

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ЗАКАРПАТСЬКА ДЕРЖАВНА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА
ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ НААН

ЗАКАРПАТСЬКА ФІЛІЯ ДЕРЖАВНОЇ УСТАНОВИ
«ІНСТИТУТ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ

ЦЕНТР НАУКОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
АПВ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ

РЕКОМЕНДАЦІЇ

**ЗАСОБИ УПРАВЛІННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО ЖИВЛЕННЯ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ТА ОХОРОНИ ҐРУНТІВ ВІД
ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ У РІЗНИХ АГРОКЛІМАТИЧНИХ ЗОНАХ
ЗАКАРПАТТЯ**

УДК 631.41: 631.416.9:

Засоби управління мікроелементного живлення сільськогосподарських культур та охорони ґрунтів від забруднення важкими металами у різних агрокліматичних зонах Закарпаття. Рекомендації.

Рекомендації розроблено за результатами науково-дослідної роботи проведеної протягом 2019 – 2020 років по проекту «Розробити наукові засади збалансованого використання ґрунтових ресурсів, прогноз розвитку та управління відтворенням родючості ґрунтів, як основи сталого розвитку України».

Рекомендації призначені для використання спеціалістами агропромислового комплексу Закарпаття, а також науковцями Закарпатської філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України», екологічних організацій, можуть використовуватися у навчальному процесі у закладах різних напрямків.

Рекомендації підготували:

Фандалюк А. В., к. с.-г. н., Бандурович Ю.Ю., Бондарчук Т.М.

Рецензенти:

Кормош С.М. – завідувач лабораторії пряно-ароматичних культур, к. с.-г. н.,
Матвієнко З.М. – завідувач лабораторії агрохімічних аналізів Закарпатської філії ДУ «Держґрунтохорона»

Відповідальний за випуск: вчений секретар
Закарпатської ДСГДС НААН України Семененко І.С.

Схвалено і рекомендовано до видання Вченою радою
Закарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції НААНУ,
протокол №1 від 14.01.2021 року.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	16
1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ТЕРИТОРІЇ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ	17
2. ҐРУНТОТВОРНІ ПОРОДИ ТА ВМІСТ В НИХ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ТА ВАЖКИХ МЕТАЛІВ	14
3. ОСНОВНІ ТИПИ ҐРУНТІВ ТА ЇХ ВЛАСТИВОСТІ	17
4. АНАЛІЗ ВМІСТУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ І ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТАХ ЗАКАРПАТТЯ	22
5. ЗАСОБИ УПРАВЛІННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО ЖИВЛЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ТА ОХОРОНИ ҐРУНТІВ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ У НИЗИННІЙ АГРОКЛІМАТИЧНІЙ ЗОНІ ЗАКАРПАТТЯ	27
ВИСНОВКИ.....	34
ЛІТЕРАТУРНІ ПОСИЛАННЯ.....	35

ВСТУП

Мікроелементи є важливими компонентами мінерального живлення і необхідні для забезпечення життєдіяльності рослин, реалізації їх генетичного потенціалу та формування високоякісного врожаю, синтезу ферментів, які підвищують інтенсивність використання енергії та води, забезпечення високої окисно-відновної активності тканин і реакцій фітоімунітету, стабілізації колоїдних систем клітин та певної спрямованості біохімічних процесів [1, 2]. Суттєвий вплив на акумуляцію мікроелементів рослинами здійснюють внутрішні (фізіологічні) та зовнішні (екологічні) чинники. До фізіологічних чинників належать генетичні особливості, до екологічних — едафічні, кліматичні та погодні умови місцезростання [3, 4].

Важливим резервом підвищення врожайності сільськогосподарських культур є оптимізація їх мікроелементного живлення [5, 6]. Встановлено, що і нестача, і надмірна їх концентрація може викликати порушення нормального розвитку рослин, негативно вплинути на якість продукції [7, 8]. В той же час потреба різних сільськогосподарських культур в мікроелементах коливається в досить широких межах, на що впливають ще і умови їх вирощування [9].

В багатьох країнах розроблені диференційовані, в залежності від основних фізико-хімічних властивостей, та функціонального призначення земель, критерії оцінки забруднення ґрунтів. Але, як вже зазначалося вище, нормативи навантаження ґрунтів, критерії оцінки їх стану не імпортуються.

На сучасному етапі розвиток промисловості та сільськогосподарського виробництва супроводжується широким використанням хімічних елементів. Внаслідок цього за останні десятиріччя в кругообігу макро- та мікроелементів, важких металів в окремих регіонах виявлені істотні зміни при визначенні обсягів виносу, в напрямках та темпах міграції, спостерігається вимивання одних життєво важливих поживних елементів, накопичення інших в небезпечних, токсичних кількостях. В умовах Закарпаття проблема ускладнюється геоморфологічними особливостями території та низькою забезпеченістю сільськогосподарськими угіддями.

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ТЕРИТОРІЇ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1. Рельєф Закарпатської області

Розміщення на території Закарпатської області двох тектонічних структур зумовило поділ її на гірську і рівнинну частини. Майже 80 % площі області займають Карпатські гори і лише 20 % – Закарпатська (Притисянська) низовина. У межах області знаходиться частина Українських Карпат, які в свою чергу входять у Карпатську гірську систему. Гори простягаються з північного заходу на південний схід, в цьому ж напрямі збільшується їх висота, змінюється вигляд.

У північно-західній частині області це типові середньовисотні гори з округленими вершинами, широкими хребтами, рівнобіжними з ними долинами. У південно-східній частині рельєф високогірний – круті схили, загострені вершини гір, глибокі провальні долини. Це зумовлено тектонічною будовою, складом гірських порід, а також впливом на найвищу частину гір четвертинного зледеніння.

Різноманітність рельєфу і особливо гірського ландшафту з великим перепадом висот над рівнем моря (від 103 до 2061 м), великої кількості річок (9249) і гірських потічків, ґрунтових і кліматичних умов зумовлюють поділ області на чітко виражені вертикальні зони. Вони визначають специфіку, особливості і форми сільськогосподарського виробництва, на яких ми коротко зупинимось.

Закарпатська (Притисянська) низовина займає південно-західну частину області і є частиною Середньодунайської рівнини. Північна її межа починається від м. Ужгород і звивистою лінією пролягає через Середнє, Мукачево, Сільце і Рокосово. Поверхня низовини в основному плоска із слабким нахилом з північного сходу на південний захід. Незначний спад поверхні і невелика глибина річкових долин утруднюють поверхневий стік, тому в деяких місцях проходить процес заболочування; при сильних зливах і таненні снігу знижені місця нерідко затоплюються водою.

Низинна зона охоплює всю Притисянську рівнину південно-західної частини області з прилягаючими до неї низькими передгір'ями. У більшості вона утворена терасами річки Тиса та її приток. Абсолютні висоти коливаються в середньому від 116 до 120 м над рівнем моря і лише в урочищі Чорного мочара знижується до 104 м. Окремий мікрорельєф створює Берегівське горбогір'я, утворене окремими вулканічними горами [14]. Включає зона такі адміністративні райони: Берегівський, Виноградівський, південно-східну частину Мукачівського, Ужгородського та Іршавського районів.

Закарпатська низовина представляє собою плоску рівнину, яка розташована вздовж правого берегу річки Тиси, і лише невелика частина її площі лежить на лівому березі. Найбільшої ширини досягає рівнина у західній частині, поступово звужуючись до південного сходу (ширина її на заході близько 20 км, до сходу вона звужується до 2–3 км.)

Рельєф низовини рівнинний. Вона прорізається тільки низинами рік Уж, Латориці, Боржави, Іршавки, Ріки, Терєблї, Терєсви та іншими. Річки у межах низовини слабо врізані в свої береги і мають повільну течію, яка характерна для рівнинних річок. Береги річок обривисті. Висота обривів не перевищує 4–8-ми метрів. Ярів і балок немає зовсім. Серед низовини, біля м. Берегово, ст. Запсонь і в деяких інших місцях, здіймаються острівні вулканічні гори. Висота їх складає 200–250 м над оточуючою місцевістю. Мікро- і мезорельєф у межах низовини розвинутий досить добре, що у багатьох випадках викликає прояви ерозії ґрунту. Рівнина покрита багаточисельними як великими, так і меншими впадинами. Надмірна розораність сільськогосподарських угідь є основною причиною незадовільного екологічного стану в цій зоні. В низинній зоні зосереджені основні площі зернового та плодовоовочевого виробництва.

Передгірна зона охоплює все передгір'я Ужгород-Хустського хребта, а також Іршавську та Хустську улоговини з абсолютними висотами до 350 м над рівнем моря. Форми рельєфу цього агрокліматичного району різноманітні і тому різняться їх кліматичні умови. До передгірної зони відноситься передгірна частина Мукачівського, Ужгородського, Іршавського, Перечинського та Тячівського районів. Передгірна зона утворює своєрідний ландшафтний район, що простягається смугою по межі з Притисянською низовиною та різко відрізняється від неї. Низькі передгір'я представляють собою природно-обмежений ландшафтний район, що характеризується своєрідною структурою взаємозв'язків природних компонентів. Цей район чітко виділяється за своїми природними умовами, що обумовлено рядом факторів: тектонічною будовою, інтенсивністю ерозійних процесів, особливістю ґрунтово-рослинних групувань. Характерною особливістю передгірної зони є також і те, що тут переважають вулканічні породи.

Загалом форми рельєфу передгірної зони представлені похилими увалами з відносними висотами у 60 – 80 м. У середньому вони простягаються на 3 – 4 км, але деякі з них сягають до 10 км. Витягнуті з півночі на південь схили підходять під деяким кутом до хребта Хат (відроги Вигорлат-Гутинського хребта). Середній нахил складає 3 – 4⁰, але вже на межі з низиною виникає різке зростання нахилу до 10 – 12⁰. Сільськогосподарські угіддя, в тому числі і рілля розміщені переважно на схилах, які піддаються водній ерозії.

Гірська зона Закарпатської області займає майже 66 % території у межах абсолютних висот понад 400 м над рівнем моря. Це сільськогосподарські угіддя Воловецького, Великоберезнянського, Міжгірського, Свалявського, Рахівського, частково Перечинського, Мукачівського, Тячівського та Хустського районів. Сюди також необхідно віднести гірські луки субальпійського та альпійського поясів, що знаходяться вище 1100 – 1200 м над рівнем моря. Розораність земель гірської зони у порівнянні до низинної тут невисока – 23 – 27 %. Однак, зважаючи на те, що всі сільськогосподарські угіддя розміщені виключно на схилах, густо порізані гірськими потоками і потічками та враховуючи те, що тут щорічно випадає до 1600 мм опадів, великої загрози набувають ерозійні процеси. Зважаючи на значну віддаленість цих земель від населених пунктів і те, що це надто холодний пояс (вегетаційний період 90 – 100 днів), великого практичного значення для ведення сільського господарства ці ґрунти не мають. Спільною ознакою ґрунтів гірської зони є їх висока кислотність, наявність в них вільних окислів заліза та алюмінію, які збільшуються із зростанням висоти над рівнем моря.

Збільшується також і вміст гумусу в горизонті Н (від 2 % у теплому поясі до 7 – 8 % – у холодному).

1.2. Клімат Закарпатської області

Рельєф вносить суттєві і багатогранні відхилення у закономірні зміни кліматичних умов області, пов'язані з наростанням висоти. Клімат Карпат – континентально-європейський. Значний вплив на нього має різка зміна висоти над рівнем моря, форми рельєфу, експозиція та крутизна схилів. Негативну дію на клімат області проявляє і діяльність людини, від якої навантаження дійшло до такого рівня, що почало перевищувати межі здатності ґрунтів до відновлення. Особливо у гірських умовах дестабілізована екологічна рівновага, що встановлювалась віками. Якщо до дев'яностих років гірськими лісами випаровувалось близько 20 км³ вологи, що формувало клімат не лише Закарпатської області, а і більшої частини України, то масова вирубка лісів призвела до різкого зменшення цього показника і викликала, в останні роки, сильні засухи у Закарпатті.

Карпати захищають область від холодних північних і сухих східних вітрів. Панують тут західні і південно-західні вітри, які приносять з Атлантики вологе повітря. В природно-історичному відношенні область поділяється на три зони, які значно відрізняються за агрокліматичними умовами:

Низинна агрокліматична зона є найбільш теплою. Сума активних температур за період з середньою добовою температурою понад 10 °С становить 3000 – 3320 °С, а в окремих мікрозонах може досягати 3400 – 3600 °С (райони Виноградів та Мужаї). Максимальна температура тут складає +38 °С, а мінімальна – мінус 34 °С. Ці місця достатньо захищені від холодних вітрів і мають дуже сприятливі умови (експозиція, форми рельєфу) для денного прогрівання та нічного стікання повітря. Висота над рівнем моря 108 – 137 м. Середня температура повітря по регіону в липні дорівнює 20 °С і більше, а січня – лише -3, -4 °С. Період з температурою понад 10 °С триває 180 – 195 днів, а з температурою понад 15° – 120 – 140 днів. Весняні приморозки закінчуються, в середньому, у двадцятих числах квітня, а перші осінні починаються 10–28 жовтня; тривалість безморозного періоду, залежно від рельєфу, коливається у межах 170 – 190 днів (табл. 1). Зволоженість на півночі регіону достатня (ГТК 1,3), а на півдні помірна (ГТК близький до 1,0), лише в окремі роки спостерігається посуха. Протягом періоду з середньою добовою температурою повітря понад 10° випадає 380 – 460 мм опадів, що становить 66 – 75 % їх річної кількості. Теплові ресурси низинного регіону забезпечують вирощування широкого асортименту сільськогосподарських культур, у тому числі таких теплолюбивих, як середні й пізні сорти винограду, персиків, абрикосів, кукурудзи, більшості овочевих культур та ін.

У **передгірській зоні** клімат формують форми рельєфу, які досить різноманітні і тому неоднакові кліматичні умови. В цілому це достатньо тепла зона. Сума активних температур тут коливається в межах 2700 – 3000 °С. Середня температура липня становить плюс 19 °С, а січня 4,4 °С нижче нуля. Період з середньодобовою температурою повітря понад 10 °С у передгірній зоні триває 180 – 185 днів, а з температурою понад 15° – 115 – 130 днів. Останні весняні приморозки закінчуються у другій-третьій декаді квітня, а перші осінні настають на початку другої декади жовтня. Безморозний період триває в середньому 170 – 175 днів.

За умовами зволоження регіон відноситься до зони надмірного зволоження, проте розподіл опадів по території нерівномірний. Найбільша їх кількість (500 – 550 мм) в період з температурою понад 10° випадає в південно-східній частині, а найменша (460 мм) в північно-західній частині. Річні суми опадів коливаються у межах 650 – 850 мм на північному заході регіону, 800 – 1000 мм і більше на південному сході. ГТК становить 1,3 – 1,8. Теплові ресурси регіону достатні для вирощування широкого асортименту сільськогосподарських культур, в тому числі таких теплолюбивих як виноград, тютюн та інші.

Кліматичні умови **гірської зони** визначаються передусім географічним положенням гір, значною висотою їх над рівнем моря, формою рельєфу. На північному сході Карпатська дуга межує з лісостеповою й степовою зоною Східної Європи. З одного боку – Український Лісостеп, із другого – Угорська рівнина. Вони впливають на Карпати своїм субконтинентальним і континентальним кліматом. Вплив угорської лісостепової зони найвиразніше проявляється на Закарпатті. Літо тут набагато тепліше, ніж на Прикарпатті. Кліматологи відносять Українські Карпати до атлантично-континентальної кліматичної зони, якій властиві західні повітряні течії, антициклональний режим погоди і континентальний клімат помірних широт. Враховуючи різницю у висотах над рівнем моря (300 – 2000 і більше метрів), експозицію схилів та різноманітність форм рельєфу, кліматична різниця між окремими частинами регіону досить істотна. Можна виділити три вертикальні кліматичні зони: нижня до висоти 850 м, середня - з висотою 850 – 1250 м та верхня - понад 1250 м. Межі цих зон відповідають межам ґрунтово-рослинних зон. Нижня вертикальна кліматична зона є найтеплішою в гірському регіоні: суми активних температур залежно від форм рельєфу та експозиції змінюються від 1600 °С до 2350 °С. В окремих місцях (низ долини, на південних і західних схилах) суми активних температур досягають 2400 – 2470°. Середня температура липня 15 – 18°, а січня від -4,5 до -6°. Період з середньодобовою температурою понад 10° коливається у межах від 115 до 160 днів. Останні

весняні приморозки закінчуються в другій декаді травня, а перші осінні починаються в третій декаді вересня; безморозний період триває, в середньому, 130 днів. Атмосферних опадів за рік випадає на відкритих схилах близько 1000 мм, а в улоговинах - біля 800 мм. Теплові ресурси забезпечують одержання врожаїв жита, ярої пшениці, вівса, картоплі, тощо.

Середню вертикальну кліматичну зону можна назвати помірно холодною: сума активних температур коливається в межах 1000 - 1600°, а період активної вегетації дорівнює 90-100 дням. Середня температура липня на верхній межі цієї зони становить близько 13°, а січня – близько - 8,5°. Метеорологічне літо (період з середньодобовою температурою понад 15°) практично відсутнє. Річні суми опадів залежно від експозиції схилів коливаються від 900 до 1200 мм. В цій зоні тепла вистачає для вирощування буряків, капусти, квасолі, картоплі, вівса на зелений корм.

Верхню вертикальну кліматичну зону можна назвати холодною. Вона займає схили вододільних хребтів і міжгір'я з висотами понад 1250 м. над рівнем моря. Тривалість періоду з температурами понад 10° – 60-85 днів, суми температур за цей період коливаються в межах 600-1000°. Середня річна сума опадів досягає 1500 мм. Теплові ресурси дозволяють вирощувати менш теплолюбиві рослини: турнепс, ріпу, картоплю ранніх сортів, деякі кормові культури на зелений корм. Проте слід мати на увазі, що територіальний розподіл опадів у значній мірі залежить і від геоморфологічної будови гір.

Таблиця 1.1. - Середньомісячні показники температури повітря (°С) та суми опадів (мм) у різних агрокліматичних зонах Закарпатської області

Агро-кліматична зона, висота над рівнем моря, м	Показники	Місяці року												Середньо-річні показники
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Низинна, 104-140 м над р.м.*	Середньомісячна багаторічна t ⁰ повітря	-2,9	0,4	4,6	10,7	15,6	18,5	19,9	19,4	15,5	10,3	4,6	-0,4	9,7
	Сума опадів – багаторічна	53	49	45	47	70	78	83	69	62	54	58	69	732
Передгірна, 140-400 м над р. м.**	Середньомісячна багаторічна t ⁰ повітря	-4,4	-1,3	3,7	10,1	15,0	17,8	19,3	18,6	14,5	9,0	3,8	-1,2	8,7
	Сума опадів – багаторічна	86	78	73	68	95	108	105	93	80	81	92	118	1077
Гірська, понад 400 м	Середньомісячна багаторічна t ⁰ повітря	-6,2	-5,1	0,2	5,8	11,8	14,4	16,2	15,3	11,3	7,0	1,4	-5,0	5,8
	Сума опадів – багаторічна	110	64	50	53	119	124	147	210	227	121	128	205	1558

*Метеостанції - *Ужгород, **Хуст; ***Н. Ворота*

2. ГРУНТОТВОРНІ ПОРОДИ ТА ВМІСТ В НИХ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ТА ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Ґрунтовий покрив території Закарпатської області сформувався під дією живих організмів на гірській материнській породі в різних умовах клімату, зволоження та рельєфу. Формування сучасних ґрунтів відбувалося протягом всього голоцену. Найдавніші породи, знайдені в Карпатах, мали вік приблизно 1,2 млрд. років, проте сучасна геологічна структура була сформована за останні 200 млн. років.

Основними ґрунтоутворювальними породами є елювіально-делювіальні відкладення продуктів вивітрювання флішу, кристалічних і магматичних порід. В меншій мірі розвинуті алювіальні відкладення, морена, колювій і пролювій. Потужність елювію-делювію до 1 – 1,5 м, місцями не більше 0,3 – 0,5 м. Фізико-хімічні властивості елювію-делювію і морени генетично пов'язані з літологічними і фізико-хімічними особливостями корінних гірських порід. А такі екологічно важливі ознаки ґрунтів, як їх потужність, скелетність, механічний склад, водонепроникність, склад кальцію, калію, магнію, фосфору та інших елементів, в значній мірі визначається літолого-петрографічними особливостями ґрунтоутворюючих субстратів. Так, потужність ґрунтів росте на легковивітрюваних аргелітово-піщаникових відкладеннях, що містять рихлі вапняні піщаники, які легко руйнуються. Їх скелетність збільшується на відкладеннях зі значною дією на них щільних слабовапнякових піщаників і зменшується на м'якому фліші з помітною участю вапнякових піщаників, нестійких до вивітрювання. Зі ступенем скелетності пов'язана водопроникність ґрунтів і їх водний режим. В Карпатах кристалеві породи опущені на значну глибину і сховані під новішими пухкими наносами, які під час сильних дощів зазнають значної ерозії і змиваються.

У низинній зоні на рівнинній частині ґрунтоутворення відбувається в умовах теплого та достатньо вологого клімату. Материнські породи тут давні та сучасні алювіальні, меншою мірою делювіальні відклади переважно важкого механічного складу. Рівнинність рельєфу та неглибоке залягання ґрунтових вод спричиняють значне оглеєння ґрунтів, а їх утворення під лісовою рослинністю накладає на ґрунтоутворення ще й підзолистий процес.

Ґрунотворними породами Закарпатської низовини є алювіальні відклади, які утворилися внаслідок перевідкладання і сортування принесених річкою твердих часток різної величини. Характерною особливістю відкладів є шарувата будова профілю. Вони не містять карбонатів, їх витяжки мають кислу реакцію. Механічний склад неоднорідний, біля річок та на підвищеннях алювіальні відклади супіщані та легкосуглинкові, а в міру віддалення

збільшується частка глини. Гранулометричний склад алювіальних відкладів в значній мірі визначає вміст металів в них. За даними М.М. Приходько вміст міді, цинку, марганцю, кобальту, свинцю, хрому та нікелю поступово збільшується в ряду піщані – супіщані – суглинкові – глинисті відклади [10]. В порівнянні з ґрунтоутворюючими породами інших зон України алювіальні відклади Закарпатської низовини містять вищезазначені метали в більших концентраціях, перш за все це характерно для відкладів важкого механічного складу (табл. 1).

Таблиця 1.2. – Середній валовий вміст мікроелементів в ґрунтоутворюючих породах Закарпаття

Ґрунтоутворююча порода		Cu	Zn	Mn	Co	Cr	Ni	Pb
		мг/кг ґрунту						
Алювіальні відкладення	піщані	12	53	296	10	30	12	16
	супіщані	15	74	501	19	55	23	37
	суглинкові	28	127	775	19	82	46	39
	глинисті	51	120	1026	16	83	42	41
Алювіально-делювіальні відкладення	суглинкові	26	76	686	14	90	37	52
	глинисті	51	116	958	18	130	116	49
Давні строкато- та червонокольорові кори вивітрювання суглинкові		13	58	300	13	89	25	38
Елювій фліша		26	65	2043	12	71	42	44
Елювій- делювій фліша		42	59	848	15	81	43	98
Давні строкато- та червонокольорові кори вивітрювання глинисті		31	94	591	23	107	18	52

Елювіально-делювіальні відклади магматичних порід утворилися внаслідок вивітрювання твердих вулканічних порід (серед яких переважають середньоокислі), а також основних порід типу андезитів, базальтів, діабазів, порфіритів та вулканічних туфів (ліпарити, кварцеві діорити, кислі туфи). Кислі, середньо кислі та основні породи залягають досить строкато, а тому сформовані на них ґрунти неоднакові за своїми властивостями. Елювіально-делювіальні відклади магматичних порід мають високий вміст увібраних основ та заліза.

Елювіально-делювіальні відклади карпатського флішу. Переважаючими в групі є глинисті сланці та пісковики, що найчастіше залягають комплексно, і продукти їх вивітрювання розділити важко. Корінні породи цих відкладів переважно кислі і сильноокислі, характеризуються високим вмістом кварцу та рухомого алюмінію і бідні на польовий шпат. Вони мають невисокий вміст увібраних основ.

Передгірська зона. Грунтоутворюючими породами в передгірській зоні є елювіально-делювіальні відкладення магматичних порід, як результат їх вивітрювання. Такий тип ґрунту має бурий і червонуватий відтінок. На заплавах річок зони і надзаплавних терасах зустрічаються піщані і піщано-галькові алювіальні відкладення.

Основними типами ґрунтів передгірської зони є буроземно-підзолисті, дерново-буроземно-підзолисті неоглесні, глеюваті та глейові на елювії-делювії магматичних порід, дерново-буроземні і лучно-буроземні на алювіально-делювіальних відкладах. Грунтоутворні породи передгірської зони Закарпатської області характеризуються великою різноманітністю, а в гірській частині – строкатістю залягання. За літологічним складом та характером генезису їх можна об'єднати у п'ять великих груп (табл. 1).

Алювіально-делювіальні відклади поширені в передгір'ї та гірській частині області в долинах річок і потоків. Утворилися за рахунок перевідкладання твердих часток гірськими потоками і сортування їх за розмірами. Відкладалися наноси алювіального походження. Разом з тим із гір зносились невідсортовані частки. В долинах гірських річок алювіальні і делювіальні відклади накладалися один на одного. Вони є безкарбонатними та у вбирному комплексі мають підвищений вміст півтора окислів заліза та алюмінію.

Елювіально-делювіальні відклади магматичних порід утворилися внаслідок вивітрювання твердих вулканічних порід (серед яких переважають середньокислі), а також основних порід типу андезитів, базальтів, діабазів, порфіритів та вулканічних туфів (ліпарити, кварцеві діорити, кислі туфи). Кислі, середньо кислі та основні породи залягають досить строкато, а тому сформовані на них ґрунти неоднакові за своїми властивостями. Елювіально-делювіальні відклади магматичних порід мають високий вміст увібраних основ та заліза.

Елювіально-делювіальні відклади карпатського флішу. Переважаючими в групі є глинисті сланці та пісковики, що найчастіше залягають комплексно, і продукти їх вивітрювання розділити важко. Корінні породи цих відкладів переважно кислі і сильнокислі, характеризуються високим вмістом кварцу та рухомого алюмінію і бідні на польовий шпат. Вони мають невисокий вміст увібраних основ.

Гірська зона. У гірській частині ґрунтоутворення відбувається за буроземним типом. Основний фактор — гірський рельєф, який перерозподіляє рослинний покрив, тепло і вологу, викликає висотну ґрунтову поясність. Грунтоутворення на гірських схилах зумовлює абсолютну та відносну молодість ґрунтів, незначну потужність, розвиток природної денудації, прискорює викликану людською діяльністю площинну та лінійну ерозію. У гірській частині басейн складений карпатськими флішами, перекритими

алювіальними відкладеннями, лесами, лесовидними суглинками і глинами, рівнинна частина заповнена осадовими делювіальними піщано-глинистими відкладеннями і лесами. Основними типами ґрунтів гірської зони є гірсько-лучні, бурі гірсько-лісові і дерново-буроземні щебенюваті на елювії-делювії карпатського флішу і магматичних порід.

3. ОСНОВНІ ТИПИ ҐРУНТІВ ТА ЇХ ВЛАСТИВОСТІ

Ґрунтовий покрив Закарпаття дуже різноманітний. Для кожної рельєфної зони характерна своя група ґрунтів, хоч в цілому їх можна віднести до змішаних буроземно-підзолистих ґрунтів під хвойними і частково змішаними лісами і до лісових буроземів під буковими і дубовими лісами. На високій полосі гір, а також на крутих схилах ґрунти – щебенюваті, скелетні, на самих високих точках – гірські болотні.

В низині найбільші площі займають **дернові опідзолені оглеєні, дернові опідзолені, дернові оглеєні та лучні ґрунти**. Утворились вони в умовах частого поверхневого перезволоження та неглибокого залягання ґрунтових вод, а тому оглеєні, за винятком тих відмін, які утворились на породах легкого механічного складу. У минулому вони здебільшого покривались лісами, під якими відбувався підзолистий процес ґрунтоутворення. Сліди його залишилися у вигляді ущільненого ілювіального горизонту. Таким чином, більша частина ґрунтів оглеєна й опідзолена одночасно. Дернові ґрунти містять від 4,1 до 7,6 % органічної речовини в оглеєних відмінах, середньокислі, рідше – слабокислі (рН сольове від 4,6 до 5,5) при низьких значеннях гідролітичної кислотності, досить добре забезпечені доступними для рослин формами азоту та калію, дещо гірше – фосфору. Із мікроелементів містять надлишок марганцю та заліза, однак відчувають нестачу бору і молібдену.

Дернові ґрунти на високих заплавах сформувались на надзаплавній терасі Тиси та її допливів у межах Закарпатської низовини, яка складена переважно глинистим і суглинковим алювієм, відзначається майже ідеальною рівнинністю рельєфу. В утворенні ґрунтів брали участь: дерновий процес, що відбувався під дією трав'янистої рослинності своєрідного лісостепу в до агрикультурний час і культурної та лучної рослинності протягом кількох останніх тисячоліть; підзолистий, зумовлений широколистяними лісами, переважно дібровами; глейовий, викликаний неглибоким заляганням ґрунтових вод (1,5–2,0 м). Комбінація цих трьох процесів спричинилася до утворення дернових ґрунтів

різного ступеня опідзолення й оглеєння, але домінуючою тут є відміна дернових опідзолених глейових ґрунтів.

Дернові ґрунти на сучасному алювії утворились у заплаві Тиси та Латориці на піщаних і супіщаних, рідше легкосуглинкових алювіальних відкладах, часто шаруватих, підстелених галечником. Відклади відзначаються хорошою дренажістю, а тому сформовані на них ґрунти мають найкращий в умовах Закарпаття водно-повітряний режим. На супіщаних і легкосуглинкових відкладах розвинулись середньоглибокі та глибокі дернові ґрунти з нечіткою диференціацією профілю на горизонти, причому глибокими є як правило легкосуглинкові відміни, що залягають на периферії заплави.

Дерново-підзолисті ґрунти на алювії низьких терас поширені у Притисянській низовині на середньосуглинкових терасах з ускладненою поверхнею частими мікроформами рельєфу у вигляді невисоких горбів, гряд, понижень. Це сприяло розвитку лісової рослинності та завадило ранньому освоєнню цих земель для землеробства. Протягом тривалого часу тут переважав підзолистий процес ґрунтоутворення. Неглибоке залягання ґрунтових вод сприяє оглеєнню нижньої частини профілю. У більш важких за механічним складом відмін оглеєння починається з глибини 20–25 см, тому вони належать до глейових ґрунтів. Але більшість їх складена легкими та середніми суглинками, займаючи дещо підвищені ділянки рельєфу. Оглеєння тут незначне, трапляється на глибині 70 – 90 см. Тому ці ґрунти глеюваті.

Лучно-болотні ґрунти на алювії поширені в заплавах Тиси й Латориці та їх допливів, на Чорному мочарі та в інших замкнених пониженнях. Сформувалися вони на алювіальних та алювіально-делювіальних відкладах в умовах неглибокого залягання ґрунтових вод під трав'янистою лучною та болотною рослинністю. Займаючи порівняно невеликі площі, ці ґрунти відзначаються значною різноманітністю. У наш час ця група ґрунтів дуже видозмінена меліорацією та господарським освоєнням. Вони є прикладом того, як під впливом господарської діяльності відбувається формування культурних меліорованих ґрунтів, загальний тип яких важко й визначити. Лучно-болотні ґрунти залягають у пониженнях, де ґрунтові води на глибині 40 – 50 см. З поверхні до 10 – 12 см наявний сизувато-сірий гумусовий горизонт, безструктурний, що при висиханні розтріскується на полігональні брили.

У передгір'ї переважають буроземно-підзолисті ґрунти, значно менше поширені бурі гірсько-лісові опідзолені (табл. 2). В гірсько-лісовій зоні найбільш розповсюджені бурі гірсько-лісові ґрунти з різною глибиною ґрунтового профілю і різним ступенем змитості. На гірських схилах, вершинах, в передгірських пониженнях, в долинах гірських річок на різних породах залягають дерново-буроземні та лучно-буроземні ґрунти [11, 12].

Таблиця 2. – Експлікація площ основних типів ґрунтів передгірної і гірської зон Закарпатської області

Ґрунтові відміни	Площа, тис. га
Лучно-буроземні ґрунти на алювіально-делювіальних відкладах	11,6
Дерново-буроземні ґрунти на різних породах	105,8
Буроземно-підзолисті ґрунти	61,4
Бурі гірсько-лісові ґрунти	236,0

Передгір'я характеризується менш родючими ґрунтами. Переважають тут буроземно-підзолисті кислі поверхнево-оглеєні ґрунти. Будова їх профілю обумовлена зональним кислим буроземоутворенням, глеє-елювіальними процесами, які виникають в результаті сезонного надлишкового атмосферного зволоження. Цим ґрунтам притаманне реліктове оглеєння. Профіль їх має характерне буре забарвлення. В цілому дані ґрунти мають посередні фізичні, фізико-хімічні, агрохімічні властивості. У них виражена строкатість у забезпеченні рухомими формами поживних речовин фосфору і калію, від низького до високого; азотом ґрунти дуже слабо забезпечені. В той же час у них міститься значна кількість рухомих сполук алюмінію і заліза.

Буроземно-підзолисті ґрунти поширені на виположених формах рельєфу горбів, гряд у передгір'ї і високих терас гірської частини області. Вони утворились на досить глибоких товщах делювіальних і давньоалювіальних переважно нещербенистих відкладів. На їх формування вплинули два основні процеси ґрунтоутворення; буроземний, що відбувався під впливом лісової рослинності, і псевдопідзолистий або лесиваж, викликаний надмірним зволоженням і поверхневим оглеєнням, яке зумовлює відновлення окисного заліза, переведення його у двовалентний рухомий іон і збільшує рухомість гумусових речовин. Ці сполуки перерозподіляються по профілю ґрунту за підзолистим типом, але без тих глибоких хімічних перетворень, які властиві справжньому підзолистому процесові.

Профіль буроземно-підзолистих ґрунтів має значну глибину та виразно диференційований на генетичні горизонти. Будова ґрунтового профілю і властивості його горизонтів спричиняють незадовільний водно-повітряний режим ґрунтів. Вони швидко насичуються вологою, а надлишок опадів утворює поверхневий стік, який зумовлює змив та розмив верхніх горизонтів. Не випадково ґрунти цього типу найбільш піддаються водній ерозії. Наявність потужного та практично водонепроникного ілювіального горизонту викликає застій води у верхніх горизонтах, спричиняє поверхневе або наскрізне оглеєння ґрунту, що призводить до переважання анаеробних умов

життєдіяльності мікроорганізмів, погіршує перехід поживних речовин у доступні для рослин форми.

Буроземно-підзолисті ґрунти відносять до малогумусових. У їх верхньому горизонті міститься від 1,1 до 2,9 % органічної речовини, а в елювіальному лише 0,6–0,8 %. Безкарбонатність материнських порід та вилуговування у процесі ґрунтоутворення зумовили високу кислотність ґрунтів по всьому профілю. Надмірно високою є актуальна кислотність гумусово-елювіального горизонту, сольове рН якого дорівнює в середньому 4,2. Порівняно висока гідролітична кислотність – від 3,2 до 5,2 ммоль/ 100 г ґрунту, а обмінна кислотність в основному викликана рухомим алюмінієм — 3,8-18,6 ммоль/ 100 г ґрунту. Сума увібраних основ коливається в межах 4,6-9,6 ммоль/ 100 г ґрунту, що зумовлює досить низький ступінь насиченості – 47,7 % з коливаннями від 19,0 % до 62,0 %. При нестачі поживних речовин і високій кислотності ґрунту рослини засвоюють рухомий алюміній, який впливає на них токсично. Корені рослин набувають потворних форм і не можуть нормально виконувати своїх функцій дедукції поживних елементів і води. Забезпечення рухомими формами всіх поживних елементів у цих ґрунтах низьке. Здавна такі ґрунти використовують під виноградники й сади, особливо ті, що розвинулись на делювії вулканічних порід.

Ґрунтовий покрив гірської зони сформувався в умовах складної літологічної диференціації ґрунтоутворюючих порід та рельєфу, що обумовило його значну різноманітність. Для всієї території властиве кисле буроземоутворення. Бурі гірсько-лісові ґрунти (буроземи) — це найбільш поширений фоновий тип ґрунтів гірської частини Закарпаття. Вони розвинулись на схилах у межах лісового поясу від підніжжя гір до 1100–1200 м у західній та 1500–1550 м у східній частині області. Їх материнська порода – елювій-делювій флішу кристалічних порід Рахівського масиву та магматичних відкладів Вулканічного хребта. Буроземний процес ґрунтоутворення відбувається надзвичайно швидко. Постійний змив дрібнозему з поверхні ґрунту сприяє тому, що в ґрунтоутворення включаються все нові й нові шари гірської породи, яка в умовах вологого та м'якого клімату швидко руйнується. Уламки гірських порід є в усіх горизонтах, але особливо багатий на них верхній гумусовий шар. Це пов'язано з тим, що дрібнозем виносять води, а кам'яністі частинки залишаються на поверхні. Цей процес виразно посилюється на сільськогосподарських землях, де розорювання схилів прискорює поверхневий змив. На поверхні ґрунту утворюється панцир з уламків гірських порід, по якому добре стікає вода. Найяскравіше це проявляється на залужених землях, що декілька років не розорюються. Кам'яністі фракції утворюють справжній

«протиерозійний екран», який оберігає ґрунт від інтенсивного змиву та розмиву.

Бурі гірсько-лісові ґрунти відзначаються високим вмістом гумусу. У природному стані, тобто під корінними лісами, вміст його сягає 10 – 15 %, під вторинними луками кількість гумусу зменшується до 5 – 7 %, а на орних землях падає до 3 – 5 %. Гумусований весь ґрунтовий профіль. На глибині 90 – 100 см його вміст може досягати 0,5 – 1,0 %. Гірські породи, на яких формуються бурі гірсько-лісові ґрунти, дуже, бідні на сполуки кальцію. Це зумовлює їх низьке насичення катіонами двовалентних металів і високу кислотність. Актуальна кислотність ґрунтового розчину гумусового горизонту особливо висока (рН водне 4,0) у неокультурених ґрунтах. На орних землях цей показник зростає до 5,0 – 5,2.

Гідролітична кислотність цих ґрунтів під сільськогосподарськими угіддями висока і дорівнює 3 – 7 ммоль/100 г ґрунту, зростаючи у ґрунтах під лісом до 20 – 23 ммоль/100 г ґрунту. Ступінь насичення основами коливається від 33 до 68 %, падаючи до 15 – 20 % у неокультурених ґрунтах. Висока обмінна кислотність буроземів пов'язана зі значною кількістю рухомого алюмінію у вбирному комплексі ґрунту (від 1,5 – 2,0 до 10,0 – 15,0 ммоль/100 г ґрунту). Рухомий алюміній токсичний для багатьох рослин, особливо культурних, і призводить до зменшення врожайності сільськогосподарських культур. Ці ґрунти багаті на валові форми поживних речовин, особливо фосфору, але незадовільні фізико-хімічні властивості зумовлюють їх низьку рухомість і доступність для рослин.

Дерново-буроземні ґрунти за характером ґрунтоутворення, загальним виглядом ґрунтового профілю, фізичними та хімічними властивостями близькі до типових буроземів гірської частини Закарпатської області. Виділяються вони в окремий тип внаслідок накладання дернового процесу ґрунтоутворення на буроземний у специфічних умовах їх залягання та більшої участі в ґрунтоутворенні трав'янистої рослинності. Формування цих ґрунтів відбувалося на виположених гірських схилах, середніх і високих терасах гірських річок у нижній частині лісового поясу Карпат під дубовими та буковими лісами на глибоких товщах елювію-делювію карпатського флішу. Ці породи мають переважно незначну щебенюватість, задовільно дреновані, а тому оглеєні відміни поширені мало.

Дерново-буроземні ґрунти середньозабезпечені рухомими формами азоту та калію дещо гірше фосфору. Використовують ці ґрунти як природні кормові угіддя, орні землі. В останні роки значні площі відведені під сади й ягідники, що має важливе економічне та ґрунтозахисне значення. Характерною особливістю гірської й передгірської частин Закарпаття є надзвичайно

велика інтенсивність ерозійних процесів, чому сприяє м'якість материнських ґрунтоутворюючих порід та значна розораність земель. Для всіх видів ґрунтів, що поширені на землях області характерний несприятливий поживний, фізико-хімічний та водно-фізичний режим по всьому ґрунтовому профілю. Всім ґрунтам притаманне оглеєння, яке в області є реліктовим, що негативно відбивається на поживному і водно-повітряному режимі, обмежує зростання родючості й окультуренню ґрунтів.

4. АНАЛІЗ ВМІСТУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ І ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТАХ ЗАКАРПАТТЯ

Природним джерелом мікроелементів для рослин є ґрунт. За В.А. Ковдою практично для кожного елемента існують чотири рівні концентрацій: дефіцит, оптимальний вміст, підвищений та дуже високий [13]. При дефіциті елемента він розглядається як мікроелемент, а при надлишку як забруднювач. Здоров'я людини і тварин залежить як від нестачі так і від надлишку окремих мікроелементів. Вміст мікроелементів у ґрунтах залежить від факторів ґрунтоутворення, що визначають процеси розчинності, міграції, акумуляції та перерозподілу мікроелементів у ґрунтовому профілю, а також від гранулометричного складу ґрунту, кислотності ґрунтового розчину, вмісту органічної частини, тощо [14].

Проведені нами дослідження показали, що визначальними факторами накопичення мікроелементів у ґрунтах Закарпаття є їх гранулометричний склад, тип використання сільськогосподарських угідь та агрохімічні показники (кислотність, вміст гумусу). Тому нами розроблені ефективні засоби управління мікроелементним живленням сільськогосподарських культур та заходи щодо охорони ґрунтів від забруднення важкими металами.

Якщо проаналізувати як впливає кислотність і вміст органічної речовини на **вміст міді**, так вимальовується тенденція щодо зростання вмісту міді на більш важких за гранулометричним складом ґрунтах, на фоні зменшення кислотності та збільшення гумусу у них.

За результатами досліджень встановлено, що середньозважений показник міді у ґрунтах Закарпатської області знаходиться на дуже високому, навіть надлишковому рівні – 0,87 мг/кг ґрунту. Понад 50 відсотків площ у Берегівському, Хустському і Міжгірському районах містять дуже високий вміст міді, а у Виноградівському районі таких ґрунтів понад 90 %. Найбільше міді накопичується у ґрунтах під багаторічними насадженнями – 0,58 мг/кг, а на

виноградниках її вміст досягає 1,09 мг/кг, що перевищує фоновий рівень і створює слабкий рівень забруднення. На дернових глибоких неоглеєних ґрунтах вміст рухомої форми міді значно менший як на ріллі (0,18 мг) так і у багаторічних насадженнях (0,14 мг/кг ґрунту). Збільшення концентрації міді у ґрунтах садів і виноградників скоріше пов'язане з антропогенними факторами, де використовують для захисту рослин від хвороб препарати на основі міді.

У ґрунтах передгірної зони вміст міді досить строкатий і змінюється від дуже низького до підвищеного та високого під багаторічними насадженнями та на ріллі. У бурих гірсько-лісових та дерново-буроземних ґрунтах гірської зони забезпеченість ґрунтів міддю – низька, а на ріллі дуже низька, тобто не більше 0,15 мг/кг ґрунту. Якщо проаналізувати як впливає кислотність і вміст органічної речовини на вміст міді, так вимальовується тенденція щодо зростання вмісту міді на більш важких за гранулометричним складом ґрунтах, на фоні зменшення кислотності та збільшення гумусу у них. Ці результати підтверджуються дослідженнями вчених ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н. Соколовського», якими доведено, що зміна гранулометричного складу ґрунту в бік поважчання, збільшення вмісту органічної речовини та зменшення кислотності веде до збільшення вмісту міді у середньо- та важкосуглинкових ґрунтах [14]. При нестачі міді у ґрунті, рослини страждають хлорозом, кінчики листків біліють, рослини не утворюють насіння, злакові дуже куцяться. Потреба міді зростає при застосуванні високих доз азотних добрив [15]. Крім того мідь – важливий фактор фунгіцидного впливу на рослини (захищає від грибкових захворювань).

При диференційованій оцінці стійкості ґрунтів до навантаження міддю встановлено, що на важчих за гранулометричним складом ґрунтах накопичується більше міді, на її вміст позитивно впливає і кількість гумусу у ґрунті та зменшення кислотності ґрунтового розчину.

Марганець як високоактивний метал приймає участь у реакціях біологічного окислення, фотосинтезі, відновленні гідроксиламіну до аміаку. При нестачі марганцю знижується синтез органічних речовин, зменшується вміст хлорофілу в рослинах що призводить до захворювання рослин на хлороз, а при гострій його нестачі – повна відсутність плодоношення у редиски, капусти, томатів, гороху. Зазвичай нестача марганцю загострюється при низькій температурі та високій вологості. Однак, значна частина ґрунтів містить надлишок марганцю через застійні глеєві процеси на пониженнях [16].

Природний рівень марганцю найвищий у буроземах, підзолистих і дерново-підзолистих ґрунтах. Причиною цього є особливості генезису цих ґрунтів, що утворились на кислих породах.

Аналіз отриманих результатів свідчить, що ґрунти області добре забезпечені марганцем і навіть мають його надлишок, так як понад 75 відсотків ґрунтів мають дуже високий вміст марганцю. Особливо велика кількість марганцю в низинній зоні накопичилась у ґрунтах Ужгородського, Мукачівського та Іршавського районів, де ґрунти з дуже високим вмістом марганцю займають понад 90 відсотків від обстежених площ [17]. Ґрунти, які містять велику частку щебню і каміння та материнські породи легкого гранулометричного складу, мають низьку і дуже низьку забезпеченість марганцем.

У ґрунтах **цинк** накопичується біогенним шляхом. Вміст його залежить від характеру материнських порід, з яких утворені ґрунти, вмісту органічної речовини, текстури ґрунту та його кислотності. Рівень концентрації цинку визначається високим його вмістом на елювіальних відкладах, особливо на глеєвих ґрунтах. При кращому забезпеченні ґрунтів гумусом збільшується і вміст цинку. За результатами проведених досліджень земель сільськогосподарського призначення рівень забезпеченості цинком знаходиться на підвищеному рівні, не дивлячись на те, що 42,1 % ґрунтів з дуже низькою забезпеченістю і 11,1 % – з низькою. Однак, понад 30 відсотків ґрунтів містять його надлишок. Середньозважений вміст цинку у ґрунтах Закарпаття становить 2,74 мг/кг ґрунту [17].

Проведені нами дослідження показали, що у ґрунтах низинної зони вміст цинку у дернових глейових осушених ґрунтах змінюється від дуже низького рівня (0,54 мг/кг) до дуже високого під багаторічними насадженнями (6,44 мг/кг) та садами Закарпатської ДСГДС (6,41 мг/кг). У дернових глибоких неоглеєних ґрунтах вміст цинку на ріллі відповідає низькому (1,41 мг/кг), а під багаторічними насадженнями – підвищеному рівню (2,05 мг/кг). Як бачимо найбільше цинку накопичується під багаторічними насадженнями і виноградниками, що важливо для плодкових культур, а найменше на ріллі.

У передгірській і гірській зонах вміст цинку у ґрунтах змінюється від дуже низького до середнього. Накопичення цинку у горах вище фонового рівня (більше 5 мг/кг) відбувається на фоні сильнокислої реакції ґрунтового розчину (рН – до 4,5 од.) та дуже високого вмісту гумусу (>5,0%). Із зменшенням вмісту гумусу рівень забезпечення ґрунтів цинком спадає.

Кобальт у ґрунтах присутній у двох- та трьохвалентній формах. Двовалентний кобальт легко мігрує у складі розчинів у вигляді хлоридів, сульфатів і бікарбонатів. Виходячи зі здатності кобальту змінювати валентність, його рухомість залежить від окисно-відновлювальних умов і зворотно пропорційна рН ґрунту, тобто з підвищенням рН рухомість кобальту

зменшується. Його необхідність для життя рослин не доведена, але є відомості про позитивний вплив на урожай.

У Закарпатській області вміст кобальту у ґрунтах дуже високий, так як більшу частину обстежених площ займають ґрунти з дуже високим рівнем забезпечення – 113,50 тис. га або 61 % і тільки 9,2 % земель відчувають його нестачу. Середньозважений уміст кобальту становить 0,44 мг/кг ґрунту, що відповідає дуже високій забезпеченості. Фоновий вміст (кларк) для кобальту складає менше 0,5 мг/кг ґрунту, перевищення якого ми спостерігаємо у досліджуваних зонах. Високий вміст кобальту пояснюється тим, що його рухомість зростає на кислих ґрунтах, які переважають в області [17].

За проведеними нами дослідженнями виявлено, що кобальту у ґрунтах Закарпаття достатньо. Так, у низинній зоні його низький рівень встановлений тільки у дернових глибоких неоглеєних ґрунтах, при нейтральній реакції ґрунтового розчину (0,13 мг/кг), а на інших площах вміст кобальту змінюється від середнього (0,15 мг) до дуже високого, який зафіксований на ґрунтах під виноградниками (0,63 мг/кг). Вміст кобальту у передгірській зоні зростає від середнього до високого та дуже високого рівня. У ґрунтах гірської зони вміст кобальту змінюється від підвищеного до дуже високого рівня. Фоновий вміст (кларк) для кобальту складає менше 0,5 мг/кг ґрунту, перевищення якого ми спостерігаємо у досліджуваних зонах. Високий вміст кобальту пояснюється тим, що його рухомість зростає на кислих ґрунтах, які переважають в області [14].

Бор впливає на ріст та розвиток кореневої системи, формування квіток, запилення, насінневу продуктивність, на розвиток точок росту рослин. Нестача його проявляється насамперед у верхніх ярусах рослин. Вони довго цвітуть, погано зав'язується насіння, знижується урожайність. У ґрунтах з реакцією близькою до нейтральної рухомого бору більше, ніж у кислих та слабокислих. Вміст бору зростає із збільшенням органічної речовини у ґрунті. Біологічний розклад органічної речовини у ґрунті сприяє переходу бору в доступні для рослин форми [12].

За результатами проведених агрохімічних досліджень встановлено, що, в цілому, обстежені ґрунти (88,5 %) забезпечені бором на високому рівні. Середньозважений показник рухомого бору в області складає 0,60 мг/кг ґрунту, що відповідає високій забезпеченості і тільки 8,3 % земель містять недостатньо цього мікроелементу.

Молібден відіграє значну роль у фіксації атмосферного азоту азотобактером. При відсутності цього елемента затримується розвиток меристематичних тканин, порушується азотний і водневий обмін у рослин. У кислих ґрунтах він практично недоступний для рослин, тому вапнування

поліпшує надходження його до рослин. Зовнішні прояви нестачі молібдену подібні до азотного голодування. Вони найчастіше проявляються на дерново-підзолистих, сірих опідзолених, чорноземах та осушених кислих торф'яниках [8]. Засвоюваність молібдену рослинами залежить від реакції ґрунтового розчину та вмісту окисів алюмінію і заліза. Із зменшенням кислотності доступність ґрунтового молібдену збільшується. Вапнування у багатьох випадках поповнює його нестачу.

За результатами проведених досліджень встановлено, що 74,5 %, мають низьку і дуже низьку забезпеченість молібденом, а ґрунти з високим та дуже високим забезпеченням займають тільки 2,3 %. Середньозважений показник становить 0,06 мг/кг ґрунту і відповідає низькому рівню забезпечення. Низький вміст молібдену у ґрунтах області пояснюється тим, що обстежені ґрунти мають переважно кислу реакцію ґрунтового розчину, яка не сприяє утворенню розчинного молібдену і його вміст зменшується через призупинення хімічної меліорації земель.

Ґрунтам Закарпаття притаманний досить високий рівень **свинцю**, що тісно пов'язано із рівнем його у ґрунтотворних породах. Вміст свинцю у дернових глейових ґрунтах низинної зони змінюється від фонового до помірного рівня. Проведені дослідження показують, що середньозважений показник вмісту свинцю по області відповідає середньому рівню забруднення (2,35 мг/кг ґрунту).

Вміст **кадмію** у ґрунтах Закарпаття значно перевищує фоновий рівень (менше 0,1 мг) і у більшості досліджуваних проб досягає середнього рівня (до 0,5 мг). За середньозваженими показниками вміст кадмію у ґрунтах області відповідає середньому рівню забруднення – 0,47 мг/кг ґрунту. Однак в жодному із досліджуваних проб ґрунту рівень важких металів не перевищує гранично допустимі кількості (0,7 мг/кг). Підвищений вміст кадмію у ґрунтах створений природним шляхом і залежить, в основному, від ґрунтотворних порід.

5. ЗАСОБИ УПРАВЛІННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО ЖИВЛЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ТА ОХОРОНИ ҐРУНТІВ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ У НИЗИННІЙ АГРОКЛІМАТИЧНІЙ ЗОНІ ЗАКАРПАТТЯ

Основним джерелом мікроелементів для живих організмів є ґрунт [18]. Він забезпечує міддю, цинком, марганцем, залізом, кобальтом, бором, молібденом, та іншими елементами безпосередньо рослини і через корми та рослинницьку продукцію – тварин та людей. Мікроелементи у ґрунт надходять головним чином з ґрунтоутворних порід, на яких вони сформувались [19]. Також джерелами мікроелементів в ґрунтах сільськогосподарських угідь в різній мірі є і заорювана побічна рослинницька продукція, органічні добрива, окремі мінеральні добрива, засоби хімізації [20, 21].

Доступність мікроелементів сільськогосподарським культурам залежить як від ґрунтових умов (гранулометричний склад ґрунтів, реакція ґрунтового розчину, проявлення синергізму або антагонізму між окремими елементами, вмісту органічної речовини і її складу тощо), так і самих рослин. Основними засобами управління мікроелементним живленням сільськогосподарських культур які визначають рухомість мікроелементів і важких металів в ґрунтах Закарпатської області є:

- зменшення кислотності ґрунтового розчину;
- підвищення вмісту гумусу;
- зменшення ступеня оглеєння ґрунтів.

Розглянемо більш детально ці заходи:

5.1. Зменшення кислотності ґрунтового розчину

Мобільність елементів у ґрунті дуже виражена в сильнокислому середовищі та практично лінійно зменшується із зростанням рН. Вплив кислотності ґрунту на поглинання мікроелементів та важких металів рослинами виражають через критичне значення рН. Для міді, свинцю, хрому, ртуті та миш'яку критичний рН знаходиться біля 4,0 – 4,5 одиниць, для кобальту, нікелю та цинку він становить 5,0 – 6,0 одиниць, а для кадмію безпечна межа встановлена за рН вище 6,5 од. Головним джерелом утворення мікроелементів та важких металів є відповідні ґрунтоутворні породи. За результатами багатьох досліджень встановлено, що на легких ґрунтах при їх вапнуванні зменшується рухомість марганцю, бору, міді та цинку, ніж при внесенні тієї ж самої дози вапнякових матеріалів на суглинкових та глинистих.

Характерною особливістю кислих ґрунтів є накопичення шкідливих для рослин рухомих форм алюмінію, заліза й марганцю. Дослідженнями

встановлено, що у дуже кислих ґрунтах (рН 4,0 – 5,5) ці елементи переходять у легкодоступні форми, і їх концентрація сягає токсичного рівня. Рослини, що ростуть на підкислених ґрунтах, більше уражаються хворобами, водночас в плоди, зерно, овочі тощо більше потрапляє радіонуклідів, важких металів, нітратів. Мідь поглинається як мінеральними, так і органічними колоїдами ґрунту. Так само, як і цинк, вона більш рухлива при низьких значеннях кислотності ґрунтового розчину, але при рН_{сол.} 5,5 випадає в осад у вигляді гідроокису. Встановлено, що кобальт може змінювати валентність, його розчинність у ґрунті залежить від окислювально-відновних умов, через що уже при рН 6,8 починають випадати в осад гідрати кобальту.

Постійний контроль за кислотністю ґрунтів, утримання реакції ґрунтового розчину в оптимальних параметрах – запорука збереження родючості ґрунтів, отримання оптимальної віддачі від мінеральних добрив та зменшення рухомості мікроелементів і важких металів, яких у ґрунті є надлишок. В умовах Закарпаття вапнування стало обов'язковим агрозаходом в землеробстві, так як ґрунтам Закарпатської області генетично притаманна кисла реакція ґрунтового розчину. Це пояснюється відсутністю в ґрунтоутворюючій породі карбонату кальцію, промивним водним режимом, лісовою рослинністю. Серед кислих ґрунтів в області найбільш поширені дернові опідзолені, бурі гірсько-лісові та дерново-буроземні ґрунти. Вони слабо забезпечені поживними речовинами, мають підвищену кислотність ґрунтового розчину, рН в яких коливається від 3,7 до 5,5. Гідролітична кислотність, яка є сумою обмінної та актуальної кислотності і більш повно характеризує ґрунтове становище, досить висока і коливається від 4,2 до 20 ммоль/100 г ґрунту [22]. По своїй природі ґрунти Закарпатської області є низькородючі, в першу чергу за рахунок високої кислотності. Адже всі процеси, які проходять у ґрунті, перш за все, залежать саме від реакції ґрунтового розчину – це засвоєння рослинами поживних речовин, діяльність ґрунтових мікроорганізмів, мінералізація органічної речовини, розкладання ґрунтових мінералів та розчинення важкорозчинних сполук. При підвищенні кислотності ґрунтів значною мірою знижується доступність рослинам калію, магнію, молібдену та фосфору. На ґрунтах з низькою рН (кислих) ефективність мінеральних добрив в 1,5 – 2 рази нижча, ніж на слабокислих або нейтральних і відповідно урожайність сільськогосподарських культур знижується на 15 – 20 %. Ґрунти області позитивно реагують на внесення хімічних меліорантів зменшуючи кислотність ґрунту у залежності від норм їх внесення.

У роки інтенсивного ведення землеробства вносились велика кількість мінеральних добрив, які, в основному, характеризувались як фізіологічно кислі і сприяли підкисленню ґрунтів. Проте, починаючи з 1991 року різко

зменшуються посівні площі та порушується їх структура, разом з тим падають обсяги використання меліорантів, мінеральних та органічних добрив. Майже призупинено роботи з хімічної меліорації, обсяги якої ще в дев'яностих роках з використанням вапняку складали в середньому 17–18 тис. га, а з використанням фосфатшлаку на кормових угіддях – 7–8 тис. га. Після припинення фінансування робіт з докорінного поліпшення за рахунок державного бюджету та відсутності коштів в господарствах області обсяги хімічної меліорації зменшились в середньому до 200 – 350 га. Скорочення цих обсягів призвело до негативних економічних та екологічних наслідків.

Згідно агрохімічного обстеження в області нараховується близько 191 тис. га кислих земель, що становить 71,4 %. Виходячи з науково-обґрунтованих обсягів хімічної меліорації необхідно щорічно вапнувати 35 – 40 тис. га сільськогосподарських угідь. Враховуючи те, що для нормалізації ґрунтового розчину (доведення рН до 6,0 – 6,5) необхідно вносити на кожний гектар в середньому 4 – 5 тонн вапнякових матеріалів, так для проведення вапнування необхідно витратити 35 – 40 млн. гривень щорічно. У той же час науковцями доведено, що одна гривня використана на вапнування забезпечує 2,5 – 3,0 грн. чистого прибутку. Без хімічної меліорації всі інші заходи (внесення органічних та мінеральних добрив, культуртехнічні роботи тощо) дають лише половинчасті результати, а інколи наносять не тільки економічні збитки, але й завдають екологічної шкоди. Особливо це важливо у сучасних умовах, коли обмежені матеріальні і енергетичні ресурси, і вапнування кислих ґрунтів як меліоративний захід майже не проводиться.

Результати проведених досліджень свідчать, що не лише вапняк позитивно діє на розкислення ґрунтів Закарпаття, а і доломіти також можуть бути використані як хімічні меліоранти для зниження їх кислотності. Застосування цеолітів варто поєднати з іншими добривами і меліорантами щоб досягти позитивного результату.

5.2. Підвищення вмісту гумусу

Високий вміст органічних речовин у ґрунті певним чином впливає на поведінку мікроелементів та важких металів. Сильне зв'язування хімічного елемента з низькомолекулярною органічною речовиною буде помітно підвищувати його рухливість у ґрунті. Крім того, гумінові кислоти, які є нерозчинними, у більшості випадків утримують у великих кількостях мідь, цинк, молібден і марганець. Внесення органічних речовин у ґрунт підвищує кількість мікроорганізмів, здатних відновлювати деякі катіони, особливо заліза і марганцю, і таким чином збільшує їх доступність. На ґрунтах з більш високим вмістом гумусу та співвідношенням $C_{гк}/C_{фк} < 1$ значно підвищується вміст мікроелементів, які вже можуть переходити в розряд забруднювачів. Зокрема,

розчинність цинку в ґрунті підвищується із збільшенням вмісту органічної речовини і кислотності.

5.2.1. Застосування органічних добрив

Найефективнішим засобом підвищення родючості ґрунтів, урожайності й поліпшення якості продукції рослинництва є органічні добрива. Застосовуючи добрива можна керувати процесами живлення рослин, впливати на родючість, фізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунту, покращувати якість урожаю. Найважливішим ресурсом підвищення родючості ґрунтів залишаються органічні добрива, в одній тонні яких міститься до 5 кг азоту, 2,0 – 2,5 кг фосфору та 5 – 6 кг калію, а також значна кількість мікроелементів, які потрібно сільськогосподарським культурам.

В останні роки у Закарпатті під основні сільськогосподарські культури в господарствах області використовують 820–890 тис. тонн органічних добрив, що в середньому складає 4,0 – 4,5 т/га, при рекомендованих нормах застосування органічних добрив в умовах області 12 – 14 т/га. Найбільшу кількість органічних добрив використовують у гірських районах, де поголів'я худоби велике, а посівні площі незначні. Так, у Рахівському та Тячівському районах вносять від 10 до 30 т/га гною. В той час у низинних районах їх вносять по 2 – 5 т/га. Із-за різкого скорочення поголів'я худоби потреба у добривах (в перерахунку на підстилковий гній) задовольняється лише на 30 – 35 %. Виходячи з цього зростає потреба і в інших природних органічних добривах, які б не вимагали значних затрат і були б не менш ефективні за гній.

5.2.2. Застосування намулу як добрива

Серед природних ресурсів органічної сировини, що розглядається в якості добрив, можна виділити намул. Це мазеподібна маса чорного кольору із запахом сірководню, що утворюється в озерах, ставках, меліоративних каналах на осілих породах за активної участі мікроорганізмів. Утворення намулу – складний процес взаємодії води, розчинених у ній солей, ґрунту, бактерій з продуктами розпаду тваринних організмів і рослин, що живуть у воді. До складу цієї маси входять іони натрію, хлору, кальцію, сірки, заліза, йоду та інші. У Закарпатті велика кількість річок і відкритої сітки меліоративних каналів, яка дає змогу при очистці магістральних меліоративних каналів виготовляти щорічно до 15 – 20 тис. тонн компостів з намулу. Найбільші його запаси знаходяться у заплавах річок Уж, Латориця, Боржава і Тиса. При добуванні намулу на чільне місце ставлять саме оздоровлення водойм, відтворення нормального природного режиму функціонування їх, а вже потім його використання. Оскільки повсюди різко скоротилось поголів'я і внаслідок цього – ресурси органічних добрив, використання намулу може доповнити їх нестачу. Він не лише збагачує ґрунт різними поживними речовинами, а ще й

робить його більш структурним, вологомістким, нейтралізує кислотність, гасить ерозійні процеси, що сприяє зростанню запасів гумусу у ґрунті. Використання намулу активізує нітрифікаційну здатність ґрунту, завдяки якій у ґрунті може нагромаджуватись 100 – 300 кг азоту на 1 га, що дуже важливо для збіднених на доступний азот ґрунтів Закарпаття. Покращення гумусного стану ґрунтів у свою чергу сприяє стабілізації мікроелементного живлення рослин. Окультурення земель способом внесення великої кількості намулу дозволяє протягом тривалого часу (10 – 15 років) отримувати стабільні врожаї вирощуваних культур.

5.2.3. Застосування біотехнологічних засобів

Зменшити дефіцит доступних для рослин елементів живлення можна також за рахунок використання біотехнологічних засобів, які є не тільки екологічно безпечними, а й найбільш економічними і не потребують значних матеріальних ресурсів. В першу чергу необхідно виділити азотфіксуючі та фосфоромобілізуючі мікроорганізми (ризоторфін, ризоентерін, флабобактерін) внесення яких під бобові культури залишає 10 – 20 і більше кілограмів мінерального азоту на гектар, підвищують врожай і поліпшує його якість. Для покращення фосфатного режиму ґрунтів доцільно використовувати визикулярно-арбускулярну мікоризу (ВА-мікориза), а для підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів середовища слід більш широко впроваджувати біологічні стимулятори рослин.

Останнім часом набувають поширення органічні добрива, які пройшли термічну і біохімічну обробку типу «Про-Ферм», «Агровіт-Кор», «Філазоніт» та інші. Такі препарати допомагають господарникам отримувати високі врожаї якісної сільськогосподарської продукції і позитивно впливати на збереження родючості ґрунтів.

5.2.4. Посів бобово-злакових трав

Значну роль у відтворенні родючості ґрунтів області відіграє посів однорічних та багаторічних бобових та бобово-злакових трав. Результати досліджень засвідчили можливість заміни мінерального азоту біологічним. Після бобових культур ґрунт збагачується азотом в достатній кількості для наступної культури. При врожайності 25 – 30 ц/га за рахунок пожнивних та кореневих залишків трав утворюється біля 700 кг/га гумусу, що рівноцінно внесенню 20 – 25 т/га підстилкового гною [23]. В структурі посівних площ Закарпаття сіяні трави становлять 25 % посівної площі. Проте, в умовах області посів багаторічних трав доцільно збільшити.

5.2.5. Посів сидератів

Застосування у зернових сівозмінах післяжнивних культур на зелене добриво стабілізує землеробство, а використання замість гною соломи дозволяє

отримати майже однакову врожайність культур сівозміни з меншими витратами. Встановлено, що застосування побічної продукції на добриво покращує структуру ґрунту, знижує його схильність до ерозії, стимулює процеси азотфіксації та накопичення гумусу. Крім того сидерати сприяють підвищенню культури землеробства, зниженню забур'яненості полів і зменшенню хвороб. Позитивно в цьому плані можна вирощувати олійну редьку, яка затінює бур'яни, особливо пирій, і знижує ураженість озимих зернових кореневими гнилями [24].

Найбільш ефективно застосування цих заходів при вирощуванні картоплі, кормових буряків, кукурудзи, озимих зернових та овочевих культур. В землеробстві області для сидерації найбільше використовується озимий ріпак, люпин, олійну редьку, озиме жито, вику та різні злаково-бобові сумішки. Приорювання 200 – 350 ц/га зеленої маси забезпечує надходження в ґрунт 120 – 200 кг/га загального азоту, що рівноцінно внесенню 30 – 40 т/га органічних добрив. Це найбільш дешевий спосіб збагачення ґрунтів органічною речовиною. За рахунок посіву сидеральних культур та приорювання зеленої маси можна значно поліпшити родючість ґрунту і покращення мінерального живлення.

5.2.6. Використання післяжнивних решток

Важливим джерелом поповнення гумусу в ґрунті є приорювання соломи та інших пожнивних решток. Використання вторинних ресурсів рослинництва вигідне на ґрунтах з будь-яким рівнем родючості, адже повторне внесення решток за умови додавання до них мінерального азоту чи рідких органічних добрив не поступається за ефективністю підстилковому гною. Науковцями доказано, що найефективнішим є використання подрібненої соломи в полі. Солома і стебла кукурудзи в 2,3 рази за ефективністю перевищують внесення гною. Наприклад, 3 – 4 тонни соломи рівнозначні 9 тоннам гною. Гичка кормових буряків приорана в полі формувала приріст урожайності ячменю 9,0 ц/га [23]. Тому і в нашій області важливим джерелом надходження до ґрунту поживних речовин є приорювання соломи зернових культур з обов'язковим внесенням по 10 кг/га діючої речовини азоту на тонну соломи, або стебел кукурудзи чи соняшнику. В соломі зернових культур міститься близько 82 % органічної речовини, азот, фосфор, калій та мікроелементи. З чотирма тонами соломи до ґрунту повертається 16 – 20 кг азоту, 4 – 7 кг фосфору, 20 – 25 кг калію та 20 – 30 кг кальцію, а також ряд мікроелементів. Солома, розкладаючись у ґрунті, протягом тривалого періоду, не забруднює його високими концентраціями нітратного азоту, органічним фосфором і калієм. Приорювання соломи з внесенням аміачної селітри забезпечує отримання високих урожаїв послідуєчих культур, а систематичне використання соломи в

якості органічного добрива посилює життєдіяльність мікрофлори та інтенсивність її дихання, сприяючи покращенню поживного режиму ґрунту.

Із-за нестачі агрегатів для подрібнення урожайних решток та паливно-мастильних матеріалів, багато господарств області солону спалюють, не дивлячись на те, що спалювання соломи в полі має шкідливий вплив як на довкілля так і на родючість ґрунту. При цьому з одного гектара безповоротно втрачається приблизно 1,5 – 2,0 тонни органічної речовини та 10–15 кг азоту і майже половина сірки і фосфору [24].

5.3 Внесення мінеральних добрив

Основний закон землеробства вимагає постійного повернення на кожне поле винесених з урожаєм та втрачених через вимивання, ерозію тощо поживних речовин, і в першу чергу азоту, фосфору, калію та кальцію, а з мікроелементів молібдену і бору. Середня норма внесення мінеральних добрив на 1 га сільськогосподарських угідь має складати 180 кг/га, а на 1 га ріллі – 307 кг. Найбільшу кількість добрив необхідно вносити під кукурудзу – 516 кг/га; озиму пшеницю – 383 кг/га та озимий ячмінь – 358 кг/га, а також під овочеві культури – 456 кг/га.

До нових методів оперативного контролю за мінеральним живленням рослин належить **комплексна функціональна діагностика**. Функціональний метод діагностики дозволяє оцінити не вміст того чи іншого елемента живлення, а потребу рослини в цьому елементі та оперативно скоригувати живлення за допомогою позакореневого підживлення.

Цінність методики полягає у можливості оперативного визначення реакції рослин (суспензії хлоропластів) на 13 – 14 елементів живлення (N, P, K, Ca, Mg, Fe, B, Si, Mn, Zn, Mo, Co) і прискореного проведення цільових (направлених) позакорневих підживлень. При цьому, порівняно з хімічним методом, комплексна функціональна експрес-діагностика дає можливість встановити взаємозалежність між елементами живлення на даний час. Враховуючи експрес можливості, аналізи можна оперативно перевіряти й уточнювати.

ВИСНОВКИ

На основі вивчення фізико-хімічних властивостей ґрунтів та вмісту мікроелементів і важких металів для ґрунтів Закарпатської області розроблені засоби управління мікроелементним живленням сільськогосподарських культур.

У ґрунтах області кислотність ґрунтового розчину змінюється від сильної до середньокислої до слабокислої і нейтральної. Вміст гумусу середній. Діапазон коливань по механічному складу ґрунтів зафіксовано в межах від легкосуглинкового до легкоглинистого. Рухомими формами міді, цинку та кобальту ґрунти забезпечені на достатньому рівні для сільськогосподарських культур з невисоким та підвищеним виносом даних мікроелементів і низькому – для рослин з високим рівнем виносу. Вміст рухомого марганцю є високим. Концентрація рухомих форм важких металів (Pb, Cd, Ni, Cr) не перевищує ГДК в ґрунті, хоча в орному шарі зустрічаються ділянки з її перевищенням по рухомій формі свинцю.

Для забезпечення оптимального режиму живлення рослин крім макроелементів необхідні мікроелементи. Ґрунти Закарпаття у своєму складі містять надлишок заліза, міді, марганцю та цинку. В той же час у них недостатньо бору, молібдену та кобальту. Основне їх поповнення у ґрунт йде за рахунок застосування органічних і мінеральних добрив (50 – 60 %). Проте для створення оптимального режиму живлення особливо на ґрунтах, де відчувається нестача молібдену (менше 0,2 мг/кг), бору (менше 0,5 мг/кг ґрунту), кобальту (менше 0,15 мг/кг ґрунту) слід проводити позакореневе підживлення рослин. На опідзолених ґрунтах області доцільно також використовувати кобальтові добрива, особливо на посівах кукурудзи, картоплі та овочевих культурах.

ЛІТЕРАТУРНІ ПОСИЛАННЯ

1. Булыгин С.Ю., Демишев Л.Ф., Доронин В.А. и др. Микроэлементы в сельском хозяйстве. — Днепропетровск: Сич, 2007. — 100 с.
2. Школьник М.Я. Микроэлементы в жизни растений. — М.: Наука,
3. Ковалевский А.Л. Биогеохимия растений. — Новосибирск: Наука, 1991. — 294 с.
4. Ильин В.Б., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. – Новосибирск: Наука, 2001. - 229 с.
5. Фатеев А.И. Основы применения микроудобрений / А.И. Фатеев, М.А. Захарова // Харьков: КП «Типография № 13», 2005. – 137 с.
6. Мельничук М. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення /М. Мельничук, М. Мельников, Дж. Гофман та інші. – К.: Арістей, 2004. – 488 с.
7. Kádár I. A talaj – növény – állat – ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon / I. Kádár I. - Kompolt, Regikon nyomda, 1995. - P. 33-35
8. Csathó P. A környezet nehézfém szennyezettsége és az agrártermelés. Szakirodalmi szemle / P. Csathó. - Budapest, Akaprint, 1994. – 23 p.
9. Kabata-Pendias A. Trace elements in soil and plants / A. Kabata-Pendias, H. H. Pendias H // CRC Press. Inc. Boca Raton. - Florida, 1984. – 403 p
10. Приходько Н.Н. Важнейшие микроэлементы в почвах Закарпатской низины и предгорья//Автореферат дисс. канд. с.-х. наук. – Харьков. – 1973. – 23 с.
11. Поплико Є.М., Попович І.А., Луговий В.А., Чанаді Г.А. Агрохімічні властивості ґрунтів Закарпаття. Ужгород: видавництво Карпати, 1972. - 96 с.
12. Ґрунти Закарпатської області. Ужгород, вид. „Карпати”,1969. – 72 с.
13. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення. Підручник. За ред.. Дж. Хофмана. К: «Арістей». – 2004. – 488 с.
14. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України /За редакцією Фатєєва А.І., Пащенко Я.В. – Харків, 2003. – 117 с.
15. Балюк С.А., Мирошніченко Н.Н., Фатеев А.И. Принципы экологического нормирования допустимой антропогенной нагрузки на почвенный покров Украины // Почвоведение. 2008. №12. С. 1501-1509.
16. Агрохімія. Підручник. – 4-те вид. переробл. та доп. – К.: Арістей, – 2008 – 936 с.
17. Бандурович Ю.Ю. Вміст мікроелементів у ґрунтах Закарпатської області / Ю.Ю. Бандурович, А.В. Фандалюк, О.О. Глипка, В.С. Полічко/ 36 матеріалів міжнародної конференції асоціації «Карпатський Єврореґіон». CERECO -2017. – Ужгород: ТОВ «РІК-У», 2017 – С. 205 – 210
18. Минеев В.Г. Агрохимия, 3-е изд. / В.Г. Минеев. – М.: Наука, 2006. – 753 с.

19. Мірошніченко М.М. Агрогеохімічне районування Харківської області на основі даних паспортизації земель. / М.М. Мірошніченко, Б.В. Роман, І.В. Богдич, Є.В. Лучникова, К.Б. Гіржева, Л.М. Мірошніченко // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. - 2009. – Випуск 6. – С. 204-213.
20. Карпова Е.А. Роль удобрень в циклах мікроелементів в агроєкосистемах / Е.А. Карпова // Рос. хім. журнал. - 2005.- т. XLIX, №3. - С. 20-25.
21. Кинжаев Р.Р. Влияние длительного применения удобрений на состояние биогенных и токсичных элементов в агроценозе на дерново-подзолистой почве / Р.Р. Кинжаев. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Москва. – 2004. – 20 с.
22. Природні багатства Закарпаття. /Кол. авт. упорядник В. Л. Боднар. – Ужгород: «Карпати»,1989. -287с.
23. Галиш Ф.С. Солома на добриво – шлях збереження та відновлення родючості ґрунту. Збірник наукових праць №15 том 1. К-Подільський -2007. С. 213-214.
24. Науменко М.Д. Сидерація – основа підвищення родючості ґрунтів і врожаю в Західному Поліссі. //Збірник наукових праць №15 том 1. К-Подільський. – 2007. – С. 215-216.

**ЗАСОБИ УПРАВЛІННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО ЖИВЛЕННЯ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ТА ОХОРОНИ ҐРУНТІВ ВІД
ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ У РІЗНИХ АГРОКЛІМАТИЧНИХ ЗОНАХ
ЗАКАРПАТТЯ**

Методичні рекомендації

Фандалюк А. В., к. с.-г. н., Бандурович Ю.Ю., Бондарчук Т.М.

Підписано до друку 28 жовтня 2020 р.
Формат 60x84/16 Друк різнографічний.
Умовн. друк. арк. 1.4. Наклад 30 прим.

Розтиражовано з готових оригінал-макетів
ПП Роман О.І. М. Ужгород, вул. Ш. Петефі, 34/1 Тел.: 61-23-51