



Varga Damir

TRÁGYÁZÁSI ÚTMUTATÓ A SZÁNTÓFÖLDI NÖVÉNYEK ÉS ZÖLDSÉGFÉLÉK TERMESZTÉSÉHEZ



Szabadka, 2015.

Tartalomjegyzék

ELŐSZÓ	3
AZ ELEMEEK JELENTŐSÉGE A NÖVÉNYEK TÁPLÁLÁSÁBAN	4
Makroelemek	5
Mikroelemek	8
A TALAJVIZSGÁLAT JELENTŐSÉGE	10
TALAJMINTAVÉTEL	10
A TALAJVIZSGÁLAT EREDMÉNYEINEK ELEMZÉSE	13
A talaj kémhatása	14
A CaCO ₃ tartalom	15
A humusz	15
Az összes nitrogén	16
Foszfor és kálium	17
SZÁNTÓFÖLDI NÖVÉNYEK TRÁGYÁZÁSA	20
Őszi és tavaszi vetésű kalászosok trágyázása	20
Az olajrepce trágyázása	22
A kukorica trágyázása	22
A napraforgó trágyázása	24
A szója trágyázása	24
A lucerna trágyázása	24
ZÖLDSÉGFÉLÉK TRÁGYÁZÁSA	25
Nitrátok és nitritek zöldségfélékben	25
A zöldségfélék tápanyagigénye	27
FELHASZNÁLT FORRÁSOK	30

ELŐSZÓ

A növény gyökérrendszere kötve van a talajhoz, amelyből a vizet és a tápanyagot veszi fel. A magas hozam eléréséhez a növénynek elegendő tápanyagot kell adni. A földben a tápanyag eltérő mennyiségben jelenik meg, a növények pedig különböző gyorsasággal használják azokat fel. A talajban levő könnyen felvehető tápanyagok mennyisége korlátozva van, terméssel, erózióval, kimosódással a talajból elveszik. Azért kell ismerni a talaj tápelem-ellátottságát hogy a hiányzókat megfelelő trágyák adagolásával pótolni lehessen. Így a növényeket racionálisan lehet táplálni, ami az adott agro-ökológiai feltételekben a lehető legmagasabb termést biztosítja, környezetbarát és a költségeket csökkenti.

Annak érdekében, hogy a trágyázásra megfelelő szaktanács legyen megadva, szükségünk van a talajvizsgálat eredményeire.

A Földművelésügyi és Környezetvédelmi Minisztérium és a Mezőgazdasági, Vízgazdálkodási és Erdészeti Tartományi Titkárság az elmúlt tíz évben jelentős pénzüsszegeket fektetett be a talaj termékenységének vizsgálatába, a mezőgazdasági termelők számára ingyenes akció végrehajtásához. Az akciót számos helyi önkormányzat is támogatta.

A talaj termékenységének vizsgálatát a Mezőgazdasági Szak- és Tanácsadó-szolgálatok és az Újvidéki Szántóföldi Növény és Zöldségfélék Termesztési Intézete irányították. Tízezernél több talajminta lett kivizsgálva, az analízis adatai lehetővé tették hogy betekintést nyerjünk a talaj termékenységébe és megfelelő trágyázási szaktanácsot adjunk.

Ez a kézikönyv a Mezőgazdasági szakszolgálat Szabadka RT és a Szabadka város helyi önkormányzat együttműködése során készült, azzal a céllal hogy a mezőgazdasági termelők számára választ adjon a növényi tápelemekkel foglalkozó kérdésekre, és hogy segítséget nyújtson a talajvizsgálat eredményeinek értelmezésében. Ezzel serkenteni szeretnénk a növénytermesztés fejlődését, a mezőgazdászok nyereségét, s így a gazdasági helyzetüket, valamint a faluk gazdasági helyzetét.

AZ ELEMÉK JELENTŐSÉGE A NÖVÉNYEK TÁPLÁLÁSÁBAN

Az ásványi anyagok a növény tápanyagai, minden növény összetételében szerepelnek. Az adatok alapján amelyek rendelkezésre állnak a növények normális növekedése és fejlődése 17 elemet igényel, amelyeket létfontosságú vagy esszenciális elemnek nevezünk. Ha a növény táplálásában ez elemek hiányoznak, akkor számos olyan fiziológiai rendellenesség lép fel, amelyet vizuálisan a növény anatómiai és morfológiai változásaiban lehet megfigyelni. Akut hiány esetében a növény nem tudja befejezni az élet ciklusát.

A növényben lévő mennyiségük alapján a tápelemeket fell lehet osztani:

makroelemekre (>1%) és

mikroelemekre (<1%).

Az 1. táblázatban a létfontosságú elemek, a formájuk amely a növény számára hozzáférhető, és azok tartalma a növények szárazanyagában van bemutatva.

1. táblázat

A növény tápeleme	Vegyjele	A forma amely hozzáférhető a növény számára	Az elem tömegszázaléka (%) a növény szárazanyagában
Szén	C	CO ₂	45
Hidrogén	H	H ₂ O	6
Oxigén	O	CO ₂ , H ₂ O, O ₂	45
Makroelemek			
Nitrogén	N	NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻	1,5
Foszfor	P	HPO ₄ ²⁻ , H ₂ PO ₄ ⁻	0,2
Kálium	K	K ⁺	1,0
Kalcium	Ca	Ca ²⁺	0,5
Magnézium	Mg	Mg ²⁺	0,2
Kén	S	SO ₃ ²⁻ , SO ₄ ²⁻	0,1
Mikroelemek			
Vas	Fe	Fe ²⁺ , Fe ³⁺	0,02
Mangán	Mn	Mn ²⁺ , Mn ³⁺	0,05
Réz	Cu	Cu ⁺ , Cu ²⁺	0,002
Cink	Zn	Zn ²⁺	0,002
Molibdén	Mo	MoO ₄ ²⁻	< 0,0001
Bór	B	H ₂ BO ₃ ⁻	0,002
Klór	Cl	Cl ⁻	< 0,0001

A növény olyan elemeket is tartalmaz amelyek nem nélkülözhetetlenek, és amelyek nélkül be tudja fejezni az élet ciklusát. Hasznos elemeknek nevezzük azokat amelyeknek bizonyos koncentrációja serkenti a növény növekedését és fejlődését, oda tartozik a kobalt (Co), nátrium (Na), szilícium (Si), alumínium (Al), szelén (Se) és a vanádium (V).

A makroelemeknek különböző gazdasági jelentőségük van. A szén, az oxigén és a hidrogén ritkán korlátozzák a termés mennyiségét, mert a növény a természetben azokat mindig elegendő mennyiségben találja meg. Ellentétben, a többi létfontosságú elem, különösen a nitrogén, foszfor és kálium, gyakran korlátozzák a növények növekedését és fejlődését.

A felső talajrétegben, amelyet a növény gyökérzete legnagyobb része hatja át, a nitrogén, foszfor és kálium is nagy mennyiségben jelenik meg, de legnagyobb részük olyan formában amely megközelíthetetlen a növény számára. Évről évre csak egy kevés változik át

vízben oldható sóra amelyet a növény táplálkozásra felhasználhat. Ezért ezeket a létfontosságú elemeket trágyázással pótolni kell.

Makroelemek

A **nitrogén (N)** a növény életének sok fontos vegyületében szerepel, mint például a fehérjében, nukleinsavban, és a klorofillban. Pozitív hatása van a levélfelület fejlődésére és fotoszintetikus aktivitására, ugyanakkor meghosszabbítja a levél élethosszát, vagyis fiziológiai aktivitását. Befolyásolja a növény növekedését és fejlődését, a hiánya vagy a feleslege különböző hatást gyakorol a gyökerek és hajtások növekedésére. A nitrogén többlete a növény föld feletti részeit gyorsabban növeli mint a gyökért, és csökkenti a növények ellenállását a szárazságra. A nitrogén nagyobb mennyisége csökkenti a növény ellenállását az alacsony hőmérsékletre és betegségekkel szemben. Amikor a növény több nitrogént kap akkor gyorsabbodik a transpiráció, vagyis több vizet használ fel a szárazanyag keletkezéséhez. Emiatt nagy nyári szárazságban a nitrogénnel gazdag trágyázás negatív hatással van a termésre.

A nitrogén hiánya csökkenti a növény növekedését. A gabonafélék kevésbé bokrosodnak és rövidebb a kalászuk. A levelek kisebbek és keskenyebbek, különösen a búza fiatalabb levelei. A gyökérzet meghosszabbodik, és gyengébben ágasodik. A nitrogén hiánya sürgeti a növényi sejtek és szövetek öregedését, és ezáltal lerövidíti a tenyészidőszakot, a termés kisebb és gyengébb minőségű lesz.



1. kép A nitrogénhiány tünetei

A **foszfor (P)** részt vesz a nukleotidák, nukleinsavak, és foszfolipidek felépítésében, sok foszfort tartalmazó vegyület a fotoszintézis folyamatában, a légzésben, vagyis a növényélet folyamatában vesz részt. A szaporítószervek létrehozásakor a foszfor vegetatív szervekből (szár és levél) a magba költözik, így a termés jelentős mennyiségű foszfort visz ki a talajból. A növények foszforigénye különösen nagy a növekedési és fejlődési szakasz legkorábbi fázisaiban, valamint a periódusban amelyben képződnek a szaporítószervek.

A foszfor hiánya általában lúgos meszes vagy rendkívül savas talajban jelentkezik, és olyan talajban amely erőteljesen mezőgazdasági termelésre van felhasználva. Az első hiánytünetek a nyár közepén idősebb leveleken jelentkeznek. A levél kisebb, gyakran sötétzöld, vagy az antociánok felhalmozódásának köszönhetően bronz színű lesz a levéllemez, a levélnyél pedig vörös. A foszforhiány csökkenti a gyökerek növekedését, a gabonafélék kevésbé bokrosodnak, észrevehetően csökken a szár növekedése, amely puha lesz és veszíti ellenállóképességét. A növényeknél ezek a változások jelentős termésvesztességet idézhetnek elő.

A foszfor legismertebb hiánytünete a kukoricalévél tavasszi vörösödése és az őszi kalászosok vörösödése ősszel. Ezek a tünetek a hidegérzékenység miatt fordulnak elő. A talaj alacsony hőmérséklete csökkenti a gyökér fiziológiai aktivitását, ezáltal csökkentve a foszfor elfogadását is és ugyanakkor a foszfor tartalmát a föld feletti részekben a növényben lefolyó anyagcsere miatt. A kukorica vörösödése kifejezettebb annál a hibridnél amely délről származó



beltenyészett vonalból ered, és korábbi FAO csoport létrehozásához van használva. Átmeneti jelenség, és nincs nagy hatása a termésre. Ez a jelenség a paradicsomnál is el van terjedve.

A természetben ritkán lehet észlelni a felesleges foszfor közvetlen negatív hatását. A feleslege a növényben cink-, vas-, kalcium-, bór- és mangán-hiányt okozhat. A többlet esetében a foszfort tartalmazó műtrágyák kihagyása mellett, tanácsos a talaj mélyszántását elvégezni, mert alacsony mobilitása miatt a foszfor a felső szántóföldi rétegben halmozódik fel.

A foszfor megnöveszti a növény ellenállóképességét alacsony hőmérsékletre, betegségekre és megdőléssel szemben, vagyis a nitrogénhez viszonyítva ellenkező

2. kép A kukoricalevél vörösödése hatása van. Foszfor túlsúlyos műtrágyák alkalmazásával részben enyhíteni lehet a nitrogén többletének negatív hatását.

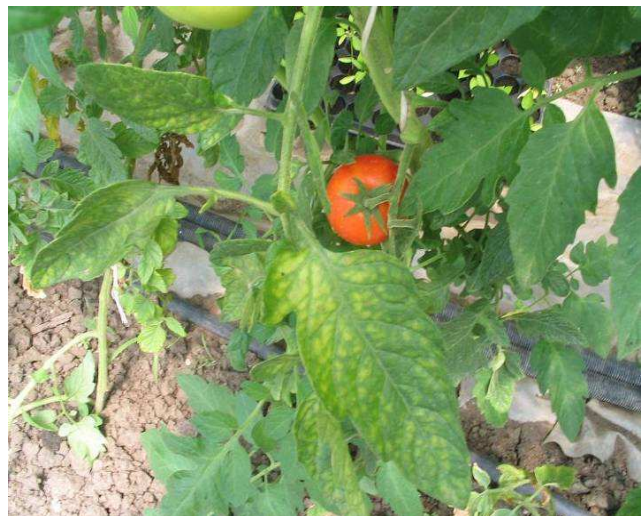
A **kálium (K)** a többi makro- és mikroelemtől abban különbözik hogy nem alkot szerves vegyületet. A fotoszintézisre van hatása, a fehérjék szintézisére, a szénhidrátok szállítására és felhalmozására, a víztartalomra, és növeli a növény ellenállóképességét alacsony hőmérséklet és betegségek szemben. Amikor a növény optimálisan el van látva káliummal kevesebb vizet fogyaszt a szerves anyag szintézisére, vagyis kisebb a transzpirációs együttható.

Nagyobb kálium mennyiséget követel a cukorrépa, kukorica, burgonya, napraforgó, lucerna, dohány, hajdina, spenót, paradicsom és minden gyümölcs. Ezek a növények kedvezően reagálnak a kálium-trágyázásra amikor kálium-hiányjuk van. A vegetációs időszak első felében a kálium iránti igény a legmagasabb, mert abban a szakaszban növekednek intenzívan a vegetatív szervek.

A kálium hiánya leggyakrabban a homokos, meszes és agyagos talajon jelentkezik. Az első tünetek az idősebb leveleken jelennek meg. A szár és a gyökér szerkezetét is befolyásolja. A szár rövidebb és vékonyabb, a gyökér pedig rövidebb lesz, rosszul elágazot, és kevesebb gyökérszőrrel rendelkezik. A tünetek a levelek tetején és szélén nekrozis formájában jelennek meg, az elhalt sárgás-barna vagy sötétbarna foltok száma fokozatosan emelkedik, végül a nekrozis nagyobb levélfelületen szétterjed, ami extrém esetben a levelek korai hullásához vezethet.

A **magnézium (Mg)** a klorofill nagyon fontos összetevője, központi atom a klorofillben, meghatározza a zöld színt, és fontos szerepet játszik a fotoszintézisben. Fontos a riboszómák funkciójában, a tartalékanyagok és az energia forgalmában, a növények normális növekedésében és fejlődésében.

A homokos talajra jellegzetes az alacsonyabb magnézium tartalom. A növényen a hiány tünetei akkor is felléphetnek amikor a talajban elegendő magnézium van. A növények által elfogadot magnézium ionok mennyisége lényegesen csökken a kálium-, kalcium-, nátrium- és ammóniumionok antagonizmusa miatt.



3. kép Magnézium hiánytünetei a paradicsomon

Magnézium- és a nátriumionok között az antagonizmus leggyakrabban akkor fordul elő, amikor az öntözővíz nagyobb nátrium mennyiséget tartalmaz. A magnéziumhiány első tünetei az idősebb leveleken figyelhetők meg. Amikor gyors a növény növekedése a tünetek fiatal leveleken is előfordulhatnak klorózis formájában, amely először a levélerezet között jelenik meg, majd a teljes levelet fedi le. Szélsőséges esetekben a levelek lehullásához is vezethet.

A természetben ritkán fordul elő a magnézium feleslege. A kalcium hiányát okozza, ami miatt a gyökérszövetben és a föld feletti növényi szerveken tüneteket okoz amelyek hasonlítanak a kalcium hiánytüneteikhez.

A **kalcium (Ca)** a protoplazma fizikai és kémiai tulajdonságait, a sejtmembránok stabilitását és az enzimaktivitást befolyásolja. Fontos a talaj szerkezetében és kémhatásában.

A természetben ritkán jelenik meg a növényben a kalcium hiánya. A túl magas relatív páratartalom miatt (üvegházakban) jelenik meg. Továbbá, a hiányát ionok antagonizmusa is okozhatja abban az esetben, hogy ha a rendelkezésre álló kálium-, magnézium- vagy ammónium-ionok koncentrációja a talajban túl magas. Ekkor jelentősen romlik a növény képessége hogy a kalciumot felvegye. Alacsony mobilitása miatt az első hiánytünetek a növény legfiatalabb részein figyelhetők meg. A növény bokrosodik és lemarad a növekedéséről. Az almafák termésén a kalciumhiány keserű foltok megjelenésével nyilvánul meg. Ha a gyümölcsfa M-9 alanya van oltva akkor a termése több kalciumot tartalmaz és jobban ellenáll ennek a jelenségnek. A paprika és a paradicsom bogyókon rothadnak a csúcsok, mert hiány van a kalciumból amely szükséges a sejtmembrán falai formálásához.



4. kép Paprika bogyó csúcsrothadása

A növények eltérően reagálnak a kalcium jelenlétére a talajban. Egyes növényfajok (a hüvelyesek legnagyobb része) sok kalciumot igényel, míg mások nem tűrik a kalcium nagy mennyiségét a talajban. Vannak olyan növényfajok is (gabonafélék), amelyek toleránsak a talajban levő kalcium különböző mennyiségére.

Néha szükséges elvégezni a savas talaj meszezését, de nagyon óvatosan, mert a túlzott meszezésnek káros hatása van a kálium, magnézium, cink, mangán, vas, bór és réz elfogadására.

A **kén (S)** a növényben sok vegyületét és enzimét alkot. Az aminosavak - cisztein, cisztein és metionin strukturális része, és lényeges a fehérjék kialakulásában. A növény kén iránti igényének jelentős részét a légkörből lehet kielégíteni, vagy olyan ásványi műtrágyák és növényvédő szerek használatával amelyekben kén van. A talaj általában elegendő ként tartalmaz, ezért leggyakrabban nincs szükség a növények trágyázására.

Több ként igényel a káposzta, repcse, vöröshagyma; közepes igénye van a cukorrépanak, és kisebb a gabonának.

A kén hiánytünetei hasonlítanak a nitrogén hiánytüneteikhez, de meg kell jegyezni, hogy a nitrogénnél az első hiánytünetek a legrégebbi leveleken figyelhetők meg, a kénhiány pedig először a legfiatalabbakon jelenkezik. A kén hiánya lassítja a növények fejlődését és befolyásolja

a levél sárgás-zöld színváltozását. A szár gyakran rövidebb és vékonyabb, a gyökér általában hosszú lesz. Különösen a gyökérszőrök gyors növekedését lehet észrevenni.

A kén feleslege a talajban ritkán fordul elő. A légkörben levő kén-dioxid magas koncentrációja kárt okoz a növényen, klorózis jelentkezik, majd nekrozis, először a levélszélén, majd az ereket közötti területeken. A levegő kén-dioxid koncentrációjának hirtelen növekedése a növény teljes lombtalanításához vezethet.

Mikroelemek

A **vas (Fe)** közvetlenül vagy közvetett módon részt vesz a növény számos életfolyamatában: a klorofill bioszintézisében, a nitrogén metabolizmusában, fotoszintézisben, légzésben, stb. Részt vesz a nitrogén megkötésében és az elektronok közlekedésében.

A vashiányt leggyakrabban lúgos talajon, pH 7 feletti értékekkel lehet megfigyelni, és a talajon amelyben sok a kálium és az agyag. A növényen a hiánytünetek akkor is észlelhetők amikor magas a foszfortartalom, ha a talaj tömör, magas a földalatti vizek szintje, amikor nagy a bikarbonát és a nátrium koncentrációja az öntözővízben. A hiánytüneteket csak ritkán okozza a talaj alacsony vastartalma. A vashiány nagy mértékben csökkenti a növények terméshozamát.

A legjellemzőbb tünet, amely jelzi a vas hiányát, a klorózis, amely kezdetben a fiatal levelek erezte között jelenik meg. Később, a klorózis szétterjed az egész levélre amely citromsárgára, vagy néha fehérre változik. A nagyobb vashiány miatt jelentkezik a korai levélhullás, csökken a termés mennyisége és romlik annak minősége. A vashiányra nagyon érzékeny a szója, bab, kukorica, paradicsom és a rizs. Magasabb toleranciát mutat a gabona és a burgonya. A vashiány legyőzésében nagy különbség látszik egy faj különböző genotípusai között.



5. kép Klorózis a paprika levelein

A klorózis megjelenése esetében ajánlott a levelek kezelése vasionokat tartalmazó oldatokkal. Ha a levelek színe a kezelés után zöldre változik akkor az megbízható jel arra hogy vashiányban szenvedtek.

A vasfelesleg tüneteit a növényen ritkán lehet megfigyelni. A felesleg a vegetatív szervek növekedését csökkenti, a levelek sötétzöldre vagy kékeszöldre váltják színüket, fokozatosan növekszik a nekrotikus foltok száma, majd a nekrozis jelenik meg, amely különösen a levélszélén észlelhető.

A **bór (B)** nagyon fontos mikroelem. Nagy szerepe van a megtermékenyítés folyamatában. A növényben a bór nem mozgékony, a hiánytünetek általában a növekedés helyén mutatkoznak. Hiánya a növekedéspont kihalását, anatómiai és morfológiai változásait okozza. Néhány szántóföldi növényfaj, zöldségféle és gyümölcs rendkívül érzékeny a bór hiányára. A kétszikű növények érzékenyebbek, mint az egyszikűek. Nagyobb bór igényt mutat a cukorrépa, napraforgó, lucerna, karfiol, zeller; középszerűen igényli a kukorica, burgonya, paradicsom és dohány; kevés bór elegendő a búzának, árpának, zabnak, rozsnek és rizsnek.

A bórhány első tüneteit a fiatal leveleken, a gyökér és a föld feletti növekedési pontokon lehet megfigyelni. A cukor- és takarmányrépában a bórhány az úgynevezett "szívrothadás" betegséget okozza .

A bórhiány általában lúgos, kivéve a szóda-alkáli talajt, és a homokos szerves anyagban szegény talajon jelenik meg. Amikor kevés bór van a termőföldben, annak hiányát a növényben a szárazság, a talaj magas pH-értéke, és a túlzott meszesedés ösztönzi.

Ahogy a hiány, úgy a bór feleslege is a növényen számos nem kívánatos változást okoz. A talaj optimális és felesleges bór ellátottsága között kicsi a különbség. Az utóbbi időben a bór többlete gyakrabban a zöldség és dísznövények termesztésében védett területen (üvegház, fóliasátor) fordul elő. A bór feleslegét növények öntözése több mint 1,0 ppm bórt tartalmazó vízzel okozza. Meszezéssel, és olyan öntözővíz használatával amely kevés bórt tartalmaz, enyhíteni lehet a bórfelesleg negatív hatását.

A **réz (Cu)** nélkülözhetetlen mikrotápanyag amely az anyagok szállításában, elsősorban mint katalizátor szerepel. Enzimeket épít fel, és így közvetve és közvetlenül befolyásolja olyan számos folyamat működését amely fontos a növény életében. A növény kevés rézet tud befogadni, és középszerű a réz mobilitása a növényben, az első hiánytüneteket a fiatal leveleken és a vegetációs kúpokon lehet észlelni. Atipikus hiánytünetek a klorózis, a nekrozis, a csúcsajtás elhalása, a növény növekedésének és hozamának csökkenése, tipikus hiánytünetek a hervadás, a levél csavarodása, a legfiatalabb levelek elhalása és némi anatómiai elváltozás.

A felesleges réz leggyakrabban a savas talajban jelentkezik és nagyon káros a növények számára. Legtöbb növénylevél szárazanyagában a rézkoncentráció kritikus összege a 20-30 ppm-es határérték. A növényben a réz túlzott felhalmozódását a talaj magas réztartalma okozhatja, akkor amikor hosszú időn át olyan növényvédő szerek lettek felhasználva amelyek rézet tartalmaznak. A réz többletének tipikus tünete a klorózis, a hajtások és a gyökerek növekedésének csökkenése, az akut rézfelesleg pedig sötétzöld színű leveleket ad.

A **cink (Zn)** a növényben jelentős szerepet játszik az anyagok szállításában, mert az enzimek alkotója. Befolyásolja a nukleinsavak és a fehérjék szintézisét, részt vesz a fitohormonok szintézisében.

A növény cink iránti igénye kicsi. A cinkhiány homokos, lúgos, meszes, kevés szerves anyagot és sok foszfort tartalmazó talajon jelentkezik. A cinkhiányra legérzékenyebbek a kukorica, len, szója, hagyma és a paradicsom, kevésbé érzékenyek a cukorrépa, lucerna, vöröshere és a burgonya, legellenállóbb a gabona. A cinkhiány tünetei közé tartoznak a levél méretei csökkenése, rövidebb csomóközök (rozetták keletkeznek), a leveleken különböző deformációk, a klorózis foltjai és a nekrozis jelennek meg.

Ahogy a cink hiánya, úgy a feleslege is nem kívánatos fiziológiai, anatómiai és morfológiai változásokat okoz. A cink feleslege a levélszél elhalása, és barna-lila foltok megjelenésében mutatkozik. A többlet tünetei az ipar és kommunális hulladék alkalmazása miatt történik, amikor az cinkkel van szennyezve.

A **mangán (Mn)** fontos szerepet játszik az enzimek aktiválásában. A termőtalaj legnagyobb részében elegendő mangán van, olyan formában amelyben a növény fel tudja venni.

A mangán hiánya lúgos és gyengén savas, szerves anyagban gazdag talajon lehet észlelni. Homoktalajra, különösen a savasra, jellemző a mangán alacsony tartalma. A hiányát serkenti a szárazság, túlzott meszesedés, magas vas, réz vagy cinktartalom a talajban. Az első hiánytünetek a fiatal leveleken jelennek meg, mint klorózis amely a levél szélén kezdődik és a levélerezet közötti részeken a középső erezet felé tágasodik. Kifejezett mangánhiány esetében a klorózissal érintet szövet végül meghal.

A mangán feleslege savas, gyengén levegőztetett, mocsaras talajon fordul elő. A mangánfelesleg nekrozist okoz amely a levél szélétől fokozatosan átterjed a középső részre. Savas talajokon a túlzott felhalmozódást a növényben meszezéssel lehet megoldani.

A **molibdén (Mo)** alacsony koncentrációja miatt, a növény ultramikroelemei közé van sorolva. Részt vesz a nitrogénáz (enzim) felépítésében, amely a hüvelyes növényeknél a nitrogén N₂ formáját a levegőből ammónium-sókba rögzíti.

A molibdén akut hiánytünetei a természetben ritkán láthatók. Jellemző hiánytünet a klorózis, néhány növényi fajnál pedig, mint például a karfiolnál, különböző formájú levél keletkezik.

A TALAJVIZSGÁLAT JELENTŐSÉGE

Ha a talajt olyan környezetnek tekintjük, amelyben gyökeredzenek és fejlődnek a növények, akkor azt kell következtetnünk, hogy a termékenység a talaj legfontosabb jellemzője. A talajtani tudomány legfontosabb feladata a talaj termékenységének ismerete, és olyan tudományos alapok kifejlesztése amelyek segítenek abban hogy a termőföld alacsony termékenységét magas szintű termékenységre fordítsuk, valamint hogy a termékenység magas szintjét folyamatosan karbantartsuk. A talaj termékenységét nem elég egyszer hosszabb időre kivizsgálni, hanem rendszeresen ellenőrizni és értékelni kell.

A talaj termékenység ellenőrzésének rendszere és a műtrágya használata tudományos szempontból nézve a Jugoszláv Talajvizsgáló Társaság (Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta) VI. kongresszusán alapul (A Kongressz Rezolúciója, 1980). A rendszer azok tényezők ellenőrzését szabályozza amelyek a talaj termékenységét és a műtrágya hatását határozzák meg, azaz a tápláláson át a növény növekedését, fejlődését és mennyiségét befolyásolják, és az intézkedéseket hogy a magas és stabil termelés a magas költséghatékonyság elérésével és a bioszféra védelmével legyen összhangban (Manojlović, 1986). A talaj termékenységének vizsgálatában a talajmintavétel fontosabb és felelősebb munkák között van.

TALAJMINTAVÉTEL

A megfelelő talajmintavétel agrokémiai vizsgálat szükségletére az első a fontosabb lépések között a talaj kémiai tulajdonságai meghatározásában. A talaj heterogén formáció. Az antropogén tényezők befolyása alatt még kifejezettebbek a változások a talajban. Ezen okok miatt, még egy kis termelési területen is, a talaj heterogenitása nagy lehet, úgy hogy a szabálytalan mintavétel később olyan elemzési eredményeket ad, amelyek nem felelnek meg a célnak. A talaj termékenységének vizsgálata lehetővé teszi hogy ciklusokban (minden 5. évben), vagy ha szükséges korábban is, azonos módon, és körülbelül ugyanazon a helyen ismételve legyen a mintavétel, hogy az agrokémiai analízis eredményei alapján követni lehessen a talaj kémiai tulajdonságainak változását, vannak olyanok amelyek nehezen változnak meg, mint például a pH és a kalcium-karbonát tartalom, míg a többi tulajdonság könnyen változik.

Amikor egynél több átlagmintát kell felvenni, akkor mintavétel kezdete előtt a mintavételi tervet kell elkészíteni. A mintavételi tervben a nagyobb telkeket fel kell osztani kisebb egységekre, elsősorban homogenitásuk alapján, az egységeket pedig a telek tervébe kell jegyezni.

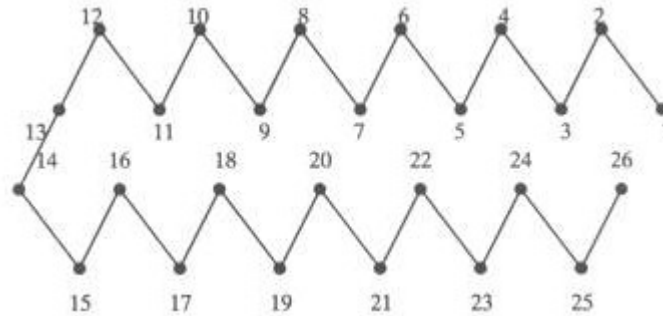
Mintavétel kisebb parcellákon

Több mintavételi rendszer van, amely többé-kevésbé eltér egymástól, de a lényeg az, hogy az átlagminta a parcella teljes felületét kell hogy képviselje. Különböztetni kell a

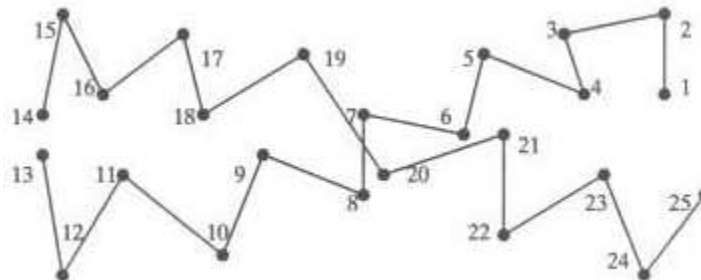
mintavételt kisebb parcellákon, maximum 5 hektárról, a nagyobb telkek (20-50-100 ha) mintavételétől, ahol az átlagos mintát 3-5 hektárról vesszük.

Kisebb parcellákon a részmintákat a parcella teljes felületéről vesszük. Szükség van 20-25 részmintára, a mintavételezést un. sakk és átlós eloszlással lehet végezni.

1. ábra Mintavételi pontok "sakkszerű" eloszlással



2. ábra Mintavételi pontok átlók menti eloszlással



Mintavétel nagy parcellákon

A nagy telkeken nehéz a tájolás és a terület körülhatárolása. Az ötlet az, hogy az egyes mintákat nem a teljes területről kell venni, hanem kontroll parcellákról amelyek 3-5 hektár területet képviselnek.

A) Mintavevés koncentrikus körök mentén

E módszerhez a nagy telket fel kell osztani kisebb, 3-5 hektáros parcellákra, mindegyik parcellán a 30 m átmérőjű kör központját kell lejegyezni, amely az úgynevezett "kontroll parcellát" alkotja, felülete 707 m², és a talaj egyenletességétől függően 3-5 hektár területet képvisel. A parcella középpontját szakképzett személy (agrár mérnök) kell hogy meghatározza. Az alapparcella középpontját GPS készülék kell hogy rögzítse, hogy az analízisek első ciklusa befejezése után vissza lehessen menni ugyanarra a helyre 10-15 méteres különbséggel.

Az egyedi mintákat következőképpen kell kivenni:

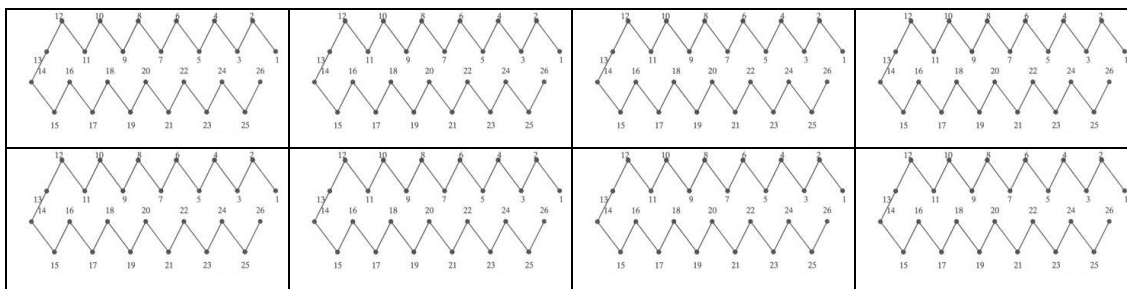
- egy mintát a parcella közepén kell kivenni
- 3 mintát az első kör mentén amelynek átmérője 3 m
- 5 mintát a második kör mentén amelynek átmérője 8,7 m
- 8 mintát a harmadik kör mentén amelynek átmérője 12,25 m
- 8 mintát a negyedik kör mentén amelynek átmérője 15 m

Egy kontroll parcella kb. 25 részmintája kell hogy képezzen egy átlagmintát.

B) Mintavevés a telek egész felületéről

Az ilyen mintavételezésnél a talaj felületét annyi parcellára kell osztani, amennyi átlagmintát kell kivenni. Azután minden egyes parcelláról azonos módon kell kivenni az átlagmintát, ahogyan azt kisparcellákon is végezni kell.

3. ábra Talajmintavétel nagy területen



C) Kombinált mintavétel

Ezzel a módszerrel a mintavételezést az egész területen B szerint kezdjük, majd minden 20 hektár után a mintavevés koncentrikus körök mentén, A szerint végezzük.

A mintavétel időpontja

A talajmintavételt legjobb a termés betakarítása után végezni. Ennek értelmében, a kalászosok különösen alkalmasak, mivel a termés betakarítása korán van, úgy hogy elegendő idő marad a mintavételre, és elvben a tarlót nem kell istállótrágyázni, így kevésbé valószínű, hogy a minták nem lesznek homogének. A minták vétele egy parcellán ciklusokban kell hogy történjen, vagyis négyévente.

Annak érdekében, hogy szaktanács legyen adva a kalászosok fejtrágyázásához és a kukorica, napraforgó és cukorrépa vetés előtti nitrogén-trágyák felhasználásához (N-min), a mintát néhány nappal a tervezett fej- vagy alaptrágyázás előtt kell kivenni.

A mintavétel mélysége

A mintavétel mélysége a növénykultúrától és a talajkezelés mélységétől függ. A szántóföldi növényekre megszokot a 25-30 cm mélyről, vagyis a feldolgozás mélységéből vett minta. Fontos, hogy a minták mindig azonos mélységből legyenek kivéve, hogy el legyen kerülve a szántóföld és az alatti réteg keverése, mert az hibát vihet be az analízis eredményébe.

A gyümölcsösökben leggyakrabban két mélységből, 0-30 cm és 30-60 cm vesszük a mintát. A gyengén fejlődő alapozóknál, amelynél a gyökér a talaj felületi rétegében fejlődik elég egy átlagminta 0-30 cm mélységből. A szőlőnél, mire a gyökérzete kifejllesztett, a mintavételt 60-90 cm mélységből is lehet végezni.

A mintavételezés módszerei

A mintákat ásóval vagy mintavételi szondával lehet kivenni amikor a mélység 30 cm-ig megy. Ha nagyobb mélységből kell mintát venni akkor arra legalkalmasabb a szonda. Mintavétel előtt el kell távolítani a növényi maradékot a területről, amelyről a mintát vesszük.

A mintavételezésnél az ásót először függőlegesen kell a földbe szúrni, majd kidobni egy bizonyos mennyiségű földet úgy, hogy a talajban egy függőleges szélű profil maradjon. A profil szélétől 5 cm távolabb az ásót függőlegesen talajba kell taszítani, és az áson levő talajréteget úgy kivenni hogy rajta maradjon az áson. Ezt követően, az ásó oldalán levő földet el kell dobni úgy hogy az áson csak egy 5 cm szélességű és vastagságú földsáv maradjon, amelynek hossza a nyéltől az ásó végéig megy. Így a talajminta egyenletesen van kivéve 0-30 cm-es talajprofilból. Az ilyen részmintát vödörbe kell tenni, és a következő helyre menni, amelyen a mintavételi eljárást meg kell ismételni.

Amikor a részmintát szondával kell kivenni, a szondát bele kell csavarni a talajba 30 cm-es rétegek, és a benne maradt földet egy vödörbe üríteni. Ha két mélységből kell mintázni, akkor az előző lyukba tovább kell csavarni a szondát 60 cm-ig, és a szondában maradt földet egy másik vödörbe üríteni. Utánna a következő helyre kell menni, és a mintavételi eljárást meg kell ismételni.

A mintavétel végén a vödörben levő részmintákat egyesítjük, gondosan összekeverjük, majd tiszta felületre rázzuk ki, négyzetet formálunk, amelyre két átlót húzunk. Két háromszögből a földet ki dobjuk, a maradék földet ismét négyzetre formáljuk, az eljárást addig ismételjük, míg a talajmintából kb. 1 kg marad, és azt műanyag tasakba tesszük. A mintát mintacédulával meg kell jelölni. A jelölést legjobb kétszeresen végezni, úgy, hogy a talajmintát tartalmazó műanyag tasak egy másik tasakba tesszük a mintacédulával eggyüt, majd azt kívülről még egy mintacédulával jelöljük. A mintacédulán a következő adatokat kell hogy legyenek megadva: a minta tulajdonosa, a parcella neve, a minta sorszám, mélysége, és a mintavétel időpontja.

A mintavétel során minden parcellára ki kell tölteni a mintavételezési jelentést az információkkal amelyek a tulajdonosra, a parcellára, és parcella használati módjára vonatkoznak.

Ha a minták N-min módszerhez lettek kivéve, akkor azokat hűvös helyen kell tartani, és a lehető leghamarabb a laboratóriumba szállítani.

A TALAJVIZSGÁLAT EREDMÉNYEINEK ELEMZÉSE

Az elemzés a talajvizsgálat eredményei és a határértékek összehasonlítását jelenti. Az analízis alapján nemcsak a mennyiség, hanem a műtrágya típusát és alkalmazásának módszerét is meg lehet határozni. Az eredmények értelmezésekor szem előtt kell tartani az éghajlati viszonyokat, a talaj típusát, a növény követelményeit és az alkalmazott agrotechnika szintjét.

Alapvető agrokémiai analízissel a következő paramétereket határozzuk meg:

- a talaj kémhatását, pH-ját vízben és KCl-ben
- CaCO_3 , karbonátok tartalmát
- a humusz tartalmát
- az összes nitrogén tartalmát
- a könnyen hozzáférhető foszfor és kálium tartalmát.

A talaj említett tulajdonságainak ismerete a talajerő gazdálkodásban fontos tényező, a talaj fizikai és kémiai tulajdonságai javítása érdekében, és a megfelelő agrotechnika kiválasztásában amely gazdasági szempontból a leghatékonyabb és nem terheli feleslegesen a talajt mint természeti erőforrást.

A talaj kémhatása

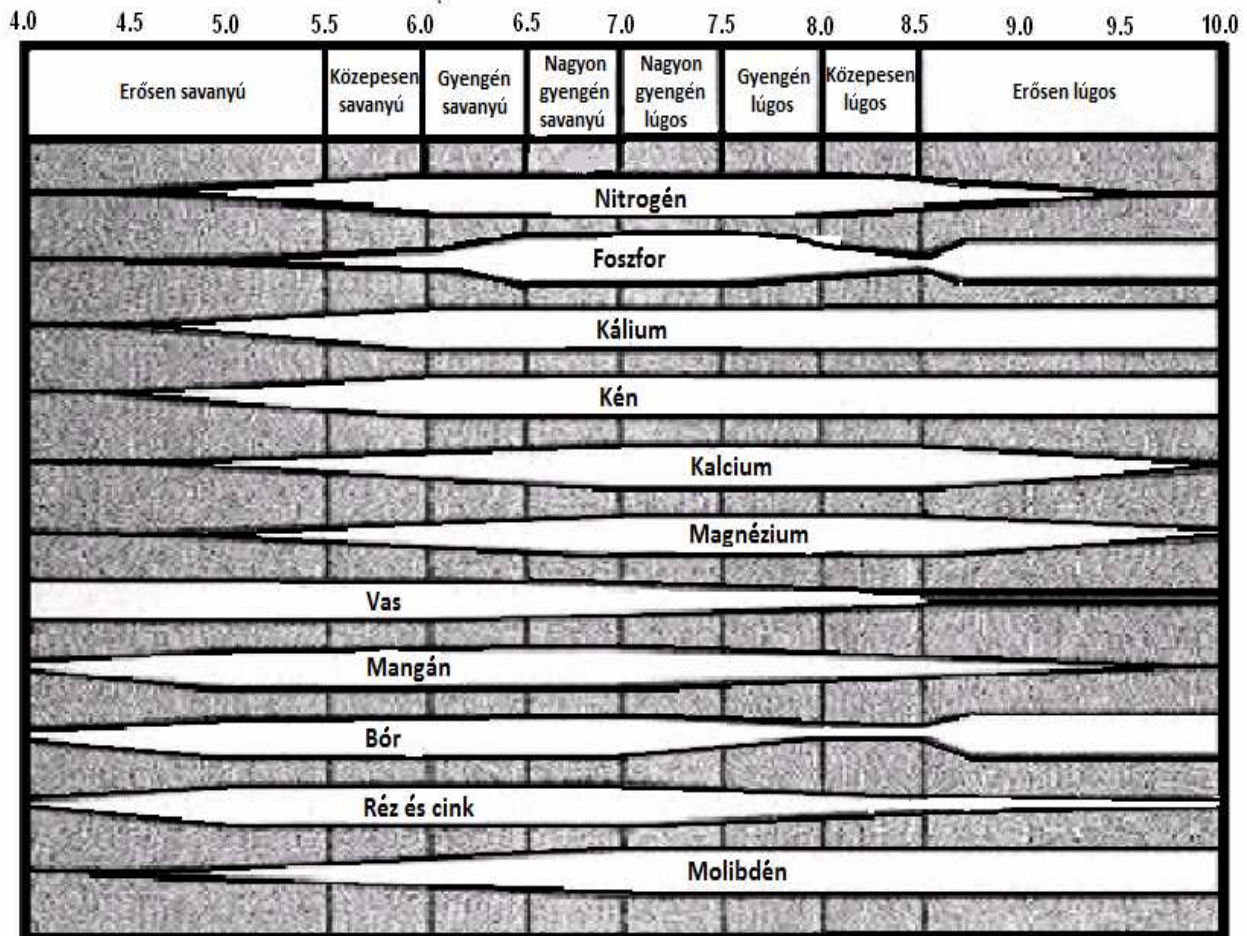
A talaj jellemző tulajdonsága a pH-értéke, vagyis kémhatása. A pH-érték az oldatok kémhatását kifejező szám, amely a bennük lévő hidrogénionok (H^+) mennyiségét jelzi. A talaj savassága aktív és potenciális savasságra oszlik.

Az aktív savasságot szabad hidrogénionok adják, amelyek a talaj oldatában vannak. Meghatározásukat a talaj vizes szuszpenziójából végezzük. A cserélhető savasságot hidrogénionok adják, amelyek lazábban vannak kötve az adszorpciós komplexhez, és abból kiszorulnak a sók, például a KCl, hatására. A hidrogénionokat, amelyek erősebben kötve vannak ki lehet szorítani az adszorptív komplex oldatából bázikus sók segítségével, például kalcium-acetát segítségével, ezt hidrolitikus savasságnak nevezzük. A cserélhető és a hidrolitikus savasság együttesen alkotják a potenciális savasságot, annak ismeretének köszönhetően lehet elvégezni a savas talajok meszezését.

A talaj kémhatását a szabad savak, adszorbált kationok, karbonátok és könnyen oldható sók határozzák meg. Bázikus jellegű ionok megnövekedett kimosódása miatt párás éghajlaton és az erdőterületeken a kémhatás savas, a száraz területekre pedig, mint Szabadka régiójára, jellemző a lúgos kémhatás, a nagyobb kalcium-karbonát (CaCO_3) mennyiség miatt amely nehezen oldódik, és a CaCO_3 , CO_2 és H_2O közötti egyensúly határozza meg.

A talaj pH-ja ugyanazon a területen az évszaktól függően is változhat, alacsonyabb a nyár folyamán, amikor kifejezettebbek a mikrobiológiai folyamatok, és magasabb a tél folyamán, amikor a mikrobiológiai és kémiai folyamatok minimálisra csökkennek.

A kémhatástól függ számos vegyület oldhatósága, vagyis a tápelemek előfordulásának lehetősége az oldatban, ami közvetlenül összefügg ezek növények általi elfogadásával. A 6. képen (lent) a talaj pH értékének hatása van kimutatva az ionok elfogadására.



6. kép A pH érték befolyása tápanyagok elfogadására

A 2. táblázat a talajok besorolását mutatja pH-értékük alapján 1 M KCl oldatban.

2. táblázat

pH-érték 1M KCl oldatban	A talaj
< 4,5	erősen savanyú
4,51-5,50	savanyú
5,51-6,50	gyengén savanyú
6,51-7,20	közömbös
7,21-8,20	gyengén lúgos
>8,20	lúgos

Szabadka régiójában az oldható kalcium miatt a talaj naggyobbára gyengén lúgos. Mivel a legtöbb növény megéléséhez szükséges, hogy a talaj gyenge savanyú vagy közömbös kémhatású legyen, meg kell jegyezni, hogy a régióknban szükséges fiziológiailag savas műtrágyákat használni, például ureát, ammónium-nitrátot vagy ammónium-szulfátot.

A CaCO₃ tartalom

Talajban a kalcium sói találhatóak, például kalcium-karbonát - CaCO₃, kalcium-hidrogénkarbonát - Ca(HCO₃)₂, kalcium-szulfát - CaSO₄, kalcium-nitrát Ca(NO₃)₂, és mások, amelyek oldhatósága a vízben különbözik. A talajban levő adszorpciós komplexusokban a kalcium, nagy adszorpciós kapacitása miatt, domináns a többi kation felett. Közvetlenül vagy közvetve, a talaj pH-értékének változásával, befolyásolja az ásványi trágyák hatását. Korlátozó hatása lehet a termelésre, a lényeges elemek hiányát okozva mint a vas, cink, magnézium és mások.

A 3. táblázat a talajok besorolását mutatja kalcium-karbonát tartalom alapján.

3. táblázat

CaCO ₃ tartalom, %	A talaj
0	nem karbonátos
0,01-2,00	gyengén karbonátos
2,01-5,00	közepesen karbonátos
5,01-10,00	karbonátos
>10,01	erősen karbonátos

Szabadka területén naggyobbára nagyon karbonátos a talaj, nem javasolt a mészammóniumsáletrom (CAN), hanem csak az urea, ammónium-nitrát és ammónium-szulfát használata, különös figyelmet kell fordítani a foszfort tartalmazó műtrágyák felhasználásában, mert hajlamosak szekunder és terciar-foszfátokat alkotni, amelyek rosszul oldódnak a vízben, és nem közelíthetők meg a növények számára.

A humus

Humusznak nevezzük a huminanyagok keverékét, főleg makromolekulás savakból és kis molekulatömegű vegyületekből tevődnek össze, amelyek szerves anyagok lebomlása során

keletkeznek. A humusz a növény tápanyagforrása, mert a mineralizációja során növényi tápanyagok szabadulnak fel, nagy a hatása a víz, a levegő és a hő áramlására a talajban és annak szerkezetére. A humusz az organominerális komplex része, és kedvezően hat a talaj szerkezetére és abszorpciós kapacitására. Homokos talajban növeli a víztartalmat, az agyagos talaj lazításában segít. A humusszal gazdag talaj sötétebb és könnyebben melegszik fel. Intenzív talajművelés és öntözés során a humusz bomlása gyorsabb.

A 4. táblázat a talajok besorolását humusztartalmuk alapján mutatja.

4. táblázat

A humusz tartalma, %	A talaj
< 1,00	nagyon gyengén humuszos
1,01-3,00	gyengén humuszos
3,01-5,00	közepesen humuszos
5,01-10,00	erősen humuszos
>10,01	nagyon erősen humuszos

Hogy megakadályozzuk a humusztartalom csökkenését a növényi maradványokat le kell szántani a talajba, és nem égetni. A gyengén humuszos talajra (szabadkai-horgosi homokpuszta és kerülete mentén) ajánlatos lenne a szerves trágya, mindenekelőtt az istállótrágya bőséges használata is.

Az összes nitrogén

A nitrogén lényeges makroelem, amely nem szerepel a litoszférában, így a pedoszféra nem az ásványi anyagok bomlásával jut be, hanem a nitrogénmegkötés, a szerves anyagok lebontása és az ásványi trágyák használatának köszönhetően. A talajban szerves és szervetlen vegyületekben található, azok tartalmának összege adja az összes nitrogént. A növények trágyázása miatt fontos ismerni az ásványi nitrogén tartalmát, az összes nitrogén tartalma pedig a talaj potenciális termékenységét jelzi. Az 5. táblázat a talajok besorolását mutatja az összes nitrogén tartalma alapján.

5. táblázat

Az összes nitrogén tartalma, %	A talaj
< 0,10	szegény
0,10-0,20	közepesen ellátott
>0,20	jól ellátott

A nitrogén műtrágya felhasználásához sokkal fontosabb ismerni a talajban az ásványi nitrogén, vagyis a nitrát mennyiségét. A növény a nitrogént nitrát-ionok, egy kisebb részt pedig ammónium-ionok formájában fogad el, ezért az őszi kalászosok racionális tavaszi fejtrágyázására a nitrogént N-min módszerrel lehet megállapítani (Wehrman és Scharpf szerint, 1979). A módszer Németországban alakult ki, mi a múlt század 80-as éveiben kezdtük el használni. Közvetlenül a növények trágyázása előtt N-min módszerrel a talajmintából határozzuk meg a visszamaradt nitrogén mennyiségét, vagyis a nitrát és az ammónium sókból eredő nitrogén összeget. Az ammónium sókból eredő nitrogén rögzítve van a talajban mint adszorpciós komplex, az oldatban az értéke nem nagyon változik (maximum 20 kg), ezért gyakran kihagyjuk a mérését. A nitrogént tartalmazó műtrágya mennyiségét a növény

szükségei és a rendelkezésre álló nitrogén különbsége adja meg, de a számításnál figyelembe kell venni a talaj tavaszi mineralizációjának képességét is. Az 1. vázlatban az N-min módszer alapelvei láthatók.

1. vázlat

Fejtrágya (nitrogén (N) túlsúlyos műtrágya)	A növény szükségei a megfelelő terméshozam eléréséhez
A talaj mineralizációs képessége (tenyészidőszakban)	
A talajban fenmaradt nitrogén tartalma (0-90 cm)	

Az őszi kalászosok fejtrágyázására az N-min analízishez 0-30 cm, 30-60 cm és 60-90 cm mélységből kell venni a talajmintákat, a napraforgó, kukorica és a cukorrépa vetése előtt pedig még a 90-120 cm mélységből is. A talajmintavételt tíz nappal a műtrágyák tervezett alkalmazása előtt kel elvégezni.

Foszfor és kálium

A talaj foszfor és kálium tartalmának meghatározása az intenzív növénytermesztésben gazdasági, biológiai és ökológiai szempontból is nagyon fontos. A műtrágya racionális alkalmazásához fontos a talaj termékenységét ismerni, annak érdekében, hogy a termés magas és stabil legyen, de ugyanakkor a környezet ne legyen feleslegesen terhelve.

A **foszfor** szerves és ásványi formában található a talajban. Szerves foszfort alkotnak:

- a növényi részek szerves foszforvegyületei;
- a mikroorganizmusok szerves foszforvegyületei;
- az anyagok amelyek mikroorganizmusokból, gyökerekből, gilisztákból válnak ki;
- a komplexek amelyet a humusz foszforsavval alkot - foszfohumátok.

A szerves foszfor szerves foszfor vegyületeiből származik, amely a növények és a mikroorganizmusok tápanyaga, és bennük szerves vegyületeket alkot. A talajban levő szerves foszfor legnagyobb része mikrobiológiai eredetű. A növények számára a szerves foszfor nem érhető el, de a szerves vegyületek bomlása során a hidrolízis folyamán ortofoszforsav keletkezik, amely oldódik a vízben, ahonnan a növények és a mikroorganizmusok fel tudják venni és újból a szerves vegyületek szintézisére használni. A szerves foszfor mennyisége változó, 3%-tól 75%-ig, leggyakrabban a 40-60% a teljes foszfor tartalom a talajban.

A szerves foszfor olyan vegyületekből tevődik össze amely oldhatósága eltérő, így azok rendelkezése a növények számára különbözik:

- a foszfor amely a kőzetek és ásványok összetételében szerepel,
- a foszfor mint a szerves foszforvegyületek teljes mineralizációjának terméke,
- a foszfor amely a másodlagos anyagok részét képezi.

A növény a foszfort közvetlenül ásványból nem veheti fel, hanem csak annak felbomlása után. Ezért ez a foszfor a talaj állandó tartalékát képezi. Az ásványi anyagok bomlása alatt a foszfor fokozatosan szabadul fel víz, szén-dioxid, és különböző savak hatására, mindenekelett a salétromsav, kénsav és a mikroorganizmusok aktivitása során. A foszfor ezekből az ásványi anyagokból oldható állapotba megy át, ezt gyorsítani lehet olyan műtrágyák használatával, amelyek megváltoztatják a talaj kémhatását. Így mobilizálódik a foszforsav. A keletkező foszfátionok, ha nem kerülnek a növénybe tápanyagként, kisebb mértékben oldott állapotban maradnak a talajban a legtöbb esetben különböző oldhatóságú foszfortartalmú vegyületeket alkotva. Savanyú talajon, pH<5, alumínium- és vas-foszfátok [AlPO₄ és FePO₄] keletkeznek, amelyek nem oldhatók vízben, és ezért az ilyen talajon alacsony a felvehető foszfor tartalma.

Ezzel ellentétben, a talajon amely gyengén savas, közömbös vagy gyengén lúgos, pH 6 és 8,2 között, főleg oldható kalcium-foszfátok keletkeznek, primer és szekunder Ca foszfátok $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ és $\text{CaHPO}_4]$. A pH érték további növekedésével túlnyomóan oldhatatlan oktalcium- és trikalcium-foszfát, $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \times 5\text{H}_2\text{O}$ és $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ keletkezik.

A talaj oldatában a foszfor koncentrációja nagyon kicsi, egy literben általában 0,1-0,5 mg (ppm) P_2O_5 , a rendkívül gazdag talajban legfeljebb 1 ppm található. Az oldható foszfor jelentősége nagy, mivel a növények a foszfor ionokat kizárólag ortofoszforsav formájában tudják felvenni a talajból. Ha a foszfor koncentrációja a növény táplálkozása miatt vagy bármilyen más okból csökken, akkor az oldatba új foszfát mennyiség jut, méghozzá olyan alakban amely nehezebben oldódik, és fordítva, ha a koncentrációja növekszik (általában műtrágya hozzáadásával), akkor ennek egy része nehezen oldódó foszfátokba megy át.

A felvehető foszfort a növények könnyen használják fel, ide tartozik a talajoldatban levő foszfor, a rögzített foszfor adszorbált része, bizonyos foszfort tartalmazó vegyületek (az alkáli fémek elsődleges, másodlagos és harmadlagos vegyületei, az alkáli földfémek elsődleges és részben a másodlagos vegyületei).

A **kálium** a természetben elterjedt elem. Az elsődleges ásványok között legtöbb kálium a földpátban található, amely minden kőzetben jelen van. Másodlagos ásványok, vagyis agyagásványok, jelentős mennyiségű káliumot tartalmaznak, legtöbb illitben és vermikulitban található.

A kálium tartalma a talajban 0,2 és 3% között van, a termőterület 30 cm-es felső rétege 9.000-140.000 kg káliumot tartalmaz hektáronként (Schilling, 2000). Ez a mennyiség a talaj szeretlen káliumtartalmát képezi. Ez mellet, a talajban 25-50 kg/ha kálium mikroorganizmusok által van lekötve (Scheffer és Schachtschabel, 1989). A kálium elsődleges és másodlagos ásványokból nem hozzáférhető a növények számára. Csak a bomlás után, nedvesség, gyenge savak, hőmérséklet, vagy szilikát baktériumok hatására, szabadul fel a kálium ion, amely a talaj oldatába megy át, és így válik hozzáférhetővé a növények számára vagy a talajkolloidokhoz kötődik.

A káliumot, abból a szempontból hogy mekkora a hozzáférhetősége a növények számára, fel lehet osztani:

- primer ásványok kristályrácsába beépített káliumra 90-98%
- rögzített megváltoztathatatlan káliumra 1-10%
- cserélhető, adszorbált formában levő káliumra 1-2%
- talajban oldott káliumra, 6-20 mg/l (ppm).

Amíg nem bomlik fel, addig a kálium amely ásványok kristályrácsába van beépítve a növény számára teljesen elérhetetlen. A könnyen hozzáférhető kálium a talaj oldatában van, adszorbálva a talajkolloidokra, vagy rögzítve az agyagásvány lamellák közötti terében.

A rögzítés az a folyamat, amely során, a káliumban szegény, agyagot tartalmazó talajban, a trágyával bevitt kálium legnagyobb része kötődik az agyagásvány réteg közötti teréhez. Amikor a kálium-ionok bejutnak az agyagásványok közbenső terébe, amelyeket az jellemmez, hogy negatív töltésűek, akkor szűkül a tér (zsugorodik) a rétegek között, és így a kálium-ionok zárva, rögzítve maradnak.

A cserélhető vagy adszorbált kálium magába foglalja az összes káliumot amely fizikai és kémiai erők által adszorbálva van a kolloid részecskék felületén. A kationcsere olyan folyamat amelyben egy kation, amely gyengén kötve van szorpciós komplexhez, a talaj oldatába megy, és ugyanabban az időben egy másik kation a talaj oldatából átveszi a helyét, kötődik a szorpciós komplexhez, cserélhető formában. A szorpciós komplexbe kötött kationok mennyisége mindig dinamikus egyensúlyban vannak a talajban oldott kationok mennyiségével.

A talaj oldatában levő kálium, az adszorbált, és a rögzített kálium között dinamikus egyensúly van. Ha a kálium koncentrációja az oldatban csökken, az adszorbált kálium egy része az oldatba megy át, és fordítva.



A talaj oldatában 1-10 mg/l (ppm) kálium található. Oldható sók formájában van. Ez az összeg a növény igényeinek 5%-át fedi, de a tartalom megújul az adszorbált és a rögzített káliumnak köszönhetően. A növény így, kisebb vagy nagyobb mértékben, a vegetációs időszakban el van látva káliummal.

A talaj ellátottságát foszforral és káliummal ez elemek felvehető formái határozzák meg. A hozzáférhető foszfor és kálium mennyiségének meghatározására a világban számos módszer lett kifejlesztve, amelyek az extraháló oldószer és az extrakciós időben különböznek egymástól.

Hazánkban a hozzáférhető foszfor és kálium meghatározására az Egner-Riehm AL-módszere (1958) van hivatalos használatban. E módszer alapján a talajmintát extrakciós, AL-oldattal kell kezelni, ezáltal az adszorbált vagy cserélhető foszfor és kálium feloldódik. Az oldatból a foszfor mennyiségét spektrometriával, a káliumét pedig lángfotometriával lehet meghatározni. A módszerek kalibrációjával szántóföldi kísérletek segítségével a talaj ellátottságának határértékei és a növények tápanyagigénye lett meghatározva.

Mikor a talaj optimálisan biztosítva van foszforral és káliummal, akkor trágyázással vissza kell juttatni annyi foszfort amennyi a terméssel ki lett véve, a káliumból pedig kb. a 60%-át. Ha a talaj foszfortartalma alacsony, akkor a visszajuttatott foszfor 50%-kal kell hogy legyen magasabb mint a terméssel eltávolított foszfor mennyisége, a kálium kb. 90%-át kell pótolni. Két kifejezést kell megkülönböztetni: a kivett és az elszállított tápanyag mennyiségét. A talajból kivett tápanyag az amelyet a növény kivesz a talajból vegetatív tömeg (növényi maradványok) és szemtermés kialakulása során. Az elszállított tápanyag az amely el van szállítva a parcelláról, pl. gabonával. Ha a silókukorica vagy a préselt szalma el van szállítva a parcelláról, akkor az elszállított tápanyagok mennyisége egyenlő a kivett tápanyag mennyiségével. A 6. táblázat a földterületek besorolását mutatja a könnyen hozzáférhető foszfor és kálium tartalma alapján, valamint a terméssel kivett anyag visszajuttatásának (%) elvét.

6. táblázat

P ₂ O ₅ és K ₂ O tartalma mg/100 g talajban	A terméssel kivett anyag visszajuttatásának (%) elve	
	Több P ₂ O ₅ mint amennyi a terméssel ki lett véve	A terméssel kivett K ₂ O része
Nagyon alacsony, 0-5	50-100	90-100
Alacsony, 6-10	30-50	80-90
Közepes, 11-15	10-30	60-70
Optimális, 16-25	0	50-60
Magas, 26-40	Kevesebb 20-30	30-40
Nagyon magas, 41-50	1-3 év trágyázás nélkül, követni kell a mikroelemek tartalmát	
Ártalmas, több mint 50	Hosszabb időn át ki kell hagyni a trágyázást, követni kell a mikroelemek tartalmát	

SZÁNTÓFÖLDI NOVÉNYEK TRÁGYÁZÁSA

Őszi és tavaszi vetésű kalászosok trágyázása

A tápanyagok mennyisége amelyet a kalászosok a talajból vesznek ki elsősorban a szemtermés és a vegetatív tömeg mennyiségétől függ. A gabona betakarításakor általában az 1:1 Harvest-index van számolva, 1:1 a gabona és a szalma aránya. Az irodalomban a tápanyag kiviteléről a terméshozammal különböző szerző számos adata van lejegyezve. Bizonyos eltérések vannak a kivett elemek mennyiségében, a különbséget az éghajlati feltételek és a talaj tápanyagtökéje okozza. A 7. táblázatban ki van mutatva a tápanyagfelvétel átlaga kg/ha amelyet különböző növények 1 tonna gabonaszem és megfelelő szárazanyagtömeg termeléséhez használnak fel.

7. táblázat

Növényfaj	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Őszi vetésű búza	25-30	10-15	17-25
Őszi vetésű árpa	20-25	8-12	20-25
Tavaszi vetésű árpa	15-20	8-12	20-25
Rozs	22-30	10-15	20-30
Zab	22-30	10-15	20-30

A fenti táblázat a tápanyagmennyiséget mutatja amelyre szükség van 1 tonna szemtermés és megfelelő vegetatív tömeg kialakulásához. Ezért, ha valósul a 7 t/ha búzahozam, a talaj körülbelül 180 kg/ha N, 80 kg P₂O₅ és 140 kg K₂O veszít. Ha a préselt szalma el van szállítva a parcelláról, akkor a tápanyag teljes mennyisége távozik el, vagyis a kivett tápanyagmennyiség egyforma az elszállított tápanyag mennyiségével.

A szár és gyökérmaradványok 25-30% N, 20-25% P₂O₅ és 70% K₂O tartalmaznak. Tekintettel a 1:1 Harvest-indexre a szárazanyag tömege egyenlő a gabonaszem tömegével úgy, hogy a szalma leszántásával a talajba vissza kerül:

30% a kivett N mennyiségéből	$180 \times 0,30 = 54 \text{ kg}$
25% a kivett P ₂ O ₅ mennyiségéből	$80 \times 0,25 = 20 \text{ kg}$
70% a kivett K ₂ O mennyiségéből	$140 \times 0,7 = 98 \text{ kg}$

A fenti adatok alapján, a növényi maradványok leszántásával a tápanyag-kivétel 180 kg/ha N, 80 kg P₂O₅ és 140 kg K₂O lesz, de az eltávolítás mindössze 128 kg/ha N, 64 kg P₂O₅ és 42 kg K₂O. Ezt a tápanyagösszeget műtrágyával szükséges pótolni, a növényi maradványokból a tápanyagok pedig, mineralizáció után, újra hozzáférhetővé válnak a növények számára.

Ha megvan a talajminta elemzésének eredménye, akkor a trágyázás elvei tiszteletével, ki tudjuk számítani a szükséges alaptrágya és fejtrágya tömegét, amelyet pótolni kell, mert a terméshozammal el lett szállítva. Példa a tápanyagtömeg számítására:

A hozzáférhető foszfor tartalma a talajban 13 mg, a káliumé 22 mg, az összes nitrogéné 0,21%. Ki kell számolni a nitrogén, foszfor és kálium szükségletét 7 t/ha várható búzatermésre, ha a szalma aprítva és leszántva van.

A 7 t gabona a földből kivett:

nitrogénből	$7 \times 26 = 182 \text{ kg}$	-	54 kg (30% jut vissza a szalmával)	=	128 kg
foszforból	$7 \times 12 = 84 \text{ kg}$	-	20 kg (25% jut vissza a szalmával)	=	64 kg
káliumból	$7 \times 20 = 140 \text{ kg}$	-	98 kg (70% jut vissza a szalmával)	=	42 kg

Mire a talaj közepesen van ellátva foszforral (13 mg) trágyával 10-30%-kal több foszfort kell adagolni, mint amennyi tervezve van az elszállításban, 63 kg x 1,1 (1,3), vagyis 70-82 kg P₂O₅.

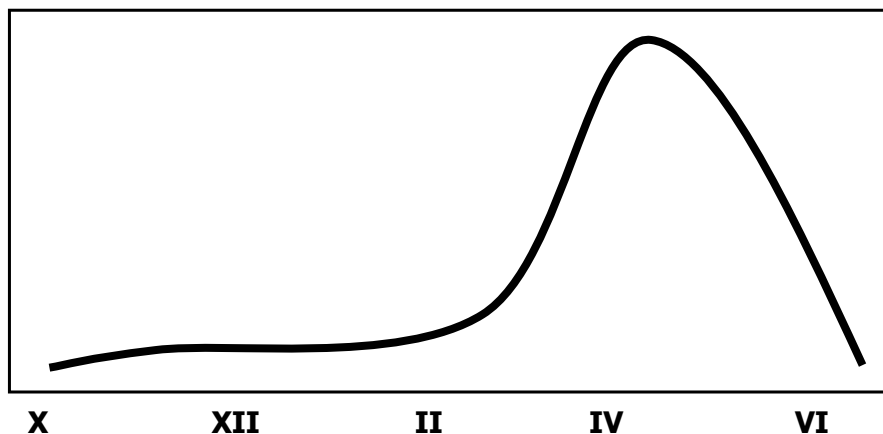
A kálium tartalma a talajban optimális (22 mg), a tervezett elszállításból 50-60%-át szükséges bevinni, 42 x 0,5 (0,6), vagyis 21-25 kg K₂O.

A talaj alapkezelése során a gyökérfejlesztési zónában szükséges bevinni a foszfor és a kálium teljes összegét, mert a mobilitásuk a talajban alacsony (körülbelül 5 cm a granulált műtrágyától). Az alapvető talajművelési eljárásokkal a talajba kell juttatni a nitrogén 1/3 kb. 40-45 kg. A felmaradt nitrogént a fejtrágyázás során kell megadni, az úgynevezett N-min analízis alapján.

A vegetáció tavaszi fejlődése kezdetén a talajban nagy nitrát koncentrációra van szükség (20-30 ppm vagy kb. 12-20 kg N-NO₃/ha a 0-20 cm talajrétegben). Nitrát formájában a nitrogén nincs a talajhoz kötve, hajlamos az elmosáshoz, így a trágyázás, míg a növény kapacitása a felhalmozódásához gyenge, összhangban kell hogy legyen a növény fejlődési korával, a talajadottságokkal, és az éghajlati viszonyokkal. Ezen okok miatt, ha a növény több mint 60 kg/ha nitrogént igényel, a fejtrágyázást két alkalommal kell végezni. Ha az első alkalommal urea van használva akkor a fejtrágyázást január végén kell elvégezni, legkésőbb február közepéig, mert 20-30 napra van szükség hogy az urea nitrát formába alakuljon át.

Bokrosodáskor a magas nitrát koncentráció a növény tavaszi szárbaindulásához vezet. A föld feletti részek gyors növekedése akkor kezdődik, amikor a minimum hőmérséklet 5°C fölé emelkedik. A sejtek térfogata növekszik, főleg a tartalékoknak és a víznek köszönhetően. A búza további vegetációs fejlődése 5-10°C-on történik, az első és második szártag megnyúlik, a fennmaradt szártagok (3, 4 és 5) puffadnak amikor 10°C fölé emelkedik a hőmérséklet. A növények hossztengele növekedését szabályozza a *béta-indol-ecetsav (auxin)*, a képződéséhez szintén nitrogénre van szükség. A negyedik levél megjelenésével kezdődik a kalászolás, és meg van határozva a kalászkák száma. Az elegendő nitrogén ebben a fejlődési szakaszban megakadályozza a kalászkák jövőbeli sterilitását és megnöveli a termékeny virágok számát (három vagy több egy kalászkán). A kalász összetevőinek fejlődése csak részben van befolyásolva az öröklődési alapoktól, és ezért még jelentősebb a növények megfelelő táplálása. A búza érése többnyire a tartalék anyagok lebomlásával megy végbe, azok eloszlásával a fotoszintetikus inaktív növényi részekből (idősebb levelek és szár) a kalászba. Ezért a termés kialakulásának kritikus időszakja jelentősen a vegetatív és generatív fejlesztési fázis (megtermékenyítés) váltása előtt van és azt tekintjük, hogy **az első fejtrágyázásra legjobb idő az amelyben a növény nyugalomból megkezdí tavaszi növekedését, a második pedig a szárbaindulás kezdete.** A 2. vázlat a nitrogénfelvétel dinamikáját mutatja őszi vetésű búzában.

2. vázlat



Amikor a őszi vetésű sörárpáról van szó, akkor a trágyázást a tavaszi növekedés előtt kizárólag ammónium-nitráttal kell végezni. Az urea használata meghosszabbítja a nitrogén elfogadását és növeli a fehérjék tartalmát, ami a söripár szempontjából gyengébb minőségű árpát ad.

A tavaszi vetésű kalászosoknál a nitrogénnel való trágyázás úgy történik, hogy a trágya teljes összegét vetés előtt adjuk meg, a fejtrágyázás pedig nem ajánlott a rövid tenyészidő és a trágyákból származó tápanyagok rossz kihasználása miatt.

A tritikálé trágyázása alapvetően ugyanaz, mint a búzáé, azzal hogy 10%-kal kevesebb trágyát kell használni.

Az olajrepcé trágyázása

Egy tonna mag és megfelelő vegetatív tömeg formálásához az olajrepcé a talajból 50-60 kg N, 25-30 kg P₂O₅ és 50 kg K₂O és 8-10 kg kén vesz ki, de a maggal csak 37-45 kg N, 20-22 kg P₂O₅, 10 kg K₂O és 7-9 kg kén távolodik el hektáronként. Az olajrepcének nagy káliumigénye van, habár a kálium legnagyobb része a szármaradványokban marad. Alapvető talajművelésnél alaptrágyázással a nitrogén egy harmadát, a foszfor és a kálium teljes mennyiségét kell adni. Az optimálisan termékeny talajra amelyen el lehet várni a 3 tonna mag termését hektáronként, 70-80 kg N, 60-80 kg P₂O₅ és 60-80 kg K₂O kell kijuttatni. Amikor a káliummal való trágyázásról van szó akkor a szakirodalomban gyakran fordulnak elő ajánlások amelyek szerint sokkal nagyobb káliummennyiséget kell felhasználni. Amikor a könnyen hozzáférhető kálium tartalma 15 mg, a 30 cm-es rétegben mintegy 600-650 kg/ha van, ami több, mint elég a 3 t mag és megfelelő vegetatív tömeg kitermeléséhez. Mivel a gyökér nem tudja felhasználni az összes káliumtartalmát, a kálium amely a növény maradványaiban marad (150 kg) csak mineralizáció után lesz elérhető a következő termés számára, így annyi káliumot kell visszapótolni amennyi a maggal el lett szállítva. A gyakorlat is azt mutatja hogy a nagy kitermeléshez nem szükséges nagy káliummennyiséget adni, ahol pedig a könnyen hozzáférhető kálium tartalma nagyobb mint 25 mg 100 g talajmintában, a kálium-trágyázást csökkenteni lehet, ha pedig meghaladja a 30 mg-ot akár el is lehet hagyni anélkül hogy a terméshozam csökkenne. Mikor a foszfort tartalmazó trágyáról van szó akkor be kell tartani a 6. táblázat elveit.

Az olajrepcé első fejtrágyázását ureával kell elvégezni februárban, a másodikat pedig ammónium-szulfáttal a kora tavaszi növekedés kezdetén. Az első trágyázás általában 90-100 kg nitrogént kell hogy tartalmazzon, a második pedig 200 kg/ha ammónium-szulfátot, így az olajrepcének elegendő kén is lesz nyújtva.

A kukorica trágyázása



7. kép A cink hiánytünetei kukoricán

A kukorica domináns kultúra, mivel a szántóföldi növénykultúrák között a legnagyobb területet foglalja el. Egy tonna szemtermés és megfelelő vegetatív tömeg formálásához a talajból 25-30 kg N, 10-15 kg P₂O₅, 20-25 kg K₂O vesz ki. Az átlagos Harvest-index 1:1. A kukorica érzékeny a cink hiányára, a talajokon amelyek túlzottan sok foszforral vannak ellátva előfordulhat ez elem hiánya. Szabadkai régióban a cinkhiány lokálisan, vagy a szabadka-horgosi homokpusztában fordulhat elő. A tünetek enyhítésére cinktartalmú lombtrágyát kell használni. A kukoricatrágyázás tervezése során

elsősorban a tervezett terméshozamtól kell kiindulni, ami több év átlaga kell hogy legyen amely szintje 15-20%-kal fel van emelve. A tervezett foszfor és kálium teljes mennyiségét, valamint a nitrogén harmadát, vagy akár felét is szükséges a talajba szántani. Elsősorban az urea talajba szántásával lehet elérni azt hogy a nitrogén a vetésig valamivel mélyebben kerüljön a talajba. A kukoricának erős gyökérzete van, amely akár 150 cm mélységbe is behatol. A gyökerek fejlesztése mélyebb talajrétegbe segít abban hogy a kukorica könnyebben elviselje a nyári meleget és a felületi víz hiányát. Egyes országokban és hazánkban az utóbbi időben egyre több támogatója van a vetés előtti trágyázásnak, a komplex trágyák kijuttatása a vetőmaggal együtt. Mivel a fiatal növénynek magas foszforigénye van, de az elfogadóképessége viszonylag kicsi, így 12-15 kg/ha NPK műtrágyát lehetne a talajba juttatni, de nem többet, ugyanaz okból amely miatt ajánlott a nitrogén őszi talajbavitele az alapvető talajművelés során. A fejtrágyázást nitrogénnel kerülni kell, mert az a tenyészedőszak meghosszabításához vezet és betakarításkor a magasabb szemnedvességet eredményezi. A nitrogénhiányt legjobb kukoricavetés előtt N-min módszer használatával megállapítani.

Példa a kukorica tápanyagellátására amely talajvizsgálatra van alapozva

A hozzáférhető P_2O_5 tartalma a talajban 22,8 mg, a káliumé 21,1 mg, míg az ellátottság nitrogénnel jó, 0,2%. A tervezet tarméshozam 9 t/ha száraz kukoricaszem. A kukorica szára leszántással visszakerül a talajba.

A 9 tonna kukoricaszem és megfelelő mennyiség kukoricaszár a talajból kivész:

nitrogénből $9 \times 25 = 175 \text{ kg} - 55 \text{ kg}$ (30%-a visszatér a szárral) = 120 kg

foszforból $9 \times 12 = 108 \text{ kg} - 27 \text{ kg}$ (25%-a visszatér a szárral) = 81 kg

káliumból $9 \times 22 = 198 \text{ kg} - 139$ (70%-a visszatér a szárral) = 59 kg

Mivel a talaj foszforral optimálisan van biztosítva (22,8 mg) annyi foszfort kell visszapótolni amennyi a kukoricaszemmel el lesz szállítva, **81 kg P_2O_5** .

A kálium tartalma optimális (21,1 mg), a talajba vissza kell adni 50-60% a tervezett elszállításból, $59 \times 0,6 =$ **35 kg K_2O** .

Mivel a föld jól el van látva nitrogénnel, a kukoricának még **$9 \times 25 = 225 \text{ kg/ha}$** van szüksége.

Ősszel szükséges kijuttatni:

1/3 N 225 kg, illetve 75 kg

100% P_2O_5 , illetve 81 kg

100% K_2O , illetve 35 kg.

Mivel a káliumból kell a legkevesebb, akkor a 35 kg elosztjuk a kálium tartalmával a műtrágyában. Ha 15:15:15 NPK műtrágyát használunk, akkor $35/0,15 = 233 \text{ kg/ha}$. Annyi 15:15:15 NPK-ra van szükség hogy kielégítsük a növények kálium iránti igényét.

Mire ezáltal a foszfor és a nitrogén egy részét is adtuk, ki tudjuk számítani, hogy mennyit kell még adni ez elemek trágyájából:

N $75 - 35 =$ **40 kg**

P_2O_5 $81 - 35 =$ **46 kg**

A fennmaradó foszfort 12:52 MAP használatával kapjuk meg:

$46/0,52 = 89 \text{ kg MAP}$, így még $89 \times 0,12 = 10,7 \text{ kg}$ nitrogén is adtunk.

Még **$40 - 10,7 = 29,3 \text{ kg N/ha}$** kell felhasználni.

$29,3/0,46$ (a nitrogén tartalma ureában) = 63 kg urea

Ezek szerint 233 kg/ha NPK, 89 kg/ha MAP és 63 kg ureát kell használni.

Az alapvető trágyázásra 300 kg/ha 8:24:16 NPK műtrágyát is lehetett volna használni, de azzal 13 kg-mal több káliumot, és 9 kg-mal kevesebb foszfort adtunk volna. A 111 kg urea kiegészítésével a tervezett nitrogénmennyiség is fedezve lenne.

A trágyázást $81/0,52=155,7$ kg/ha MAP és 122 kg/ha urea felhasználásával is meg lehet oldani. Így megadjuk a foszfor és a nitrogén teljes mennyiségét, de nem adjuk meg a káliumot. Egyszerűsítettük a trágyázási rendszert, mert a 21,1 mg kálium elegendő tartalék ahhoz hogy elérjük a tervezett terméshozamot, de ezt pótolni kell a következő évben több kálium túlsúlyos műtrágya felhasználásával.

Vetés előtti nitrogéntrágya használata

A terv szerint nitrogénből 225 kg/ha lesz elszállítva, az alapvető talajművelésnél pedig 75 kg/ha lett a talajba szántva. Amikor a növény maradékai rendszeresen le vannak szántva, akkor a mineralizáció során, ha elég csapadék van, még 60-70 kg/ha nitrogén szabadul fel.

Ennek megfelelően a vetés előtt hektáronként $225 - 75 - 70 = 80$ kg nitrogént kell kijuttatni, $80/0,46 = 173$ kg ureát vagy $80/0,34 = 235$ kg AN műtrágyát.

Ezek mellett a talajban van már egy bizonyos mennyiség ásványi nitrogén, de ugyanúgy a betakarítás után is van egy bizonyos mennyiség ásványi nitrogén, úgy, hogy a fenti összeget nem vesszük számításba.

A számítás alapja a talaj tápanyagtartalmának vizsgálata, amellyel trágyázási ajánlás készül, úgy, hogy amikor csak lehet, el kell végezni a talajban levő tápanyagok elemzését és a szakszolgálathoz fordulni tanácsért.

A napraforgó trágyázása

Egy tonna mag és megfelelő vegetatív tömeg formálásához a talajból 45-55 kg N, 20-25 kg P_2O_5 , 70-90 kg K_2O lesz felhasználva. Az alacsonyabb 2:1 Harvest-index miatt, a 3 t/ha termés a talajból 80 kg N, 40 kg P_2O_5 és 40 kg K_2O használ fel. A napraforgónak jól fejlett gyökérzete van, amely lehetővé teszi a talajban levő tápanyagok jó kihasználását. Az ásványi műtrágyákat szántással kel belevinni a talajba, mint a kukoricánál a nitrogén harmadát vagy felét és a foszfor és a kálium teljes mennyiségét. Ha az előző termés csak MAP-al volt trágyázva, akkor az alaptrágyázásnál előnyt kell adni a kálium túlsúlyos műtrágyának, pl. 8:16:24 NPK.

A szója trágyázása

A szója olyan növény, amely jól ki tudja használni a tápanyagot a talajból, 1 t/ha termés és vegetatív tömeg 100 kg N, 23-27 kg P_2O_5 és 50-60 kg K_2O használ fel a talajból. A talajvizsgálat eredményei alapján kapott trágyázási ajánlásból a foszfor és kálium teljes tömegét kell alapvető feldolgozással a talajba vinni. Az optimálisan termékeny talajba 200-300 kg/ha 15:15:15 vagy 8:24:16 NPK kell alászántani és vetés előtt még 40-50 kg nitrogént adni. Nagyobb nitrogénmennyiség befolyásolja a gyökérgümők elszorvadását, amelyeken szimbióta nitrogénmegkötő baktériumok vannak. Vetés előtt kötelező elvégezni a magok inokulálását Nitraginnal, mivel ez biztosítja a légköri nitrogén fixálását.

A lucerna trágyázása

A száraz gazdálkodás körülményei között a lucerna 8-10 t/ha szénát ad, az öntözés és a bőséges csapadék hatására akár 16 t/ha szénát is adhat. A 10 t/ha szénához a lucerna a talajból 130 kg N, 39 kg P_2O_5 , 94 kg K_2O és 140 kg CaO vesz ki. Ezért vetése előtt 30-40 t/ha istállótrágyát, 80-100 kg/ha P_2O_5 és 80-100 kg K_2O kell a termékeny talajba alászántani.

Tavasszal, a tenyészedőszak kezdete előtt, a lucernát körülbelül 30 kg/ha nitrogénnel kell trágyázni, ősszel pedig, az utolsó kaszálás után 200 kg/ha 9:15:15 NPK kell felhasználni. A trágyázáshoz pontosabb ajánlást lehet adni a talajvizsgálat eredményei alapján.

ZÖLDSÉGFÉLÉK TRÁGYÁZÁSA

A zöldségfélék sok tápanyagot vesznek ki a talajból, ezért a trágyázásuk különös figyelmet érdemel, különösen amikor a termesztés védett területen történik.

Közös jellemzőjük a rosszul fejlett gyökérzet, amely elsősorban a felületi rétegben fejlődik ki, úgy hogy a zöldségféléket 2-3 alkalommal kell táplálni, némelyiket még gyakrabban. Az összes zöldségfélének kifejezet káliumigénye van. A 8. táblázat a talaj besorolását mutatja védett területen káliummal való ellátottsága alapján (Pavlek, 1975, idézet Ubavić és munkatársai, 2002).

8. táblázat

A talaj ellátottsága	Könnyebb talaj mg K ₂ O/100g	Nehezebb talaj mg K ₂ O/100g
Alacsony	40	<50
Közepes	40-60	50-70
Magas	60-100	70-120
Nagyon magas	>100	>120

Zöldségtermesztéskor a talaj tápanyagellátására szerves trágyákat kívánatos használni. Legjelentősebb az istállótrágya, amelyet féléretten vagy éretten kell használni. A félérett trágya ősszel használható alaptrágyázásra, amikor a növények tavaszra lesznek ültetve. Vetés vagy ültetés előtt csak érett trágyát szabad használni. A szükséges trágyamennyiség számításakor figyelembe kell venni az istállótrágya tápanyagtartalmát. A 9. táblázatban a szerves trágyák tápanyagtartalma van kimutatva.

9. táblázat

Friss trágya (10 t)			
Fajta	N kg	P ₂ O ₅ kg	K ₂ O kg
Szarvasmarha	30-40	16-28	40-50
Sertés	45-60	20	60
Érett trágya (10 t)			
Szarvasmarha	60-70	25-35	50-75
Sertés	50-65	15-25	50-65
Hígtrágya			
Szarvasmarha	20	-	80
Sertés	20	-	80

Nitrátok és nitritek zöldségfélékben

A növény számára a nitrogén főként a fehérjék felépítéséhez szükséges (a nitrogén átlagtartalma a növényi fehérjékben 6.25%). Azonban létezik számos más nitrogén-tartalmú vegyület is, mint például a klorofill, a genetikai anyag, és nagy számú vegyület amely különböző ízt, színt és aromát biztosít a zöldségféléknek.

A növény a nitrogént gyökér által fogadja fel, elsősorban nitrát-ionok formájában, és egy kisebb részt ammónium-ionok formájában. Az elfogadott nitrát a növényi szervezet metabolizmusa során más vegyületekre alakul át. Az anyagcserében sok enzim vesz részt, amely a nitrátokat amidokká redukálja, majd aminosavak, és végül nagy fehérje molekulák keletkeznek. Mitől függ a növény nitráttartalma?

A növény nitráttartalma számos tényező közös hatásától függ. Nagyobb mennyiség nitrogént tartalmazó trágya alkalmazása befolyásolja a nitráttartalom növekedését. A növény nem különbözteti meg az ásványi trágyákból keletkezőt és a szerves anyag mineralizációjából származó nitrát-nitrogént. Ennek megfelelően a nitrátszint emelkedése a zöldségfélékben a sok szerves trágya használatának következménye is lehet.

A fény hiánya és az alacsony hőmérséklet befolyásolja a metabolizmus és a nitrát szállítás gyorságának csökkenését, amely a növényben nitrátok felhalmozódásához vezet. Nitrátokat a növény az éjszaka folyamán is fogad, de a fotoszintézis hiánya miatt azok felhalmozódnak, így a tartalmuk a növényben legnagyobb a reggeli órákban. Ez a nitráttöbblet délig felbomlik. Amikor felhős az ég és alacsony a fényintenzitás, akkor a nitráttöbblet a növényben marad, a fokozott transpiráció miatt még növekedhet is. Minnél kevesebb fény ér rendelkezésre, annál nagyobb a nitrátok felhalmozódása.

A nitráttartalom a növény fejlődési fázisától függ. Tenyészidőszakban sokkal intenzívebb a nitrátok elfogadása, mint a fiziológiai érettség után. Tehát a zöldségféle, amely fiziológiai érettsége előtt lett leszéve (pl. saláta, spenót) több nitrátot tartalmaz. A 10. táblázatban a zöldségfélék nitráttartalma van kimutatva (Venter szerint).

10. táblázat

Zöldségféle	Nitráttartalom, mg/kg
Saláta	380 - 3520
Kínai kel	430 - 3520
Spenót	345 - 3890
Burgonya	90 - 800
Zeller	160 - 350
Karalábé	200 - 1700
Paradicsom	10 - 100
Paprika	80 - 180
Uborka	20 - 300

A nitráttartalom a zöldségfajta jellegzetessége, és nagyon fontos a növények szelekciójában és nemesítésében. A nitrátok tartalma különösen csökkent a fejes saláták szelekciójával és növénynemesítésével nyert fajtáknál.

Az emberek a nitrátokat főleg zöldségfélék (kb. 70%), ivóvíz (kb. 20%), hús és húspari termékek (kb. 6%) használatával viszik be a szervezetükbe. A nitrátok fő része kiválasztódik a veséken keresztül, egy része nyálmirigyeken át a nyálban, amelyben nitritekké alakulhat át. A nitrátok felnőttek számára ártalmatlan anyagok, nem károsítják az egészséget.

A nitritek nitrátok metabolizmusából származnak és károsak az egészségre. Például akkor merülnek fel amikor a zöldségek bizonyos baktériumok hatására öregednek. Néhány főzelék felmelegítése során is növekedhet a nitritek koncentrációja. Az ember szájában és gyomrában a nitrátok nitritekké redukálódnak. A gyomor savas közegében a nitritek reagálnak a fehérjék bomlástermékeivel, nitrozaminok képződnek amelyeknek rákkeltő hatásuk van, mert a tumor megindítására hatnak.

A friss zöldségfélék általában nem tartalmaznak nitriteket!

Miközben az ember amely sok zöldséget eszik nagy nitrátmennyiségnek van kitéve, a veszély az egészségre nagyon kicsi. Ezt a Londoni School of Tropical Medicine & Hygiene táplálkozási tanulmánya erősítette meg, amely mutatja, hogy a rákmegbetegedés valószínűsége vegetáriánusoknál nagyon kicsi. Ez azzal a ténnyel magyarázható, hogy zöldségfélék fogyasztásával nitrátok mellett a szervezetbe más anyagok is jutnak, amelyekkel a zöldségfélék gazdagok, mint pl. a C-vitamin (aszorbinsav), E-vitamin (tokoferol) és a béta-karotin, amelyek megakadályozzák a nitrozaminok képződését. A nitrogénvegyületek fokozzák a gyomorsav baktériumellenes hatását, mivel fokozódik a védelem patogén baktériumokkal szemben, amelyek betegséget idéznek elő, mint például a szalmonella.

Az ember szervezetébe jutott nitrátok és nitritek határértéke

Az Egészségügyi Világszervezet elfogadta az úgynevezett ADI (acceptable daily intake) értéket - a megengedett napi nitrát és nitrit mennyiségének értékét, amely nincs káros hatással az emberi egészségre:

nátrium-nitrát: 5 mg/kg testtömeg (3,65 mg NO₃ értékének felel meg)

nátrium-nitrit: 0,2 mg/kg testtömeg (0,14 mg NO₂ értékének felel meg)

Ezek szerint a személy, amelynek testsúlya 70 kg szervezetébe 51 mg nitrátot és 9,8 mg nitritet vihet be naponta, anélkül hogy azok az egészségre káros hatással lennének.

A zöldségfélék tápanyagigénye

Intenzív termelés alatt, amikor magas az elért terméshozam, a zöldségfélék megkövetelik az ásványi tápanyag nagy mennyiségét. A 11. táblázatban a zöldségfélék tápanyagigénye van feltüntetve (Becker, Dillingen).

11. táblázat

Növénykultúra	Tápanyagigény kg/ha			
	Terméshozam t/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Paradicsom	40	110	25	150
Paprika	20	270	50	282
Káposzta	70	250	90	350
Hagyma	30	80	40	100
Uborka	30	50	40	80
Sárgarépa	30	95	40	150
Saláta	25	55	25	110
Karfiol	50	200	80	250
Cékla	50	130	45	260
Padlizsán	40	103	24	148
Zeller	20	120	50	200
Petrezselyem	10	24	23	76
Spenót	20	100	35	80
Kelkáposzta	35	250	85	250
Retek	10	50	18	51

A tápanygmennyiség kiszámításában amely szükséges a zöldségfélék termesztésében a szerves trágyából származó tápanyagokat is figyelembe kell venni. Az istállótrágyából származó tápanyagok évi felhasználása a 12. táblázatban van kimutatva.

12. táblázat

Talajtípus	Az istállótrágya felhasználási éve és felhasználása %			
	I	II	III	IV
	%	%	%	%
Könnyű	60	30	10	-
Középszerű	50	35	10	5
Nehéz	40	30	20	10

Amikor nitrogénel kell a zöldségféléket trágyázni, akkor szem előtt kell tartani azt, hogy a zöldségfélék elsősorban öntözött talajon vannak nevelve, gyökérrendszerük nincs annyira kifejlődve mint a szántóföldi növényeknél, úgy, hogy a nitrogént ritkábban kell használni alaptrágyázásra, a legnagyobb mennyiségét a vetés vagy ültetés kezdete előtt és fejtrágyázásra kell felhasználni. Ezt azért kell így végezni mert a nitrát-ion a talajban nagyon mobilis, és így el lehet kerülni a kimosással történő veszteségeket. Figyelembe kell venni a felhasználás idejét is, a mennyiséget és a zöldségféle betakarítási idejét annak érdekében, hogy elkerüljük a káros nitrát felhalmozódását.

A talajmintákban amelyek az utóbbi tíz évben védett területről lettek kivéve, a foszfortartalom általában káros volt, 100 g talajmintában 100 mg-nál nagyobb, ezért ügyelni kell arra, hogy megakadályozzuk a túlzott bevitelét, mert a foszfor feleslege csökkenti a mikroelemek elfogadását (vas). Mikor magas a tartalma, több mint 40 mg/100 g, ki kell hagyni a használatát. Egy jól táplált talajra csak annyi foszfort kell adagolni amennyi el lesz szállítva a termés betakarításával.

A kálium nagyon fontos a zöldségfélék táplálásában, és az elszállítása a talajból nagyon jelentős. A 13. táblázatban a visszapótolt kálium mennyisége annak talajtartalmától függően látszik.

13. táblázat

A visszapótolt kálium mennyisége, %, annak talajtartalmától függően			
> 20 mg mg/100 g	15-20 mg/100 g	10-15 mg/100 g	5-10 mg/100 g
60%	80%	100%	125%

Példa a trágyázáshoz

A káposzta tervezett termelése 70 t/ha, a talajban a hozzáférhető P_2O_5 tartalma 26 mg és a hozzáférhető K_2O tartalma 22 mg. Alapvető talajműveléssel 30 t/ha éret szarvasmarha trágya volt felhasználva. A talaj típusa: közepes (vályog).

A tápanyagszükségletek 70 t/ha káposzta termesztéshez:

N	P_2O_5	K_2O
250	90	350

Istállótrágyával a talajba alászántunk:

3 x 60 kg N = 180 kg az első évben 50% lesz felhasználva, illetve 90 kg
 3 x 30 kg P_2O_5 = 90 kg, az első évben 50% felhasználva, illetve 45 kg
 3 x 60 kg K_2O = 180 kg az első évben 50% felhasználva, illetve 90 kg.

Műtrágyával még a következő tápanyagmennyiséget kell kijuttatni:

N 250 – 90 = 160 kg P₂O₅ 90 – 45= 45 kg K₂O 210 kg (60% od 350 kg) – 90= 120 kg

Tekintettel arra, hogy a növénymaradékok mineralizációjával még 30-50 kg nitrogén szabadul fel, a szükséges nitrogén mennyiséget ásványi műtrágyákból tovább lehet csökkenteni 40 kg-mal, vagyis műtrágyákkal még 120 kg nitrogént kell a talajba juttatni.

Így az alapvető talajműveléssel 400-450 kg 7:12:25 NPK műtrágyát kell adni. Az átültetés előtt körülbelül 100 kg/ha amoniumnitrátot kell alkalmazni, és még két alkalommal szükséges 80 kg/ha ammónium-nitrátot fejtrágyázásra használni.

Amikor védett területen vannak a zöldségfélék természetve általában cseppenként van végezve az öntözés, és minden növényfajra ki kell tervelni a trágyázást. A 14. táblázatban a csepegtető tápoldatozás terve van megadva káliumra.

14. táblázat A bogyótermésű zöldség kálium iránti követelményei csepegtető öntözőrendszer használatánál (Kafkafi és Tarchitzky, 2011)

Növénykultúra	Növekedési idő, %					Összes felhasználás g/növény	Növények száma per ha	K ₂ O felvétele kg/ha	Tervezett termés t/ha
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100				
	felhasználás * g/növény								
Paradicsom	0,7	0,8	3,5	7,0	4,5	16,5	20.000	330	100
	(25)	(30)	(128)	(256)	(165)	(121)			
Paprika	0,5	2,0	1,4	1,4	0,4	5,7	50.000	285	55
	(25)	(100)	(70)	(70)	(20)	(77)			
Sárgadinnye	0,4	1,2	4,0	4,4	2,0	12,0	25.000	300	50
	(20)	(60)	(190)	(220)	(100)	(120)			

* Zárójelben a kálium napi tartalma (mg K₂O per növény naponta) van megadva, amelyet tápoldatozással kell adagolni csepegtető öntözőrendszer használatával. Ebben az összegben 10%-kal több kálium szerepel mint amennyit a növény fel tud venni és gyökerei elfogyasztani.

Káposzta és karfiol termelésben a legjobb eredményeket a csepegtető öntözőrendszerbe adagolt vízben oldódó káliummal lehet elérni. Tápoldatozással a tervezett hatóanyag felét kell adni, a másik felét pedig az alapvető talajművelési eljárásnál szerves és ásványi trágyák használatával (leggyakrabban komplex műtrágyák amelyeknél a hangsúly káliumon és granulált kálium-szulfáton van). A vízben oldható műtrágyák, hangsúlyozva a kálium vízben oldható összetett műtrágyákat amelyek 20-30% K₂O, kálium-nitrátot vagy kálium-szulfátot tartalmaznak, tápoldatozásra előírt mennyiségét fel kell osztani legalább öt (korai fajtáknál), nyolc (közepesen korai fajtáknál) vagy tíz (a késői hibrideknél) tápoldatozásra, a kálium-nitrátot a gyökérfejlesztő fázistól a fejesedés kezdetéig, a kálium-szulfátot pedig a növekedési időszak második részében kell használni.

FELHASZNÁLT FORRÁSOK

1. Kasztori Rudolf, Növényélettan I (Fiziológija Biljaka I) (1986), Újvidéki Egyetem – Szántóföldi Növény és Zöldségfélék Termesztési Intézet
2. Kasztori Rudolf, Ilin Žarko, Maksimović Ivana, Putnik Delić Marina, Kálium a növények táplálkozásában – Kálium és zöldségfélék (Kalijum u ishrani biljaka – Kalijum i povrće) (2013), Újvidéki Egyetem, Mezőgazdasági Kar
3. Manojlović Maja, Bogdanović Darinka, Lazić Sanja, Nešić Ljiljana, A talaj termékenysége és megterheltsége a határ menti térségben (Plodnost i opterećenost zemljišta u pograničnom području) (2014)
http://www.agroekologija.eu/agri-conto-cleen/wp-content/uploads/2014/02/01_Plodnost_i_opterecenost_zemljišta_u_pogranicnom_podrucju.pdf
4. Jug Irena, A növények tápelemei (Elementi biljne ishrane)
<http://ishranabilja.com.hr/literatura/tloznanstvo/Elementi.pdf>
5. Vukadinović Vladimir, Termékenység - a talaj termőképessége (Plodnost - produktivnost tla)
http://ishranabilja.com.hr/literatura/ishrana_bilja/Plodnost_tla.pdf
6. Vukadinović Vladimir, Trágyázási szaktanács (Gnojdbene preporuke)
<http://www.nss.com.hr/documents/gnojdbene/Gnojdbene%20preporuke.pdf>
7. Aktuális tanácsadó (Aktuelni savetnik), 3. év, 6. szám, Mezőgazdasági Szakszolgálat Zenta, 2014 júniusi kiadása
http://www.polj.savetodavstvo.vojvodina.gov.rs/sites/default/files/AS%20PSS%20Senta_1.pdf
8. Utasítás a talajmintavételezhez (Uputstvo za uzorkovanje zemljišta)
http://www.nsseme.com/products/inc/lab/Uputstvo_uzorkovanje_zemljišta.pdf
9. 1. számú Dokumentált módszer Talajmintavétel az agrokémiai analízis számára (Dokumentovana metoda broj 1 za uzimanje uzoraka zemljišta za potrebe agrohemijske analize) (2007), Vizsgáló laboratórium, Mezőgazdasági Szakszolgálat Szabadka RT
10. R. Kasztori, M. Ubavić, N. Petrović, A. Pejić, Szántóföldi növények és zöldségfélék trágyázása (Đubrenje ratarskih i povrtarskih biljaka) (1991) Újvidéki Egyetem, Mezőgazdasági Kar, Zorka Vegyi Művek Szabadka