 m/s körüli. Forrás: (OMSZ)

8. táblázat A terület éves csapadékmennyiségei (OMSZ)



Vízrajz: A Körösök vízrendszerére támaszkodik, egyébiránt gyér lefolyású, erősen vízhiányos terület. Állóvizei között öt természetes tavat találunk összesen 6 hektár felszínnel.

A talajvíz a táj nagyobb részén 2-4 m közötti mélységben érhető el, de Szarvastól Ddélkeletre és Kondoros-Mezőberény között 4 m alatt helyezkedik el. Mennyisége jelentéktelen. Kémiai jellegében a nátrium-hidrogénkarbonátos típus az uralkodó, de a kalcium-magnézium is nagy területeken megjelenik. A keménysége általában 15-25 nk° közötti.

Talajok: A nagy kiterjedésű tájat az igen kedvező mezőgazdasági adottságú löszös üledéken kialakult, vályog mechanikai összetételű, 3-4 % szerves anyagot tartalmazó, jó

termékenységű alföldi mészlepedékes csernozjomok uralják (38%). Mélyben sós változatai csupán 1% területre terjednek ki. A helyenként még kedvezőbb termékenységű, vagy a kissé nehezebb mechanikai összetételű (agyagos vályog), nem felszíntől karbonátos réti csernozjom talajok 8%-nyi, még mélyben sós változatai 32%-nyi területen fordulnak elő.

Jelentős a szikes talajok kiterjedése is. Összesen 18% területet foglalnak el. A teljesen terméketlennek minősülő réti szolonyecek 5%, az igen gyenge termékenységű sztyeppesedő réti szolonyecek 3%, a mezőgazdasági művelésre is alkalmas szolonyeces réti talajok 10%-ot tesznek ki. A szolonyeces réti talajok öntés anyagokon képződtek, nehéz mechanikai összetételűek, még a másik két talajtípus löszös üledéken képződött és vályog-, agyagos vályog típusúak.

A nem szikes, löszön képződött agyagos vályog, agyag fizikai félességű réti talajok csupán 3%-nyi területen fordulnak elő. Kémhatásuk gyengén savanyú termékenységi besorolásuk 6-os kategória (Marosi-Somogyi, 1990.).

3.2. A vizsgált terület viszonyai

A réti csernozjomok a csernozjom területek mélyebb fekvésű részein fordulnak elő. Ezen talajoknál a csernozjom jellegű humusz-felhalmozódás mellett gyenge vízhatás is észlelhető, mely a viszonylag magas talajvíz, vagy a mélyedésekben összefutó belvizek következménye. A talajok vízgazdálkodása összefügg a talajvízszint mélységével. A magasabb talajvízállású időszakokban a talaj túlnedvesedésre hajlamos. A viszonylagos vízbőség a szelvényben időszakonként anaerob körülményeket hoz létre. Így egyrészt sötétebb színű humuszanyagok képződnek, másrészt a B szint alsó részein és a C szintben a vasmozgás nyomai is megfigyelhetők.

A réti csernozjom talajok képződése olyan területeken is megindulhatott, ahol a korábbi magas talajvízszint a folyóvölgyek bevágódása révén, vagy a vízrendezés következtében lesüllyedt. Ezáltal az anaerob körülmények helyett az aerob feltételek jutottak előtérbe, illetve a folyamatosan lefelé irányuló vízmozgás révén a csernozjom dinamikájú talajfejlődés vált uralkodóvá.

A tápanyagtartalom és a tápanyag-szolgáltató képessége jó. A nitrogén feltáródás azonban az időszakos levegőtlenség periódusaiban korlátozott (Stefanovits, 1999; Filep, 1999).

3.2.1. A talaj fizikai és kémiai jellemzői

A talaj felső művelhető és alatta lévő rétegeinek mechanikai összetételét a helyszíni vizsgálat, ami egy 150 cm-es függőleges talajszelvény kivételét jelentette egy mintavevő fúróval, valamint a K_a kötöttségi szám alapján állapítottuk meg. Ezek alapján a területen a felszínen, és a mélyebb rétegekben egyaránt agyag mechanika figyelhető meg. A talaj vastag felső humuszos réteggel rendelkezik, és a művelt rétegben 2,8 százalék körüli humusztartalom figyelhető meg, mely a mélységgel fokozatosan csökken. A vizsgált területen a felszínen és a mélyebb rétegekben is gyengén lúgos kémhatás tapasztalható. A talaj a felső 110 cm-es rétegekben gyengén meszes, majd a mélységgel a mésztartalom megnő, és 110 cm-től mélyebben a talaj már közepesen meszes kategóriájú. A vizsgálat alapján megállapítható, hogy mind a felső, mind az alsó talajrétegek gyengén szoloncsákosak. Ezen talajtani paramétereket a 8. táblázat tartalmazza.

9. táblázat A termőterület 150 cmm-es talajszelvény paraméterei (HL-LAB)

Gyomaendrőd				
Feltárásszáma	1a	1b	1c	1d
Szint mélység(cm)	0-30	30-60	60-110	110-150
Kémhatása pH-H ₂ O	7,55 gyengén lúgos	7,55 gyengén lúgos	7,71 gyengén lúgos	7,80 gyengén lúgos
Kötöttsége K_a	55 agyag	60 agyag	55 agyag	58 agyag
Sótartalma%	0,10 gyengén szoloncsákos	0,07 gyengén szoloncsákos	0,07 gyengén szoloncsákos	0,08 gyengén szoloncsákos
Mésztartalma%	1,0 gyengén meszes	0,5 gyengén meszes	3,0 gyengén meszes	9,3 közepesen meszes
Humusz m/m %	2,8 közepes	2,0 igen gyenge	1,5 igen gyenge	1,4 igen gyenge

A tápanyag-vizsgálati eredményekből megállapítható, hogy a talaj gyenge nitrogén, ugyanakkor jó foszfor, és igen jó káliumtartalommal rendelkezik.

3.2.2. Hidrológiai viszonyok

A vizsgált területen a talajvíz 2,0 méter alatt található. Megfigyelhető a talajvíz ingadozása, október és május között emelkedik, azonban nyáron mélyre húzódik vissza. A talaj közepes víznyelésű, gyenge vízvezető képességű, nagy vízraktározó képességű. Az erősen víztartó talajok vízgazdálkodási kategóriájába sorolható. Ennek megfelelően a szántóföldi

vízkapacitás 420-500mm/110cm, a növények számára felvehető vízkészlet pedig 100-150 mm/100 cm.

Forrás: (HL-LAB Környezetvédelmi és Talajvizsgáló Laboratórium Debrecen)

3.3. A degradáció tünetei

Öt-hat évvel ezelőtt vettem észre, hogy a paprika termésmennyisége nagymértékben lecsökkent, a növények pedig vontatottan fejlődtek. A frissen beültetett palánták eredése vontatott volt. A gyökerek a tápkockából nem akartak megeredni, gyakorlatilag a palánta továbbra is a tápkockából próbált fennmaradni. Ennek következtében a napsütéses, meleg napok megviselték a fiatal, fejletlen gyökérzetű növényeket. Csak két-három hét múlva indultak meg a gyökerek, és ezután kezdtek alkalmazkodni a talajhoz.

A bekötött paprikák száma kevés volt, ebből adódott a termés csökkenése is. A 2. ábrán jól látszik, hogy az első növényen csupán 4 db paprika kötött be. A felette lévő szint pedig üres maradt. Holott az egészségesen fejlődő paprikánál a termések minden szinten bekötnek, ami 7-8 darab paprikának felel meg ekkora palántaméretnél. Ezáltal szépen szemmel követhetőek az átmenetek a termések fejlődésében.



2. ábra. A terméshiányos paprika

A leveleken tapasztalható hiánytünetek mikroelem felvételi problémákra utaltak. A 3. ábrán is jól látható, hogy a fiatal levelek sárgultak meg, amiből mikroelem hiányra következtethetünk.



3. ábra. Tápanyaghiányos paprika

Azt feltételezem az 1. hipotézisem alapján, hogy ezek a tünetek a talaj kémia degradációjára vezethetők vissza, aminek igazolására egy kísérletet állítottam be.

3.4. A kísérlet leírása

Fejlett tíz leveles, egészséges, jól fejlett tápkockás paprika palántákat palántáltam háromféle termő közegbe, 2023. március 15-én (4. ábra).



4. ábra Fejlett, egészséges palánták a kísérlet elején



5. ábra Palánták más-más talajokban

Az első csoportban 2 növényt raktam az „eredeti”, degradáció nélküli talajtulajdonságokkal rendelkező közegbe. A második csoport szintén 2 darab palántát jelent, melyeket -a paprika szempontjából- optimálisan beállított értékekkel rendelkező tőzegbe ültettem. A harmadik csoportot két olyan paprikapalánta alkotta, melyeket a termesztő berendezésben degradált, enyhén lúgos talajba palántáltam (5. ábra).

A kísérlet során csak a talajtulajdonságok voltak eltérőek, minden más paraméter azonos volt a 3 beállításnál. A csoportokban lévő paprikákat egységesen ugyanazzal a vízzel öntöztem, ami semmilyen adalékanyagot nem tartalmazott.

Vizsgálatom célja az volt, hogy képet kapjak arról, hogy a különböző kémiai- és fizikai tulajdonságú talajcsoportokban mennyire indulnak meg a gyökeresedés folyamatai. Ezt hetente ellenőriztem és fotókkal szemléltettem, a vizsgálati eredményeit az Eredmények fejezetben fogom kitárgyalni.

A gazdaságban a növények öntözésére egy fűt kutat használok, amely a 9. táblázatban látható vizsgálati eredménnyel rendelkezik.

Vízanalízis

Minta: Gyomaendrőd

Mintavevő: Varga József

Mintavétel dátuma: 2022. április 22.

10. táblázat A használt öntözővíz vízanalízise

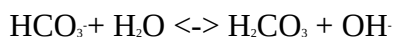
	mért érték	határértékek
pH	7,56	
hidrogén-karbonát HCO_3	793 mg/dm^3	
vezetőképesség	1295 mS/cm	
kémia oxigén igény KOI	5,6 mg/dm^3	max 5,0
ammónium NH_4	2,12 mg/dm^3	max 0,5
nitrit NO_2	0,0 mg/dm^3	max 0,5
nitrát NO_3	0,0 mg/dm^3	max 50
Kálium K	1,84 mg/dm^3	
Nátrium Na	79 mg/dm^3	max 200
foszfát PO_4	1,98 mg/dm^3	
összes keménység	14 nk^0	5-35
Kalcium Ca	60 mg/dm^3	
Magnézium Mg	24 mg/dm^3	
klorid Cl	41,0 mg/dm^3	max 250
szulfát SO_4	0 mg/dm^3	
összes oldott anyag	904 mg/dm^3	
Vas Fe	0,77 mg/dm^3	max 0,2
Mangán Mn	0,13 mg/dm^3	max 0,05

3.5. Vízvizsgálati eredmény

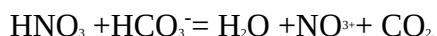
Az öntözővíz **pH**-ja 7.56-os értéket mutat, ami az enyhén lúgos kategóriába esik. Öntözéskor a kémhatásán mindenféleképpen változtatni kell, eltolni a savanyú tartomány felé. Mert egy lúgos közeg nem tartalmaz elegendő H^+ -t, amelyek megfelelő mennyiségű kationt cserélnének le a kolloidok felületéről. A H^+ ionok által lelökött ionok kerülnek a talajoldatba, amit a növények tápanyagként tudnak hasznosítani.

A Hidrogén-karbonát tartalom.

A vizsgált öntözővíz esetében ez az érték 793 mg/dm^3 , ami elég nagy mennyiségnek mondható. A víz lúgosságát okozza, és pufferként viselkedik. Az alkálifém-hidrogén-karbonátok vizes oldata gyengén lúgos kémhatású.



Semlegesíteni salétromsavval lehet, ebben az esetben 9dl HNO_3 szükséges 1 m³ vízhez.



A karbonát szétesik vízre, nitrátra, és szén-dioxidra, amit szellőztetéssel távolíthatunk el a vízből.

A 2. hipotézisemet alátámaszthatja az öntözővíznek a vízvizsgálat alapján mért lúgos kémhatása és a magas HCO_3^- tartalma. A magas Hidrogén-karbonát (HCO_3^-) és a magas sótartalom együttes velejárója a Mg és a Ca lekötődése, ami által megnő a Na részaránya a talajban és elindulhat egy másodlagos szikesedési folyamat.

3.6. A talaj javításának módszere

A talaj nem más, mint egy nyitott emésztőrendszer, amely lebont, felépít és tápanyagot szolgáltat. Ezek az események fizikai, kémiai és biológiai folyamatok komplex rendszere. Ha a szükséges fizikai és kémiai egyensúlyt fenn tudjuk tartani, akkor a biológiai egyensúly fenntartását is segítjük, amivel a természetes baktériumtörzsek életfeltételei is javulnak és meg tudjuk őrizni a talaj termőképességét.

Esetemben az elsődleges cél a talajdegradáció megállítása úgy, hogy a pH értéket csökkentem, és a káros Na^+ ionokat kicserélem Ca^{2+} ionokra.

A kationcsere a kolloidok felületén adszorbeált kationok és a talajoldat kationjai között játszódik le, a folyamat dinamikus egyensúlyra vezet. Bármely kation adszorbeált mennyisége, oldatbéli koncentrációjától és a vele versengő egyéb kationok adszorpciós képességétől függ. Azonos koncentráció esetén a nagyobb vegyértékű (töltésszámú) kationok adszorpciós képessége nagyobb.

Egyforma vegyértékű ionok esetén a kevésbé hidratált kation kötődik jobban (Stefanovits,1999).

Liotróp sor: adszorpciós affinitás sorrendje



A talajjavítást kombináltan alkalmaztam, ami azt jelenti, hogy a savanyú tőzeget, az elemi ként, és a gipszet egy menetben 2022 novemberében juttattam ki a talajra és forgattam azt

bele. Majd három hónap elteltével alkalmaztam a talajátmosást csapadékvízzel, a káros sók mélyebb rétegekbe való juttatásáért.

1. **Elsőnek** savanyú tőzeg kijuttatását eszközöltem, amelyik 4-es pH val rendelkezik. 10-15 liter/m² a kijuttatott mennyiség (6. ábra). Ez azt jelenti, hogy a savas anyagot kijuttatva a talajba csökkentettem a lúgos túlsúlyt. Illetve szerves anyagot is juttattam a talajba, ami a humuszképződést segíti elő. A humusz felelős a jó talajéletért, tápanyagellátásért, talajszerkezetért, kedvező vízgazdálkodásért. A humuszsavak pH pufferoló képessége is képes befolyásolni a talaj kémiai tulajdonságait, ez esetben megkötik az OH⁻ ionokat a felületéről felszabadult H⁺ ionok. A folyamat eredményeül víz keletkezik.



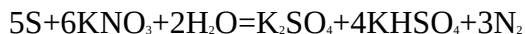
6. ábra Savanyú tőzeg kijuttatása és adattáblája

2. **Következő** lépés elemi kén(S₈) kijuttatása volt, 300gramm/100m². A kén rendkívül fontos makroelem. A nitrogént, a foszfort és a káliumot követően a 4. legnagyobb mennyiségben található alkotóeleme a növényi szervezetnek. Esszenciális tápelem, hatással van a mennyiségi- és minőségi mutatók alakulására.

Az elemi kén oxidációval átalakul szulfit, és szulfáttá.



Az oxidációt, oxidációra képes autotróf mikroorganizmusok (baktériumok) végzik. Közülük a talajokban legnagyobb jelentőséggel a Thiobacillus génusz tagjai bírnak.



Kalocsai és munkatársai (2002) a vizsgálataik alapján az elemi ként nem tartják jelentős pH csökkentő lehetőségnek, csupán 0,1% körüli értékkel.

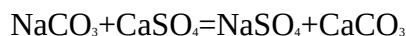
3. A kombinált javítás harmadik lépéseként gipszet alkalmaztam 1,3kg/10m² mennyiségben, ami talajjavításra kiválóan alkalmas lehet. Kémiai összetételét tekintve két kristályvizet tartalmazó kalcium-szulfát: CaSO₄·2H₂O. A kristályvíz mennyisége 20,9%. A nagy tisztaságú gipsz színe fehér, a természetben előforduló változata a különféle szennyezőanyagok változékonysága miatt világosszürke, sárgás vagy barnás árnyalatú lehet. Keménységét jól jellemzi, hogy körömmel karcolható, hasadása egy sík mentén tökéletes. Kristályszerkezete monoklin prizmás, vízben rosszul oldódik. Enyhén savas 5,5-5,6 pH-val rendelkezik, mellyel a lúgos szikes talajok pH értékét kedvezőbb tartományba tolja el.

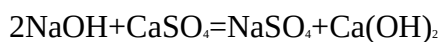
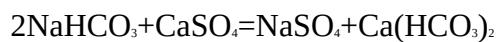
Ezen felül, a különböző kémhatású talajokban lévő kicserélhető ionokkal (Na⁺) rendelkező talajalkotókkal kölcsönhatásba lépve, javul a talaj vízáteresztő képessége.

Ez esetben a talajjavítás célja, hogy biztosítsuk azokat a feltételeket, amelyek lehetővé teszik az oldható sók kilúgozását, és ezzel egyidőben a kicserélhető Na⁺ ionok fokozatos lecserélését, a talajban a Na⁺ és a Ca²⁺ koncentrációjának arányának csökkenésén keresztül. Ehhez legjobban a már említett gipsz (CaSO₄+2H₂O) felel meg. Viszonylag rosszul oldódik a vízben, ugyanakkor a NaCl jelenléte a CaSO₄ oldhatóságát növeli. Telített vizes oldatának kémhatása gyengén savanyú.

A lúgos talajokban a Na sók NaCO₃ peptizáló hatásúak, rontják a talajkolloidok tulajdonságait. A talajban csak a Na sók maradnak oldatban, ez elősegíti a Na⁺ ionok megkötődését a talaj kolloidok felületén, más kationok (tápanyag) rovására. A gipsszel semlegesítjük a szódát (NaCO₃), és egyéb Na sókat. A keletkező NaSO₄ a semleges kémhatású Glauber só, kevésbé káros a növényekre. Akkor a legeredményesebb a talajjavítás, ha ezt a Glauber-sót is el tudjuk távolítani a talajból.

A gipsz és a talajoldat fontosabb lúgosan hidralizáló vegyületei között az alábbi reakcióegyenletek írhatók fel:





Semleges Na sók keletkeznek, ez által tolódik el a talajoldat pH-ja a savanyú irányba, mert kivesszük belőle az eddigi lúgos közeget. Nem utolsó sorban tápanyagot is szolgáltatunk (Ábrahám, 1970; Kovács és munkatársai 2017).

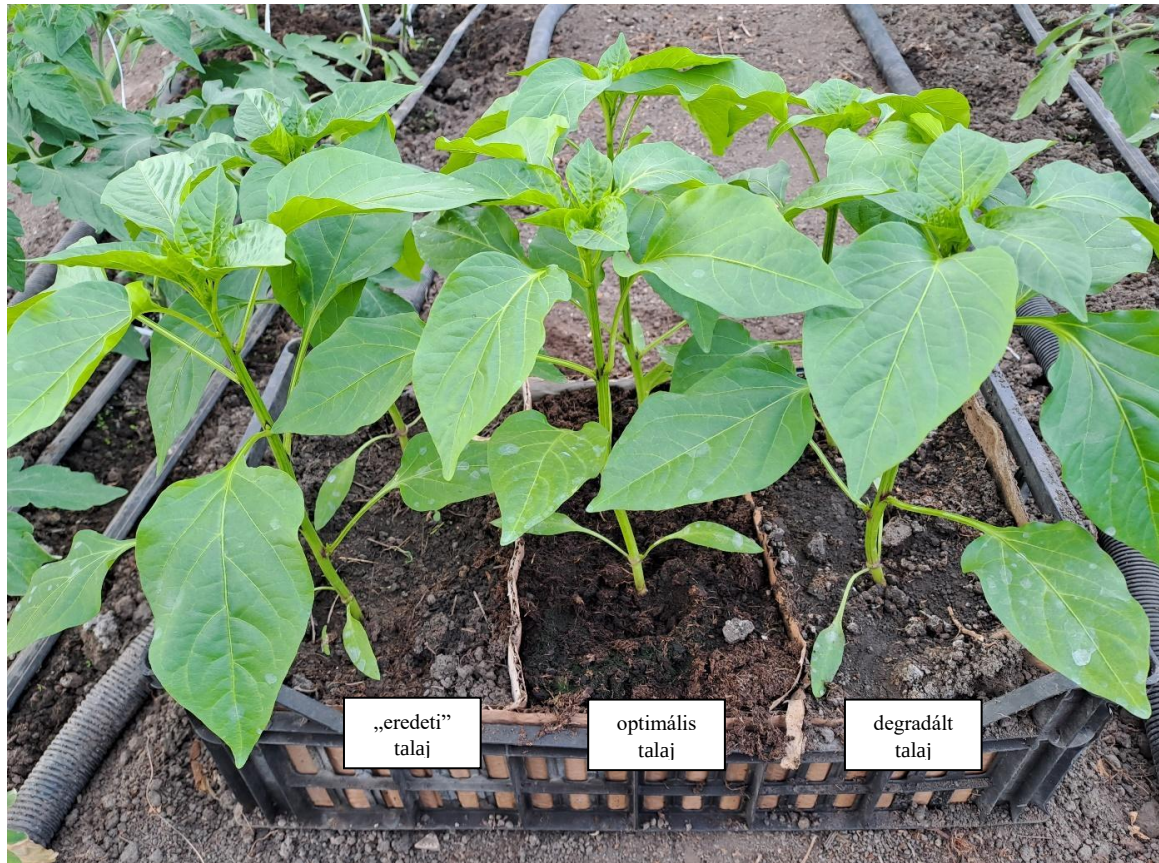
4. A kombinációban használt szilárd talajjavítók után a talaj atmosását alkalmaztam, melynek során kijuttatásonként 60-70 mm/m², korábban gyűjtött csapadék vízzel öntöztem be a talajt. A csapadékvizet az iker sátrak csapadékgyűjtő medréből nyertem. Az esővíz kémiai adatai a következők: Ec: 0,09 mS/cm ,pH: 6,68. A beöntözést a gipszezés után három hónap elteltével végeztem, mert úgy gondoltam, hogy addig lezajlott kémiai folyamatok által kivált Na vegyületeket a bőséges csapadékkal a talaj mélyebb rétegeibe juttathatom, felszabadítva tőlük a talaj gyökérszint rétegét. Az alacsony EC értékű öntözővíz sok oldott iont tud oldani, és azokat mozgatni (Túri, 1993).

4. Eredmények

4.1. Különböző talajok hatása a paprika növény fejlődésére

A palánták első ellenőrzése egy hét múlva (2023.03.21.) történt meg.

4.1.1. Egy hét utáni vizsgálat



7. ábra Egy hét után, vizsgálatra váró palánták

Egy hét elteltével külsőleg a vegetatív részeken, szabad szemmel nem vehetők észre tápanyaghiány tünetei (7. ábra). A palánták gyökérzetét is szemrevételeztem.



8. ábra Gyökérnövekedés az „eredeti” talajban egy hét elteltével

A 8. ábrán az „eredeti” tulajdonságokkal rendelkező talajból kivett palánta látható. Jól látszik a gyökerek szépen elindultak, kiléptek a tőzegkockából, körülbelül 1-2 cm nagyságban.



9. ábra Gyökérfejlődés optimális talajban egy hét elteltével

A 9. ábrán az optimális értékre bekevert tőzezből kivett palántát láthatjuk. A gyökerek 2 cm feletti növekedést mutattak.



10. ábra Gyökér fejlődése degradált talajban egy hét elteltével

Harmadjára pedig a degradált, enyhén lúgos talajból emeltem ki a palántát (10. ábra). Itt észrevehetően kevésbé nőttek ki a gyökerek a tápkockából, maximum 1 cm-re. Ilyenkor áll fenn az a eset, hogy a palánták még mindig a tápkockából tudnak csak tápanyagot, és vizet felvenni, ami miatt a napsütötte, meleg időszakban hervadnak, csak öntözés után térnek magukhoz a növények és feszülnek ki a levelek újra.



11. ábra 10. nap utáni hiánytüneteket mutató palánta

A 10. napon már a degradált talajban lévő palánták lombzatában is észrevettem az elváltozásokat. (11. ábra). Jól látszanak a világos foltok a leveleken, még hozzá az idősebb leveleken, ami itt kálium hiányra utal. A másik két beállításnál („eredeti” talaj és az optimális tőzeg) nem tapasztaltam a növényeken tápanyaghiány tüneteket (12. ábra).



12. ábra Hiánytűnet nélküli palánták a 10. napon az „eredeti” és optimális talajban

4.1.2. Második hét utáni vizsgálat



13. ábra 14. nap utáni gyökérnövekedés „eredeti” talajban

A második hét után az „eredeti” tulajdonságokkal rendelkező talajból kivett palánta fotóján (13. ábra) jól látszik, hogy a gyökerek erőteljesek, több mint 10 cm-rel hagyták el a tápkockát.



14. ábra 14. nap utáni gyökérfejlődés optimális talajban

A tőzeges közegből kiemelt növény (14. ábra) gyökerei szintén jól fejlődtek, de nem olyan látványosan, mint az előző esetben, szerintem a lazább közegnek tudhatók be a vékonyabb gyökerek. Ez a növény semmiféle hiánybetegséget nem mutatott.



15. ábra 14. nap utáni gyökérfejlődés degradált talajban

Második hét után a degradált, lúgos talajból kiemelt palánta (15. ábra) gyökerei jól láthatóan satnyák. Nem fejlődtek ki rendesen, illetve ami kifejlődött az elhalt, megbarnult. Az ilyen gyenge gyökérzetű növények vontatottan fejlődnek, tápanyaghiányos tüneteket, stressz okozta termés kiesést fognak mutatni.

4.1.3. A palánták összehasonlítása



16. ábra 14. nap utáni gyökérfejlődés összehasonlítása degradált és „eredeti” talajban

A képek önmagukért beszélnek, balról az első palánta a degradált talajból, két hét eltelte után lett kiemelve. A gyökerei szinte hiányoznak, nem látszanak, mert nem léptek ki a tápkockából, ami növekedésnek indult az rövid időn belül elhalt, megbarnult. A jobb oldali növény az „eredeti” talajtulajdonságú közegből lett kiemelve, a gyökerek nagyok, fejlettek és fehérek, megfelelnek egy egészséges növény állapotának (16. ábra).

4.2. A degradáció okai, illetve a degradált és a javított talaj összehasonlítása

Talajvizsgálati adatlap

VARGA JÓZSEF

GYOMAENDRŐD, TANYA II. KER. 742.

Növény : Paprika

2022/283 Mintaszámú közegminta értékelése

11. táblázat 2022-es (degradált talaj) talajvizsgálati eredmény

Lab or szá m	p H	EC mS/ cm	P mm ol/l	HC O ₃ ⁻ mm ol/l	Cl ⁻ mm ol/l	NO ₃ ⁻ mm ol/l	Ca ²⁺ mm ol/l	Mg ²⁺ mm ol/l	Na ⁺ mm ol/l	K ⁺ mm ol/l	Mint a jelöl és
283 .	8, 2	1,04	0.22	3,52	3,38	4,2	0,34	0,24	7,90	0,10	TAL AJ

A vizsgálatot végezte: Viola Ákosné

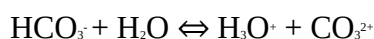
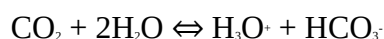
A vizsgálati eredmények (10. táblázat) azt mutatják, hogy a talaj pH-ja 8,2-re emelkedett az „eredeti” 7,55-ről, ami az enyhén lúgos kategóriába esik. Szintén magas értékeket mutat a hidrogén karbonát (HCO_3^-) szint, ami a talaj lúgosságát okozhatja. A nátriumion (Na^+) szint is magas, ami a másodlagos elszikesedés jeleire utalhat. Ezek az adatok, a magas pH és a magas HCO_3^- szint, bizonyítják a 2. hipotézisemet, miszerint az öntözővíz lúgos kémhatása és a magas HCO_3^- tartalma nagyban hozzájárult a fenti vizsgálati eredmények értékeihez.

4.2.1. A degradáció okai

Az egyik lehetséges ok az, hogy az öntözővíz eredetileg is magas hidrogén-karbonát tartalma nem lett teljes mértékben semlegesítve, így az a talajba került. Ez okozta a talaj magas pH értékét, ami tápanyaghiányt okozhat, mert lúgos közegben a talajkolloidokhoz erősebben kötődnek a tápanyag ionok, így lecsökken a talajoldat felvehető iontartalma. Másrészt a lúgosító hatású anyagok évről évre folyamatosan fel tudtak halmozódni, mert a természetes berendezés állandó lefedés alatt áll az év minden napjában, kimosódásuk nem történhet meg a csapadék által.

4.2.2. Az esővíz kémiai tulajdonsága

A csapadék által befogott nagy részecskék főleg talajeredetű alkalikus anyagok, biológiai anyagok, a befogott aeroszol részecskék nedves ülepedése, a csapadékvíz kémiai összetétele kialakulásának egyik része. A hulló csapadékba gázok is beoldódnak. A gázmolekulák oldatcseppecskék felé haladását ugyanúgy a molekuláris diffúzió szabályozza, mint a vízmolekulákét. Az oldható gázok beoldódása a kondenzációval együtt folyik. A beoldódás addig tart, amíg az oldatban a koncentráció egyensúlyba nem kerül az anyag légköri parciális nyomásával. A beoldódás gyors és állandó.



A CO_2 mindenütt jelen van, a **pH = 5,6** körüli csapadék a légkör szempontjából „semleges” csapadék (Horváth–Mészáros, 1984).

Esetünkben a természetberendezés lefedettsége miatt nem érvényesül a csapadék jótékony kilúgozó hatása. Így a csapadék, ami kémhatását tekintve savas, nem tudja csökkenteni a

lúgos kémhatást. A talajban a nedvesülepedés nem érvényesül, ami szintén a savas érték felé mozdítja el a talaj pH-ját, és a talaj tápanyag-tartalmát gazdagítja.

Az elszikesedés feltételei a sóforrás, az időszakos kiszáradás, és a nedvesedés-kiszáradás állandó ismétlődése. Ezek a feltételek adottak egy termesztő berendezésben. Az állandó meleg felfelé mozgatja a vizet, és a sók kicsapódnak a felszínen. A másodlagos elszikesedésnél még egy sóforrásunk van, és ez az öntözővíz. A folyamat révén a sók felhalmozódnak a talajban. Ezen ionok közé tartozik a kálium (K^+), a magnézium (Mg^{2+}), a kalcium (Ca^{2+}), a klór (Cl^-), a karbonát (CO_3^{2-}), a bikarbonát (HCO_3^-) és a nátrium (Na^+) (Várallyay, 1999).

4.3. A talajvizsgálati eredmények

4.3.1. Degradált talaj vizsgálati eredményei

ÁRPÁD BOKONTROLL 2003 KFT

Talajvizsgálati adatlap

VARGA JÓZSEF

GYOMAENDRŐD, TANYA II. KER. 742.

Növény: Paprika

2022/283 Mintaszámú közegminta értékelése

12. táblázat 2022-es degradált talaj vizsgálati eredménye

Lab or szá m	p H	EC mS/ cm	P mm ol/l	HC O ₃ mm ol/l	Cl ⁻ mm ol/l	NO ₃ ⁻ mm ol/l	Ca ²⁺ mm ol/l	Mg ²⁺ mm ol/l	Na ⁺ mm ol/l	K ⁺ mm ol/l	Mint a jelöl és
283 .	8, 2	1,04	0.22	3,52	3,38	4,2	0,34	0,24	7,90	0,10	TAL AJ

A vizsgálatot végezte: Viola Ákosné

4.3.2. A javítás utáni talajvizsgálati eredmény

ÁRPÁD BIOKONTROLL 2003 KFT

Talajvizsgálati adatlap

VARGA JÓZSEF

GYOMAENDRŐD, TANYA II. KER. 742.

Növény: Paprika

2023/250 Mintaszámú közegminta értékelése

13. táblázat 2023-es talajvizsgálati eredmény

Lab or szá m	pH	EC mS/ cm	P mg /l	HC O ₃ mge é/l	Cl ⁻ mge é/l	NO ₃ ⁻ mge é/l	Ca ²⁺ mge é/l	Mg ²⁺ mge é/l	Na ⁺ mge é/l	K ⁺ mge é/l	Mint a jelöl és
250 .	8, 03	1,25 6	3,9	0,96	0,24	5,70	1,76	0,40	7,80	0,15	TAL AJ

A vizsgálatot végezte: Viola Ákosné

4.3.3. A két talajvizsgálat összehasonlítása

A talajvizsgálatokat ugyanaz a talajvizsgáló laboratórium végezte, annyi különbséggel, hogy a 2022. évi vizsgálatban (11. táblázat) az értékek mmol/l-ben szerepelnek, míg a 2023-as vizsgálatban mg/l-ben (12. táblázat). Az átváltást személyesen végeztem, és az összehasonlításban már az átváltott értékeket használtam. Az átváltás: a mg/l értéket elosztjuk az elem (elemek) moláris tömegével, és megkapjuk a mmol/l-es értéket. A többszörös töltésű ionoknál szorozni is kell az eredményt annyival, ahányszoros a töltése az ionnak.

A 3. hipotézisemet igazolják a 2023. évi vizsgálat eredményei, amelyek a következők. A pH 8,2-ről 8-ra csökkent, ami még mindig enyhén lúgos talajt mutat, de láthatóan beindultak a kémiai folyamatok. A 0,2-nyi változás reális, a várt eredményeknek megfelelő. A talaj javulása, regenerálódása egy hosszú folyamat, évek kellenek hozzá.

Az EC érték növekedett 0,21-al, ami elfogadható. Kiválthatta ezt a szerves trágyázás, de a gipszezés is, aminek egyik mellékhatása a talaj EC értékének növekedése.

A hidrogén-karbonát (HCO_3^-) szint a 2,56 mmol/l szintről 0,015 mmol/l-ra csökkent. A csökkenés a talaj csapadékvízzel való átmosás jótékony hatásának is betudható.

A Na^+ -ion szint 7,9 mmol/l-ról 0,34 mmol/l értékre csökkent, ami a gipszezés, és a talajátmosás eredménye.

A javulás jól tükröződik a paprika növények fejlődésében. A javított talajú termesztőberendezésben döntő többségben olyan paprikák találhatók, amelyeknek a vegetatív részeik egészségesek, nem mutatnak hiánytüneti betegségeket. A bogyóterméseknél jól láthatók a növény ágszintjein az átmenetek. (17. ábra)



17. ábra Balról a javított talajban növekvő paprika 2023-as szezon augusztusában, jobbról a degradált talajban növekvő paprika a 2022-es szezonban

5. Következtetések és javaslatok

Az 1. hipotézisemre - miszerint a paprika termés kiesését a talajdegradáció okozza - felállított kísérlet jól bebizonyította, és szemmel láthatóvá tette a növény gyökérzetének fejlődését a különböző kémiai tulajdonságú talajokban. A degradált, lúgos talajba ültetett növények életben maradtak, fejlődtek, de a gyökereik lassan, vontatottan növekedtek. Ez okból már a 10. napon hiánybetegség tüneteit mutatták, ugyanis a gyökerek a lúgos pH közegből nem tudtak elegendő tápanyagot felvenni. A gyökerek által előállított gyökérsav nehezen érvényesül a lúgos talajban. Ezzel szemben a semleges kémhatású "eredeti" talajban, és az optimális tulajdonságú tőzegetben jól fejlődtek a növények, hiánytünetes betegséget nem mutattak.

Az öntözővíz vízvizsgálati eredményei bizonyították, hogy a lúgos pH és a magas HCO_3^- - tartalom hozzájárulhat a talaj degradációjához, de végleges bizonyítást a talajvizsgálati jegyzőkönyv adta. Ez alátámasztotta a magas HCO_3^- szintet, amelynek a következménye a lúgos pH. Ezáltal bizonyítást nyert a 2. felvetésem, miszerint az öntözővízzel okoztam a termesztőberendezés talajának degradációját.

A kedvezőtlen kémiai tulajdonságú talaj javítására egy kombinált módszert alkalmaztam, miszerint savanyú tőzeget (pH 4) juttattam ki 10-15 l/m² mennyiségben a talajra. Második lépésben elemi ként 300g/100m² dózisban, harmadjára pedig gipszet forgattam a talajba 1,3 kg/10 m² mennyiségben. Ezt követően három hónap elteltével 60-70 mm/m² mennyiségű esővízzel mélyebb talajrétegbe juttattam a felhalmozódott káros sókat. A 2023-ban végzett talajvizsgálat eredményei alátámasztják, hogy a talajban bekövetkezett változások reménykeltőek és egyben igazolják a 3. hipotézisemet. A legfontosabb paraméter, a pH érték csökkenésnek indult, és ha továbbiakban ezt a tendenciát követi, akkor az enyhén lúgos tartományból a semleges tartományba léphet. Ez az érték már sokkal elviselhetőbb a növények számára, és a talaj szerkezetében, illetve a tápanyag tartalmában is pozitív változást hozhat. 2023-ban a termesztőberendezésben a javított talajba ültetett paprikák az előző évekhez képest több termést produkáltak. (17. ábra baloldali kép)

Azokban a termesztőberendezésekben, ahol még természetes talajban termesztünk, fontos szerepe van a talaj rendszeres monitorozásának (pH, EC vizsgálatának) és mikor ezen vizsgálatok alapján a magas pH értékkel párosuló talajdegradáció jelei észlelhetőek, az esetben használt kombinált talajjavítási módszerek működhetnek.

6. Összegzés

Az elmúlt években termés kiesést tapasztaltam a termesztő berendezésben lévő paprika ültetvényben. Ami komoly minőségbeli romlásra utalt, valamelyik élettanilag fontos tényezőben a növény számára. Az 1. hipotézisem az, hogy a termés kiesést a talaj degradációja, a megváltozott kémhatás és a nagyfokú sófelhalmozódás váltotta ki, amiből következett a 2. hipotézisem, hogy a talaj degradációját az öntözővíz okozhatta. A paprikatermesztés eredményességének javítása érdekében mindenképpen cselekednem kellett, és az egyetlen járható út a talajjavítás volt az én esetemben. A cél megvolt, a mikéntjében az egyetemi tananyagok, felhasznált irodalmi források és konzulensem Hupuczi Júlia adták az instrukciókat.

Az egészet a jelenleg is működő, és megélhetésemet biztosító fólia borítású termesztő berendezésben vittem véghez. Vállaltam annak a kockázatát, hogy esetleg a javítás nem a várt eredményt hozza, és további termés kiesést produkálok, ami nagymértékben befolyásolná az anyagi biztonságomat.

Talajvizsgálatokat végeztettem, az első vizsgálat 2022-ben történt, amiből kiderült, hogy magas a pH, magas a hidrogén-karbonát (HCO_3^-), és szintén magas a nátrium (Na^+) tartalom.

Beállítottam egy kísérletet is, melyben vizsgáltam a degradált talaj hatását a paprika növényekre. A jól fejlett paprika palántákat három különböző közegbe ültettem, „eredeti”, azaz degradáció előtti talajba, optimális értékekre beállított tőzegbe, valamint a degradált, enyhén lúgos talajba. A talajokon kívül minden más termesztési paraméter azonos volt a növényeknél. Figyeltem a növények vegetatív fejlődését, mikor produkálják az első szemmel észrevehető fejlődési rendellenességet. Egy és két hét elteltével megvizsgáltam őket, milyen mértékű fejlődés ment végbe a gyökérzetben.

Egy hét elteltével az „eredeti” és az optimális értékekre beállított talajban a növények gyökérzete szépen fejlődött, míg a degradált talajba ültetett paprika gyökérzete 50%-os lemaradást mutatott. Az ültetéstől számított 10. napon szemmel észrevehető hiánytűnet betegeit vettem észre a degradált talajban lévő növényen, közben a másik két kísérleti palántán nem tapasztaltam ilyet. Második hét utáni vizsgálat kétséget kizárva bizonyította a degradált talaj negatív hatását a növényekre, mert a kiemelt növény gyökerei barnák, elhaltak voltak, a vegetatív részekben hiánybetegségek mutatkoztak. A másik két talajban lévő növények egészségesek maradtak, szépen fejlődött a levélzetük és a gyökérzetük is.

Ezek a vizsgálatok jól látszódnak a lenti montázsban (18. ábra) A kísérlet szépen bizonyította és mutatta a növények fejlődését a különböző talajokban, és igazolta a degradált talaj káros hatását. A kísérlet bizonyította az 1. hipotézisemet.

Vízanalízist is végeztem, amiből kiderült, hogy a pH lúgos (7,56) és a HCO_3^- tartalom 793 mg/dm^3 . Ezen paraméterek nagymértékben hozzájárultak a talaj kémhatásának lúgos tartományba történő elmozdulásához. Beigazolódott a 2. hipotézisem, miszerint az öntözővíz okozta a talaj leromlását.

A természetöberendezés talajának javítására kerestem a megoldást és alkalmaztam különféle javító módszereket.

A kémhatás csökkenését eredményező talajjavító módszerek közül többet is alkalmaztam. Egyszerre használtam a savanyú tőzeget (pH 4, $10\text{-}15 \text{ l/m}^2$), az elemi ként ($300\text{g}/100\text{m}^2$) és a gipszet ($1,3 \text{ kg}/10\text{m}^2$). Ezeket egy menettel a nedves talajba forgattam, majd három hónap elteltével bőséges öntözésnek megfelelő csapadék vízzel ($60\text{-}70 \text{ mm/m}^2$), az ikersátrak csapadékgyűjtő medréből, beöntöztem. Mindezt tettem azzal a meggyőződéssel, hogy a bőséges csapadék a felhalmozódott káros sókat a talaj mélyebb rétegeibe viszi. A 3. hipotézisem szerint az alkalmazott talajjavítási módszerem kedvező irányba befolyásolja a talaj tulajdonságait, amelyek már jóval kedvezőbbek a növények számára.

A javítás után is elvégeztem egy talajvizsgálatot. A 2023-ban kapott eredmények azt igazolták, hogy valami pozitív dolog történt a talajjal. A pH értéke, bár kis mértékben, de a kedvező irányba mozdult el, 8,2-ről 8-ra változott, ami egy kedvező javuló folyamatot vetít előre a jövőben. A talaj nagy vízádaggal történő öntözésének (talajmosásnak) köszönhetően a hidrogén-karbonát (HCO_3^-) és a nátrium (Na^+) szint is csökkent.

A javítás utáni talajállapotra, a degradáció csökkenésére a növények is kedvezően reagáltak. Hamarabb megindult a gyökeresedés, elmaradt a növények vontatott fejlődése, a termések is jobban kötöttek, nem jelentkezett olyan nagy mértékű termés kiesés, mint az elmúlt években. Bizonyítást nyert a 3. hipotézisem is.



18. ábra Montázs a beállított kísérletről

Irodalomjegyzék

1. ÁBRAHÁM LAJOS (1970): A gipsz, mint talajjavító anyag, Agrokémia és Talajtan, Tom 19. No-1-2.p. 173-192.
2. CSIKAI MIKLÓS (1993): Paprika In: Zöldség-hajtás. szerk.: Túri István Mezőgazda Kiadó Budapest p. 180-181.
3. FILEP (2001) A szikes talajok javítóanyag-szükségletének becslésére alkalmas módszerek összehasonlítása, Agrokémia és Talajtan, Tom 50. No. 3-4. p. 450-456.
4. FILEP GY. - FÜLEKY GY. (1999): A talaj kémiai tulajdonságai In: Stefanovits Pál -Filep György - Füleky György: Talajtan, Mezőgazda Kiadó, Budapest p. 117-124.
5. FILEP GY. (1999a): Az öntözővíz minősége, In: Stefanovits Pál -Filep György - Füleky György: Talajtan, Mezőgazda Kiadó, Budapest p. 385-391.
6. FILEP GY. (1999a): Talajjavítás, In: Stefanovits Pál -Filep György - Füleky György: Talajtan, Mezőgazda Kiadó, Budapest p. 356-360.
7. FILEP GYÖRGY (1999) Talajtani alapismeretek II. Talajjavítás DATE MTK Debrecen p.125-126.
8. FILEP GYÖRGY (1999b): Réti csernozjom talajok, In: Talajtani alapismeretek II. DATE MTK egyetemi jegyzet Debrecen p. 48-50.
9. GYURICZA CS. (2001): A talajok kémiai és biológiai tulajdonságainak szerepe a növénytermesztésben, In: A szántóföldi talajhasználat alapjai, Szent István Egyetem, Gödöllő, p. 28-29.
10. HARMATI ISTVÁN (2003): Karbonátos szoloncsák szikes főbb tulajdonságainak változása gipsszel történő javítás hatására 33 éves tartamkísérletben, Agrokémia és Talajtan, Tom 52: Vol. 1-2. p. 21-34.
11. HL-LAB Környezetvédelmi és Talajvizsgáló Laboratórium Debrecen
12. HORVÁTH , L.–MÉSZÁROS E. : 1984 . A magyarországi csapadék összetétele és savassága . Légköri környezet. 18 : 1843 – 1847 .
13. KALOCSAI, R.–SCHMIDT, R.–FÖLDES, T.–SZAKÁL, P. (2002): Az elemi kén talajbeli oxidációjának vizsgálata. Acta Agronom. Óváriensis 44:1, p. 19–28.

14. KEVEINÉ BÁRÁNY ILONA - FARSANG ANDREA (2011): A talaj kémiai tulajdonságainak vizsgálata, In: Terep és laborvizsgálati módszerek a természeti földrajzban, p. 90-104.
15. KOVÁCS CSABA - BEREZKI IMRE - KEREKESNÉ SZIKORA MAGDOLNA - CSIHA IMRE (2017): Ipari hulladékként keletkező gipsz felhasználási lehetőségének vizsgálata kedvezőtlen adottságú szikes talajon. Alföldi Erdőkért Egyesület, Tudományos Eredmények a gyakorlatban, Lakitelek, p. 62-72.
16. LOCH J. (2004): Agrokémia, In: Agrokémia és Növényvédelmi Kémia, Mezőgazda Kiadó Budapest p. 35-36.
17. MAROSI, SÁNDOR, ed. (1991) Magyar Tudományos Akadémia Földrajztudományi Kutató Intézet, 1951-1991. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest ISBN 963-7395-25-3
18. Országos Meteorológiai Szolgálat
19. PETŐ JUDIT - HÜVELY ATTILA - CSERNI IMRE (2017): Egyes öntözővizek összetételének, valamint a fő komponensek összefüggéseinek vizsgálata a Duna-Tisza közén, Talajvédelem Különszám, Okszerű talajhasználat – Talajvédelem, Talajtani Vándorgyűlés. p. 223-231.
20. RÁCZ ISTVÁNNÉ-TERBE TIBOR (2019): Milyen vízzel öntözzünk? – Az öntözővíz-minőség elméleti és gyakorlati kérdései a kertészeti termesztésben, Agroforum <https://agroforum.hu/szakcikkek/zoldseg/milyen-vizzel-ontozzuk/>
21. STEFANOVITS P (1999): Főtípusok, típusok és altípusok In: Stefanovits Pál -Filep György - Fülek György: Talajtan, Mezőgazda Kiadó Budapest p.287-290.
22. TERBE I. (1999): Termesztés, in: Paprika hajtattott, szabadföldi és fűszerpaprika szerk.: Mártonffy Béla Mezőgazda Kiadó Budapest. p. 28-32.
23. VÁRALLYAY GYÖRGY (1972): A Magyar Alföld szikes talajainak hidraulikus vezetőképessége. Agrokémia és Talajtan 21. 57-88.
24. VÁRALLYAY GYÖRGY (1999): Szikesedési folyamatok a Kárpát-medencében, Agrokémia és Talajtan Tom: 48 No.3-4 p. 399-418.

25. VÁRALLYAY, GY. (1998): Multifunctional soil management for sustainable development in Hungary. *Agrokémia és Talajtan*, 47, p. 7–22.
26. ZATYKÓ L. (1988): Étkezési paprika. Termesztési tudnivalók. Budapest- Budatétény
27. Internet 1:<https://hu.hach.com/parameters/ammonia>

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm konzulensemnek Dr. Hupuczi Júliának a szakdolgozatban nyújtott segítségét, a tőle kapott szakmai ismereteket, amit sikeresen áttudtam ültetni a gyakorlatba is.

Ábra jegyzék

1. ábra A termőterület műholdas felvétele.....	16
2. ábra. A terméshiányos paprika.....	20
3. ábra. Tápanyaghiányos paprika.....	21
4. ábra Fejlett, egészséges palánták a kísérlet elején	21
5. ábra Palánták más-más talajokban.....	22
6. ábra Savanyú tőzeg kijuttatása és adattáblája	25
7. ábra Egy hét után, vizsgálatra váró palánták	28
8. ábra Gyökérnövekedés az „eredeti” talajban egy hét elteltével	29
9. ábra Gyökérfejlődés optimális talajban egy hét elteltével.....	29
10. ábra Gyökér fejlődése degradált talajban egy hét elteltével	30
11. ábra 10. nap utáni hiánytüneteket mutató palánta.....	30
12. ábra Hiánytünet nélküli palánták a 10. napon az eredeti és optimális talajban	31
13. ábra 14. nap utáni gyökérnövekedés „eredeti” talajban	32
14. ábra 14. nap utáni gyökérfejlődés optimális talajban.....	32
15. ábra 14. nap utáni gyökérfejlődés degradált talajban	33
16. ábra 14. nap utáni gyökérfejlődés összehasonlítása „eredeti” és degradált talajban	34
17. ábra Balról a javított talajban növekvő paprika 2023-as szezon augusztusában, jobbról a degradált talajban növekvő paprika a 2022-es szezonban	38
18. ábra Montázs a beállított kísérletről	42

Táblázat jegyzék

1. táblázat Talaj kategóriák mésztartalom alapján (Keveiné és Farsang, 2011).....	6
2. táblázat Talajok humusztartalmi kategóriái (Keveiné és Farsang, 2011).....	7
3. táblázat A talajok AL-oldható foszfortartalma (Keveiné és Farsang, 2011)	8
4. táblázat Mg ellátottság (Keveiné és Farsang, 2011)	9
5. táblázat A talaj EDTA-oldható Cu- ellátottsága (Várallyay, 1998).....	10
6. táblázat A talaj EDTA-oldható Mn- ellátottsága (Várallyay, 1998).....	10
7. táblázat A talaj EDTA-oldható Zn- ellátottsága (Várallyay, 1998).....	10
8. táblázat A terület éves csapadékmennyiségei (OMSZ).....	17
9. táblázat A termőterület 150 cmm-es talajszelvény paraméterei (HL-LAB).....	19
10. táblázat A használt öntözővíz vízanalízise.....	23
11. táblázat 2022-es (degradált talaj) talajvizsgálati eredmény	34
12. táblázat 2022-es degradált talaj vizsgálati eredménye	36
13. táblázat 2023-es talajvizsgálati eredmény	37

Nyilatkozat

PLÁGIUM NYILATKOZAT

Alulírott, VARGA JÓZSEF kijelentem, hogy a beadott szakdolgozat saját munkám eredménye, és a szakirodalmi forrásokat korrekten kezeltem.

A bírálatra leadott papíralapú szakdolgozat bekötött példánya mindenben megegyezik a Moduloba feltöltött (PDF file) szakdolgozattal.

Dátum: 2023. 10. 20

Varga József
Jelölt aláírása