

**Міністерство освіти і науки України**  
**Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II**  
**Кафедра біології та хімії**

Реєстраційний № \_\_\_\_\_

**Кваліфікаційна робота**  
**ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ВМІСТОМ**  
**МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ҐРУНТАХ І РОСЛИНАХ**  
**ТЕПЛИЧНИХ ГОСПОДАРСТВ**

**ЮГАС ВІКТОРІЯ ІШТВАНІВНА**

Студентка II-го курсу  
Освітня програма Біологія  
Спеціальність 091 Біологія  
Рівень вищої освіти: магістр

Тема затверджена на засіданні кафедри  
Протокол № 3 / 25.10.2023 р.

Науковий керівник:

**Чома Золтан Золтанович**  
доктор філософії, доцент

Завідувач кафедри:

**Когут Ержебет Імрїївна**  
доктор філософії, доцент

Робота захищена на оцінку \_\_\_\_\_, «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 року

Протокол № \_\_\_\_\_ / 202\_

**Міністерство освіти і науки України  
Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II**

**Кафедра біології та хімії**

**Кваліфікаційна робота  
ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ВМІСТОМ  
МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ҐРУНТАХ І РОСЛИНАХ  
ТЕПЛИЧНИХ ГОСПОДАРСТВ**

Рівень вищої освіти: магістр

Виконавець: студентка II-го курсу

**Югас Вікторія Іштванівна**

освітня програма Біологія

спеціальність 091 Біологія

Науковий керівник: **Чома Золтан Золтанович**

**доктор філософії, доцент**

Рецензент: **Філеп Михайло Йосипович**

**кандидат хімічних наук,  
старший дослідник, доцент**

Берегове  
2024

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	8
<b>I. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД</b> .....	9
<b>1.1 Умови розвитку та росту сільськогосподарських культур</b> .....	9
<b>1.2 Наявність мікроелементів у ґрунті</b> .....	10
<b>1.3 Дефіцит мікроелементів у рослинах</b> .....	14
<b>1.4 Оцінка реакції ґрунтового розчину, електропровідності та засолення в закритих ґрунтах</b> .....	17
<b>1.5 Стратегії підкормки рослин та внесення добрив</b> .....	19
1.5.1 Органічні добрива .....	20
1.5.2 Мінеральні добрива .....	21
<b>1.6 Переваги та обмеження систем закритого ґрунту</b> .....	22
<b>II. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ</b> .....	24
<b>2.1 Характеристика досліджуваної території</b> .....	24
<b>2.2 Відбір зразків</b> .....	26
2.2.1 Відбір та підготовка зразків ґрунту .....	26
2.2.2 Процедури відбору та підготовки зразків рослин .....	26
<b>2.3 Методи аналізу</b> .....	28
2.3.1 Визначення рН ґрунту .....	28
2.3.2 Визначення питомої електропровідності (ЕС) ґрунту .....	28
2.3.3 Визначення вмісту хлорид-іонів у ґрунтах .....	30
2.3.4 Вміст органічної речовини у ґрунтах .....	30
2.3.5 Визначення вмісту рухомих форм металів у ґрунтах .....	32
2.3.6 Визначення вмісту металів у рослинах .....	33
<b>III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ</b> .....	34
<b>3.1 Результати анкетування</b> .....	34
<b>3.2 рН ґрунту в плівкових теплицях</b> .....	38
<b>3.3 Питома електропровідність та вміст хлорид-іонів у ґрунтах</b> .....	40
<b>3.4 Визначення вмісту органічної речовини методом спалювання</b> .....	45
<b>3.5 Вміст рухомих форм металів</b> .....	45
3.5.1 Вміст рухомих форм цинку.....	45
3.5.2 Вміст рухомих форм свинцю .....	46
3.5.3 Вміст рухомих форм міді .....	48
3.5.4 Вміст рухомих форм марганцю.....	49

3.5.5 Вміст рухомих форм кадмію .....	49
3.5.6 Вміст рухомих форм заліза .....	51
<b>3.6 Дослідження концентрацій мікроелементів в овочевих культурах .....</b>	<b>52</b>
3.6.1 Вміст цинку в овочевих культурах .....	53
3.6.2 Вміст свинцю в овочевих культурах.....	55
3.6.3 Вміст міді в овочевих культурах.....	58
3.6.4 Вміст марганцю в овочевих культурах .....	61
3.6.5 Вміст кадмію в овочевих культурах .....	64
3.6.6 Вміст заліза в овочевих культурах.....	67
<b>3.7 Кореляція фізико-хімічних властивостей ґрунтів з вмістом мікроелементів в овочевих культурах: рН, електропровідність, вміст хлорид-іонів та органічної речовини .....</b>	<b>70</b>
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>74</b>
<b>РЕЗЮМЕ .....</b>	<b>75</b>
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ .....</b>	<b>77</b>
<b>СПИСОК РИСУНКІВ .....</b>	<b>84</b>
<b>СПИСОК ТАБЛИЦЬ .....</b>	<b>85</b>
<b>ДОДАТОК .....</b>	<b>86</b>
<b>ПОДЯКА .....</b>	<b>92</b>

**Ukrajna Oktatási és Tudományügyi Minisztériuma  
II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola**

**Biológia és Kémia Tanszék**

**A TALAJOK ÉS NÖVÉNYEK MIKROELEM-TARTALMA KÖZÖTTI  
ÖSSZEFÜGGÉSEK VIZSGÁLATA HAJTATÁSBAN**

Diplomamunka

**Készítette: Juhász Viktória**

II. évfolyamos

091 Biológia szakos hallgató

**Témavezető: Dr. Csoma Zoltán, PhD**

**docens**

**Recenzens: docens, Filep Mihály**

**a kémiai tudományok kandidátusa**

**tudományos főmunkatárs, docens**

## TARTALOMJEGYZÉK

<b>BEVEZETŐ</b> .....	8
<b>I. IRODALMI ÁTTEKINTÉS</b> .....	9
<b>1.1 A mezőgazdasági növények fejlődésének és növekedésének feltételei</b> .....	9
<b>1.2 Mikroelemek jelenléte a talajban</b> .....	9
<b>1.3 Mikroelemhiány a növényekben</b> .....	13
<b>1.4 A zárt termesztési rendszerek talajának kémhatása, vezetőképessége (EC értéke) és sótartalom szerinti értékelése</b> .....	17
<b>1.5 Növénytáplálás és trágyázási stratégiák</b> .....	19
1.1.1. Szervestrágyázás .....	20
1.1.2. Műtrágyák .....	20
<b>1.6 Zárt termesztési berendezések előnyei és korlátai</b> .....	21
<b>II. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN</b> .....	24
<b>2.1. A vizsgált területek</b> .....	24
<b>2.2. Mintavétel</b> .....	25
2.2.1. Talajmintavétel és előkészítési folyamatok.....	25
2.2.2. Növénymintavétel és előkészítési eljárások.....	26
<b>2.3. Vizsgálati módszerek</b> .....	27
2.3.1. A talajok kémhatásának meghatározása .....	27
2.3.2. A talajok fajlagos vezetőképességének (EC értékének) meghatározása.....	28
2.3.3 A talajokban lévő klorid-ionok meghatározása.....	29
2.3.4 Szervesanyag tartalom a talajmintákban.....	30
2.3.5 A növények által felvehető (mobilis) fémtartalom meghatározása talajokban	31
2.3.6 A növényekben található fémtartalom meghatározása .....	33
<b>III. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS</b> .....	34
<b>3.1 A kérdőíves felmérés eredményei</b> .....	34
<b>3.2 A fóliasátrak talajainak pH- értéke</b> .....	37
<b>3.3 A talajminták fajlagos vezetőképessége és klorid-ion koncentrációja</b> .....	39
<b>3.4 Szervesanyagtartalom meghatározása izzási veszteség alapján</b> .....	44
<b>3.5 A növények által felvehető (mobilis) fém koncentrációk</b> .....	44
3.5.1 A növények által felvehető (mobilis) cink koncentráció .....	44
3.5.2 A növények által felvehető (mobilis) ólom koncentráció .....	46
3.5.3 A növények által felvehető (mobilis) réz koncentráció .....	47

3.5.4	A növények által felvehető (mobilis) mangán koncentráció.....	48
3.5.5	A növények által felvehető (mobilis) kadmium koncentráció .....	49
3.5.6	A növények által felvehető (mobilis) vas koncentráció.....	50
<b>3.6</b>	<b>A zöldségnövények mikroelem-koncentrációjának vizsgálata.....</b>	<b>51</b>
3.6.1	A termesztett zöldségnövények cink tartalmának vizsgálata.....	52
3.6.2	A termesztett zöldségnövények ólom tartalmának vizsgálata .....	55
3.6.3	A termesztett zöldségnövények réz tartalmának vizsgálata.....	58
3.6.4	A termesztett zöldségnövények mangán tartalmának vizsgálata .....	61
3.6.5	A termesztett zöldségnövények kadmium tartalmának vizsgálata .....	64
3.6.6	A termesztett zöldségnövények vas tartalmának vizsgálata .....	67
<b>3.7</b>	<b>A talajok fizikai és kémiai tulajdonságainak összefüggése a zöldségnövények mikroelem-tartalmával: pH, vezetőképesség, klorid-ion és szervesanyag-tartalom</b>	<b>70</b>
<b>ÖSSZEFOGLALÓ</b> .....		<b>74</b>
<b>PE3IOME</b> .....		<b>75</b>
<b>IRODALOMJEGYZÉK</b> .....		<b>77</b>
<b>ÁBRÁK JEGYZÉKE</b> .....		<b>84</b>
<b>TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE</b> .....		<b>85</b>
<b>MELLÉKLET</b> .....		<b>86</b>
<b>KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS</b> .....		<b>92</b>

## BEVEZETŐ

A globális élelmiszerbiztonság és fenntartható mezőgazdaság fontosságának növekedésével egyre inkább szükség van olyan innovatív növénytermesztési módszerekre, amelyek képesek kielégíteni a növekvő népesség igényeit és minimalizálni a környezeti terhelést. Ebben a kontextusban a zárt termesztési berendezések, mint például üvegházak, hidropónia és aeropónia rendszerek, egyre inkább előtérbe kerülnek. A termesztett növények egészségének és termésének optimalizálása az agráriumban mindig is kiemelkedő kihívást jelentett. Azonban az elmúlt években a mezőgazdaság egy új dimenziójával találkoztunk: a zárt termesztési berendezések térhódításával. Ezek a technológiailag előrehaladott rendszerek lehetővé teszik, hogy növényeket a természeti környezettől függetlenül termesszünk, amelyek között kiemelkedő szerepet játszanak a mesterséges talajok. Az ilyen zárt berendezésekben történő növénytermesztés hatalmas lehetőségeket rejt magában az élelmiszertermelés fenntarthatóságának és hatékonyságának növelésében.

Azonban a zárt környezetben történő növénytermesztés során a talaj állapota, valamint a talaj és a növények közötti tápelem forgalom komplex kérdéssé válik. A mesterséges talajok állapota, összetétele és tápelem-tartalma jelentős mértékben befolyásolhatja a növények növekedését és terméshozamát a zárt termesztési berendezésekben. A megfelelő tápelemek biztosítása a növények számára elengedhetetlen a termés minősége és mennyisége szempontjából, de a túlzott vagy hiányos tápelem-tartalom is negatív hatással lehet a növényekre és a környezetre.

A munka célja a mesterséges talajok állapotának vizsgálata olyan zárt termesztési berendezésekben, amelyekben már hosszabb ideje folyik növénytermesztés.

A kutatásunk reményeink szerint hozzájárul a hatékony és fenntartható növénytermesztési módszerek kifejlesztésében, különösen olyan környezetekben, ahol a természeti erőforrások korlátozottak vagy nem megfelelőek.



## I. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 1.1 A mezőgazdasági növények fejlődésének és növekedésének feltételei

A környezet egy összetett rendszert alkot, amelyet négy fő csoportba sorolhatunk:

- I. Az éghajlati tényezők közé tartozik a fény, a hő, a levegő mozgása (szél) és a víz jelenléte. Fontos megjegyezni, hogy a hő, a levegő és a víz egyben talajtényezők is.
- II. A talajtényezők magukban foglalják a talaj fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságait.
- III. A földfelszíni tényezők közé tartozik az abszolút és relatív magasság, a kitettség (expozíció) és a meredekség (a lejtő hajlásszöge).
- IV. Az élő környezeti tényezők közé tartoznak az ember, a növényzet és az állatvilág, amelyek hatással vannak a növényekre.

Azonban növénytermesztési szempontból az alapvető és elengedhetetlen tényezők a fény, a hő, a levegő, a víz és a tápanyagok. A levegő a legállandóbb környezeti tényező, míg a víz a legváltozékonyabb. A fény és a hő periodikusan változnak. Ezek közvetlenül befolyásolják a növényeket, míg a víz és a tápanyagok közvetve, a talajon keresztül hatnak rájuk. Ez utóbbiak növénytermesztési szempontból létfontosságúak, mivel agrotechnikai módszerek segítségével szabályozható a talaj víz- és tápanyagellátása, aminek következtében befolyásolható a növények növekedése és fejlődése (LÁSZLÓ, 1994).

### 1.2 Mikroelemek jelenléte a talajban

A növények tápanyagokat főként ionos formában vesznek fel, időről időre azonban a talajoldatból molekuláris formában is asszimilálnak, amit hajszálgöckerükön keresztül vesznek fel (GRÓSZ, 2010).

A tápanyagokat az általuk felvett mennyiség alapján két fő csoportba lehet sorolni. Az első csoportot a makro- vagy fő tápanyagok alkotják, ide tartozik a nitrogén (N), kálium (K), foszfor (P), valamint másodlagosan a kén (S), kalcium (Ca) és magnézium (Mg). A második csoportba tartoznak a mikro- vagy nyomelemek, amelyek kisebb mennyiségben vannak jelen, de létfontosságúak a növények számára. Ezek a mikroelemek magukban foglalják a vasat (Fe), mangánt (Mn), cinket (Zn), molibdént (Mo), rézet (Cu), bórt (B) és klórt (Cl) (INTERNET 1).

A szerves anyagok jelentős pufferként szolgálnak a talajban. Ezek a szerves anyagok képesek megkötni olyan növényi tápanyagokat, amelyek létfontosságúak a

növények számára, majd idővel fokozatosan felszabadítják ezeket a tápanyagokat, hogy a növények hasznosíthassák őket. Az anionokhoz tartozó ritka nyomelemek, például a bór, klór és molibdén, különösen fontosak, mivel nem tudnak a talaj ásványi részeihez kötődni, csak a szerves kolloidokhoz. Ezért olyan talajokon, amelyek rendszeresen szerves anyagokat kapnak (például szerves trágya vagy növényi maradványok formájában), ritkán fordul elő hiányuk ezeknek a mikroelemeknek (INTERNET 1). A Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, V és Zn csupán nyomokban szükséges az élethez, e fémek nagy koncentrációi károsak lehetnek. Az elsődleges termelői szinten történő felszívódás, majd a fogyasztói szinten történő fogyasztás révén a fémek felhalmozódnak az ökológiai táplálékláncban (MANSOOR et al., 2023). Toxicitásról akkor beszélünk, ha egy tápanyag a növény szükségleteit meghaladó mértékben van jelen, és csökkenti a növény növekedését vagy minőségét (MCCAULEY et al., 2009). A környezetszennyezésből eredő gazdagodás nemcsak káros anyagokat, mint például a Cd, Hg, Pb, As, Se, Cr stb., érint, hanem érinti az egyéb elengedhetetlen mikroelemeket is (Mn, Zn, Cu, B, Mo), valamint a makroelemeket (C, N, S, P, K (SARKADI et al., 1992).

### **Cink (Zn)**

A talajokban a cink általában  $Zn^{2+}$ -ion formájában található, bár más ionos és szerves vegyületei is ismertek. A cink főként az alumínium- és vas-oxidokhoz, valamint az agyagásványokhoz kötődik a talajban. A növények elsősorban a vízoldható és könnyen kicserélhető formáit tudják felvenni. Ez általában csak kis része a talajban lévő cinktartalomnak, de savas talajokban ez az arány általában nagyobb, mint semleges vagy lúgos talajokban. A növények számára a cink esszenciális mikroelem, ami számos enzim alkotórésze és aktivátora. Normális körülmények között a növények cinktartalma 25–150 mg/kg között van, és toxicitási tünetek csak 400 mg/kg feletti cinktartalom esetén jelentkeznek. Levegőszennyezés esetén a cink főleg a hajtásban, míg talajszennyezés esetén a gyökérben halmozódik fel. A szennyezett területek általában néhány száz vagy néhány ezer mg/kg cinket tartalmaznak, de egyes erősen szennyezett ipari területeken akár néhány százaléknyi is lehet. A legtöbb országban a termőtalajok megengedett cinktartalma 300 mg/kg, míg hazánkban a határérték 500–2000 mg/kg koncentrációban van. A cink könnyen felvehető nehézfém a növények számára, és könnyen bekerülhet a táplálékláncba, ezért sorolható a legveszélyesebb hatású nehézfémek közé (ADRIANO, 1986a, 2001; ALLOWAY, 1990; KABATA-PENDIAS és PENDIAS, 1992, 2001; SZABÓ et al., 1987; PEREI et al., 2013).

### **Mangán (Mn)**

A mangán a talajban különböző formákban található meg, beleértve a szilikátokat, karbonátokat ( $\text{MnCO}_3$ ) és oxidokat, különböző vegyértékű (II, III és IV) állapotokban. A mangán kétértékű ( $\text{Mn}^{2+}$ ) ionjai főként a talaj adszorpciós komplexumához kapcsolódnak, vagy szabadon található a talajoldatban. A növények csak a kétértékű mangánionokat képesek felvenni a talajból. Enzimaktivátor, kloroplaszt termelő, növényi reakció és enzim szabályozó, valamint a zöldségfélék C-vitamin tartalmát növeli (LOCH és NOSTICZIUS, 1992).

### **Réz (Cu)**

A réz kiemelkedő fontosságú a növények táplálásában és növekedésében. Esszenciális elemként elengedhetetlen a megfelelő életfolyamatokhoz, aktiválja a légzési láncot, és számos enzim alkotóeleme és aktivátora. A réz gyakran fordul elő elemi állapotban, a levegő, a tengerek és a földkéreg 0,007%-át teszi ki. Közel 300 különböző rézászvány ismert. A réz különböző mértékben megtalálható a világ összes talajában, főként a talajt alkotó kőzetek ásványianyag-tartalmának a mállása során felszabaduló réztartalom határozza meg. Átlagosan az édesvizekben 3  $\mu\text{g/l}$ , a tengervizekben 0,25  $\mu\text{g/l}$ , a földkéregben 55 mg/kg, a természetes talajokban pedig 1–390 mg/kg között lehet a réztartalom. A talajképző kőzetek ásványianyag-tartalma, kőzettípusától függően, meghatározza a talajok réztartalmát, hasonlóan más elemekhez, mint például a cink vagy magnézium. A bázikus kőzetekben általában a legnagyobb mennyiségű réz található (140 mg/kg), míg az üledékes kőzetek kevesebbet tartalmaznak (57 mg/kg), és a savanyú kőzetekben, például a gránitban a legkevesebb (30 mg/kg) fordul elő (SHKOLNYIK, 1984; BOWEN 1979, 1982; ADRIANO, 1986; FORRÓ-RÓZSA, 2014).

### **Nikkel (Ni)**

Az átlagos nikkelkoncentráció a földkéregben mintegy 58 mg/kg körül mozog, míg a nem szennyezett talajokban a nikkel tartalma általában 5-50 mg/kg között található (YAROSHEVSKY, 2006). Az állatok és növények számára is létfontosságú nyomelem a nikkel, és az emberi szervezet is bejuthat belőle a táplálkozáson keresztül. Ebben a formában nem mutattak ki káros hatásokat, azonban a nikkelnek hosszú távú expozíciója káros hatásokat okozna, ha nikkelporokat vagy nikkel karbonilt lélegezünk be a levegőben (SÁNDOR, 2021).

Nikkel kerülhet a talajokba bányászat és kohászat során, valamint a szén, olajszármazékok és szemét elégetése miatt. A műtrágyák, meszező anyagok és szerves

trágyák nikkeltartalma alacsony, így valószínűtlen, hogy jelentős nikkelszennyezést okoznának (KÁDÁR, 1991).

### **Króm (Cr)**

A króm két fő oxidációs állapotban létezik: Cr (III) és Cr (VI), amelyben a Cr (VI) fitotoxikusabb, mint a Cr (III). A króm nem esszenciális elem a növények számára, és nem játszik metabolikus szerepet a növények növekedésében és fejlődésében. A króm felhalmozódása a gyökér>hajtás>levelek>termés sorrendben történik (SUNDARAMOORTHY et al., 2010). A króm jellemzően a mezőgazdaság kapcsán kerül a talajba, amikor szennyvíziszapot, komposztot, szerves trágyát, valamint foszfáttartalmú műtrágyákat alkalmaznak a földterületeken. A talajok krómszennyezettségi határértéke 75 mg/kg, amint azt a 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM közös rendelet előírja (SÁNDOR, 2021).

### **Ólom (Pb)**

Az ólom természetes állapotban általában 16 mg/kg mennyiségben található a földkéregben. Nem szennyezett talajok esetében általában 2-20 mg/kg közötti koncentráció fordul elő (SÁNDOR, 2021). Az ólom az egyik legnagyobb mennyiségben a bioszférába kerülő és legismertebb toxikus nehézfémek közé tartozik. Mennyisége általában a talajban lévő szerves anyagok tartalmának változását követi. Szoros kapcsolatban áll a talajkolloidokkal és a szerves anyagokkal, és főként oldhatatlan formában jelenik meg a talajban. Az ólom, amely a talajfelszínre kerül, főként a felső rétegekben halmozódik fel, és lefelé haladva mennyisége fokozatosan csökken. A növények, különösen a gyökerek ólomfelhalmozódását a talaj meszezésével, foszfátok, szulfátok, mangán-oxid és szerves anyagok kijuttatásával lehet csökkenteni (SIMON, 2006).

### **Kadmium (Cd)**

A kadmium általában stabil a talajban, és a felszínre került kadmium általában csak a talajművelés során kerül mélyebbre a talajprofilban. Ennek eredményeképpen veszélyes módon felhalmozódhat a talajban. A kadmium felvételének egyik fontos tényezője a pH szint. A növények nagyobb mennyiségű kadmiumot vesznek fel alacsonyabb pH-értékeknél (KÁDÁR, 1991). A kadmium szorpciója gyors folyamat a többi fémhez képest, és általában 10-15 perc alatt elérheti a 95%-os szintet. A Cd mozgósága a talaj-növény rendszerben függ a szennyezés mértékétől. Alacsony szennyezés esetén (1-5 mg kg<sup>-1</sup>) a kadmium hatékonyan kötődik a talajhoz, különleges adszorpció mechanizmus által. Közepes (5-10 mg kg<sup>-1</sup>) és magas (>10 mg kg<sup>-1</sup>) szennyezés esetén a kadmium jelentős része (50-80%) oldható formában található, amelyek acetát-ammónium puffer oldattal

extrahálhatók. Az oldható, mozgékony kadmium formák képesek bejutni a talajvizekbe és felhalmozódni a növényekben (TARACZKÖZI, 2003).

### **Vas (Fe)**

A vas a kőzetek és ásványok harmadik leggyakoribb eleme. A talajokban leggyakrabban előforduló vasásványok közé tartozik a hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), a magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), valamint a hematit hidratált formája, a limonit ( $2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ), továbbá a goethit ( $\text{FeOOH}$ ) és a pirit ( $\text{FeS}_2$ ) (STEFANOVITS et al., 1999). A talajban a vas rácsba épült elemként található, különösen magas koncentrációban fordul elő a podzol típusú szürke erdei talajokban. A vas képes kelátkomplexeket alkotni, valamint vegyérték-változásra is képes,  $\text{Fe}^{2+}$  és  $\text{Fe}^{3+}$  formában. Anaerob körülmények között  $\text{Fe}^{2+}$  formában található, míg aerob körülmények között  $\text{Fe}^{3+}$  formában van jelen, ekkor a  $\text{Fe}^{2+}$  instabil és  $\text{Fe}^{3+}$ -vá oxidálódik. Ezen két tulajdonsága számos fiziológiai folyamat alapja (STEFANOVITS, 1981). A kőzetek és talajok jelentős mennyiségű vasat tartalmaznak.  $\text{Fe}^{3+}$  vegyületeinek egy része nehezen oldható, és felhalmozódik az erősen elmállott talajokban. A vasérc oldhatósága savanyú talajokban elégséges ahhoz, hogy a növények igényeit kielégítse. Amennyiben a talaj pH-ja 4,5 alá csökken, a vas toxikussá válhat. Általában a talajokban akkor jelentkezik vashiány, ha a talaj ásványaiból nem szabadulnak fel elegendő  $\text{Fe}^{2+}$  ionok az  $\text{Fe}^{3+}$ -má történő oxidáció kompenzálására. A talajban a vas mennyisége 2-8% közötti, amely  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  formában van jelen (VOLODIMIRA, 2023).

### **1.3 Mikroelemhiány a növényekben**

A mikroelemek létfontosságú szabályozó rendszerek részei, általában a növények tenyész időszakának kezdetén veszik fel őket. Fontos megérteni, hogy ezek a mikroelemek nem mozognak a növényen belül, és nem szállítódnak más részekbe. Ebből eredően a mikroelemek hiányának tünetei általában megnyilvánulnak a fiatal, alulfejlett növényi szerveken, például a hajtáscsúcsokon. Emiatt a mikroelemhiány gyakran látható jeleket okoz a növényeken (TÁNCZOS, 2019). A tápelemek hiánya vagy túlzott mennyisége nem kizárólag geológiai vagy talajtani okokhoz kapcsolódik (KÁDÁR et al., 2017). Tápanyaghiányról akkor beszélünk, ha egy alapvető tápanyag nem áll rendelkezésre elegendő mennyiségben a növekvő növény igényeinek kielégítéséhez (MCCAULEY et al., 2009).

### **Mangán (Mn)**

A mangán olyan elem, amely kulcsfontosságú szerepet játszik a növények anyagcsere-folyamataiban, hasonlóan az enzimaktivátorokhoz, például a magnéziumhoz és a vashoz. A mangán különösen fontos a citromsavciklusban, a lipidek képződésében és a fotoszintézis folyamataiban, ahol hatékonyan támogatja ezeket a biokémiai folyamatokat (LOCH és NOSTICZIUS, 1992). A zab kifejezetten érzékeny a mangánhiányra a kultúrnövények között, ami szárazfoltosságot eredményez. Ugyanezen probléma jelentkezik más gabonaféléknél is, de kisebb mértékben. A spenót és a borsó szintén mangánigényes növények. A kétszikűek esetében a levélerek között megjelenő háló- vagy mozaikszerű klorózis észlelhető, később pedig a levélállomány elhal, barna pontok és foltok keletkeznek (LOCH és KISS, 2014).

### **Réz (Cu)**

A réz kiemelkedően fontos elem a növények számára, mivel elengedhetetlen a fehérjészintézishez, a szénhidrát-anyagcseréhez és részt vesz a fotoszintetikus elektrontranszportban. Több enzim működéséhez is szükséges, és kiemelkedő szerepe van a növények növekedésében és táplálásában (SHKOLNYIK, 1984). A növények réztartalma a szárazanyagban általában 2–20 mg/kg (LOCH és NOSTICZIUS, 1992).

A réz nemcsak katalitikus funkciókkal rendelkezik, hanem szerepet játszik a szimbiotikus nitrogén megkötésben is. Hasonlóan a mangánhoz, feleslegessé válhat savanyú talajokon (HELYES et al., 2006). A zab, az árpa és a búza a legérzékenyebbek a rézellátás hiányára. A rézhiány a gabonaféléknél először a levélcúcsok fehéredésével jelentkezik, aminek eredményeként keskeny és összesodródott levelek alakulnak ki. A rosszul ellátott növényeknél hiányos buga- vagy kalászképződést, valamint csökkent szemképződést lehet megfigyelni (TÁNCZOS, 2019). A réz utánpótlására többféle módszer is alkalmazható, beleértve a vetőmag kezelést, a talajon keresztüli adagolást és a levéltrágyázást is (GICZI et al., 2018).

### **Króm (Cr)**

A króm befolyásolja a magok csírázását, a gyökér- és hajtásnövekedést, valamint csökkenti a levél kiterjedését és a levél elhalását. A  $\delta$ -aminolaevulinsav-dehidrátok lebontásával a fotoszintézist és a klorofillszintézist is befolyásolja. Befolyásolja a tápanyagfelvételt és a makro- és mikrotápanyagok egyensúlyát (OLIVEIRA, 2012).

### **Cink (Zn)**

A cink kulcsfontosságú mikroelem a növények számára, mivel számos enzim alkotórésze és aktivátora. Ezen kívül hozzájárul az auxinszintézishez és szabályozza a

szénhidrátok átalakulását és az oxidációs folyamatokat a növényekben, kiemelkedő szerepet játszik a növények növekedési folyamatainak szabályozásában, különösen a gyökér- és hajtásnövekedés tekintetében. Ezen kívül hatással van a növények méretére, összetételére, a termés fehérjetartalmára és minőségére (TÁNCZOS, 2019; PEREI et al., 2013).

A növényekben általában 25-150 mg/kg a cink mennyisége, és csak akkor jelentkeznek toxicitási tünetek, ha a cinktartalom meghaladja a 400 mg/kg értéket. Levegőszennyezés esetén a cink főként a növény hajtásában halmozódik fel, míg talajszennyezés esetén a gyökerekben (PEREI et al., 2013).

Az eltérő kultúrnövények cinkigénye változatos. A gabonafélék, mint például a zab, búza, árpa és rozs, nem mutatnak érzékenységet a cinkhiányra. A burgonya, paradicsom, lucerna, cukorrépa és vöröshere viszonylag kisebb mértékben reagálnak a cinkhiányra. Ellenben a kukorica, komló, len és bab kifejezetten érzékenyek a cinkhiányra. A különböző gyümölcsfélék és a szőlő is hasonlóan érzékenyek (LOCH és KISS, 2014). A cinkhiány jellemző tünete a levelek közötti klorózis, súlyos esetekben akár a levéllemez teljes kifehéredése is előfordulhat. Mivel a cink egyik kulcsfontosságú növekedési hormon szintéziséhez szükséges, a hiányában a növények torzulhatnak, rozettát képezhetnek, és törpeszártagság alakulhat ki (TÁNCZOS, 2019).

### **Kadmium (Cd)**

Az elmúlt évtizedekben a foszfátműtrágyák gyakorlatilag növelték a talaj kadmiumtartalmát, ami a növények számára potenciális kockázatot jelent. A kadmium általában a növények gyökerében vagy leveleiben halmozódik fel, míg a generatív szervekben kisebb mennyiségű található belőle. A foszfátműtrágyákban található kadmium mennyisége 0,1-174 mg kg<sup>-1</sup> tartományba esik, ami akár 100 g ha<sup>-1</sup> év<sup>-1</sup> értékkel is megemelheti a termőtalajok kadmiumszintjét szélsőséges esetekben. Ez a tényező veszélyeztetheti a mezőgazdasági termelést és a környezetet is (KABATA-PENDIAS és PENDIAS, 1992, 2001; ADRIANO, 2001; ALLOWAY, 1990).

A kadmium felvehetősége és mobilitása a talajban lévő különböző kémiai formáitól függ. Talajszennyezés esetén a könnyen felvehető Cd-formák aránya megnő, amely befolyásolja a növények kadmiumfelvételét. A talaj pH-ja, kationcserélő képessége, szervesanyag-tartalma, redox viszonyai és más tényezők szabályozzák ezt a folyamatot. A savanyú kémhatású talajokból a növények több kadmiumot tudnak felvenni, de a talaj meszezése és a szervesanyag-tartalom növelése csökkentheti a kadmiumfelvételt. A kadmium könnyen felvehető a növények számára, és könnyen szállítódik bennük.

Általában lineáris összefüggés figyelhető meg a talajok és a növények kadmiumtartalma között. Még ha nincsenek is látható mérgezési tünetek, a növények nagy mennyiségben tudják felhalmozni a kadmiumot, ami veszélyeztetheti az ember egészségét (SIMON, 2006).

A kadmium leginkább toxikus hatásáról ismert, és csak kis mennyiségben rendelkezhet pozitív növényélettani hatással. A szennyezetlen talajokon termesztett növényekben általában kevesebb, mint 0,3-0,5 mg/kg kadmium található (KÁDÁR és SZEMES, 1994; KÁDÁR és GONDOLA, 2003). A növényekben 5-20 mg/kg kadmiumtartalom okoz toxicitási tüneteket, például növekedésgátlást, gyökérvárosodást, levelek klorózisát és elhalását. A kadmium gátolja a fotoszintézist és a transzspirációt, valamint zavarja más esszenciális mikroelemek (Fe, Zn, Cu) felvételét és szállítását. A szennyezett talajokon termesztett növények kadmiumtartalma veszélyesen magas lehet. Általában a levélzöltségek és a káposztafélék kadmiumtartalma magasabb, míg a gabonafélék magvai kevesebb kadmiumot tartalmaznak (ADRIANO, 1986a; 2001; KABATA-PENDIAS és PENDIAS, 1992, 2001; KÁDÁR, 1991, 1995; LEHOCZKY et al., 1996, 1998; LEHOCZKY, 2003; PAIS, 1996; PÁLNÉ, 2002; SZABÓ et al., 1994).

### **Ólom (Pb)**

Az ólom jelenléte a környezetben főként az emberi tevékenységeknek köszönhetően vált széles körben elterjedtté. A növényekben az ólom különböző anyagcsere-folyamatokat befolyásol. Ez azt mutatja, hogy az ólom jelenléte negatívan befolyásolja az elektrontranszportot, hormonális egyensúlyt, enzimikus aktivitásokat és a vízpotenciált (RAKSHIT et al., 2020). Általában a pH és a kationcserélő kapacitás növekedésével az ólom felszívódása a növényben növekszik (POURRUT et al., 2011). Általánosságban elmondható, hogy az ólom hatással van és korlátozza a magcsírázást, a növény növekedést, a klorofill szintézist, nélkülözhetetlen tápanyagionokkal helyettesítve gátolja a növény növekedését, kevesebb termés vagy termés hiánya (TIWARI és LATA, 2018). A növények leveleinek felületére légszennyezésből jelentős mennyiségű ólom rakódhat le, például olyan területeken, ahol ólomkohók találhatóak (akár 0,15%!). Általában azonban ilyenkor sem jelentkeznek látható toxikus tünetek a növényeken. A talajfelszínre került ólom elsősorban a felső rétegekben halmozódik fel, és mélyebbre haladva a koncentráció fokozatosan csökken (SIMON, 2006).



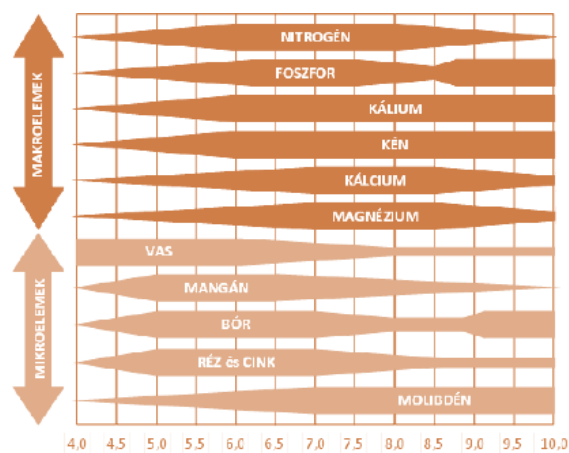
#### 1.4 A zárt termesztési rendszerek talajának kémhatása, vezetőképessége (EC értéke) és sótartalom szerinti értékelése

A fedett területek talajának optimális kémiai tulajdonságokkal kell rendelkeznie a sikeres növénytermesztés érdekében. A talajnedvesség, a szervesanyag tartalom, a talaj kémhatása (pH), a kationcserélő helyek és a mikroelemek oldhatatlan vegyületek közötti egyensúly alapvetően meghatározza a növények számára elérhető tápanyagok mennyiségét és hozzáférhetőségét a talajban (INTERNET 1).

A talaj pH-értéke két szempontból is vizsgálható: az aktív kémhatás, amelyet vízben mért pH-érték jelöl, valamint a szubsztitúciós kémhatás, amelyet KCl oldatban mért pH-érték mutat. Az ideális talaj pH-érték tartománya pH 4 és 9 között van, amelyen belül számos növényfaj sikeresen termeszthető, bár eltérő sikerrel.

A zöldségek és dísnövények termesztéséhez ideális KCl-ben mért pH-érték a pH 6-7,5 tartományban van. Amennyiben a talaj túlságosan savas, a meszezés alkalmazható a savasság semlegesítésére. Ehhez olyan javítóanyag szükséges, amely elegendő szabad vagy kötött CaO-t tartalmaz, ami reakcióba lép a hidrogénionokkal, így növelve a pH-értéket. Ezáltal javítható a talaj kémiai összetétele, elősegítve a megfelelő növénytáplálás és növekedés feltételeinek kialakítását (MIHAL et al., 2009).

Általánosságban elmondható, hogy a gyengén savanyú (pH 6-6.5) kémhatás a legkedvezőbb a tápelemek felvételéhez, mivel ebben a pH-tartományban könnyebb a növények számára a tápanyagok hasznosítása. Az erősen savas (pH 6 alatt) vagy lúgos (pH 7 felett) talajok esetén bizonyos nyomelemek elérhetősége korlátozottabb lehet a növények számára (INTERNET 1).



1. ábra: A növényi tápelemek felvehetősége és a talaj pH-értéke közötti kapcsolat (INTERNET 1)

Ahogy az 1. ábrán is látható, a tápelemek felvehetőségének mértéke a pH érték függvényében változik. Megfigyelhető, hogy a pH 6-7 tartományban a tápelemek felvehetősége közelít a maximális értékhez. A kémhatás változása közvetlen hatással van a tápelemek oldhatóságára.

A talajok összesség-tartalma azon tápelemek sóinak mennyiségét jelenti, amelyek a növények szempontjából lehetnek hasznosak vagy nem hasznosak, és vízben oldódnak. A tápanyagokban gazdag talajok általában magasabb sótartalommal rendelkeznek, szemben a kevésbé tápanyagban gazdag talajokkal. Viszont ez a magas sótartalom káros hatásokat okozhat, mint például a gyökerek perzselése, elhalása, tápanyag-hiánytünetek kialakulása, és súlyos esetekben a növény pusztulása. Az oldott sók elektromosságot vezetnek, ezért a mérésüket ennek alapján lehet elvégezni. A tápanyagokban gazdag és szikesedésre hajlamos talajok elektromos vezetőképessége általában jobb, mint a tápanyagban szegény közegeké (GLITS et al., 2005).

Az elektromos vezetőképesség az anyagokban található lazán elrendezett töltött részecskékből származik. A talaj komplex vezető, mivel vízzel, szilárd részecskékkal és levegővel van tele, ahol az elektromos töltéshordozók a vízben oldott és a szilárd részecskében lazán adszorbeált ionok. Ezek a fő szervesetlen ionok, mint a  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  és  $\text{NO}_3^-$  (INTERNET 2).

A talaj EC (Electrical Conductivity) az oldott sók elektromos vezetőképességét méri egy egységnyi távolságon belül. Ez az ionkoncentráció indikátora a talajban, amely fontos a növények számára hasznos ásványi tápanyagok szempontjából. Az EC értéke szorosan kapcsolódik az oldott sóionok koncentrációjához, főként az öntözővíz és műtrágyaoldatokból származó ionokból. A vezetőképesség a folyadék koncentrációjával nő egy adott tartományon belül, melyet általában (mS/cm) vagy (dS/m) mértékegységekben fejeznek ki (LIYAN, 2022).

Az optimális talajok a zöldségtermesztés szempontjából azok, amelyek elektromos vezetőképessége (EC-érték) 1–2 mS/cm tartományban helyezkedik el. Azoknál a növényeknél, amelyek különösen érzékenyek a sótartalomra, az 1–1,5 mS/cm EC-érték preferáltabb, míg a "sótűrő" növények esetében elfogadható az 1,5–2 mS/cm tartomány (GLITS et al., 2005).

Az EC-t befolyásoló talajtulajdonságok a következők: a talaj szemcseméret-eloszlás, a talaj szervesanyag-tartalma, a talaj tápanyagszintje, a talaj tömörödése, a talaj vízelvezetése, a talaj víztartó képessége és a talaj sótartalma (INTERNET 2).

## 1.5 Növénytáplálás és trágyázási stratégiák

A zöldségtermesztést, ami teljesen zárt térben, és részben szabályozott klímában zajlik a növény teljes tenyész időszaka alatt, hajtattott zöldségtermesztésnek nevezzük (KOVÁCS és TÓTHNÉ TASKOVICS, 2019).

A tápelem-ellátottság az egyik oldalról a fiziológiai kategóriát jelenti, amikor a növény fejlődéséhez szükséges tápanyagokat képes megszerezni környezetéből. Ezen fogalmat általában a talajra vonatkoztatjuk szántóföldi körülmények között, mivel a talaj szolgál a növények számára a szükséges tápanyagok forrásaként (KÁDÁR, 2015).

A trágyázás fő célja azoknak a tápelemeknek a biztosítása, melyek nélkülözhetetlenek a termésképzéshez, emellett hosszú távon fenntartja és igény esetén növeli a talajok termékenységét. A kiváló terméshozam és minőség eléréséhez elengedhetetlen a harmonikus, kiegyensúlyozott tápanyagellátás, amely alkalmazkodik a termesztett növényfajok egyedi igényeihez (INTERNET 3).

A trágyázásra használt anyagokat különböző szempontok alapján csoportosítják. Általános értelemben a trágyának azokat az anyagokat nevezik, amelyek növelik a talaj termékenységét. Ezen alapulva két fő csoportot lehet megkülönböztetni:

- Közvetlen trágyák (növényi trágyák): A növények tápanyagszükségletét elégítik ki.
- Közvetett trágyák (talajtrágyák): Elsősorban a talaj fizikai és kolloidikai tulajdonságaira, szerkezetére és biológiájára hatnak, mint például mész, gipsz stb., és alkalmazásuk gyakran a talajjavítás kategóriájába tartozik.

Szűkebb értelemben csak azokat az anyagokat nevezik trágyának, amelyek táplálják a növényeket és azokkal együtt élő mikroorganizmusokat. Ebben a kontextusban két fő csoportot különböztetünk meg:

- Szerves trágyák: Többnyire mezőgazdasági termelésből származnak, például istállótrágya, hígtrágya, zöldtrágya, szalmatrágya, komposzt, tőzeg- és baromfitrágya stb.
- Műtrágyák (ásványi trágyák): Ezek ipari termékek, szervesetlen vegyületekből állnak, és az egy hatóanyagú és több hatóanyagú típusokra oszlanak. Az egy hatóanyagú műtrágyák szilárd és folyékony formában is léteznek, míg a több hatóanyagú műtrágyák három alcsoportba sorolhatók: összetett műtrágya ( $\text{KNO}_3$ ), kombinált műtrágya (Volldünger) és kevert műtrágya (NPK) (BORSOS et al., 1994).

### **1.1.1. Szervestrágyázás**

A hajtatas során a talaj szerkezetének fenntartása és javítása érdekében rendszeresen nagy mennyiségű szerves trágyát alkalmaznak. A hajtattott zöldségnövények számára elengedhetetlen a jó víztartó képességű, levegős és stabil szerkezetű talaj. Ez kritikus tényező a korai és kiemelkedő termés hozam elérésében. A szerves trágyák, bár tápanyagokat is biztosítanak, főként a talaj szerkezet javításában játszanak szerepet, míg a makroelemek (nitrogén, foszfor, kálium) mellett elengedhetetlen mikroelemeket is tartalmaznak, melyek kulcsfontosságúak a zöldségfélék szín- és ízanyagainak, valamint a vitaminok tartalmának kialakulásában.

A szerves trágyák, különösen az istállótrágya, szén-dioxid forrásaként szolgálnak, amely a szerves anyagok lebomlásával keletkezik. Ez elősegíti a növényi asszimilációt, fokozza a tápanyagok oldódását és a növények számára felvehető formává alakítását, különösen zárt térben. Az istállótrágya összetétele és minősége függ az állatfajtától, a takarmánytól, az alom minőségétől és a trágyakezelés módjától.

A szarvasmarha trágyája különösen elterjedt és elfogadott a zöldségtermesztésben. Ez egy általánosan elfogadott trágyatípus, mely szerves anyagokban gazdag és hozzájárul a talaj tápanyagokban való gazdagításához.

A lótrágya gyors bomlású és gyorsan melegedő trágya, különösen nagy jelentőséggel bír a melegágyak kialakításában. Ez a tulajdonság segíti a talaj hőmérsékletének optimalizálását, különösen a zöldségtermesztés során, amikor a megfelelő hőmérséklet elengedhetetlen a növények egészséges növekedéséhez.

A sertéstrágya alkalmazása a zöldségtermesztésben kihívásokat jelent. Nagy nitrogén-, foszfor- és káliumtartalmával gyakran előfordul, hogy a növények gyökerét megperzseli (TERBE, 2017).

### **1.1.2. Műtrágyák**

A műtrágyák olyan tápanyagok, amelyek a növények számára szükséges elemekből készülnek, és ezeket a természetben megtalálható nyersanyagokból, például a levegő nitrogénjéből, nyersfoszfátokból és nyers kálisókból szintetizálják vagy alakítják át kémiai folyamatok során. A műtrágya elnevezése kizárólag a gyártási folyamatra utal, hiszen összetételükben nem tartalmaznak idegen anyagokat (LOCH és NOSTICZIUS, 2004).

A zöldség-hajtásban gyakran alkalmaznak különböző egyedi (mono) műtrágyákat a szélesebb körű növénytáplálás érdekében. Ilyenek például a nitrogéntartalmúak, mint az

ammonsalétrom (34%), mészammon-salétrom (24–28%), és ammónium-szulfát (20,5%). Foszfortartalmú műtrágyák is használatosak, mint a szuperfoszfát (18-20%), tripleszuperfoszfát (45%), valamint a magnéziumos szuperfoszfát (18% + 2,5% MgO). Káliumtartalmú műtrágyák közé sorolhatók a kálium-szulfát (50%), kálium-klorid (40-60%), és a kálium-nitrát (46% + 13% N). Fontos megjegyezni, hogy ezeknek a műtrágyáknak az alkalmazása azért történik, mert specifikus tápanyagokban gazdagok, és ezzel hozzájárulnak a növények optimális fejlődéséhez a zöldségajtatási környezetben (TERBE, 2017).

Az összetett műtrágyák kémiai szintézissel készülnek, bennük a tápelemek azonos vegyületben vannak jelen. (LOCH és NOSTICZIUS, 2004). A különféle összetett műtrágyák széles spektrumban készülnek és kerülnek alkalmazásra, azok hatóanyag-tartalmát általában három egymást követő számmal jelzik. Például a 16:10:28 összetétel azt mutatja, hogy az adott készítmény 16% nitrogént, 10% foszfor-pentoxidot és 28% kálium-oxidot tartalmaz. Ez a számjelzés segít a felhasználóknak meghatározni a műtrágya összetételét és az egyes tápanyagok arányát a készítményben, így lehetővé téve a hatékony növényáplálás optimalizálását (TERBE, 2017).

## **1.6 Zárt termesztési berendezések előnyei és korlátai**

A zöldségajtatás olyan technológia, amely mesterséges környezeti feltételek között, fedett termőhelyen valósul meg, ahol a víz-, levegő-, fény- és hőmérsékletet szabályozzuk annak érdekében, hogy friss zöldségfélét termeljünk. Ez a módszer lehetővé teszi a termelés idényjellegének megszüntetését (TAKÁCSNÉ HÁJOS, 2014).

A zöldségajtatásra alkalmas berendezéseknek három típusa található az üzemekben, melyeket a következőképpen csoportosítjuk: növényházak, fóliás berendezések, hajtatóágyak (BALÁZS, 1997).

A mérsékelt égövön elterjedt termesztő létesítmények alkalmazásának hátterében az áll, hogy a szabadföldi termesztés csak tavasszal kezdődik és késő ősziig tart, így a fedett terekben, fűtött vagy fűtetlen környezetben, fóliával vagy üvegházzal a köztes időszakban is lehetőség van termékek előállítására. Az előnye ennek a módszernek, hogy a zárt terekben könnyen optimalizálhatók a környezeti tényezők, amelyek befolyásolják a növények növekedését és fejlődését (TAKÁCSNÉ HÁJOS, 2014).

A termesztési igényeket tekintve a termesztett étkezési paprika, paradicsom, uborka és tojásgyümölcs melegigényes fajok közé tartoznak, míg a fejes saláta, hónapos retek,

karalábé, zöldhagyma, kínai kel, fejes káposzta és karfiol hidegtűrő fajok közé sorolhatók (HELYES et al., 2006).

Üveggel és különböző műanyagokkal borított termesztőberendezéseket alkalmazunk a hajtás során, melyek segítségével optimális környezeti feltételeket teremtünk a növények életfunkcióihoz. A műanyagok közül jelenleg világviszonylatban a legnagyobb mennyiségben a PE-t (polietilén) és a PVC-fóliát használják (polivinil-klorid). Tehát globálisan is a fóliával borított hajtási területek mérete lényegesen nagyobb, mint az üvegházaké (HELYES et al., 2006).

Az 1950-es évek második felétől kezdődően a műanyagipar gyors fejlődése lehetővé tette a zöldség-hajtás területén a részben vagy akár teljes egészében műanyagból készült termesztőlétesítmények építését. Az ilyen létesítmények, amelyeket palántanevelésre és hajtásra is alkalmasnak találtak, különleges jellemzőjükkel kiemelkednek az alternatív megoldások közül. Ezek az építmények az alacsonyabb létesítési és üzemeltetési költségekkel, valamint az egyszerűbb és gyorsabb kivitelezhetőséggel jellemezhetők, összehasonlítva a hagyományos melegágyakkal és üvegházakkal (BALÁZS, 2000).

Az elmúlt másfél évtized során a műanyag fólia gyakorlatilag kiszorította a hagyományos hajtató ágyakat a mezőgazdasági termesztésben. A hagyományos hajtatóágyak kezelése komoly manuális munkát igényelt, ahol a fólia alkalmazása nem volt gépesíthető. Emellett ezek a hagyományos berendezések magasabb költségekkel jártak, mint a műanyag fólia (BALÁZS, 1997). Tehát a fóliával borított termesztő berendezések széles körben elterjedtek a zöldség-hajtásban és fajsikolai termesztésben. A tartós, hosszú élettartamú fóliák elterjedésével ezeknek az eszközöknek a jelentősége tovább nőtt, és a dísznövénytermesztés területén is hatékonyan alkalmazhatók. A műanyag borítású termesztő berendezéseknek jobb fényáteresztő képességük van, így körülbelül 10%-kal magasabb termésátlagok érhetők el, mint a hagyományos üvegházakban (KOVÁCS, 2008).

A nagy légtérű fóliasátrak számos előnnyel rendelkeznek. Kevesebb hőingadozás tapasztalható bennük, így kevesebb szellőztetésre van szükség (TAKÁCSNÉ HÁJOS, 2014). További előnyeik közé tartozik az alacsonyabb építési költség, gazdaságos üzemeltetés, könnyű kezelhetőség, gyors telepítés, hatékony fénykihasználás, megfelelő szellőztetés, könnyű áttelepítés és alacsony fajlagos költség a beruházási költségekhez viszonyítva (KOVÁCS, 2008; BALÁZS, 1997). Emellett csökken a szegélyhatás, és lehetővé válik nagyobb habitusú növényfajták termesztése, például támrendszeres paradicsom vagy uborka. Azonban hátrányuk, hogy a magas páratartalom miatt fokozódik a

harmatképződés, ami növeli a kórokozók kockázatát. Emellett erősebb vázszerkezet szükséges a szél- és hókár ellen, ami jelentős mértékben növeli az építési költségeket, valamint palántanevelésre nemigen használhatók (TAKÁCSNÉ HÁJOS, 2014; BALÁZS, 1997).

Magyarországon a nagy üvegházakat 0,15 mm vastag polietilén fóliával borítják. A 4,5 m széles üvegházakhoz 8,5 m széles takarás szükséges. A 7,5 m széles üvegházakhoz 12 m széles, a 9 m széles üvegházakhoz pedig 16 m széles takarás szükséges. Szélesebb szerkezetek esetében a takarás 12 m vagy 16 m széles lapok áthúzásával történik (GLITS et al., 2005).

A nagy légterű fóliasátrak változatos méretekben készülnek, például 7, 5, 8 vagy 10 méter szélességben, 3, 3.5, 4 vagy 5 méter magasságban, és 50-100 méter hosszúak lehetnek. Ezek alagútszerű építmények, melyeket fóliával borítanak. A vázszerkezetet főként fémből, mint például vas vagy alumínium, készült bordák alkotják. A legelterjedtebb típus a 7,5 méter széles, 3 méter magas és 50 méter hosszú fóliasátor (KOVÁCS, 2008). A 2. ábrán egy hasonló, nagy légterű fóliasátrat láthatunk.



2. **ábra:** Fóliasátor (Forrás: Felvétel)

## II. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN

### 2.1. A vizsgált területek

A kutatómunkát Nagydobrony területén végeztük. Nagydobrony a Beregi-síkság északkeleti részén található. Ungvártól 42 km-re délkeletre, míg Munkácsról 23 km-re nyugatra helyezkedik el, a Latorca és a Szernye-patak között. Szomszédos települései közé tartozik Kisdobrony, amely 1 km-re fekszik nyugatra, Csongor 6 km-re keletre, és Bányás, amely 10 km-re délre található. A falut a Hatrác-patak övezi, Csongor irányában erdők határolják, míg Kisdobrony felől rétek veszik körül. A 2016-os népszámlálási adatok szerint Nagydobrony lakossága 6000 fő volt, ebből 5928-an (a 2015-ös adatok alapján) magyar nemzetiségűnek vallották magukat (MOLNÁR és MOLNÁR, 2005). A 2020 júliusában Ukrajnában elfogadott közigazgatási reform értelmében Nagydobrony az Ungvári járáshoz tartozik, és a Nagydobronyi kistérség (hromada) részét képezi (MOLNÁR és TÓTH-OROSZ, 2020).

Talajtani szempontból, Kárpátalja nagy részéhez hasonlóan, itt is a podzolos réti barnaföld a meghatározó talajtípus. Azonban a település közelében, a Szernye mocsár térségében glejes réti barnaföld található (BARANYI, 2009).

Nagydobrony lakossága hagyományosan mezőgazdaságból él. A Tisza és a Latorca szabályozását követően az árvizek megszűntek, ami lehetővé tette a földművelés fejlődését. Ennek köszönhetően a talajerő pótlása és a rendszeres trágyázás tervezett módon valósult meg (MÓRICZ, 1995).

Jelenleg a zárt termesztési módszerek, például a fóliasátor növénytermesztés váltak meghatározóvá a térségben. Körülbelül 300 termelő foglalkozik fólia alatti növénytermesztéssel. Sok család már több évtizede foglalkozik fólia alatti termesztéssel, így a gazdálkodók jelentős tapasztalatokat szerezhettek, szereztek ezen a téren.

Kutatómunkánkhoz húsz termesztővel vettük fel a kapcsolatot és gyűjtöttünk adatokat a fólia alatti termesztés körülményeire vonatkozóan. Az adatok begyűjtése során meghatározott szempontok alapján összeállított kérdőíveket használtunk.

A feltett kérdések a következők voltak:

1. Gazdálkodó neve (utca, házszám, amennyiben a fólia a ház mellett van. Ha nem akkor más azonosító, pl. dűlő neve)?
2. Hány éve foglalkozik fólia alatti termesztéssel?
3. Hány fólia sátor van? Hány négyzetméter (ha több van, akkor külön-külön)?



4. A melegház elhelyezkedése (a kertben, a háztól távolabb, egyéb)?
5. A melegház kialakítása (fémszerkezet, faszerkezet, milyen fóliát használ, milyen gyakran kell cserélni a fóliát)?
6. Hogyan oldja meg a szellőztetést?
7. Hogyan oldja meg a fűtést?
8. Hogyan van kialakítva a fólia talaja: eredeti termőtalaj, feljavított eredeti termőtalaj, termőközeg?
9. Hány éve termeszt ezen a területen? Illetve hány éve van fólia a területen?
10. Használ-e szerves trágyát (marha, disznó, egyéb). Használ-e egyéb szerves anyagot: tőzeget, kókuszrostot, kész földkeveréket?
11. Hogyan oldja meg az öntözést? Csepegtető berendezés van-e? Tápanyagutánpótlás: milyen műtrágyákat használ, milyen formában (pl. a műtrágya granulátumot bekeveri a talajba, az öntöző vízzel adagolja)?
12. Ha valamilyen kártevő jelentkezik a növényeken mivel védekezik/tesznek ellenük?
13. Mikor alakítja ki a talajt a következő termesztési időnyre?
14. Milyen zöldségeket terveznek termesztetni (tavasszal, ősszel)?
15. Hol, kitől tanulta a fólia alatti termesztést? Szokott-e részt venni továbbképzéseken?

## **2.2. Mintavétel**

### **2.2.1. Talajmintavétel és előkészítési folyamatok**

A kutatás során 20 termesztővel történt kapcsolatfelvétel és ugyanennyi fólia talaja lett megvizsgálva. A mintavételi területről zig-zag vonalban részmintákat vettünk, hogy a terület minél pontosabban legyen reprezentálva.

Összesen 80 talajminta lett begyűjtve a 20 fóliasátorból. Mindegyik fóliasátorból négy talajmintavétel történt, 0-20 cm mélységben, különböző helyekről. A begyűjtött talajmintákból 1-1,5 kg-ot helyeztünk polietilén zacskóba, amely mérete lehetővé tette, hogy saját anyagával zárjuk le. A mintákat a zacskó bekötése előtt egy mintaazonosító jeggyel láttuk el, amely tartalmazta a gazdálkodó nevét, a mintavétel helyét és idejét, a parcella jelet, a mintavétel mélységét. Az így kitöltött mintaazonosító jegyet külön zacskóba helyeztük (az adatok olvashatóságának biztosítása érdekében) és tettük a talajt

tartalmazó tasakba. A laboratóriumba beszállított mintákat szétterítettük és légszár az állapotig szárítottuk, majd 2 mm-nél kisebb méretűre aprítottuk.

### 2.2.2. Növénymintavétel és előkészítési eljárások

A növények mintavételezése a növények érettségi állapotában valósult meg. A mintavételi eljárás során véletlenszerű pontmintavételezési módszert alkalmaztunk, átlagosan 3-5 zöldségnövény ehető részét gyűjtöttük össze. A növényekből összesen 41 mintát gyűjtöttünk a 20 fóliasátorból. A mintákat a vizsgálat megkezdéséig fagypon feletti, alacsony hőmérsékleten tároltuk. A növényi mintákat a vizsgálatot megelőzően feldaraboltuk és homogenizáltuk.

Az 1. táblázatban az általunk begyűjtött és vizsgált zöldségnövények adatai találhatóak.

#### 1. táblázat

#### A vizsgált zöldségnövények

(Forrás: Saját szerkesztés)

Nº	A növény magyar neve	A növény latin neve	Begyűjtött minta
1.	Hónapos retek	<i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>sativus</i>	Gumó
2.	Vöröshagyma	<i>Allium cepa</i>	Hagyma
3.	Vöröshagyma	<i>Allium cepa</i>	Szár
4.	Burgonya	<i>Solanum tuberosum</i>	Ággumó
5.	Uborka	<i>Cucumis sativus</i>	Kabak
6.	Paradicsom	<i>Solanum lycopersicum</i>	Bogyótermés
7.	Közönséges veteménybab	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Mag
8.	Közönséges veteménybab	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Hüvely
9.	Közönséges paprika	<i>Capsicum annuum</i>	Felfűjt bogyótermés
10.	Kismis Geliodor szőlő	<i>Vitis `Kismis Geliodor`</i>	Bogyótermés
11.	Csemegekukorica	<i>Zea mays</i> L. convar <i>saccharata</i>	Szemtermés

A kijelölt mintaterületeken a gazdálkodók által legjelentősebb arányban termesztett zöldségfélék a 3. ábrán tekinthetők meg.



**3. ábra:** A legjelentősebb arányban termesztett zöldségfélék (Forrás: Saját felvétel)  
*a) – hónapos retek, b) – paradicsom, c) - uborka*

### 2.3. Vizsgálati módszerek

#### 2.3.1. A talajok kémhatásának meghatározása

A pH-értéket laboratóriumban elektrometriás módszerrel határoztuk meg. A vizsgálat során egy 100 cm<sup>3</sup>-es Erlenmeyer-lombikba 5 g talajmintát mérlegesen kimértünk, majd hozzáadtunk 50 cm<sup>3</sup> desztillált vizet. Az így kapott oldatot egy órára rázógépre helyeztük és intenzíven ráztattuk. Ezt követően a szuszpenziót 12 órán át lefedve pihentettük. Az oldatokat 12 óra elteltével újra kevertük. A pH-t direkt potenciometriás módszerrel, kombinált üvegelektroda segítségével mértük meg. Amikor a pH-mérő készülék kijelzett értéke stabilizálódott, rögzítettük a talaj pH-értékét. Az elektródát desztillált vízben tisztítottuk meg, és ugyanezen eljárást alkalmaztuk mind a 80 mintánál a mérés elvégzéséhez (BAKACSI et al., 2012; CSOMA, 2009).

A 2. táblázatban a talajok kémhatás szerinti csoportosítása látható, amely a vizes szuszpenzióban történt mérés alapján készült.

#### 2. táblázat

A talajok vizes szuszpenzióban mért kémhatása alapján szerinti csoportosítás

(STEFANOVITS et al., 1999)

A talajok pH értéke	A talajok kémhatása
pH < 4,5	erősen savanyú
pH = 4,5–5,5	savanyú
pH = 5,5–6,8	gyengén savanyú
pH = 6,8–7,2	közömbös (semleges)
pH = 7,2–8,5	gyengén lúgos
pH = 8,5–9,0	lúgos
pH > 9,0	erősen lúgos

### 2.3.2. A talajok fajlagos vezetőképességének (EC értékének) meghatározása

A vizsgálat során egy 100 cm<sup>3</sup>-es Erlenmeyer-lombikba 10 g talajmintát mérlegesen kimértünk, majd hozzáadtunk 50 cm<sup>3</sup> desztillált vizet. Az így kapott oldatot egy órára rázógépre helyeztük és intenzíven ráztattuk. Egy óra elteltével az oldatokba behelyeztük a konduktometriás mérőcellát, amikor a készüléken jelzett érték már nem változott, feljegyeztük a kapott értéket. A konduktometriás mérőcellát desztillált vízben tisztítottuk meg, és ugyanezen eljárást alkalmaztuk mind a 80 mintánál a mérés elvégzéséhez (ДСТУ 7627:2014).

Slezák (2001) összeállított egy határértékrendszert a hajtatásban mért EC és összesség értékek minősítésére, mely a 3. táblázatban látható.

### 3. táblázat

Hajtatásban mért EC és összesség értékek minősítése

(SLEZÁK, 2001)

Értékelés	Hajtató talaj	
	EC (mS/cm)	Összesség (%)
Alacsony	<0,6	<0,02
Közepesen alacsony	0,7-1,2	<0,02
Közepes	1,3-1,8	0,02-0,03
Közepesen magas	1,9-2,7	0,03-0,07
Magas	2,8-3,6	0,07-0,19
Nagyon magas	3,7<	0,21<

Az elektromos vezetőképesség nem csak a teljes sótartalmat mutatja, hanem azt is, hogy sok só milyen mértékben befolyásolja a talajoldat ozmotikus nyomását. Minél több só oldódik a talajoldatban, annál nehezebben veszik fel a növények a vizet. Az 1980-as években a zárt termesztési berendezések talajának EC értékét a következőképpen minősítették: 1,0 mS/cm értékig - alacsony, 1,1 – 2,0 mS/cm között - megfelelő, 2,1 – 3,0 mS/cm közepesen magas és 3,1 – 4,0 mS/cm -ig magas (Глушцов,1989). A későbbi kutatások finomították ezeket az értékeket. Jelenleg az EC érték minősítése hajtatásban a 4. táblázat alapján történik, melyet a nemzetközi szakirodalomban leginkább elfogadott és széles körben alkalmazott Maas-Hoffmann-modellen alapul. A modellt kidolgozó kutatók

a különböző termesztett zöldség növények teljesítőképességének EC-határértékeit saját kísérleti eredményeik és irodalmi források alapján állapították meg.

#### 4. táblázat

Zöldségfajok sótűrő képessége a Maas-Hoffman modell alapján

(MAAS-HOFFMAN 1977, MAAS 1984 NYOMÁN)

Növényfaj	Sókülöb érték (EC <sub>e</sub> *, mS/cm)	Egységnyi sótartalom okozta hozamcsökk. (%)	Sótűrési besorolás	Potenciális termésmennyiség (%)		
				90	75	50
				(EC <sub>e</sub> *, mS/cm)		
Közönséges veteménybab ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	1,0	19,0	Sóérzékeny	1,5	2,3	3,6
Burgonya ( <i>Solanum tuberosum</i> )	1,7	12,0	Közepesen sóérzékeny	2,5	3,4	5,9
Csemegekukorica ( <i>Zea mays</i> L. <i>convar</i> <i>saccharata</i> )	1,7	12,0	Közepesen sóérzékeny	2,5	3,4	5,9
Paradicsom ( <i>Lycopersicon</i> <i>esculentum</i> Mill.)	2,5	9,9	Közepesen sóérzékeny	3,5	5,0	7,6
Paprika ( <i>Capsicum annuum</i> L. <i>var. annuum</i> )	1,5	14,0	Közepesen sóérzékeny	2,2	3,3	5,1
Uborka ( <i>Cucumis sativus</i> L.)	2,5	13,0	Közepesen sóérzékeny	3,3	4,4	6,3
Retek ( <i>Raphanus sativus</i> L.)	1,2	13,0	Közepesen sóérzékeny	2,0	3,1	5,0
Vöröshagyma ( <i>Allium cepa</i> )	1,2	16,0	Sóérzékeny	1,8	2,8	4,3

\* = talajkivonat EC értéke

#### 2.3.3 A talajokban lévő klorid-ionok meghatározása

A klorid-ionok meghatározására 1:5 talaj-desztillált víz arányban kivonatot készítettünk. Minden mintából 15 g talajmintát mértünk ki, majd hozzáadtunk 75 cm<sup>3</sup> vizet, és az elegyet 1 órán át ráztattuk. A keletkezett szuszpenziót leszűrtük, majd mindegyik mintához 0,5 cm<sup>3</sup> K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> indikátort adtunk. Az indikátoros oldat az ezüst-nitráttal reagálva csapadékot képez, mely sárgáról vörösesbarnára változik. A kontrollmintát ugyanezen eljárással titráltuk (ДСТУ 7633:2014).

A módszer lényege, hogy az ezüst-nitrát oldattal történő titrálás révén mérjük meg a kloridion koncentrációját, mely a kloridionnal nehezen oldódó vegyületek képződéséhez vezet. A titrálás végpontját kálium-kromát indikátorral határozzuk meg.

#### **2.3.4 Szervesanyag tartalom a talajmintákban**

A sok szerves anyagot tartalmazó talajok (10 – 12% és e fölött) és közegük szervesanyag-tartalmát az izzítási veszteség alapján határoztuk meg, amikor a magas hőmérsékleten minden szerves anyag elégett és csak a talaj szervetlen részei maradtak vissza. Azonban az izzítási veszteség nem csak a szerves anyagok elégetéséből származik, hanem más tényezők is befolyásolják:

- Kémiai kötött víz eltávoztása: amely 105 °C-on nem volt eltávolítható, bár ez az eltávoztás jellemzően elhanyagolható mennyiségű, azonban figyelembe kell venni.
- Termikus bomlásból származó tömegvesztés a talaj karbonátjaiból: Különösen a  $\text{CaCO}_3$  bomlása miatt jelentős lehet, ami függ a vizsgált minta mésztartalmától.
- Ásványi anyagokból származó tömegvesztés: Bizonyos esetekben az izzítás során az ásványi anyagok elpárologhatnak vagy bomolhatnak, például haloidok esetében, bár ez általában elhanyagolható, kivéve a sós vagy szikes talajokat.

A meghatározás során 5 g mennyiségű talajt helyeztünk egy porcelántégelybe, majd szárítószekrényben 105 °C-on tömegállandóságig szárítottuk. Ezt követően az exsikkátorba helyeztük és lehűlés után megmértük a száraz talaj tömegét. A nedvességtartalom százalékos értékét ezen mérés alapján határoztuk meg.

Ezt követően a tégelyt hideg izzító kemencébe helyeztük, és fokozatosan emeltük a hőmérsékletet 650 °C-ra. A folyamat során a talaj tartalma kiizzik, a fekete és barna részecskék fokozatosan eltűnnek, helyüket pedig a hamuanyag veszi át. Általában 4-5 óra izzítás után tűnnek el teljesen a fekete részecskék, és jelenik meg a hamuanyag színe.

Miután az izzítás befejeződött, a tégelyt kivettük az izzítókemencéből és hagytuk hűlni. Ezt követően exsikkátorba helyeztük a tégelyt, és kihűlés után megmértük a visszamaradt hamuanyag mennyiségét. Az izzítás előtti és utáni tömegkülönbség az izzítási veszteséget jelenti, melyet százalékosan fejeztünk ki a száraz talaj tömegéhez képest (DCTY 7533:2014; DCTY 7632:2014; MSz 15296).

Szervesnek kell tekinteni azt a szemcsés talajt, amelynek az izzítási vesztesége 5 tömegszázaléknál nagyobb, illetve azt a kötött talajt, amelynek az izzítási vesztesége 10 tömegszázaléknál nagyobb. Tehát a MSz 15296 talajosztályozás szerint szervesnek minősül a talaj, ha:

- $i > 3\%$  a szemcsés talajoknál,
- $i > 5\%$  a kötött talajoknál.

Az izzítási veszteség szerves iszapoknál elérheti a 30%-ot, tözegeknél a 60–80%-ot is.

Az új előírás szerint: A talajok szervességének minősítése (Út 2.1-222):

Jellemzés	A szervesanyag-tartalom ( $\leq 2$ mm) tömegszázalékban
• Kissé szerves	2-6
• Közepesen szerves	6-20
• Nagyon szerves	>20

### **2.3.5 A növények által felvehető (mobilis) fémtartalom meghatározása talajokban**

A Lakanen és Erviö kivonószer, amely ammónium-acetátot és etilén-diamin-tetraacetátot (EDTA) tartalmaz, kifejezetten olyan fémeket von ki a talajból, amelyek ionosan kötődnek. Ez a kivonószer a talajban lévő mozgékony fémfrakciót célozza meg, amely könnyen hozzáférhető a növényi gyökerek számára. A cél az, hogy modellezze a növények által potenciálisan felvehető fémek mennyiségét. Ezzel a módszerrel meghatározható az aktuális felvehetőség (HAJDU, 2008).

A Lakanen–Erviö-féle oldat készítése: Az oldat előállítása során egy 1000 cm<sup>3</sup>-es mérőlombikba 7,44 g EDTA-t, 37,3 cm<sup>3</sup> 25% (m/m) ammónium-hidroxidot és közel 400 cm<sup>3</sup> vizet adtunk. Miután az EDTA teljesen feloldódott, hozzáadtunk 57,1 cm<sup>3</sup> 98%-os ecetsavat és további 400 cm<sup>3</sup> vizet. Az oldat pH-értékét 3 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú ecetsav- vagy NH<sub>4</sub>OH-oldattal 4,65±0,05-re állítottuk, majd a térfogatot 1000 cm<sup>3</sup>-re egészítettük ki (SOLYMOS és CSOMA, 2019).

A talajmintákból előkészített 10 g-ot Erlenmeyer-lombikokba helyeztük, majd hozzáadtunk 100 cm<sup>3</sup> kivonó oldatot. A lombikokat lezárva rázógépre helyeztük és 1 órán keresztül rázógépen ráztattuk. A szuszpenziót ezután redős szűrőpapíron leszűrtük, majd a szűrlet főtömegéből végeztük a kémiai analízist. Az Agilent Technologies 240 típusú

atomabszorpciós spektrofotométer (4. ábra) segítségével meghatároztuk a mikroelemek koncentrációit a szűrt oldatokban (HAJDU, 2008; JUHÁSZ, 2021).



**4. ábra:** Agilent Technologies 240 típusú atomabszorpciós spektrofotométer  
(Forrás: Saját felvétel)

Kádár (2009) kidolgozott egy ideiglenes határérték-rendszert a mikroelemtartalom értékelésére, amely a Lakanen–Ervö-kivonószerrel oldatba vihető fém koncentrációkra vonatkozik (5. táblázat).

#### 5 táblázat

A mikroelemellátottság megítélésére javasolt ideiglenes határértékek a Lakanen–Ervö-kivonószer használata esetén (KÁDÁR, 2009; БЕЗДІЛЬ et al., 2016)

Mikroelem jele	Mikroelemellátottság Magyarországon			Mikroelemellátottság Ukrajnában (az adatok az « összes » fém tartalomra vonatkoznak)
	<i>alacsony</i>	<i>közepes</i>	<i>magas</i>	<i>határérték</i>
	Mikroelem-koncentráció (mg/kg)			
<i>Zn</i>	5	20	40	150
<i>Mn</i>	nincs adat			1500
<i>Cu</i>	10	40	90	55
<i>Pb</i>	10	25	70	32
<i>Fe</i>	nincs adat			
<i>Cd</i>	0,2	0,5	1	3

*Megjegyzés: Savanyú és homoktalajokon a határértékek 50%-kal csökkennek*



### 2.3.6 A növényekben található fémtartalom meghatározása

A kutatás során a zöldségnövényekből 300 mg-ot mértünk be teflonbéléses feltáróedényekbe. A mintákhoz 5 cm<sup>3</sup> koncentrált salétromsavat (HNO<sub>3</sub> 65%) és 2 cm<sup>3</sup> koncentrált hidrogén-peroxidot (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 35%) adagoltunk. A teflonbéléses feltáróedényeket mikrohullámú roncsoló berendezésbe helyeztük (5. ábra). A növénymintákat mikrohullámú roncsoló berendezésben kezeltük, amely során 30 percig 200°C-on és magas nyomáson történt a minták roncsolása. A roncsolást szobahőmérsékletre való hűtés és szűrés követte. A mintákat 50 cm<sup>3</sup>-es mérőlombikba szűrtük, a teflonbéléses feltáróedényeket desztillált vízzel többször a mérőlombikba öblítettük, majd a lombik tartalmát jelig töltöttük.

Az így előkészített oldatokban lévő mikroelemek koncentrációját atomabszorpciós spektrofotométerrel (Agilent Technologies 240 típusú) határoztuk meg (4. ábra).



5. ábra: Mikrohullámú roncsoló berendezés (Forrás: Saját felvétel)

Az általunk végzett elemzés során a növényminták mikroelem-tartalmát az Ukrajnában érvényes határértékekkel vetettük össze. Ez a módszer lehetővé teszi számunkra, hogy objektív és összehasonlítható eredményeket kapjunk a növények által felvett mikroelemek mennyiségével kapcsolatban, és segít abban, hogy megértsük a növények tápanyagellátásának és a talaj minőségének fontos összefüggéseit (6. táblázat).

### 6. táblázat

Mikroelemek maximálisan megengedett mennyisége a zöldségekben

(ГОРОДНИЙ et al., 2005)

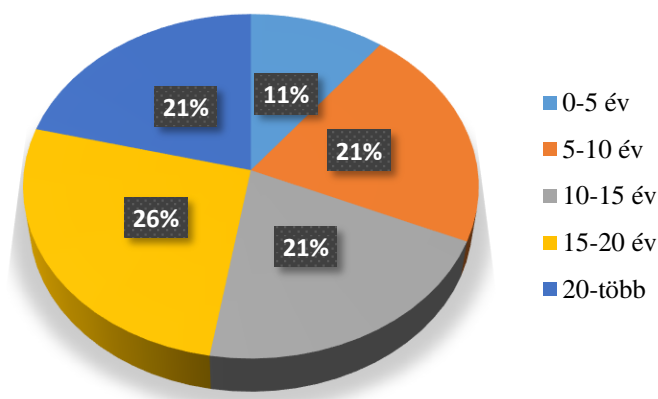
Elem	Zöldségnövényben megengedett mennyiség, mg/kg nedves tömeg
Cd	0,03
Cu	10
Pb	0,5
Mn	30
Zn	10

### III. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

#### 3.1 A kérdőíves felmérés eredményei

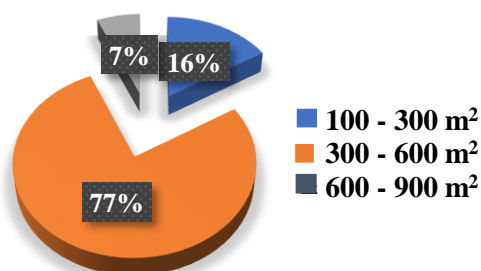
Az alkalmazott kérdőívek válaszainak elemzésével kapott eredményeket százalékos arányban mutatjuk be, ezzel szemléltetve a kapott adatokat.

A hatodik ábrán látható diagram szemlélteti, hogy a megkérdezett gazdák hány éve foglalkoznak fólia alatti termesztéssel. Ki kell emelni, hogy a termesztők 11% kevesebb, mint öt éve, 89% több mint öt éve, 47% pedig több, mint 15 éve foglalkozik fólia alatti termesztéssel. Kutatómunkánkat egyaránt végeztük viszonylag kevesebb tapasztalattal és nagy múltú termelők fóliasátraiban.



6. **ábra:** Fólia alatti termesztéssel töltött évek  
(Forrás: Saját szerkesztés)

A megkérdezett 20 háztartásból 10-nek 1 darab, 9-nek kettő és 1-nek 3 darab fóliasátor található a kertjében. A fóliasátrak terület szerinti megoszlását a 7. ábra mutatja be. Leggyakoribb a 300 – 600 m<sup>2</sup> területű fóliasátrak.



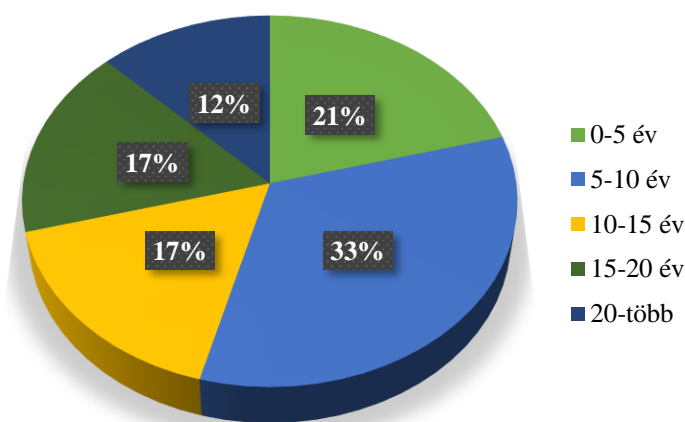
7. **ábra:** A fóliasátrak terület szerinti megoszlása  
(Forrás: Saját szerkesztés)

A megkérdezettek 90 százalékának fém szerkezetű a fóliasátra és 80% S2N TVK fóliát használ. Emellett megállapítható, hogy az 1-5 éves és 5-10 éves időszakok közötti fóliacserék aránya egyaránt 50-50%-os. A szellőztetésüket ajtók, ablakok és bukó ablakok kombinációjának segítségével oldják meg.

A gazdák 90%-a nem alkalmaz fűtést, míg az esetek 5%-ában vegyes tüzelésű kazánt alkalmaznak. A vizsgált termesztőberendezések 5%-ában van fűtőberendezés, azonban ez még nem került beüzemelésre.

A fólia alatti talaj kialakításával kapcsolatban a vizsgált termesztők 85%-a eredeti termőtalajon végzi a termesztést, míg csak 15% nyilatkozott úgy, hogy az eredeti termőtalajra egyéb anyag lett felhordva.

A gazdáknak több mint a fele 0 – 10 éve, ezen belül pedig 33%-a 5 – 10 éve termeszt ugyanazon a területen (8. ábra). Kevesebb számban vannak azok a gazdák, akik több mint 10 éve és legkisebb azoknak az aránya, akik több mint 20 éve nem változtatták meg a fóliasátrak helyét. Ezekből az adatokból azt a következtetést is levonhatjuk, hogy a termesztők, a fóliás termesztés során gyakran fellépő talajuntságot meg tudják előzni, vagy azt megfelelően tudják kezelni.



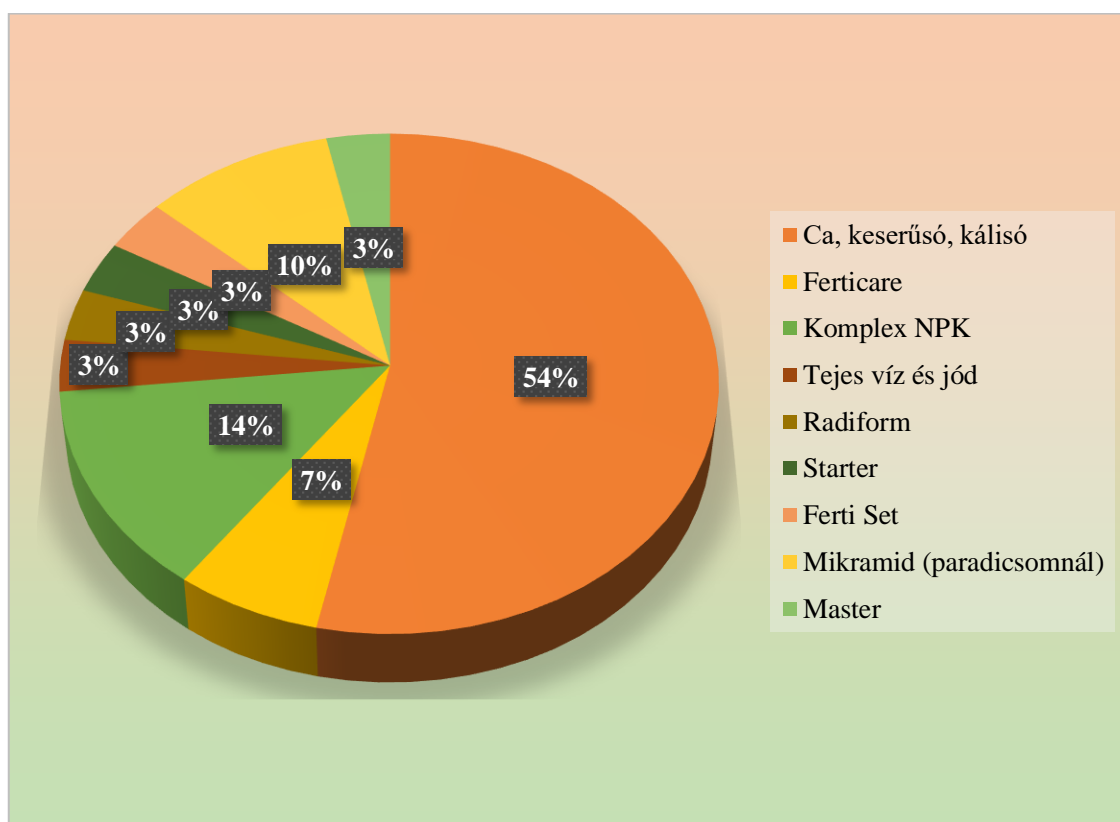
**8. ábra:** A fóliasátor jelenlegi helyén termesztéssel töltött évek aránya  
(Forrás: Saját szerkesztés)

A gazdálkodók körében végzett felmérés során tapasztaltak szerint a trágyahasználat változatos. A megkérdezett termelők közül heten vegyes istállótrágyát alkalmaznak, négy gazdálkodó marha és sertés trágyát használ, továbbá a palántázáskor a közeget tőzeg alapú keverékkel javítják. Három gazdálkodó csak marha trágyát, kettő a marha, sertés és baromfi trágyát vegyíti, egy gazda pedig ló, marha és sertés trágyát

alkalmaz. Egyéni megközelítéseket is találtunk. Egy gazda a vegyes istállótrágyán kívül tőzeggel is kiegészíti a trágyázást, egy másik csak baromfi trágyát alkalmaz, míg egy harmadik a vegyes istállótrágyán kívül palántaföldet is használ.

Az elvégzett megkérdezések alapján azt tapasztaltuk, hogy minden termesztő csepegtető öntözést használ. Ezen kívül két gazda az általuk termesztett retek kultúrában felsőöntözési technikát alkalmazott, ugyanakkor egy másik a manuális öntözési módszert preferálta.

Az interjú alkalmával a műtrágyák felhasználásával és azok specifikus típusaival kapcsolatban is kérdeztük a gazdákat. A diagram segítségével azonosítható, hogy mely műtrágyafajtákat választják, illetve melyiket részesítik előnyben a mezőgazdasági termelők (9. ábra).



**9. ábra:** Műtrágyahasználat

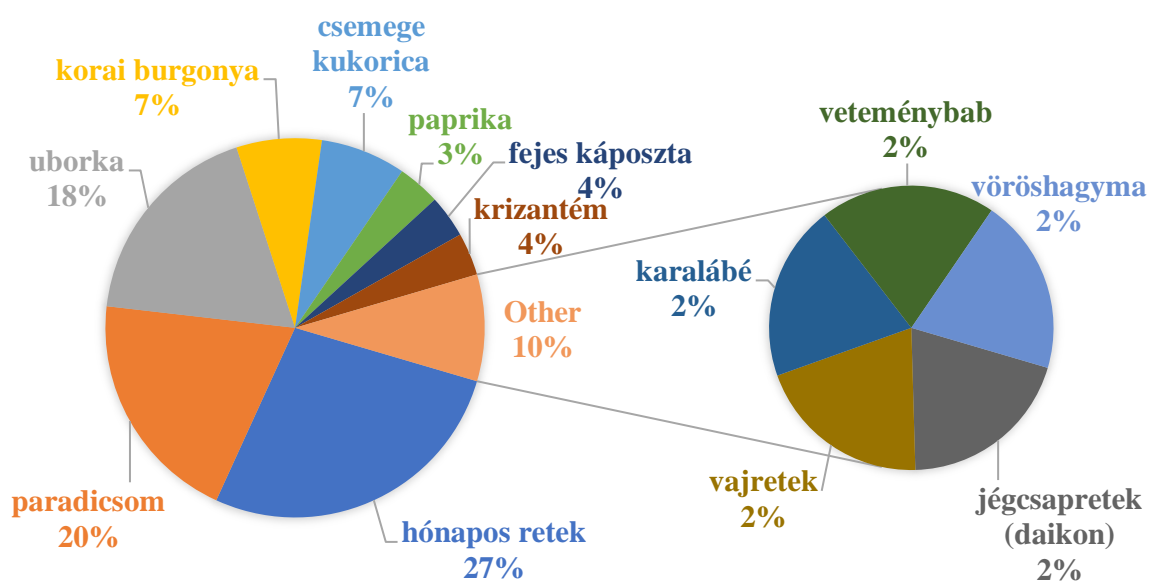
(Forrás: Saját szerkesztés)

Ugyanakkor fontos felismerni, hogy a növényeket potenciális kártevők és betegségek ellen is védeni kell. E célból növényvédő szerek kerülnek felhasználásra. Amikor pedig a kártevők már jelen vannak, ellenük irányuló vegyi anyagokat alkalmaznak

a növények kezelésére, azzal a szándékkal, hogy visszaszorítsák az adott kártevők populációját és minimalizálják a káros hatásokat.

A megkérdezett gazdálkodók 52%-a szeptember és december hónapok közötti időszakban, míg 48%-a december és február hónapok közötti időszakban végzi el a talajmunkálatokat az utolsó termés betakarítását követően.

A következő időszakra tervezett növénytermesztési tervben a legjelentősebb arányban a hónapos retek termesztése szerepel, ezt követi a paradicsom és az uborka (10. ábra).



**10. ábra:** Termesztésre szánt növényfajták

(Forrás: Saját szerkesztés)

A megkérdezett gazdálkodók 50%-a nem vesz részt folyamatos szakmai képzésekben, míg a másik 50% aktívan részt vesz a Pro Agricultura Carpatika nevű alapítvány által nyújtott képzéseken. A fólia alatti növénytermesztéssel kapcsolatos tudás és információk szerzése során a válaszadók 66%-a saját tapasztalatokra, valamint szomszédok és szülők tapasztalataira támaszkodik. Az információk megszerzésében a válaszadók 5-5%-a az iskolai tanulmányokat és szakirodalom kutatását veszi igénybe, míg a maradék 24% szaktanácsadók segítségét kéri.

### 3.2 A fóliasátrak talajainak pH- értéke

A talaj kémhatása valójában a talaj folyékony fázisának kémhatását érinti (STEFANOVITS et al., 1999). A talajok kémhatása szignifikánsan hatással van a tápanyagok felvételére, a kémiai reakciók folyamatára, a mikrobiológiai aktivitásra és a talaj

szerkezetképződésére (SCHMIDT, 2011; SOLYMOS 2018). A zöldségfélék számára a semleges, enyhén savanyú kémhatású talajok a kedvezőek. A 6,5–7,5 pH-tól való nagyobb mértékű eltérés megváltoztatja a talajban az oldási viszonyokat, aminek következtében olyan anyagok kerülhetnek a talajoldatba, amelyek mérgezést okoznak vagy fontos tápanyagok válnak oldhatatlanná, illetve felvehetetlenné. Kritikusnak tekinthető a 8–8,5 pH tartomány, ahol a létfontosságú mikro- és félmikroelemek felszívódása jelentősen lelassul. A pH szélsőséges irányokba történő eltolódása közvetlen és közvetett hatással van a növények fejlődésére, károsan befolyásolva azt. A pH-változások számos biokémiai és fiziológiai folyamatot érintenek, melyek fontosak a növények metabolizmusában és tápanyagfelvételében. Ezen hatások általában komplexek és rendszerint negatív irányúak, továbbá szerepük lehet a növények stresszválaszainak kiváltásában.

A nagyobb arányban termesztett zöldségnövények optimális pH tartományának értékeit a 7. táblázatban foglaltuk össze.

## 7. táblázat

### Zöldségnövények optimális pH tartománya

(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

A talaj jellemzői	Kémhatás (pH-érték)	Optimális pH értékek		
		Paradicsom	Hónapos retek	Uborka
Erősen savanyú	Kevesebb, mint 5,5	5,5-7,5	5,6-7,0	5,5-7,5
Savanyú	5,5-6,0			
Gyengén savanyú	6,1-6,2			
Normális	6,3-6,5			
Közel semleges	6,6-6,8			
Semleges	6,9-7,0			
Lúgos	7,1-7,5			
Erősen lúgos	Több, mint 7,5			

Összesen 80 pH mérés történt (1. sz. melléklet). A vizsgálati eredmények fontosabb statisztikai mutatói a következők:

- az átlag pH: 7,5
- minimum pH érték: 6,4
- maximum pH érték: 8,5

- medián: 7,5
- módusz: 7,5

Mint látható, a pH érték magas, ami lúgosságra utal. A fólia alatti talajok átlagosan pH 7,5 értéke az öntözéshez nagymennyiségben használt hidro-karbonátos vizek lúgosító hatásának következménye.

Korreláció analízist végeztünk a gazdálkodónak fólia alatti termesztéssel eltöltött éveinek száma és a talajok pH értéke, valamint a fóliasátrak kora és a talajok pH értéke között. Mindkét esetben közepes vagy gyenge korrelációt kaptunk a vizsgált értékek között. A termesztéssel töltött évek és a talajok pH értéke között minden esetben negatív a korreláció. A hosszabb ideje és így tapasztaltabb gazdálkodók kellő figyelmet fordítanak a talajok pH értékének alakulására. Az öntözővizek okozta lúgosodást még időben semlegesítik, közelebb hozva így a talajok pH értékét a növényi igényekhez.

### **3.3 A talajminták fajlagos vezetőképessége és klorid-ion koncentrációja**

A talaj EC-értéke közvetetten mutatja a növények növekedését befolyásoló tényezőket, mint például a tápanyagok mennyisége és a sótartalom szintje. Az EC használható sókoncentráció, szerves anyag, kationcserélő kapacitás, talajszerkezet, talajvastagság, tápanyagok (pl. nitrát), víztartó képesség és vízelvezetés mérésére. Helyspecifikus kezelés és intenzív talajvizsgálatok során az EC felhasználható kezelési egységek kijelölésére, talajtípusok megkülönböztetésére, valamint a talaj termékenységének és terméshozamának előrejelzésére. Gazdálkodók EC-térképekkel optimalizálhatják a gazdálkodási stratégiákat különböző talajtípusokkal rendelkező területeken. Egyes gazdálkodási egységekben a magas EC-t magas nitrát- és egyéb kiválasztott talaj tápanyagszintekkel (P, K, Ca, Mg, Mn, Zn és Cu) hozzák összefüggésbe (SCHAEFER et al., 2007).

A talaj vezetőképességének mérése kiemelkedő fontosságú a növénytermesztés szempontjából, mivel alapvető célja a növények optimális só- és tápanyagellátásának biztosítása. Az elektromos vezetőképesség (EC) méréséből nyert adatok segítségével megállapíthatjuk a talaj tápanyagtartalmát, különös tekintettel a tápanyaghiányokra, amelyeket az alacsony EC értékek jelenthetnek.

A vezetőképesség méréséhez 80 minta vizsgálatát végeztük el (2. sz. melléklet). A mérési eredmények statisztikai mutatói a következők:

- az átlag EC: 0,53 mS/cm

- minimum EC érték: 0,12 mS/cm
- maximum EC érték: 1,75 mS/cm
- medián: 0,40 mS/cm
- módusz: 0,327 mS/cm

Az adatelemzés és értékelés során a vezetőképességi (EC) értékeket vizsgáltuk. Az adatok kiértékeléséhez és összehasonlításához először kiszámítottuk az egyes minták EC értékeinek átlagát (8. táblázat), majd ezeket a megadott kategóriák alapján osztályoztuk. Az értékelést először a Slezák (2001) által meghatározott kategóriák (3. táblázat) szerint végeztük, majd a Maas-Hoffman modell alkalmazásával is elemeztük (4. táblázat).

## 8. táblázat

Az átlagos vezetőképesség értékelése

(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

A fóliasátor kódja	Átlagos vezetőképesség (mS)	Besorolás
A	0,375	Alacsony
C	0,25	Alacsony
I	0,45	Alacsony
O	0,8	Közepesen alacsony
J	0,125	Alacsony
N	0,375	Alacsony
H	1,125	Közepesen alacsony
S	0,325	Alacsony
G	0,575	Alacsony
M	0,375	Alacsony
U	0,625	Alacsony
B	0,575	Alacsony
L	0,275	Alacsony
T	0,675	Alacsony
P	0,675	Alacsony
E	0,4	Alacsony
K	0,8	Közepesen alacsony
R	0,725	Közepesen alacsony
F	0,525	Alacsony
D	0,5	Alacsony



A legtöbb minta átlagos vezetőképessége alacsony (<0,6 mS/cm) kategóriába tartozik. Az "O", "H", "K" és "R" minták közepesen alacsony (0,7-1,2 mS/cm) kategóriába tartoznak.

Adatok elemzése:

1. minta:

- Alacsony: A, C, I, J, N, S, M, U, B, L, P, E, K, F, D
- Közepesen alacsony: H, O, T, R

2. minta:

- Alacsony: A, C, I, J, N, S, M, U, B, L, T, P, E, K, F, D
- Közepesen alacsony: O, H, R

3. minta:

- Alacsony: A, C, I, J, N, S, G, M, L, T, P, E, F, D
- Közepesen alacsony: H, O, B, K, R, U

4. minta:

- Alacsony: A, C, I, J, S, G, M, B, L, T, P, E, F, D
- Közepesen alacsony: H, N, O, K, R, U

**Kategóriákba sorolás:**

Alacsony: A, C, I, J, N, S, G, M, L, E, F, D

Közepesen alacsony: O, H, U, B, T, P, K, R

Az átlagos vezetőképességi értékek alapján a legtöbb minta az alacsony kategóriába tartozik, ami kevesebb, mint 0,6 mS/cm. Ez azt jelenti, hogy ezek a minták alacsony EC-értékű hajtató talajnak felelnek meg.

Maas és Hoffmann kidolgoztak egy modellt a növények sóstressz által okozott termésvesztésének számszerűsítésére. Irodalmi forrásokkal alátámasztott kísérleteik során meghatározták azt a küszöbértéket, amely felett a talaj sótartalma természsökkenést eredményez, valamint azt, hogy a talajkivonat EC-értékének ( $EC_e$ ) minden egységnyi növekedése milyen mértékű hozamvesztést okoz. Modelljük alapján a küszöbértéket meghaladó sótartalom növekedése lineárisan arányos a termésvesztés mértékével.

## 9. táblázat

Az átlagos vezetőképesség és a növények sótűrési küszöbértékeinek összevetése

(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

Rövidítés	Átlagos vezetőképesség (mS)	Megjegyzések
A	0,375	Alacsony érték, bármely növény számára megfelelő
C	0,25	Alacsony érték, bármely növény számára megfelelő
I	0,45	Alacsony érték, bármely növény számára megfelelő
O	0,8	Alacsony érték, bármely növény számára megfelelő
J	0,125	Alacsony érték, bármely növény számára megfelelő
N	0,375	Alacsony érték, bármely növény számára megfelelő
H	1,125	Közepesen alacsony, bármely növény számára megfelelő
S	0,325	Alacsony érték, bármely növény számára megfelelő
G	0,575	Alacsony érték, bármely növény számára megfelelő
M	0,375	Alacsony érték, bármely növény számára megfelelő
U	0,625	Alacsony érték, bármely növény számára megfelelő
B	0,575	Alacsony érték, bármely növény számára megfelelő
L	0,275	Alacsony érték, bármely növény számára megfelelő
T	0,675	Alacsony érték, bármely növény számára megfelelő
P	0,675	Alacsony érték, bármely növény számára megfelelő
E	0,4	Alacsony érték, bármely növény számára megfelelő
K	0,8	Alacsony érték, bármely növény számára megfelelő
R	0,725	Alacsony érték, bármely növény számára megfelelő
F	0,525	Alacsony érték, bármely növény számára megfelelő
D	0,5	Alacsony érték, bármely növény számára megfelelő

A következőkben kiértékeljük a vizsgálatba vont növények termeszthetőségét a fóliasátrak talajainak EC értéke alapján.

**Közönséges veteménybab (*Phaseolus vulgaris*):** Sóérzékeny, 1 mS/cm sóküszöb értékkel. Minden minta vezetőképessége alacsonyabb, mint 1 mS/cm, tehát ez a növény mindenhol jól termeszthető.

**Burgonya (*Solanum tuberosum*):** Közepesen sóérzékeny, 1,7 mS/cm sóküszöb értékkel. Minden minta vezetőképessége alacsonyabb, mint 1,7 mS/cm, tehát ez a növény mindenhol jól termeszthető.

**Csemegekukorica (*Zea mays L. convar saccharata*):** Közepesen sóérzékeny, 1,7 mS/cm sóküszöb értékkel. Minden minta vezetőképessége alacsonyabb, mint 1,7 mS/cm, tehát ez a növény mindenhol jól termeszthető.

**Paradicsom (*Lycopersicon esculentum* Mill.):** Közepesen sóérzékeny, 2,5 mS/cm sóküszöb értékkel. Minden minta vezetőképessége alacsonyabb, mint 2,5 mS/cm, tehát ez a növény mindenhol jól termeszthető.

**Paprika (*Capsicum annuum L. var. annuum*):** Közepesen sóérzékeny, 1,5 mS/cm sóküszöb értékkel. Minden minta vezetőképessége alacsonyabb, mint 1,5 mS/cm, tehát ez a növény mindenhol jól termeszthető.

**Uborka (*Cucumis sativus L.*):** Közepesen sóérzékeny, 2,5 mS/cm sóküszöb értékkel. Minden minta vezetőképessége alacsonyabb, mint 2,5 mS/cm, tehát ez a növény mindenhol jól termeszthető.

**Retek (*Raphanus sativus L.*):** Közepesen sóérzékeny, 1,2 mS/cm sóküszöb értékkel. Minden minta vezetőképessége alacsonyabb, mint 1,2 mS/cm, tehát ez a növény mindenhol jól termeszthető.

**Vöröshagyma (*Allium cepa*):** Sóérzékeny, 1,2 mS/cm sóküszöb értékkel. Minden minta vezetőképessége alacsonyabb, mint 1,2 mS/cm, tehát ez a növény mindenhol jól termeszthető.

A talaj minták vezetőképessége minden esetben alacsonyabb, mint a megadott növények sótűrési küszöbértékei, így ezek a növények mindenhol jól termeszthetők az adott talajon. Tehát a Slezák és a Maas-Hoffman modell elemzése alapján megállapítható, hogy a talaj alacsony tápanyagtartalommal rendelkezik, amint azt az alacsony EC értékek is mutatják.

Korrelációanalízis segítségével vizsgáltuk a fólia alatti termesztéssel eltöltött évek számát és a talajok EC értékét, valamint a fóliasátrak termesztésbe vonásától eltelt időt és a talajok EC értékét. A statisztikai elemzés többnyire nem mutatott korrelációt a vizsgált

paraméterek között. Mintegy 20 talajmintára vonatkozóan sikerült kimutatni, hogy a természetessel eltöltött évek növekedésével a gazdák kellő figyelmet fordítanak a növények tápanyagellátására. Több mint 20 esetben is megfigyelhető volt, hogy a fóliasátor felállításától eltelt idő és a talajok EC értéke között negatív a korreláció. Az összefüggés azt mutatja, hogy az évek alatt a talajok EC értéke, így a tápanyagok mennyisége csökkent, holott ennek éppen az ellenkezője a valószínűbb.

Nincsenek specifikus határértékek megadva a klorid-ionra vonatkozóan, de általánosságban alacsonyabb klorid-ion tartalom kedvezőbb a növények számára. A magas klorid-ion koncentráció növeli a sóérzékenységet és csökkenti a növények hozamát.

### **3.4 Szervesanyagtartalom meghatározása izzási veszteség alapján**

A talajok szervesanyag tartalmának megismerése céljából 20 mintában végeztük el az izzítási veszteség meghatározást (6. számú melléklet). Az izzítási veszteség értékei 2,7% és 8,7% között változtak, az átlagos érték 5,5% volt. A vizsgált 20 minta közül 13 (A, O, N, S, G, U, B, L, T, P, R, F, D) gyengén szervesnek minősült, az izzítási veszteség értékei 4,4%, 4,9%, 3,7%, 4,3%, 5,2%, 4,1%, 2,7%, 5,2%, 5,6%, 5,3%, 5,7%, 3,5% és 5,0% voltak, ami mind a gyengén szerves kategóriába esik (2-6%). Hét mintában (C, I, J, H, M, E, K) magasabb a szervesanyag tartalom (6-20%). A vizsgált talajok között nem található olyan, amely nagy szerves anyag tartalommal (>20%) rendelkezne.

A szervesanyag tartalom alapján a talajok többsége (65%) a gyenge, míg 35% a közepes kategóriához tartozik. Ez az eloszlás arra utal, hogy a vizsgált anyagok többsége mérsékelt szerves anyag tartalommal rendelkezik, ami általában azt jelenti, hogy közepesen termékeny talajokról van szó.

### **3.5 A növények által felvehető (mobilis) fém koncentrációk**

A talajban található, növények számára felvehető (mobilis) réz, cink, mangán, vas, ólom és kadmium koncentrációit mértük. Az eredményeket összehasonlítottuk a Magyarországon és Ukrajnában érvényben lévő határértékekkel, valamint a különböző mintavételi területek értékeivel.

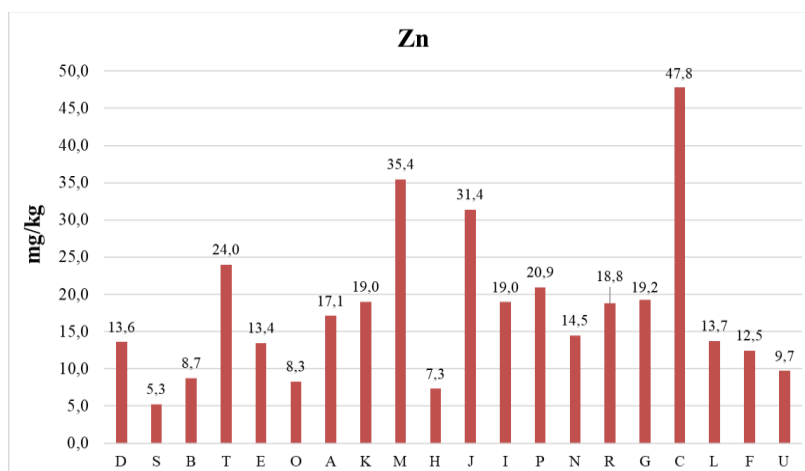
#### **3.5.1 A növények által felvehető (mobilis) cink koncentráció**

A cink talajbeli mobilitása csekély, de savanyúbb talajokban növekszik. A talaj pH-értékének emelkedésével a cink mennyisége és mobilitása csökken. Az összes cinktartalom

mindössze 1%-a mobilis, ezért a talaj savanyodása során a  $Zn^{2+}$  kation koncentrációja a talajoldatban növekszik, így a növények számára hozzáférhetővé válik. Számos tényező akadályozhatja a cink felvételét, mint például a magas talaj pH-érték, nagy mésztartalom, hideg, száraz vagy túlzottan nedves talaj. A foszfor- és kalcium-túladagolás antagonizmus révén szintén cinkhiányt okozhat.

Egyik mintában sem találtunk olyan cinkkoncentrációt, ami az alacsony kategóriába esne, tehát nincs olyan minta, amelynél a cinkellátottság kritikus szinten lenne. Összesen 14 minta (D, S, B, E, O, A, K, H, I, N, R, G, L, F, U) tartozik a közepes cinkellátottság kategóriába. Ezek a minták megfelelő, de nem túlzott mennyiségű cinket tartalmaznak, ami általában kedvező a növények növekedése szempontjából. Azonban érdemes megjegyezni, hogy a S minta pont a határon van, tehát ez a minta majdnem az alacsony kategóriába esik. Továbbá 5 minta (T, M, J, P, C) tartozik a magas cinkellátottság kategóriába. Ezeknél a mintáknál a cink koncentrációja meghaladja a 20 mg/kg-ot, ami azt jelenti, hogy bőséges mennyiségű cink áll a növények rendelkezésére. Azonban túl magas koncentrációk esetén fennállhat a cinktoxicitás veszélye, különösen a C minta esetében, ahol a koncentráció kiemelkedően magas (48 mg/kg) (11. ábra). A talajban lévő magas cinkkoncentrációk befolyásolhatják a növények növekedését, mivel a cink toxikus lehet nagy mennyiségben. A vizsgált mintavételi helyszíneken mért cinkkoncentrációk rendkívül magasak, ami komoly környezeti és egészségügyi kockázatot jelenthet. Az adatok részletes elemzése és megfelelő intézkedések bevezetése elengedhetetlen a helyzet kezelése érdekében.

Az összes vizsgált minta cinkkoncentrációja jelentősen alacsonyabb az ukrán 150 mg/kg határértéknél, ami azt jelenti, hogy egyik minta sem tekinthető magas cinkellátottságúnak.



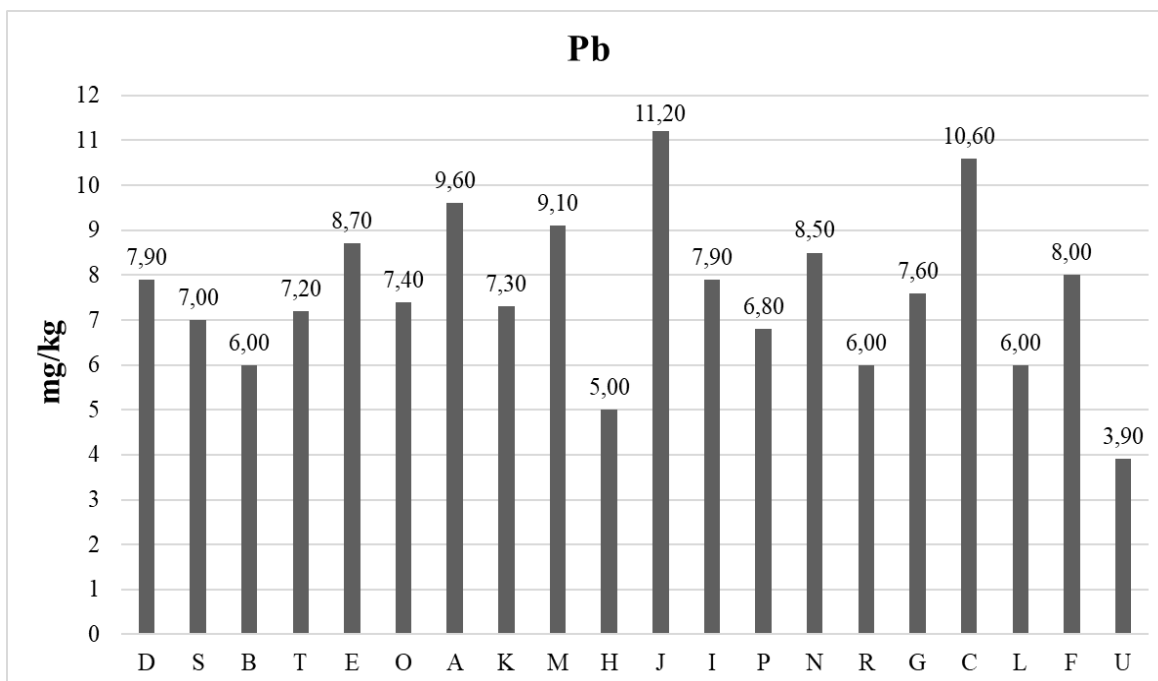
**11. ábra:** Fóliák talajainak cinkkoncentrációi

(Forrás: Saját szerkesztés)

### 3.5.2 A növények által felvehető (mobilis) ólom koncentráció

A talajban az ólom oldhatósága elhanyagolhatóvá válik 5 feletti pH értékeknél. Azonban, ha a talaj pH értéke 5 – 4,5 alá csökken, növekszik a kicserélhető és oldható ólom mennyisége, mivel az oldott kelátképzők elősegítik a mobilizálódást. Ennek ellenére, túlnyomó része nem mobilis formában van jelen, a humuszanyagokhoz kötve (fém-szerves komplexek).

Az ólom mérsékelt fitotoxicitással rendelkezik más nehézfémekhez képest, de az ólommal szennyezett talajokban csökken a mikrobiológiai tevékenység és az enzimaktivitás. Alacsony, 10 mg/kg alatt van a felvehető ólom koncentrációja a következő talajmintákban: D: 8,00 mg/kg, S: 7,10 mg/kg, B: 6,10 mg/kg, T: 7,30 mg/kg, E: 8,80 mg/kg, O: 7,50 mg/kg, A: 9,70 mg/kg, K: 7,40 mg/kg, M: 9,20 mg/kg, H: 5,10 mg/kg, I: 8,00 mg/kg, P: 6,90 mg/kg, N: 8,60 mg/kg, R: 6,10 mg/kg, G: 7,70 mg/kg, L: 6,10 mg/kg, F: 8,10 mg/kg, U: 4,00 mg/kg. Közepes, 10-25 mg/kg a mobilis ólom mennyisége az alábbi mintákban: J: 11,30 mg/kg, C: 10,70 mg/kg. Ettől nagyobb koncentrációban felvehető ólmot egyik fóliasátor talajában sem mértünk. Az ukrán határértékek alapján a 32 mg/kg feletti ólomkoncentráció tekinthető magasnak. Az összes vizsgált minta ólomkoncentrációja 32 mg/kg alatt van, ezért mindegyik minta az alacsony vagy közepes kategóriába tartozik (12. ábra).



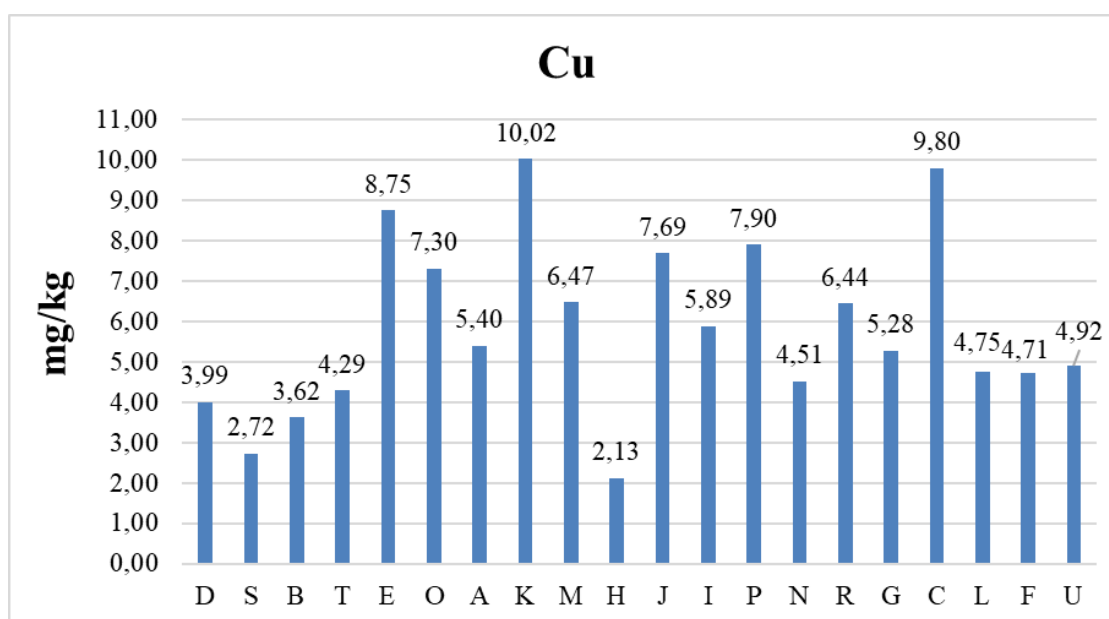
12. ábra: Fóliák talajainak ólomkoncentrációi

(Forrás: Saját szerkesztés)

Az eredmények alapján elmondható, hogy a minták túlnyomó többsége alacsony ólomkoncentrációval rendelkezik, ami kedvező. Azok a minták, amelyek közepes koncentrációval bírnak, fokozott figyelmet igényelnek, de jelenleg még nem érik el azt a szintet, amely azonnali beavatkozást igényelne. Összességében a vizsgált minták biztonságosnak tekinthetők az ólom koncentráció szempontjából.

### 3.5.3 A növények által felvehető (mobilis) réz koncentráció

Az összes mintavételi helyszínen mért réz koncentráció alacsony, mivel mindegyik érték 10 mg/kg alatt van. Az alacsony kategória küszöbértéke 10 mg/kg, így a legmagasabb mért érték is, amely 10,02 mg/kg (K helyszín), éppen csak meghaladja az alacsony küszöbértéket. A többi helyszínen mért értékek ennél is alacsonyabbak (13. ábra). Összefoglalva, az eredmények alapján a réz ellátottsági szintje jellemzően alacsony vagy mérsékelt minden vizsgált talajban.



13. ábra Fóliák talajainak rézkoncentrációi

(Forrás: Saját szerkesztés)

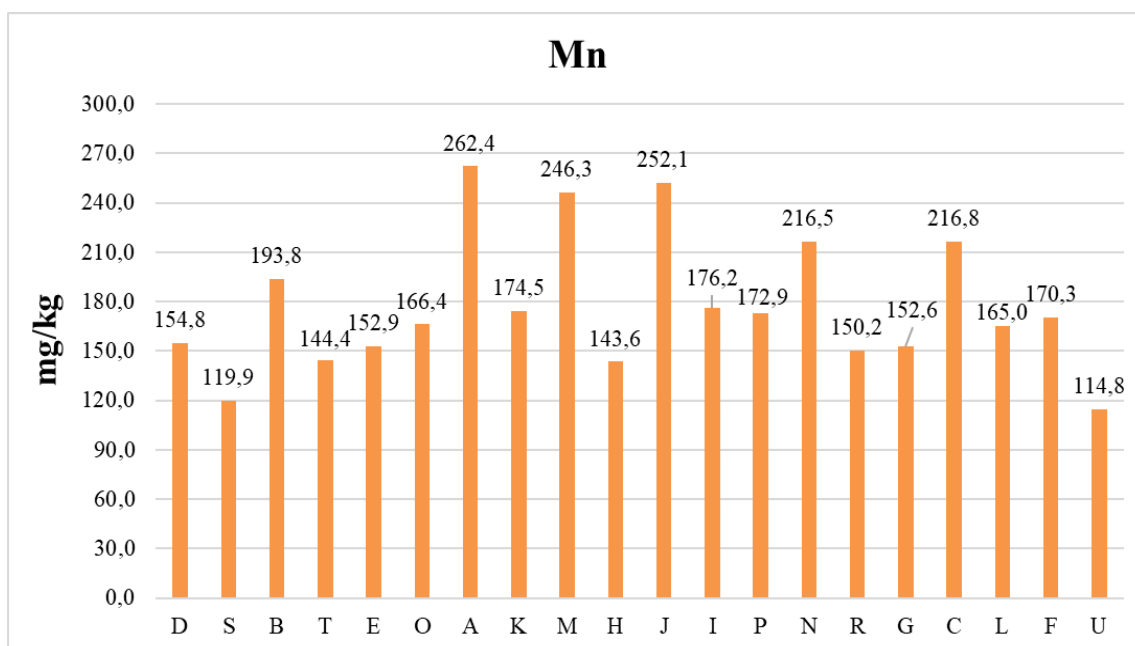
Az alacsony ellátottsági szintek arra utalnak, hogy ezek a talajok tápanyaghiányosak réz tekintetében. Az alacsony rézkoncentrációk negatívan befolyásolhatják a növények növekedését és fejlődését, mivel a réz elengedhetetlen mikroelem a növényi anyagcserében. Ezen kívül a talaj mikrobiológiai aktivitása is csökkenhet, mivel a réz kulcsszerepet játszik a talajban élő mikroorganizmusok

működésében. A rézhiány kezeléséhez szükséges a megfelelő agronómiai és talajjavítási technikák alkalmazása.

### 3.5.4 A növények által felvehető (mobilis) mangán koncentráció

A talajok mangántartalma az ásványok mállásának következményeként alakul ki. Általában a talajok jelentős mennyiségű felvehető mangánt tartalmaznak, azonban bizonyos területek kivételt képezhetnek. Ezeken a területeken a mangán elérhetőségének csökkenését gyakran az alacsony pH-érték okozza. A talaj savanyúsága (pH < 5,5) különösen meghatározó tényező, mivel a savas környezet elősegíti a mangán oldhatóságát és így a növények számára történő felvételét. Emellett a talaj redox potenciálja is befolyásolja a mangán elérhetőségét, mivel a redukált állapotú mangán (Mn<sup>2+</sup>) könnyebben felvehető a növények számára, mint az oxidált formák.

A mangán (Mn) esetében a határérték 1500 mg/kg. A kapott adatok mindegyike jelentősen alacsonyabb, mint ez az érték, ami azt jelenti, hogy egyik minta sem éri el a magas ellátottsági szintet (14. ábra). Ez az alacsony szint utalhat a talaj vagy a növényzet tápanyaghiányára, ami befolyásolhatja a növények növekedését és egészségét.



14. ábra Fóliák talajainak mangánkoncentrációi

(Forrás: Saját szerkesztés)

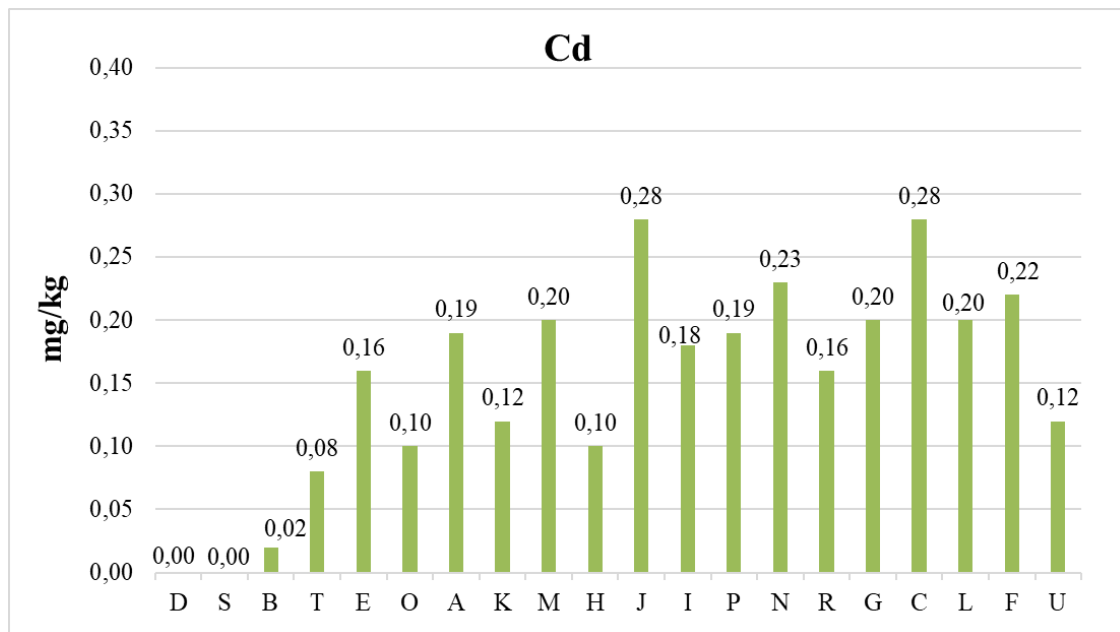


### 3.5.5 A növények által felvehető (mobilis) kadmium koncentráció

A kadmium talajokban való megkötődése többek között a talajásványokon, szerves anyagokon, valamint a vas-, mangán- és alumínium-oxidokon és hidroxidokon történik. Anaerob körülmények között a Cd oldhatósága korlátozott, és az oldhatóságát a talaj pH-ja jelentős mértékben befolyásolja. Egy nagyságrendnyi pH-emelkedés három nagyságrenddel növeli a szorpciót. A kadmium szorpciója csökken a kalcium, nikkel, különösen a cink és a réz koncentrációjának növekedésével. A kadmium koncentrációja alapján az eredményeket három kategóriába sorolhatjuk: alacsony, közepes és magas ellátottság. A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a minták többsége alacsony kadmium koncentrációval bír. Az alacsony kategóriába tartozó minták kadmium koncentrációja nem éri el a 0,2 mg/kg értéket, ami alacsony kadmium szintre utal. A fóliasátrak talajai tehát csak nyomokban tartalmazznak kadmiumot. Az olyan minták, mint például D (-0,01 mg/kg) és S (-0,02 mg/kg), rendkívül alacsony, szinte elhanyagolható kadmium koncentrációval rendelkeznek.

Néhány minta a közepes kategóriába sorolható, amelyek kadmium koncentrációja 0,2 mg/kg és 0,5 mg/kg között van. Például a J (0,280 mg/kg) és a C (0,280 mg/kg) minták a kadmium koncentráció szerint a közepes kategóriába tartoznak, ami már észrevehetőbb jelenlétet mutat, de még nem jelent komoly kockázatot. Magas ellátottsági kategóriába tartozók (1 mg/kg felett) nem fordultak elő a vizsgált talajminták között. Ez kedvező, mivel a kadmium magas koncentrációja toxikus hatásokat idézhet elő mind a növények, mind az állatok esetében (15. ábra).

Az ukrán határértékek alapján az eredmények azt mutatják, hogy a kadmium koncentráció egyik mintában sem érte el a meghatározott határértéket. Ez azt jelzi, hogy az adott mintákban mért kadmiumszint elfogadhatónak tekinthető az ukrán szabályozások szerint.



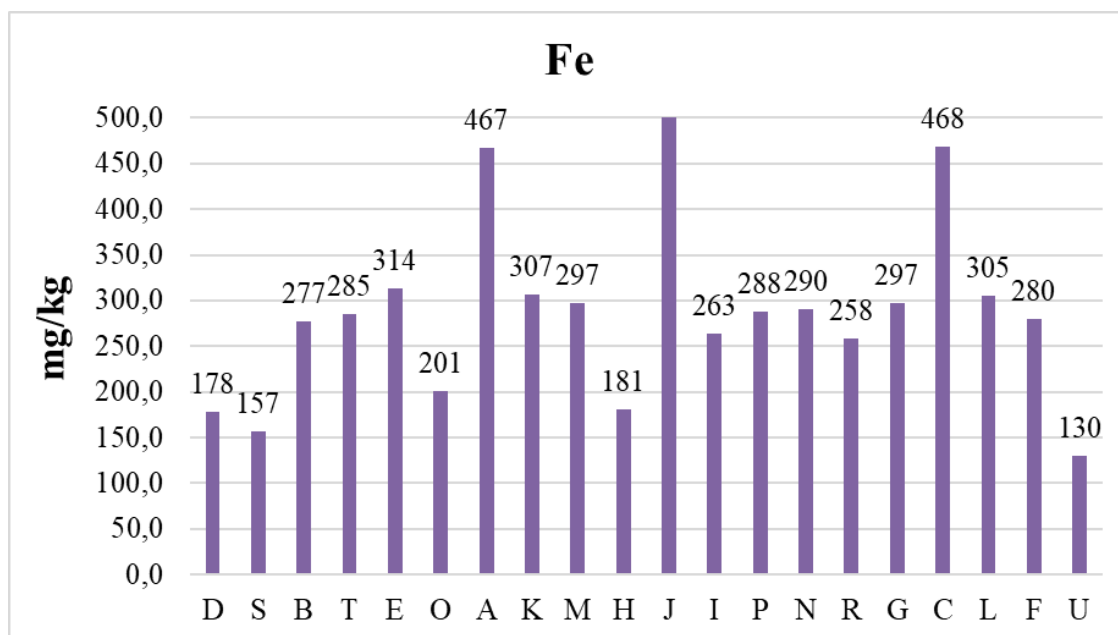
**15. ábra** Fóliák talajainak kadmiumkoncentrációi  
(Forrás: Saját szerkesztés)

Fontos azonban megjegyezni, hogy a kadmiumnak való kitétség hosszú távon káros hatásokat okozhat az egészségre, még akkor is, ha az adott minták megfelelnek a környezeti határértékeknek. Ezért továbbra is fontos a megelőző intézkedések folyamatos végrehajtása annak érdekében, hogy minimalizálják a kadmium expozíciót és csökkentsék az egészségügyi kockázatokat.

### 3.5.6 A növények által felvehető (mobilis) vas koncentráció

Ukrajnában jelenleg nem áll rendelkezésre hivatalosan meghatározott határérték a talajok vas-tartalmára vonatkozóan. Ennek eredményeként hiányoznak a szabályozási iránymutatások vagy előírások ezen elem koncentrációjára vonatkozóan. A határértékek hiányában a tudományos kutatások és elemzések során kapott táblázatok és referenciaértékek (16. ábra) szolgálhatnak iránymutatóként a talajból kinyerhető vas mennyiségének értékeléséhez. A vasnak kulcsfontosságú szerepe van a növények optimális növekedése és fejlődése szempontjából a talajban. Bár a vas általában jelen van a talajban, az elérhetősége és a növények által felvehető mennyisége a talaj pH-jától függ. A magas pH-értékek (7 felett) esetén a vas hiánya növényi stresszt és csökkent növekedést eredményezhet, mivel a magas pH-értékek gátolhatják a vas felszívódását a növények számára. Ezek az információk segítséget nyújtanak a mezőgazdasági termelőknek és a

talajtani szakembereknek a termőföld vas-tartalmának figyelemmel kíséréséhez és szükség esetén a beavatkozáshoz.



**16. ábra** Fóliák talajainak vaskoncentrációi

(Forrás: Saját szerkesztés)

### 3.6 A zöldségművények mikroelem-koncentrációjának vizsgálata

Nagydobrony település fóliasátraiban termesztett zöldségművények mikroelem-tartalmának vizsgálatát végeztük. A kutatás során olyan zöldségeket gyűjtöttünk és elemeztünk, amelyeket a gazdák első- és másodtermésként termesztettek a kiválasztott területeken. A húsz fóliasátorban az első termékek esetében a megtermelt zöldségek többsége megegyezett, azonban akadtak olyan növények is, mint a burgonya és a hagyma, amelyeket csak néhány helyszínen termesztettek. Összesen 41 zöldségművényben mértük meg a réz, cink, mangán, vas, kadmium és ólom mikroelem-koncentrációját.

A vizsgálatokat az eredeti nedvességtartalom mellett végeztük, de a zöldségek mikroelem-tartalmának összehasonlítása érdekében az eredményeket száraz tömegre számoltuk át. Ez azért volt szükséges, mert a zöldségművények víztartalma eltérő, és a mikroelemek a szárazanyagban koncentrálnak. Az eredeti nedvességtartalom mellett mért adatokat nem lehet közvetlenül összehasonlítani, így a pontos összevetéshez a száraz tömegben lévő mikroelem mennyisége az irányadó.

A továbbiakban a következő rövidítések használatosak:

- n.t.\* - nedves tömeg: a mikroelem koncentrációja az eredeti nedvességtartalom mellett mérve,
- sz.t.\*\* - száraz tömeg: a mikroelem koncentrációja száraz tömegre átszámolva.

### **3.6.1 A termesztett zöldségnövények cink tartalmának vizsgálata**

A vizsgálati eredmények alapján csupán az A jelzésű hónapos retek és az S jelzésű Kismis Geliodor szőlő esetében a cink koncentrációja nem haladta meg a megengedett határértéket (10. táblázat). Ezzel ellentétben, a többi mintában tapasztalható a cinktartalom jelentős túllépése a megengedett határérték fölé. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy számos vizsgált zöldségben a cink koncentrációja olyan szintet ér el, amely potenciálisan kockázatot jelenthet az emberi egészségre nézve, ha ezeket a zöldségeket fogyasztják.

A cink létfontosságú nyomelem az emberi szervezet számára, amely számos biokémiai folyamatban vesz részt, például az enzimaktivitás szabályozásában és az immunrendszer működésében. Azonban a túlzott cinkbevitel mérgező hatásokat is okozhat, beleértve a gyomor-bélrendszeri zavarokat, immunrendszeri diszfunkciókat, és a réz anyagcseréjének gátlását. A jelen tanulmány eredményei szerint a zöldségekben található magas cinkkoncentrációk olyan mértékűek lehetnek, amelyek hosszú távú fogyasztása komoly egészségügyi kockázatokkal járhat. Ezért fontos megfontolni az ilyen zöldségek fogyasztásának korlátozását, valamint alternatív források felkutatását a cinkbevitel biztosítása érdekében.

10. táblázat

A zöldség növények cinktartalma nedves és száraz tömegre számítva

(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

Zöldség növények	Zn – Cink, mg/kg																			
	L		O		D		T		R		G		C		H		K		P	
	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*
Hónapos retek	30,84	32,93	16,73	18,57	10,41	11,08	12,50	13,31	14,23	16,05	69,57	73,57	18,69	19,73	28,19	30,88	30,72	32,47	16,78	20,35
Vöröshagyma szár																				
Vöröshagyma																				
Burgonya																				
Uborka													33,33	34,61			31,87	33,66		
Paradicsom			20,64	23,92	22,56	24,05	20,07	21,37	23,73	25,08	24,13	25,29			22,20	24,34			15,01	15,85
Közönséges veteménybab																				
Közönséges veteménybab héj																				
Közönséges paprika	53,04	57,58																		
Kismis Geliodor szőlő																				
Csemegekukorica																				

A 10. táblázat folytatása  
(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

Zöldségnyövények	Zn – Cink, mg/kg																			
	A		B		M		U		I		S		N		J		F		E	
	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*
Hónapos retek	9,97	10,47	13,60	14,39	20,16	21,35	26,50	27,99	44,74	47,16										
Vöröshagyma szár											21,59	23,42								
Vöröshagyma											22,03	24,66								
Burgonya													14,36	16,07	16,05	18,84	11,39	12,87	25,02	30,26
Uborka	27,77	28,64	13,52	14,35	20,76	24,07														
Paradicsom									17,48	18,66							25,40	26,81	22,64	23,84
Közönséges veteménybab							28,60	30,48												
Közönséges veteménybab héj							13,13	16,11												
Közönséges paprika																				
Kismis Geliodor szőlő											4,38	4,80								
Csemegekukorica													30,68	35,40	31,12	39,16				

### **3.6.2 A termesztett zöldségnövények ólom tartalmának vizsgálata**

A 11. táblázatban szereplő adatok alapján összehasonlítottuk a zöldségnövények ólomtartalmát (Pb) a megengedett határértékkel, amely 0,5 mg/kg nedves tömeg.

A vizsgált növények közül a D, T, R, és C jelzésű minták kivételével az ólomtartalom jelentősen meghaladja a megengedett 0,5 mg/kg határértéket. Ez súlyos egészségügyi kockázatot jelenthet a fogyasztók számára, mivel az ólom toxikus nehézfém, amely káros hatással van az emberi szervezetre, különösen a gyermekek és a várandós nők esetében.

Az ólom krónikus expozíciója számos súlyos egészségügyi problémát okozhat. Gyermekeknél az ólom felhalmozódása neurotoxikus hatásokhoz vezethet, amelyek kognitív és viselkedési zavarokat, valamint tanulási nehézségeket okozhatnak. A várandós nők esetében az ólom károsíthatja a magzat fejlődését, vetélést vagy koraszülést okozhat, valamint súlyos születési rendellenességeket idézhet elő. A felnőtteknél az ólom expozíció szintén jelentős egészségügyi problémákat okozhat. A krónikus ólommérgezés hatással lehet a vérképző rendszerre, vesekárosodást okozhat, valamint károsíthatja az idegrendszert. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy sürgős intézkedések szükségesek az ólom expozíció minimalizálása érdekében.

11. táblázat

A zöldségnövények ólom tartalma nedves és száraz tömegre számítva

(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

Zöldségnövények	Pb – Ólom, mg/kg																			
	L		O		D		T		R		G		C		H		K		P	
	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*
Hónapos retek	7,31	7,81	1,55	1,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,96	9,47	0,00	0,00	3,15	3,45	4,31	4,56	6,14	7,45
Vöröshagyma szár																				
Vöröshagyma																				
Burgonya																				
Uborka													7,11	7,38			5,97	6,31		
Paradicsom			5,42	6,28	5,57	5,94	10,55	11,23	6,67	7,05	7,33	7,69			7,36	8,06			5,80	6,12
Közönséges veteménybab																				
Közönséges veteménybab héj																				
Közönséges paprika	9,42	10,22																		
Kismis Geliodor szőlő																				
Csemegekukorica																				



A 11. táblázat folytatása  
(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

Zöldségnövények	Pb – Ólom, mg/kg																			
	A		B		M		U		I		S		N		J		F		E	
	n. t.	sz. t.	n. t.	sz. t.	n. t.	sz. t.	n. t.	sz. t.	n. t.*	sz. t.*	n. t.	sz. t.	n. t.	sz. t.	n. t.	sz. t.	n. t.	sz. t.	n. t.	sz. t.
Hónapos retek	1,47	1,54	3,17	3,35	5,74	6,08	7,11	7,51	10,62	11,19										
Vöröshagyma szár											6,20	6,72								
Vöröshagyma											6,96	7,79								
Burgonya													6,58	7,36	5,96	7,00	4,58	5,18	6,83	8,26
Uborka	7,74	7,98	5,87	6,23	4,68	5,43														
Paradicsom									5,84	6,24							4,19	4,42	4,23	4,46
Közönséges veteménybab							5,49	5,85												
Közönséges veteménybab héj							4,60	5,64												
Közönséges paprika																				
Kismis Geliodor szőlő											1,48	1,62								
Csemegekukorica													6,06	7,00	3,02	3,80				

### **3.6.3 A termesztett zöldségnövények réz tartalmának vizsgálata**

A 12. táblázat összefoglalja a zöldségnövények réztartalmát nedves és száraz tömegre számítva. Az adatok részletesen bemutatják a különböző zöldségnövények mikroelem-összetételét, figyelembe véve mind az eredeti nedvességtartalmat, mind a nedvesség eltávolítása utáni állapotot.

A hónapos retek, uborka, paradicsom és közönséges paprika egyes mintái meghaladják a megengedett 10 mg/kg réztartalmat. A többi zöldség, mint például a vöröshagyma, burgonya, közönséges veteménybab, szőlő és csemegekukorica réztartalma a megengedett határérték alatt marad.

Ez azt mutatja, hogy míg a legtöbb zöldség minta réztartalma biztonságos szinten van, vannak olyan hónapos retek, uborka, paradicsom és közönséges paprika minták, amelyek réztartalma meghaladja a megengedett határértéket, és ezek további vizsgálatot vagy beavatkozást igényelhetnek.

12. táblázat

A zöldségnövények réz tartalma nedves és száraz tömegre számítva

(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

Zöldség növények	Cu – Réz, mg/kg																			
	L		O		D		T		R		G		C		H		K		P	
	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*
Hónapos retek	8,04	127,11	5,59	56,33	4,44	93,05	4,32	70,75	6,13	53,93	19,40	356,24	6,18	118,17	7,39	85,07	4,31	80,08	2,61	14,87
Vöröshagyma szár																				
Vöröshagyma																				
Burgonya																				
Uborka													11,37	307,49			10,90	203,88		
Paradicsom			7,45	54,30	6,41	103,63	6,55	107,95	4,27	79,60	8,65	187,90			10,44	118,83			4,93	93,98
Közönséges veteménybab																				
Közönséges veteménybab héj																				
Közönséges paprika	11,46	145,56																		
Kismis Geliodor szőlő																				
Csemegekukorica																				

A 12. táblázat folytatása  
(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

Zöldségnyövények	Cu – Réz, mg/kg																			
	A		B		M		U		I		S		N		J		F		E	
	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*
Hónapos retek	3,09	64,49	2,69	48,79	2,87	51,50	2,99	56,24	2,88	56,06										
Vöröshagyma szár											3,72	47,62								
Vöröshagyma											4,32	40,39								
Burgonya													5,66	53,42	7,00	47,28	4,73	41,17	7,79	44,97
Uborka	14,15	378,15	25,55	443,62	12,64	78,45														
Paradicsom									11,10	174,37							11,44	217,36	5,78	114,51
Közönséges veteménybab							6,58	106,55												
Közönséges veteménybab héj							2,60	14,07												
Közönséges paprika																				
Kismis Geliodor szőlő											5,26	60,73								
Csemegekukorica													4,85	36,37	4,83	23,55				

#### **3.6.4 A termesztett zöldségnövények mangán tartalmának vizsgálata**

Az eredmények alapján megállapítható, hogy egyetlen mintában sem haladta meg a mangántartalom a megengedett határértéket (13. táblázat). Ez azt jelzi, hogy a vizsgált zöldségfajták esetében a mangán jelenléte nem okoz egészségügyi aggodalmakat, és azok fogyasztása biztonságos a megfelelő mangánbevitel érdekében. Ezen eredmények pozitív jelzés lehet az egészséges táplálkozás felé, mivel a mangán fontos tápanyag a szervezet számára, amely részt vesz számos biokémiai folyamatban. Azonban fontos megjegyezni, hogy a túlzott mangánbevitel is okozhat problémákat, így ajánlott az egyensúly megtartása a táplálkozás során.

## 13. táblázat

A zöldségnövények mangán tartalma nedves és száraz tömegre számítva

(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

Zöldségnövények	Mn – Mangán, mg/kg																			
	L		O		D		T		R		G		C		H		K		P	
	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*
Hónapos retek	9,51	10,15	13,98	15,52	12,43	13,24	7,75	8,25	7,50	8,47	9,70	10,26	12,36	13,04	12,11	13,27	7,33	7,75	10,44	12,66
Vöröshagyma szár																				
Vöröshagyma																				
Burgonya																				
Uborka													9,81	10,18			9,85	10,41		
Paradicsom			15,85	18,36	15,60	16,63	20,12	21,42	14,41	15,22	14,81	15,53			24,71	27,09			11,74	12,39
Közönséges veteménybab																				
Közönséges veteménybab héj																				
Közönséges paprika	9,73	10,56																		
Kismis Geliodor szőlő																				
Csemegekukorica																				

A 13. táblázat folytatása  
(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

Zöldségnövények	Mn – Mangán, mg/kg																			
	A		B		M		U		I		S		N		J		F		E	
	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*
Hónapos retek	10,00	10,50	9,82	10,39	7,46	7,91	10,95	11,56	11,07	11,67										
Vöröshagyma szár											18,12	19,66								
Vöröshagyma											12,67	14,19								
Burgonya													8,95	10,00	9,24	10,84	5,65	6,38	15,99	19,34
Uborka	22,80	23,51	10,28	10,91	12,64	14,66														
Paradicsom									15,05	16,07							15,35	16,20	18,05	19,01
Közönséges veteménybab							10,84	11,55												
Közönséges veteménybab héj							14,25	17,48												
Közönséges paprika																				
Kismis Geliodor szőlő											5,56	6,09								
Csemegekukorica													8,79	10,14	9,06	11,40				

### **3.6.5 A termesztett zöldségnövények kadmium tartalmának vizsgálata**

Az adatok alapján (14. táblázat) összehasonlítottuk a zöldségnövények kadmium tartalmát (Cd) a megengedett határértékkel, amely 0,03 mg/kg nedves tömeg. Az adatok szerint az összes vizsgált minta esetében a kadmium tartalom jelentősen meghaladja a megengedett határértéket.

A magas értékek komoly egészségügyi kockázatot jelenthetnek a fogyasztók számára, mivel a kadmium mérgező nehézfém, amely káros hatással van az emberi szervezetre, különösen a vesékre, a csontokra és a légzőrendszerre.



## 14. táblázat

A zöldségnövények kadmium tartalma nedves és száraz tömegre számítva

(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

Zöldségnövények	Cd – Kadmium, mg/kg																			
	L		O		D		T		R		G		C		H		K		P	
	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*
Hónapos retek	1,46	1,56	1,09	1,21	0,59	0,63	0,60	0,63	0,92	1,04	1,04	1,10	0,79	0,84	0,94	1,03	0,72	0,76	1,38	1,68
Vöröshagyma szár																				
Vöröshagyma																				
Burgonya																				
Uborka													1,14	1,18			1,04	1,10		
Paradicsom			0,68	0,78	0,70	0,74	1,58	1,68	0,80	0,85	1,03	1,08			0,88	0,97			0,58	0,61
Közönséges veteménybab																				
Közönséges veteménybab héj																				
Közönséges paprika	0,63	0,68																		
Kismis Geliodor szőlő																				
Csemegekukorica																				

A 14. táblázat folytatása  
(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

Zöldségnövények	Cd – Kadmium, mg/kg																			
	A		B		M		U		I		S		N		J		F		E	
	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*
Hónapos retek	1,32	1,39	1,27	1,34	1,00	1,06	1,14	1,20	1,06	1,12										
Vöröshagyma szár											0,15	0,14								
Vöröshagyma											0,14	0,16								
Burgonya													0,26	0,29	0,60	0,70	0,61	0,69	0,55	0,66
Uborka	1,78	1,84	1,62	1,71	1,72	1,99														
Paradicsom									1,46	1,56							1,54	1,62	1,55	1,63
Közönséges veteménybab							0,69	0,74												
Közönséges veteménybab héj							0,77	0,94												
Közönséges paprika																				
Kismis Geliodor szőlő											0,82	0,90								
Csemegekukorica													0,76	0,87	0,91	1,14				

### **3.6.6 A termesztett zöldségnövények vas tartalmának vizsgálata**

A 15. táblázatban különböző zöldségfélék vastartalmának (Fe) adatait láthatjuk, mg/kg mértékegységben kifejezve. A vastartalom jelentős variabilitása figyelhető meg a különböző zöldségfajták között. Például a paradicsom vastartalma 56,52 és 162,47 mg/kg között változik. Ez a széles értéktartomány arra utal, hogy a zöldségek vastartalma nagymértékben függhet a specifikus termesztési körülményektől és az alkalmazott agronómiai kezelésektől.

A zöldségek vastartalmának variabilitása több tényezővel magyarázható, beleértve a talaj minőségét, a növényfajtát, a műtrágyázást, az öntözési gyakorlatot, valamint a betakarítási időpontot. A talaj ásványi összetétele és pH-ja befolyásolhatja a növények által felvehető vas mennyiségét. Ezenkívül a különböző zöldségfajták genetikailag eltérő képességgel rendelkezhetnek a vas felhalmozására. Az alkalmazott műtrágyák típusa és mennyisége, valamint az öntözés gyakorisága és mennyisége szintén hatással lehet a növények vastartalmára.

## 15. táblázat

A zöldségnyövények vas tartalma nedves és száraz tömegre számítva

(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

Zöldségnyövények	Fe - Vas, mg/kg																			
	L		O		D		T		R		G		C		H		K		P	
	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*
Hónapos retek	53,52	57,14	144,14	160,03	112,05	119,29	33,94	42,65	66,00	74,46	106,72	112,87	58,76	72,55	88,11	96,50	80,39	84,97	105,77	128,28
Vöröshagyma szár																				
Vöröshagyma																				
Burgonya																				
Uborka													55,00	57,11			88,36	93,35		
Paradicsom			74,89	86,80	150,97	160,92	56,52	60,17	115,13	121,65	75,83	79,49			91,50	100,32			143,19	151,11
Közönséges veteménybab																				
Közönséges veteménybab héj																				
Közönséges paprika	170,75	185,34																		
Kismis Geliodor szőlő																				
Csemegekukorica																				

A 15. táblázat folytatása  
(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

Zöldségnövények	Fe - Vas, mg/kg																			
	A		B		M		U		I		S		N		J		F		E	
	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*	n. t.*	sz. t.*
Hónapos retek	92,33	96,97	82,81	87,65	55,99	59,30	80,13	90,23	75,24	79,32										
Vöröshagyma szár											96,50	04,67								
Vöröshagyma											00,11	12,09								
Burgonya													24,44	39,18	20,68	41,66	54,20	61,24	226,29	73,69
Uborka	117,40	121,07	198,24	210,36	93,95	08,97														
Paradicsom									56,84	60,71							53,92	62,47	11,00	16,90
Közönséges veteménybab							64,75	69,01												
Közönséges veteménybab héj							48,41	59,41												
Közönséges paprika																				
Kismis Geliodor szőlő											44,99	49,26								
Csemegekukorica													32,43	37,42	05,26	32,44				

### **3.7 A talajok fizikai és kémiai tulajdonságainak összefüggése a zöldségnövények mikroelem-tartalmával: pH, vezetőképesség, klorid-ion és szervesanyag-tartalom**

A vizsgálati eredmények alapján korrelációs analízist végeztünk, hogy feltárjuk a talajtulajdonságok és a növényi összetétel közötti esetleges összefüggéseket (16. táblázat). A korrelációs együtthatók -1 és 1 közötti értékeket vehetnek fel:

- 1 tökéletes pozitív korrelációt jelent.
- -1 tökéletes negatív korrelációt jelent.
- 0 nincs korrelációt jelent.

Az 1-hez vagy -1-hez közeli értékek erős korrelációkat jeleznek, míg a 0-hoz közeli értékek gyenge korrelációkat jeleznek.

#### Termesztési évek:

A fólia alatti termesztés és a területen való termesztés évei között közepes pozitív korreláció van ( $r=0,33$ )

#### pH:

A pH negatív korrelációt mutat a fólia alatti termesztési évek számával ( $r=-0,24$ ).

A pH pozitív korrelációban van a talajban lévő réz mennyiségével ( $r=0,21$ ).

#### Elektromos vezetőképesség (EC):

Az EC pozitív korrelációban van a kloridionokkal ( $r=0,57$ ) és negatív korrelációban van a talajban lévő ólommal ( $r=-0,65$ ).

#### Klorid-ion:

A kloridionok pozitív korrelációban vannak az EC-vel ( $r=0,57$ ) és negatív korrelációban az ólommal ( $r=-0,68$ ).

#### Szerves anyag:

A szerves anyag erős pozitív korrelációban van a cinkkel ( $r=0,65$ ) és közepes negatív korrelációban az ólommal ( $r=-0,38$ ).

#### Talaj elemek:

##### **Cink (Zn):**

Erős pozitív korreláció a szerves anyaggal ( $r=0,65$ ).

Közepes negatív korreláció a kloridionokkal ( $r=-0,48$ ).

**Ólom (Pb):** Erős negatív korreláció az EC-vel ( $r=-0,65$ ), kloridionokkal ( $r=-0,68$ ), és közepes pozitív korreláció a cinkkel ( $r=0,67$ ).

**Réz (Cu):** Közepes pozitív korreláció a cinkkel ( $r=0,60$ ) és ólommal ( $r=0,49$ ).

**Mangán (Mn):** Erős pozitív korreláció az ólommal ( $r=0,76$ ) és a szerves anyaggal ( $r=0,23$ ).

**Kadmium (Cd):** Pozitív korreláció a cinkkel ( $r=0,63$ ) és ólommal ( $r=0,55$ ).

**Vas (Fe):** Erős pozitív korreláció az ólommal ( $r=0,80$ ), cinkkel ( $r=0,69$ ), és közepes pozitív korreláció a rézzel ( $r=0,52$ ).

#### Növényi elemek:

**Cink (Zn)** a hónapos retekben, paradicsomban és uborkában:

Közepes pozitív korreláció a fólia alatti termesztési évekkkel az uborka esetében ( $r=0,76$ ).

Általában gyenge korrelációk más változókkal.

**Ólom (Pb)** a hónapos retekben, paradicsomban és uborkában:

Gyenge korrelációk különböző növénytípusoknál.

**Réz (Cu)** a hónapos retekben, paradicsomban és uborkában:

Közepes negatív korreláció a fólia alatti termesztési évekkkel az uborka esetében ( $r=-0,54$ ).

**Mangán (Mn)** a hónapos retekben, paradicsomban és uborkában:

Gyenge korrelációk különböző növénytípusoknál.

**Kadmium (Cd)** a hónapos retekben, paradicsomban és uborkában:

Erős negatív korreláció a fólia alatti termesztési évekkkel az uborka esetében ( $r=-0,89$ ).

Általában gyenge korrelációk más változókkal.

**Vas (Fe)** a hónapos retekben, paradicsomban és uborkában:

Erős negatív korreláció a fólia alatti termesztési évekkkel az uborka esetében ( $r=-0,80$ ).

#### Figyelemre méltó erős korrelációk:

pH és kadmium az uborkában: Erős pozitív korreláció ( $r=0,96$ ).

Szerves anyag és cink: Erős pozitív korreláció ( $r=0,65$ ).

Ólom a talajban és cink: Erős pozitív korreláció ( $r=0,67$ ).

Kadmium az uborkában és fólia alatti termesztési évek: Erős negatív korreláció ( $r=-0,89$ ).

Vas a talajban és ólom: Erős pozitív korreláció ( $r=0,80$ ).

Tehát a talajban lévő fémek koncentrációja és a különböző növényekben való jelenlétük között szoros összefüggés van.

A termesztési évek száma és a termesztés módja (fóliás termesztés) jelentős hatással van mind a talaj, mind a növények fémtartalmára. A szerves anyag jelenléte a talajban döntő szerepet játszik a fémek koncentrációjában. A pH és az elektromos vezetőképesség szintén befolyásolja a fémek növények általi hozzáférhetőségét és felvételét.

Korrelációs mátrix  
(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

	Hány éve foglalkozik fólia alatti termesztéssel?	Hány éve termeszt ezen a területen?	pH	EC átlag, (mS)	Klorid-ion (mg/kg)	Szerves anyag	Cink (mg/kg talaj)	Ólom (mg/kg talaj)	Réz (mg/kg talaj)	Mangán (mg/kg talaj)	Kadmium (mg/kg talaj)	Vas (mg/kg talaj)	Cink (mg/kg hónapos retek)	Cink (mg/kg paradicsom)	Cink (mg/kg uborka)
Hány éve foglalkozik fólia alatti termesztéssel?	1,00														
Hány éve termeszt ezen a területen?	0,33	1,00													
pH	-0,24	0,27	1,00												
EC átlag, (mS)	-0,01	-0,12	-0,34	1,00											
Klorid-ion (mg/kg)	-0,09	0,06	-0,17	0,57	1,00										
Szerves anyag meghatározás izzítással	0,19	0,35	-0,04	-0,09	-0,38	1,00									
Cink (mg/kg talaj)	0,21	0,30	0,08	-0,39	-0,48	0,65	1,00								
Ólom (mg/kg talaj)	0,12	-0,03	0,19	-0,65	-0,68	0,45	0,67	1,00							
Réz (mg/kg talaj)	0,52	0,47	0,21	-0,16	-0,40	0,51	0,60	0,49	1,00						
Mangán (mg/kg talaj)	-0,12	0,02	0,24	-0,50	-0,35	0,23	0,58	0,76	0,33	1,00					
Kadmium (mg/kg talaj)	0,26	0,22	0,22	-0,39	-0,40	0,44	0,63	0,55	0,51	0,58	1,00				
Vas (mg/kg talaj)	0,13	0,26	0,35	-0,56	-0,49	0,48	0,69	0,80	0,52	0,80	0,71	1,00			
Cink (mg/kg hónapos retek)	0,10	-0,20	-0,25	0,02	-0,10	0,17	-0,04	-0,09	-0,01	-0,26	0,33	-0,08	1,00		
Cink (mg/kg paradicsom)	0,23	-0,19	0,08	-0,05	0,26	-0,30	-0,38	0,07	-0,32	-0,47	0,00	-0,07	0,19	1,00	
Cink (mg/kg uborka)	0,76	0,45	-0,54	-0,01	-0,56	0,78	0,52	0,63	0,87	-0,02	0,69	0,64	0,43		1,00
Ólom (mg/kg hónapos retek)	-0,08	0,02	0,05	-0,14	0,00	-0,07	-0,14	-0,24	-0,04	-0,13	0,32	-0,18	0,76	-0,37	-0,45
Ólom (mg/kg paradicsom)	-0,14	0,22	-0,32	0,44	0,26	0,30	0,51	-0,44	-0,46	-0,59	-0,30	0,00	-0,01	-0,14	
Ólom (mg/kg uborka)	0,08	-0,39	0,13	-0,33	0,02	0,06	-0,01	0,43	0,10	0,24	0,32	0,87	-0,45		0,52
Réz (mg/kg hónapos retek)	0,20	-0,39	-0,23	0,07	-0,20	0,13	-0,01	-0,01	-0,11	-0,27	0,25	0,04	0,75	0,63	0,79
Réz (mg/kg paradicsom)	-0,09	-0,61	-0,32	0,04	0,38	-0,02	-0,36	0,04	-0,52	0,27	0,25	-0,16	0,61	0,19	
Réz (mg/kg uborka)	-0,54	-0,46	0,26	0,11	0,65	-0,76	-0,57	-0,74	-0,73	-0,32	-0,79	-0,53	-0,38		-0,86
Mangán (mg/kg hónapos retek)	0,09	-0,61	-0,56	0,05	0,09	0,08	-0,22	0,04	-0,11	-0,13	-0,12	-0,21	-0,04	-0,12	0,23
Mangán (mg/kg paradicsom)	-0,30	-0,08	-0,06	0,53	0,77	0,56	-0,41	-0,42	-0,61	-0,68	-0,41	-0,36	-0,07	0,24	
Mangán (mg/kg uborka)	-0,58	-0,44	0,80	-0,35	0,21	-0,31	-0,26	0,35	-0,40	0,78	0,19	0,52	-0,63		0,06
Kadmium (mg/kg hónapos retek)	-0,08	-0,07	0,47	-0,26	0,07	-0,45	-0,30	-0,22	-0,11	0,23	0,31	0,13	0,10	-0,53	-0,66
Kadmium (mg/kg paradicsom)	0,08	0,29	0,47	-0,49	-0,16	0,02	0,23	0,49	-0,03	-0,02	0,30	0,57	0,30	0,20	
Kadmium (mg/kg uborka)	-0,89	-0,66	0,96	-0,42	0,33	-0,63	-0,34	-0,02	-0,87	0,73	-0,18	-0,06	-0,76		-0,66
Vas (mg/kg hónapos retek)	0,36	0,08	-0,49	0,36	0,57	-0,38	-0,40	-0,39	-0,18	-0,53	-0,41	-0,52	-0,06	-0,09	0,05
Vas (mg/kg paradicsom)	-0,20	-0,11	0,34	-0,20	-0,01	-0,49	-0,19	0,09	0,08	0,20	0,03	-0,07	-0,45	0,21	
Vas (mg/kg uborka)	-0,80	-0,45	0,53	0,22	0,87	-0,96	-0,82	-0,78	-0,87	-0,16	-0,88	-0,50	-0,47		-0,86



A 16. táblázat folytatása  
(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

	Ólom (mg/kg hónapos retek)	Ólom (mg/kg paradicsom)	Ólom (mg/kg uborka)	Réz (mg/kg hónapos retek)	Réz (mg/kg paradicsom)	Réz (mg/kg uborka)	Mangán (mg/kg hónapos retek)	Mangán (mg/kg paradicsom)	Mangán (mg/kg uborka)	Kadmium (mg/kg hónapos retek)	Kadmium (mg/kg paradicsom)	Kadmium (mg/kg uborka)	Vas (mg/kg hónapos retek)	Vas (mg/kg paradicsom)	Vas (mg/kg uborka)
Hány éve foglalkozik fólia alatti termesztéssel?															
Hány éve termeszt ezen a területen?															
pH															
EC átlag. (mS)															
Klorid-ion (mg/kg)															
Szerves anyag meghatározás izzítással															
Cink (mg/kg talaj)															
Ólom (mg/kg talaj)															
Réz (mg/kg talaj)															
Mangán (mg/kg talaj)															
Kadmium (mg/kg talaj)															
Vas (mg/kg talaj)															
Cink (mg/kg hónapos retek)															
Cink (mg/kg paradicsom)															
Cink (mg/kg uborka)															
Ólom (mg/kg hónapos retek)	1,00														
Ólom (mg/kg paradicsom)	-0,25	1,00													
Ólom (mg/kg uborka)	-0,89		1,00												
Réz (mg/kg hónapos retek)	0,25	0,16	0,39	1,00											
Réz (mg/kg paradicsom)	0,58	-0,12		0,22	1,00										
Réz (mg/kg uborka)	0,11		-0,25	-0,48		1,00									
Mangán (mg/kg hónapos retek)	-0,09	-0,64	0,70	0,02	0,41	0,09	1,00								
Mangán (mg/kg paradicsom)	-0,30	0,42		0,03	0,31		0,10	1,00							
Mangán (mg/kg uborka)	-0,22		0,54	-0,40		-0,27	0,05		1,00						
Kadmium (mg/kg hónapos retek)	0,49	-0,50	0,21	-0,03	0,05	0,53	0,08	-0,46	0,66	1,00					
Kadmium (mg/kg paradicsom)	0,25	0,08		0,00	0,41		-0,44	0,26		-0,38	1,00				
Kadmium (mg/kg uborka)	0,21		-0,09	-0,81		0,32	-0,12		0,65	0,89		1,00			
Vas (mg/kg hónapos retek)	-0,05	0,22	0,69	-0,04	-0,15	0,20	0,36	0,07	0,51	-0,11	-0,04	0,09	1,00		
Vas (mg/kg paradicsom)	-0,31	-0,59		-0,23	-0,22		0,12	-0,36		0,07	-0,30		-0,16	1,00	
Vas (mg/kg uborka)	0,20		-0,15	-0,73		0,91	-0,10		0,07	0,74		0,52	0,45		1,00

## ÖSSZEFOGLALÓ

A kutatás célja a zárt termesztési berendezésekben, fóliasátrokban található talajok állapotának vizsgálata volt Nagydobrony területén, ahol már hosszú ideje folyik ilyen jellegű növénytermesztés. Húsz fóliasátort vontunk be a kutatásba. Minden fóliasátorból négy talajmintát szedtünk meg 0-20 cm mélységből.

Kérdőívek segítségével adatokat gyűjtöttünk a termesztés körülményeiről. A gazdák többsége több mint öt éve foglalkozik fólia alatti termesztéssel, leggyakrabban retek, paradicsom és uborka termesztésével. A fóliasátrak többsége fémvázás, ahol a gazdák csepegtető öntözőrendszert használnak.

A talajok átlagos pH értéke 7,5, amit a hidrokarbonátos vizek lúgosító hatása okoz. A vezetőképesség (EC) alacsony, átlagosan 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ami kedvező a sóérzékeny növények számára. Azonban a klorid-ion koncentráció miatt figyelni kell a sótartalom csökkentésére. A talajok szerves anyag tartalma többnyire alacsony vagy közepes volt.

A talajminták cinkellátottsága közepes, réztartalmuk alacsony volt, míg a mangán- és ólomkoncentrációk szintén alacsonyak maradtak. Az ólom- és kadmiumkoncentrációk nem mutattak jelentős szennyezettséget.

A zöldségek mikroelem-tartalmának vizsgálata során kiderült, hogy több mintában a cink és ólom koncentrációja meghaladja a megengedett határértéket, ami egészségügyi kockázatot jelenthet a fogyasztók számára. A réztartalom is néhány esetben magasabb a megengedettnél. A vastartalom zöldségfajtáktól függően különböző, ami a termesztési körülményekkel és az agronómiai kezelésekkel is magyarázható.

Összességében a talajok állapota nem kielégítő, mivel a kémhatás és tápanyagellátottság többnyire a növények optimális határértékein kívül esik. A vizsgált zöldségek mikroelem-tartalma gyakran meghaladja a biztonságos határértékeket, ami komoly egészségügyi kockázatot jelenthet.

A korrelációs mátrix értékes betekintést nyújt a különböző talaj- és növényi paraméterek közötti kapcsolatokról. Az erős korrelációk közvetlen vagy fordított kapcsolatokat jeleznek, amelyek hasznosak lehetnek a talaj állapotának és a növények állapotának és termékenységének megértésében. Például a fólia alatti termesztési évek és a kadmium szintjének negatív korrelációja az uborkában felhalmozódási hatást jelez. Hasonlóképpen, a különböző elemek közötti erős korrelációk kiemelik a talajkémia összefüggéseit.

## РЕЗЮМЕ

Метою дослідження було вивчення стану ґрунтів у закритих ґрунтах, зокрема у плівкових теплицях у селі Велика Добронь, де вже тривалий час вирощують таким способом сільськогосподарські культури. До дослідження було включено 20 плівкових теплиць. З кожної теплиці взято чотири зразки ґрунту з глибини 0-20 см.

За допомогою анкет було опитано двадцять фермерів про умови вирощування. Більшість фермерів вирощують під плівкою більше п'яти років, найчастіше редиску, помідори та огірки. Більшість плівкових теплиць мають металевий каркас, де фермери використовують системи крапельного зрошення.

Середнє значення рН ґрунтів становить 7,5, що зумовлено дією лужних гідрокарбонатних вод. Електропровідність (ЕС) низька, в середньому 500 мкСм/см, що є сприятливим для чутливих до солі рослин. Однак через концентрацію хлорид-іонів слід подбати про зменшення засоленості. Вміст органічної речовини в ґрунтах був переважно від низького до середнього.

Вміст цинку в зразках ґрунту був середнім, вміст міді - низьким, а концентрації марганцю і свинцю також залишалися низькими. Концентрації свинцю та кадмію не показали значне забруднення.

Аналіз вмісту мікроелементів в овочах показав, що в декількох зразках концентрації цинку і свинцю перевищували гранично допустимі концентрації, що може становити ризик для здоров'я споживачів. Вміст міді в деяких випадках також перевищував допустимі норми. Вміст заліза змінюється залежно від сорту овочів, що також можна пояснити умовами вирощування та агротехнічними прийомами.

Загалом, стан ґрунтів є незадовільним, оскільки реакція ґрунтового розчину та вміст поживних речовин здебільшого не відповідає оптимальним параметрам для сільськогосподарських культур. Вміст мікроелементів у досліджуваних овочах часто перевищує гранично допустимі норми, що може становити серйозний ризик для здоров'я.

Кореляційна матриця надає цінну інформацію про взаємозв'язки між різними параметрами ґрунту та сільськогосподарських культур. Сильні кореляції вказують на прямі або зворотні зв'язки, які можуть бути корисними для розуміння родючості ґрунту, стану та розвитку рослин. Наприклад, негативна кореляція між роками вирощування під плівкою та рівнем кадмію в огірках свідчить про ефект

накопичення. Аналогічно, сильні кореляції між різними елементами підкреслюють взаємопов'язану природу хімії ґрунту.

## IRODALOMJEGYZÉK

1. ADRIANO, D. C. (1986a): Trace Elements in the Terrestrial Environment. Springer-Verlag. New York.
2. ADRIANO, D. C. (2001): Trace Elements in Terrestrial Environments. Biogeochemistry, Bioavailability and Risks of Metals. (2nd edn.). Springer-Verlag. New York.
3. ALLOWAY, B. J. (1990): Heavy Metals in Soils. Blackie and Son Ltd., Glasgow and London, and John Wiley and Sons. Inc., New York, 125-146.
4. BAKACSI, Z. – PÁSZTOR, L. – SZABÓ, J. – ÓRI, N. – KARUCZKA, A. – KRAMMER, Z. (2012): A Kreybig-féle felmérésből származó talajtani adatok módszertani elemzése. *Agrokémia és Talajtan*, 61 (1).
5. BALÁZS, S. (1997): Zöldségajtatás. Agrárszakoktatási Intézet, Budapest.
6. BALÁZS, S. (2000): A zöldségajtatás kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
7. BARANYI, B. (2009) szerk.: A Kárpát-medence régiói 11. – Kárpátalja, Dialóg Campus.
8. BOWEN, H. J. M (1982): Environmental chemistry, vol. 2. The Royal Society of Chemistry, Burlington House, London
9. BOWEN, H. J. M. (1979): Environmental chemistry of the elements. Academic Press. New York.
10. CSILLA, H. (2008). Fizikai-kémiai felmérési/monitoring módszerek. Lakanen-Erviöféle kivonat készítése talajból.  
Forrás: <https://mokka.hu/index.php/node/388>. (Letöltve: 2024.04.26).
11. CSOMA, Z. (2009): Általános talajtan- és talajföldrajz-gyakorlatok. Beregszász: II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola – Ungvár: PoliPrint.
12. FORRÓ-RÓZSA, E. (2014): Réz a talajban. *Acta Agronomica Óváriensis*, 56(1), Sopron, 97-108.
13. GICZI, ZS. – KALOCSAI, R. – LAKATOS, E. – DORKA-VONA, V. – TÓTH, E. A. (2018): Réz a mezőgazdaság nélkülözhetetlen eleme. *Acta Agronomica Óváriensis*, 59.2: 4-27.
14. GLITS, M. et al., (2005): Zöldségtermesztés termesztőberendezésekben. Mezőgazda.

15. GRÓSZ, G. (2010): Digitális képfeldolgozás alkalmazása üvegházi és szabadföldi kísérletek kiértékelésénél. PE – GK, Állat és Agrárkörnyezet-tudományi Doktori Iskola, Keszthely.
16. Győri, D. – Regiusné, M. Á. – Szabó, S. – Szentmihályi, S. (1987): Mikroelemek a mezőgazdaságban I. (esszenciális mikroelemek). Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
17. HELYES, L. – OMBÓDI, A. – PÉK, Z. (2006): Zöldségtermesztés I. (Általános rész). Szent István Egyetem, Gödöllő.
18. JUHÁSZ, V. (2021): A talajok mikroelem állapota a kárpátaljai-alföld természetvédelmi területein. Szakdolgozat. II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Biológia és Kémia Tanszék, Beregszász.
19. KABATA-PENDIAS, A. – PENDIAS, H. (1992): Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press. Boca Raton, Ann Arbor, London.
20. KABATA-PENDIAS, A. – PENDIAS, H. (2001): Trace Elements in Soils and Plants (3rd edition). CRC Press LLC. Boca Raton, London, New York, Washington, D.C.
21. KÁDÁR, I. – CSATHÓ, P. – MÁRTON, L. – SHALABY, M. H. – TURÁN, T. (2017): A főbb makro- és mikroelemek közötti kölcsönhatások kísérletes vizsgálata. MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Martonvásár.
22. KÁDÁR, I. – GONDOLA, I. (2003): Effect of environmental factors on tobacco leaves composition. In: Mikroelemek a táplálékláncban. (Szerk.: SIMON, L., SZILÁGYI, M.). Bessenyei György Könyvkiadó. Nyíregyháza. p. 125-133.
23. KÁDÁR, I. – SZEMES, I. (1994): A nyírlugosi tartamkísérlet 30 éve. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet.
24. KÁDÁR, I. (1991): A talajok és növények nehézfém tartalmának vizsgálata. KTM; MTA TAKI, Budapest.
25. KÁDÁR, I. (1995): A talaj-növény-állat-ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon. Akaprint. KTM, MTA TAKI, Budapest.
26. KÁDÁR, I. (2009): A talajszennyezés megítélése kutatói szemmel. 4. Agrokémia és Talajtan, 58(1), 149-168.
27. KÁDÁR, I. (2015): Összefüggések a talaj termékenysége és tápanyagellátottsága között. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet (MTA ATK TAKI), Budapest.
28. KOVÁCS, A. – TÓTHNÉ TASKOVICS, Zs. (2019): Korszerű zöldségajtatás c. tantárgy jegyzet. Neumann János Egyetemen, Kecskemét.

29. KOVÁCS, L. (2008): Kertészeti létesítmények. University Press, Marosvásárhely.
30. LEHOCZKY, E. – SZABADOS, I. – MARTH, P. – SZOMOLÁNYI, A. (1998a): Effect of liming on the heavy metal uptake of lettuce. *Agrokémia és Talajtan* 47:229-234.
31. LEHOCZKY, E. – SZABADOS, I. – MARTH, P. (1996): Cadmium content of plants as affected by soil cadmium concentration. *Communications in soil science and plant analysis*, 27(5-8), 1765-1777.
32. LEHOCZKY, É. (2003): A növényi kadmiumfelvétel tanulmányozása meszezési kísérletben. In: *Mikroelemek a táplálékláncban* (Szerk.: SIMON, L., SZILÁGYI, M.). Bessenyei György Könyvkiadó. Nyíregyháza. p. 157-165.
33. LIYAN, G. (2022): Soil Electrical Conductivity (EC): What's It, Why Important, How to Measure & More.  
Internet: <https://www.seedstudio.com/blog/2022/07/15/soil-electrical-conductivity/#sidr-nav> (Megtekintve: 2024.05.01.).
34. LOCH, J. – KISS, SZ. (2014): *Agrokémia BSc hallgatók számára*. Debreceni Egyetem. Agrár- és Műszaki Tudományok centruma, Mezőgazdaságtudományi Kar, Agrokémiai és Talajtani tanszék.
35. LOCH, J. – NOSTICZIUS, Á. (1992): *Agrokémia és növényvédelmi kémia*, Mezőgazda Kiadó, Budapest.
36. MANSOOR, S. – ALI, A. – KOUR, N. – BORNHORST, J. – ALHARBI, K. – RINKLEBE, J. – ABD EL MONEIM, D. – AHMAD, P. – CHUNG, Y. S. (2023): Heavy metal induced oxidative stress mitigation and ROS scavenging in plants. *Plants*, 12(16), 3003.
37. MCCAULEY, A. – JONES, C. – JACOBSEN, J. (2009): Plant nutrient functions and deficiency and toxicity symptoms. Nutrient management module No. 9. A self-study course from the MSU Extension Service Continuing Education Series. Published by Montana State University, 16.
38. MIHAL, Đ. – BRANKA, L. – ANĐELKO, B – AGNES, P. – VLADAN, M. – ŽARKO, I. – VIDA, T. (2009): *Zöldségfélék és dísznövények termesztése fedett területen*. Thurzó Lajos Közművelődési Központ, Zenta.
39. MOLNÁR, D. I.–TÓTH-OROSZ, E. (2020): *Decentralizáció Kárpátalján*. – Hodinka Antal Nyelvészeti Kutatóközpont, II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola.

40. MOLNÁR, J. – MOLNÁR, D. I. (2005): Kárpátalja népessége és magyarsága a népszámlálási és népmozgalmi adatok tükrében – Kárpátaljai Magyar Pedagógusszövetség Tankönyv- és Taneszköztanácsa, Beregszász.
41. MÓRICZ, K. (1995): Nagydobrony – Mandátum kiadó, Budapest.
42. NOSTICZIUS, Á. – LOCH, J. (2004): Agrokémia és növényvédelmi kémia, Mezőgazda Kiadó, Budapest.
43. OLIVEIRA, H. (2012): Chromium as an environmental pollutant: insights on induced plant toxicity. *J Bot* 2012:1.
44. PAIS, I. (1996): A nem-létfontosságú nyomelemek. Irodalmi áttekintés. Béres Rt. Budapest.
45. PÁL K-NÉ, (2002): Kadmium a környezetben. Környezetvédelmi Füzetek. Azonosító:2217. Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár. Budapest. Talajok izzítási veszteségének meghatározása. MSZ 15296:1999 4. fejezet.
46. PEREI, K. – PERNYESZI, T. – LAKATOS, GY. (2013): Biodimerizáció. Szegedi Tudományegyetem; Debreceni Tudományegyetem; Pécsi Tudományegyetem.
47. POURRUT, B. – SHAHID, M. – DUMAT, C. – WINTERTON, P. – PINELLI, E. (2011): Lead uptake, toxicity, and detoxification in plants. In: *Reviews of environmental contamination and toxicology*, vol 213. Springer, New York, pp 113–13.
48. RADICS, L. – BORSOS, J. – PUSZTAI, P. – SZEMÁN, L. – TOMPOSNÉ, L. V. (1994): Szántóföldi növénytermesztés. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem. Kertészeti Kar, Budapest.
49. RAKSHIT, A. – SINGH, H. B. – SINGH, A. K. – SINGH, U. S. – FRACETO, L. (EDS.). (2020): *New frontiers in stress management for durable agriculture*. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer.
50. SÁNDOR, G. (2021): Antropogén hatások talajtani következményeinek vizsgálata Debrecenben. Debreceni Egyetem; Természettudományi és Informatikai Doktori Tanács, Földtudományok Doktori Iskola, Debrecen.
51. SARKADI, J. –BALLA, A. – KÁDÁR, I. (1997): A növénytáplálás alapelvei és módszerei. Agrokémia és talajtan, Budapest.
52. SCHAEFER, G. L. – COSH, M. H. – JACKSON, T. J. (2007): The USDA natural resources conservation service soil climate analysis network (SCAN). *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 24(12), 2073-2077.
53. SCHMIDT, J. (2011): Földművelés. Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem, Magyarország.



54. SHKOLNYIK, N. Y. A. (1984): Trace elements in plants. Elsevier, Amsterdam.
55. SIMON, L. (2006): Toxikus elemek akkumulációja, fitoindikációja és fitoremediációja a talaj-növény rendszerben, Nyíregyháza.
56. SLEZÁK, K. A. (2001): Fehér termésű paprika sótűrése (Doctoral dissertation, Szent István Egyetem), Budapest.
57. SOLYMOS, K. – CSOMA, Z. (2019): A Kárpátaljai-alföld talajai felvehető cink tartalmának meghatározása és az ellátottság megítélése nemzetközi összehasonlításban. Науковий вісник Закарпатського угорського інституту ім. Ф. Ракоці II, 17.
58. SOLYMOS, K. (2018): Különböző extraháló szerek összehasonlító vizsgálata a kárpátaljai-alföld talajai felvehető cink, réz és mangán készletének jellemzésére. Szakdolgozat. II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Biológia és Kémia Tanszék, Beregszász.
59. STEFANOVITS, P. – FILEP, GY. – FÜLEKY, GY. (1999): Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
60. STEFANOVITS, P. (1981): Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 379 pp.
61. SUNDARAMOORTHY, P – CHIDAMBARAM, A. – GANESH, KS. – UNNIKANNAN, P. – BASKARAN, L. (2010): Chromium stress in paddy: (i) nutrient status of paddy under chromium stress; (ii) phytoremediation of chromium by aquatic and terrestrial weeds. C R Biol 333(8):597–607.
62. SZABÓ, S. A. – REGIUSNÉ, M. Á. – GYŐRI, D. (1994): Mikroelemek a mezőgazdaságban. III. Toxikus mikroelemek.
63. TAKÁCSNÉ, DR. HÁJOS, M. (2014): Zöldségajtatás. Agrár-és Gazdálkodástudományok Centruma Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Kertészettudományi Intézet, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen.
64. TÁNCZOS, I. (2019): A mikro- és mezoelemek szerepe a növénytermesztésben. Internet: <https://agraragazat.hu/hir/a-mikro-es-mezelemek-szerepe-a-novenytermesztesben/> (Megtekintve: 2024.02.16).
65. TARACZKÖZI, K. (2003): Nehézfémek a mezőgazdasági talajokban. Agrártudományi közlemények-Acta Agraria Debreceniensis, 10. Debrecen.
66. TERBE, I. (2017): Fólia alatti zöldségtermesztés. Szaktudás Kiadó Ház Zrt., Budapest.

67. TIWARI, S. – LATA, C. (2018): Heavy metal stress, signaling, and tolerance due to plant-associated microbes: an overview. *Front Plant Sci* 9:452.
68. VOLODIMIRA, É. (2023): A barna erdőtalajok és zöldségek mikroelem tartalma a Munkácsi járás területén. *Beregszász*
69. YAROSHEVSKY, A. A. (2006): Abundances of Chemical Elements in the Earth's Crust, *Geochemistry International*.
70. БЕЗДІЛЬ, Р. В. – ПУШКАРЬОЕА-БЕЗДІЛЬ, Т. М. – ЩЕТИНА, М. А. (2016): Вміст важких металів у відходах кролеферми та їх екологічно безпечна утилізація. *Науковий вісник НЛТУ України*, 26(1), 162-170.
71. ГЛУНЦОВ, Н. М. (1989): *Агрехимическая лаборатория овощевода*. М.: Росагропромиздат, стр. 127.
72. ГОРОДНІЙ, М. М. – ЛІСОВАЛ, А. П. – БИКІН, А. В. – СЕРДЮК, А. Г. – КАЛЕНСЬКИЙ, В. П. – БАЛАБАЙКО, В. Ф. – МАКАРЕНКО, В. М. – МАКАРЧУК, Ш.У. – МАЗУРКЕВИЧ, Л. І.– РОЗСТАЛЬНИЙ, В. Є. – ЯРИГІНА, Н. Я. – КУЛИКЬ, В. Д. – САМОХВАЛ, Є.Г. – ГЕНГАЛО, О. М. – БИКІНА, Н. М. – ГОНЧАР, О. М.(2005): *Агрехімічний аналіз*. – Арістей, Київ, стр. 132.
73. ДСТУ 4770.5:2007; ДСТУ 4770.7:2007 – ДСТУ 4770.8:2007: Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук Со, Ni, Сг у ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії.
74. ДСТУ 7533:2014 Ґрунти тепличні. Метод відбирання проб.
75. ДСТУ 7627:2014: Ґрунти тепличні. Визначення загальної засоленості. Кондуктометричний метод.
76. ДСТУ 7632:2014: Ґрунти тепличні. Метод визначення органічної речовини.
77. ДСТУ 7633:2014: Ґрунти тепличні. Методи визначення хлоридів.

### **Internetes források:**

INTERNET 1: CORTEVA AGRISCIENCE. (2018): Mikroelemek szerepe a növénytermesztésben.  
<https://www.corteva.hu/agronomiai-kozpont/Mikroelemek-szerepe-a-novenytermesztesben.html> (Megtekintve: 2023.09.13.).

INTERNET 2: HANNA INSTRUMENTS (2021): Electrical Conductivity of Soil: Mapping Soil Characteristics and Crop Productivity.

<https://blog.hannaservice.eu/electrical-conductivity-of-soil-mapping-soil-characteristics-and-crop-productivity/> (Megtekintve: 2023.11.20.).

INTERNET 3: K+S MINERALS AND AGRICULTURE GMBH (2019): Szántóföldi növények. Információk a szántóföldi növények kálium-, magnézium-, kén- és mikroelemtrágyázásához. A kálium és magnézium szakértője.

<https://www.ks-minerals-and-agriculture.com/shared/data/kali-fertiliser-broschures-pdf/broschures-hu/hu-field-crops-A4-0911.pdf> (Megtekintve: 2024.05.19.).

### **Jogszabályok**

6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet a földtani közeg és a felszín alatti víz szennyezéssel szembeni védelméhez szükséges határértékekről és a szennyezések méréséről.

ÚT 2-1.222:2006. Utak és autópályák létesítésének általános geotechnikai szabályai. Gazdasági és Közlekedési Minisztérium Közúti Közlekedési Főosztálya, Budapest.

## ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra	A növényi tápelemek felvehetősége és a talaj pH-értéke közötti kapcsolat	17
2. ábra	Fóliasátor	23
3. ábra	A legjelentősebb arányban termesztett zöldségfélék	27
4. ábra	Agilent Technologies 240 típusú atomabszorpciós spektrofotométer	32
5. ábra	Mikrohullámú roncsoló berendezés	33
6. ábra	Fólia alatti termesztéssel töltött évek	34
7. ábra	A fóliasátrak terület szerinti megoszlása	34
8. ábra	A fóliasátor jelenlegi helyén termesztéssel töltött évek aránya	35
9. ábra	Műtrágyahasználat	36
10. ábra	Termesztésre szánt növényfajták	37
11. ábra	Fóliák talajainak cinkkoncentrációi	45
12. ábra	Fóliák talajainak ólomkoncentrációi	46
13. ábra	Fóliák talajainak rézkoncentrációi	47
14. ábra	Fóliák talajainak mangánkoncentrációi	48
15. ábra	Fóliák talajainak kadmiumkoncentrációi	50
16. ábra	Fóliák talajainak vaskoncentrációi	51

## TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat	A vizsgált zöldségnövények.....	26
2. táblázat	A talajok vizes szuszpenzióban mért kémhatása alapján szerinti csoportosítás .....	27
3. táblázat	Hajtatásban mért EC és összessó értékek minősítése .....	28
4. táblázat	Zöldségfajok sótűrő képessége a Maas-Hoffman modell alapján .....	29
5. táblázat	A mikroelemellátottság megítélésére javasolt ideiglenes határértékek a Lakanen–Erviö-kivonószer használata esetén .....	32
6. táblázat	Mikroelemek maximálisan megengedett mennyisége a zöldségekben .....	33
7. táblázat	Zöldségnövények optimális pH tartománya.....	38
8. táblázat	Az átlagos vezetőképesség értékelése.....	40
9. táblázat	Az átlagos vezetőképesség és a növények sótűrési küszöbértékeinek összevetése.....	42
10. táblázat	A zöldségnövények cink tartalma nedves és száraz tömegre számítva .....	53
11. táblázat	A zöldségnövények ólom tartalma nedves és száraz tömegre számítva .....	56
12. táblázat	A zöldségnövények réz tartalma nedves és száraz tömegre számítva .....	59
13. táblázat	A zöldségnövények mangán tartalma nedves és száraz tömegre számítva .....	62
14. táblázat	A zöldségnövények kadmium tartalma nedves és száraz tömegre számítva.....	65
15. táblázat	A zöldségnövények vas tartalma nedves és száraz tömegre számítva.....	68
16. táblázat	Korrelációs mátrix .....	72

## MELLÉKLET

### 1. sz. melléklet

#### A kérdőíves lekérdezés eredményei és a talajmintákban mért pH értékek

(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

A fóliasátor kódja	Hány éve foglalkozik fólia alatti termesztéssel?	Hány éve termeszt ezen a területen?	1. minta	2. minta	3. minta	4. minta
A	7	7	7,8	7,8	7,9	8,0
C	21	9	7,4	7,6	7,2	7,1
I	9	9	7,3	7,5	7,0	7,5
O	30	4	7,1	7,1	6,8	6,5
J	20	20	7,5	7,3	7,4	7,4
N	5	5	7,5	7,2	7,4	7,2
H	3	3	7,2	7,4	7,0	7,3
S	13	5	7,1	7,3	7,0	7,3
G	17	2	7,0	7,5	7,3	7,3
M	11	11	7,4	7,7	7,8	7,7
U	20	20	7,4	6,4	7,4	7,8
B	7	7	7,6	7,8	7,6	7,7
L	12	12	7,7	7,6	7,7	7,9
T	15	15	7,4	7,5	7,7	7,2
P	10	10	7,2	7,7	8,0	7,7
E	15	15	8,4	8,4	8,4	8,3
K	17	17	7,5	7,7	7,1	7,0
R	18	18	7,4	7,5	7,5	7,6
F	20	4	7,7	7,6	7,6	7,5
D	3	3	7,6	7,6	7,0	7,0

## A talajmintákban mért vezetőképesség (EC) értékek

(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

A fóliasátor kódja	1. minta	2. minta	3. minta	4. minta	Átlag
	μS/cm				
<b>A</b>	418	260	401	399	369,5
<b>C</b>	293	248	140,8	422	275,95
<b>I</b>	715	351	421	323	452,5
<b>O</b>	845	686	873	793,5	799,375
<b>J</b>	158,5	128,7	118,2	121,3	131,675
<b>N</b>	432	334	220	595	395,25
<b>H</b>	1204	1754	609	855	1105,5
<b>S</b>	374	356	340	170	310
<b>G</b>	943	793	438	221	598,75
<b>M</b>	519	327	307	431	396
<b>U</b>	349	313	1487	434	645,75
<b>B</b>	759	300	752	350	540,25
<b>L</b>	327	289	222	254	273
<b>T</b>	1143	585	328	737	698,25
<b>P</b>	1017	1021	442	305	696,25
<b>E</b>	368	450	338	353	377,25
<b>K</b>	884	305	1413	648	812,5
<b>R</b>	1433	336	331	893	748,25
<b>F</b>	803	605	284	387	519,75
<b>D</b>	1001	311	316	392	505

## A talajmintákban mért klorid-ionok eredményei

(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

A fóliasátor kódja	1. minta	2. minta	3. minta	4. minta	Átlag
	(mg/kg)				
<b>A</b>	470,776	107,768	90,752	300,616	242,478
<b>C</b>	34,032	62,392	39,704	90,752	56,72
<b>I</b>	107,768	73,736	85,08	56,72	80,826
<b>O</b>	243,896	158,816	198,52	73,736	168,742
<b>J</b>	17,016	28,36	39,704	56,72	35,45
<b>N</b>	153,144	62,392	124,784	232,552	143,218
<b>H</b>	482,12	754,376	204,192	192,848	408,384
<b>S</b>	181,504	119,112	136,128	90,752	131,874
<b>G</b>	164,488	153,144	107,768	85,08	127,62
<b>M</b>	283,6	68,064	68,064	73,736	123,366
<b>U</b>	272,256	158,816	555,856	1293,22	570,036
<b>B</b>	470,776	215,536	442,416	158,816	321,886
<b>L</b>	62,392	51,048	45,376	79,408	59,556
<b>T</b>	311,96	136,128	68,064	192,848	177,25
<b>P</b>	175,832	192,848	39,704	73,736	120,53
<b>E</b>	141,8	90,752	39,704	107,768	95,006
<b>K</b>	181,504	79,408	521,824	130,456	228,298
<b>R</b>	311,96	62,392	51,048	187,176	153,144
<b>F</b>	345,992	181,504	130,456	158,816	204,192
<b>D</b>	181,504	209,864	56,72	107,768	138,964



## Az első termésekből származó minták nedvességtartalma

(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

№	Az üres tégely tömege, g	Tégely + minta tömege, g	Tégely + minta tömege szárítás után, g	Növényminta nedvesség tartalma, %	Növényminta átlag nedvesség tartalma (2 mérés esetén), %	Növényminta szárazanyag tartalma, %	Növényminta átlag szárazanyag tartalma (2 mérés esetén), %
A	22,02	50,75	23,29	95,58	95,21	4,42	4,79
C	31,72	58,03	33,07	94,84	94,77	5,16	5,23
I	27,54	54,84	28,98	94,70	94,86	5,30	5,14
O	21,92	41,79	22,91	95,02	90,07	4,98	9,93
J	31,82	58,04	35,72	85,13	85,19	14,87	14,81
N	30,45	61,75	35,07	85,25	89,41	14,75	10,59
H	27,51	51,15	29,03	93,58	91,31	6,42	8,69
S	35,25	54,35	37,35	89,04	89,31	10,96	10,69
S h.sz.	32,36	39,40	33,09	89,59	92,19	10,41	7,81
G	31,88	50,75	32,87	94,80	94,55	5,20	5,45
M	24,29	36,33	24,97	94,31	94,43	5,69	5,57
U	27,60	50,92	28,88	94,54	94,69	5,46	5,31
B	22,64	51,60	24,14	94,84	94,48	5,16	5,52
L	23,22	40,20	24,22	94,12	93,67	5,88	6,33
T	22,56	36,10	23,48	93,22	93,89	6,78	6,11
P	31,46	60,37	33,03	94,57	82,46	5,43	17,54
E	21,13	56,27	31,55	70,34	82,68	29,66	17,32
K	31,70	58,09	33,01	95,02	94,61	4,98	5,39
R	32,50	54,94	33,80	94,21	88,64	5,79	11,36
F	27,42	59,31	32,81	83,08	88,50	16,92	11,50
D	22,16	38,05	23,13	93,93	93,93	6,07	6,07

## A másodtermésekből származó minták nedvességtartalma

(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

№	Az üres tégely tömege, g	Tégely + minta tömege, g	Tégely + minta tömege szárítás után, g	Növénymint a nedvesség tartalma, %	Növényminta átlag nedvesség tartalma (2 mérés esetén), %	Növényminta szárazanyag tartalma, %	Növényminta átlag szárazanyag tartalma (2 mérés esetén), %
A	26,72	70,77	28,25	96,52	96,97	3,48	3,03
C	23,40	67,11	24,53	97,41	96,30	2,59	3,70
I	32,05	81,34	34,42	95,19	93,63	4,81	6,37
O	38,79	91,22	42,95	92,07	86,28	7,93	13,72
J	26,61	49,85	31,15	80,49	79,48	19,51	20,52
N	31,42	60,77	37,74	78,46	86,66	21,54	13,34
H	23,33	59,32	25,17	94,86	91,21	5,14	8,79
S	32,53	92,65	40,01	87,56	91,34	12,44	8,66
G	27,40	74,93	29,72	95,12	95,39	4,88	4,61
M	29,87	72,51	31,72	95,67	93,27	4,33	6,73
U	27,89	47,92	29,72	90,87	93,82	9,13	6,18
B	33,10	75,76	34,48	96,78	94,24	3,22	5,76
L	24,12	85,28	29,19	91,70	92,13	8,30	7,87
T	27,32	53,47	29,27	92,56	93,93	7,44	6,07
P	29,37	75,47	31,53	95,30	94,76	4,70	5,24
E	28,42	83,89	31,63	94,21	94,95	5,79	5,05
K	34,90	92,42	37,38	95,69	94,66	4,31	5,34
R	28,05	92,74	32,18	93,62	94,64	6,38	5,36
F	30,93	81,20	33,11	95,65	94,74	4,35	5,26
D	31,70	86,21	35,07	93,82	93,82	6,18	6,18

## Az izzítási veszteség értékei a talajmintákban

(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

A minta megnevezése	Az üres tégely tömege, g	A tégely és a minta tömege, g	A tégely és a minta tömege a szárítás után (szárazanyag), g	A tégely és a minta tömege az izzítás után (hamuanyag), g	Nedvességtartalom, %	Szárazanyag tartalom, %	Szerves anyag tartalom, %	Ásványi anyag tartalom, %
Név	$m_0$	$m_1$	$m_2$	$m_3$	$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \cdot 100$	$M = 100 - W$	$O = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_0} \cdot 100$	$P = 100 - O$
A	118,4867	193,9039	178,6052	175,9582	20,2854	79,7146	4,403	95,597
C	113,4351	188,4718	172,1976	167,3341	21,6883	78,3117	8,2765	91,7235
I	109,5639	184,6016	171,1715	167,1505	17,8978	82,1022	6,5268	93,4732
O	41,89	72,6764	69,7801	68,4047	9,4077	90,5923	4,9315	95,0685
J	119,611	194,6949	177,8027	172,7349	22,4978	77,5022	8,7088	91,2912
N	36,5555	67,1902	62,0782	61,1433	16,687	83,313	3,663	96,337
H	135,9948	209,0807	195,6579	191,3195	18,3658	81,6342	7,2715	92,7285
S	112,811	188,074	176,9733	174,1876	14,7492	85,2508	4,3417	95,6583
G	118,0278	193,0971	179,4404	176,2401	18,1921	81,8079	5,2112	94,7888
M	126,4114	201,7972	185,3777	181,748	21,7806	78,2194	6,1555	93,8445
U	130,7572	205,8173	190,8894	188,2405	19,8879	80,1121	4,1304	95,8696
B	131,2407	206,7328	192,2364	188,729	19,2025	80,7975	2,6725	97,3275
L	46,1887	76,2645	69,9111	68,684	21,1246	78,8754	5,1728	94,8272
T	44,1321	74,4188	68,1168	66,7693	20,8078	79,1922	5,6182	94,3818
P	102,5605	177,6525	164,6311	161,3362	17,3406	82,6594	5,3083	94,6917
E	125,0414	200,1406	188,7701	184,7256	15,1406	84,8594	6,3464	93,6536
K	132,779	207,8084	195,3944	191,4907	16,5455	83,4545	6,2344	93,7656
R	111,4692	186,8969	172,8453	169,3484	18,6292	81,3708	5,6975	94,3025
F	115,1412	190,1592	177,793	175,5917	16,4843	83,5157	3,5136	96,4864
D	115,0214	190,2713	176,4495	173,3618	18,3679	81,6321	5,0265	94,9735

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném kifejezni mély hálámat mindazok felé, akik nélkül ez a diplomamunka nem ölthetett volna ilyen formát, vagy talán meg sem született volna.

Először is szeretném kifejezni hálámat és köszönetemet, témavezetőmnek, Dr. Csoma Zoltánnak, aki nemcsak segítette munkámat, hanem teljes mértékben elkötelezett támogatóként működött közre a szakirodalom összegyűjtésében, az adatok feldolgozásában és kiértékelésében. Hálás vagyok a rengeteg segítségért, a türelméért, a folyamatos figyelmességért, hogy szakmailag és emberileg is támogatott, valamint a sok hasznos tanácsért, amik mélyen befolyásolták szakmai fejlődésemet.

Külön köszönetet mondanék Bak Évának, a Biológia és Kémia Tanszék adjunktusának, aki szintén nagy szerepet játszott ezen diplomamunka létrejöttében.

Emellett nem hagyhatom figyelmen kívül családom és barátaim támogatását, akik végig mellettem álltak, bátorítottak és szeretettel, valamint türelemmel segítették tanulmányaimat. Köszönettel tartozom nekik azért, hogy hozzájárultak a sikerhez és inspiráltak a kitartásra.

# Звіт про перевірку схожості тексту Oxsico

Назва документа:

Juhász 2024.pdf

Ким подано:

Михайло Філеп

Дата перевірки:

2024-06-07 09:49:18

Дата звіту:

2024-06-07 10:31:45

Ким перевірено:

I + U + DB + P + DOI

Кількість сторінок:

67

Кількість слів:

14769

<b>Схожість 5%</b>	Збір: <b>27 джерела</b>	Вилучено: <b>0 джерела</b>
Інтернет: <b>19 джерела</b>	DOI: <b>0 джерела</b>	База даних: <b>0 джерела</b>
<b>Перефразовування 1%</b>	Кількість: <b>16 джерела</b>	Перефразовано: <b>293 слова</b>
<b>Цитування 27%</b>	Цитування: <b>362</b>	Всього використано слів:
<b>Включення 0%</b>	Кількість: <b>2 включення</b>	<b>58532</b> Всього використано слів: <b>32</b>
<b>Питання 0%</b>	Замінені символи: <b>0</b>	Інший сценарій: <b>11 слова</b>