

ЯК ЗБЕРЕГТИ РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТУ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Сергій ХАБЛАК, агроном, доктор біологічних наук

Для більшої частини агрономів кальцій і магній вважаються другорядними елементами живлення для рослин порівняно з азотом, фосфором і калієм, але, насправді, для ґрунту вони є першорядними елементами з точки зору їхньої кількості та біохімічної ролі. Кальцій є головним елементом родючості і агрономічних властивостей ґрунту через великий вміст масової частки обмінного Са в складі ґрунтового вбирного комплексу (ГВК) (рис. 1).



Рис. 1. Хаблак Сергій на ґрунтовому розрізі ґрунту

ГВК – це сукупність мінеральних, органічних і органо-мінеральних компонентів твердої частини ґрунту (колоїди), які володіють іонообмінною здатністю. У ГВК входять і здат-

ні до обмінних реакцій катіони, які в еквівалентній кількості можуть обмінюватися на катіони ґрунтового розчину. Вбирна здатність ґрунту залежить від вмісту найдрібніших ґрунтових часточок (колоїдів), які утворюють ґрунтовий вбирний комплекс. Колоїди – це частинки твердої фази ґрунту розміром від 0,1 до 0,001 мк. Вони складають одну з фракцій гранулометричних елементів ґрунту. Колоїдна фракція у різних ґрунтів міститься від 2% – в легких до 30-50% – у важких.

Ґрунтові колоїди негативно заряджені, а хімічні елементи, що утримуються в них, мають позитивний заряд. Негативно заряджені глинисті та гумусні колоїдні часточки притягують та утримують позитивно заряджені частини. Чим більше глинистих та гумусних колоїдів у ґрунті, тим більше є негативно заряджених частинок для притягування позитивно заряджених часточок за принципом магніту. Поглинання добрив залежить від ґрунтових колоїдів. Щоб утримуватись ґрунтовим колоїдом, добрива повинні бути позитивно зарядженими.

Позитивно заряджені елементи утворюють катіони. Негативно заряджені, такі як азот (нітрати), фосфор і сірка, формують аніони. Негативні іони не притягуються до ґрунтового колоїду. Це пояснює високу рухливість у ґрунті нітратів (NO_3^-) та інших аніонів, які не адсорбуються його колоїдними частинками і легко вимивають-

ся з ґрунту, якщо нітратні азотні добрива внести заздалегідь.

Ґрунтові колоїди легко втрачаються із ґрунту. Грудочки ґрунту більше 1 мм є вітростійкими, а менше 1 мм – ерозійнонебезпечними. Коли у верхньому шарі ґрунту часточок менше 1 мм стає понад 50%, то починається ерозія. Це поріг вітростійкості ґрунту. А саме під час оранки утворюється значна кількість часточок менше 1 мм в діаметрі. До того ж, з оборотом пласта стерня і рослинні рештки знищуються і ґрунт стає незахищеним. Якби можна було для аналізу зібрати пил, який розносить по полю вітер або змиває вода, то виявилось б, що в ньому найвищий вміст поживних речовин з-поміж усіх складових ґрунту. Найродючіша частина ґрунту (колоїдні частинки) завжди втрачається найпершою під дією водної або вітрової ерозії. Чим довше триває ерозія, тим гіршим стає ґрунт.

Низька ділянка поля практично завжди має найбагатший вміст поживних речовин, оскільки там збирається більша частина легкого колоїдного пилу, який розносить по полю вітер або змиває вода. На буграх та вищих ділянках поля, незалежно від того, куди стікає вода або дує вітер, більш інтенсивно видуються та вимиваються колоїди ґрунту, що містять елементи живлення. Такі ділянки ґрунту поля мають гіршу родючість і менший вміст поживних речовин (рис. 2).



Рис. 2. Вищі ділянки поля з гіршою родючістю, де інтенсивно видуються та вимиваються колоїди ґрунту

Нагромадження в ґрунті елементів живлення рослин пов'язане з фізико-хімічною (обмінною) поглинальною здатністю ґрунту. Суть її полягає в тому, що увібрані катіони або аніони, закріплені колоїдною частинкою, можуть замінюватися іншими катіонами або аніонами з розчину. Від того, які саме катіони розміщені на поверхні колоїдної частинки і яка їх кількість, залежать агрономічні властивості та родючість ґрунту (вміст поживних речовин, кислотність і лужність ґрунтового середовища). Вбирання і обмін відбуваються тільки на поверхні колоїдних частинок. Чим більша поверхня, тобто більше колоїдів у ґрунті, тим більше увібраних катіонів. У зв'язку з цим у глинистих ґрунтах вбирний комплекс більший, а в піщаних – менший. В обмінному стані в ґрунтах зазвичай знаходяться: Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , NH_4^+ , Na^+ , H^+ , Al^{3+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} . За наявності у складі ґрунтового вбирного комплексу значної кількості H^+ і Al^{3+} колоїди легко руйнуються внаслідок кислотного гідролізу, а ґрунти погано оструктурені. Якщо в складі обмінних катіонів значна част-

ка належить Na^+ (солонці, солонцюваті ґрунти), то колоїди легко пептизуються, ґрунти характеризуються лужною реакцією, погано оструктурені, мають несприятливі водно-фізичні властивості – підвищену щільність, погану водопроникність, слабку водовіддачу, низьку доступність ґрунтової вологи.

Узагальнюючим показником ГВК та вбирних властивостей ґрунту є ємність катіонного обміну (або сума вбирних основ). В англійській літературі ємність катіонного обміну позначають *CEC* (*the cation exchange capacity*). Ємність катіонного обміну ґрунтів (ЄКО ґрунтів) – це сумарна кількість позитивних зарядів обмінних катіонів, що нейтралізують негативний заряд ґрунтового-вбирного комплексу. Ємність катіонного обміну в ґрунтах залежить від гранулометричного, хімічного складу, вмісту та якості гумусу, кислотно-основних умов. Тому ємність поглинання в різних типах ґрунтів неоднорідна. Найбільша ЄКО характерна для чорноземів типових високогумусованих, де в складі обмінних катіонів переважають іони кальцію та магнію, що складає

50 мг-екв/100 г ґрунту і вище. Для дерново-підзолистих, сірих лісових ґрунтів, жовтоземів, червоноземів з кислою реакцією середовища ємність катіонного обміну низька і рівна 4,0-40,0 мг-екв/100 г ґрунту.

Між значенням СЕС, органічною речовиною і текстурою ґрунту повинна спостерігатися кореляція. При низькому значенні органічної речовини і легкій структурі не повинно бути високих значень СЕС. Важкі глинисті ґрунти повинні мати високе значення органічної речовини і хороше значення СЕС.

На фізичні і фізико-хімічні властивості ґрунту впливають не тільки величина вбирного комплексу і кількість увібраних катіонів, а й їх склад. Різні типи ґрунтів містять неоднаковий склад увібраних катіонів в ГВК. Кожному типу ґрунту властиві певні катіони. Наприклад, у чорноземах і каштанових ґрунтах багато Ca^{2+} і Mg^{2+} , підзолистих – H^+ і Al^{3+} , засолених – Na^+ , у болотних – Fe^{3+} . ґрунти в природному стані містять найбільше таких катіонів, як кальцій, магній, натрій, водень, калій.

Показником складу катіонів в ГВК є насиченість основами. Насиченість основами (*base saturation, BS*) – параметр, що характеризує процентний вміст основних обмінних катіонів ґрунту (кальцій, магній, калій, натрій і водень) у ГВК. Ступінь насичення основами, % – відношення суми обмінних основ до ємності вбирання. При високих значеннях BS (%) деяких катіонів можна зробити наступні висновки: Н більше 33% – велика проблема з кислотністю ґрунту, необхідно вапнувати, Na більше 5% – потрібно гіпсувати, Mg більше 33% – необхідно гіпсувати.

Окремі увібрані катіони в ГВК дуже помітно впливають на ґрунтоутворювальний процес, фізичні властивості і родючість ґрунту. Залежно від складу увібраних катіонів, всі ґрунти можна поділити на на-

сичені і не насичені основами. До першої групи належать ґрунти, у вбирному комплексі яких переважають катіони кальцію, магнію, натрію, а до другої – ті, у яких разом з кальцієм і магнієм у вбирному комплексі є й катіони водню і алюмінію. Насичені кальцієм і магнієм ґрунти сприятливі для розвитку рослин, мають найкращі фізичні властивості і добре виражену структуру.

Оптимальний відсоток насиченості ґрунту кальцієм повинен бути в діапазоні від 60-70%. На піщаних ґрунтах 60 % катіонів кальцію має бути приєднано до колоїдів ГВК. На глинистих ґрунтах 70% обмінних катіонів кальцію повинно знаходитися в складі вбирного комплексу. Для досягнення максимального поглинання рослинами поживних речовин у ґрунті навколо корневих волосків повинно бути насичення кальцієм на менше 60%. При досягненні кальцієм у ГВК показання 85% насичення основами, залізо, магній, калій, бор, цинк і мідь блокуються. При відсотку насиченості ґрунту основами Са більше 80% вапнування проводити не потрібно, а при відсотку насиченості менше 50% – потреба в ньому висока (рис. 3).



Рис. 3. Добриво, що містить кальцій, для вапнування ґрунту

Порівняно з кальцієм, уміст магнію в ґрунтах менший. Магній разом з кальцієм є дуже важливим катіоном для доступу повітря і води у ґрунт. Він допомагає утримувати часточки ґрунту разом. Магній займає друге місце після кальцію по вмісту насичення ґрунту основами. Катіони магнію в складі ГВК повинні бути в інтервалі від 10 до 20%. На важкому глинистому ґрунті оптимальним буде цей показник 10%, а на легкому піщаному ґрунті – 20%. Ідеальний сумарний вміст кальцію і магнію у складі ГВК повинен рівнятися 80%. На ґрунтах з високим вмістом глини він повинен становити $\text{Ca} + \text{Mg} = 70 + 10 = 80\%$, тоді як на легкому піщаному ґрунті – $\text{Ca} + \text{Mg} = 60 + 20 = 80\%$.

Важкий глинистий ґрунт повинен мати більше кальцію, а легкий піщаний ґрунт – більше магнію. Чим вищий рівень кальцію в ґрунті, тим більше пористості він має і тим легше волога залишає ґрунт. Двовалентні катіони Ca^{2+} викликають склеювання елементарних ґрунтових частинок у грудочки, внаслідок чого покращуються фізичні властивості ґрунту. Кальцій називають «вартовим ґрунтової родючості», оскільки він сприяє утворенню структури та зменшенню кислотності ґрунту. Магній ущільнює ґрунт. Збільшення вмісту магнію веде до збільшення кількості води, що утримується ґрунтом. Чим вище вміст магнію в глинистому ґрунті, тим більше в'язким та липким він буде – коли мокро, і тим твердішим – коли сухо. Натрій робить ґрунт твердішим.

Підвищений вміст кальцію і магнію характерний для ґрунтів Степу (чорноземи звичайні, південні, темно-каштанові), середній – ґрунтів Лісостепу (чорноземи типові), низький – ґрунтів Полісся (дерново-підзолисті). Високий вміст кальцію і магнію мають глинисті ґрунти. Особливо бідні на кальцій і магній сильноопідзолені кислі

ґрунти легкого гранулометричного складу. Найбільше кальцію і магнію втрачається з ґрунту внаслідок вимивання і виносу урожаєм. На різних за складом ґрунтах із ґрунту за рік може бути вимито від кількох десятків до 200-400 кг/га і більше кальцію. Щорічні витрати магнію можуть досягати 20-40 кг/га. Кальцій та магній в 1,5-2 і більше разів вимивається з легких за гранулометричним складом ґрунтів порівняно із важкими.

На рис. 4 показано поле сої з дерново-підзолистими кислими ґрунтами, що мають низький уміст рухомих сполук калію, кальцію і магнію, але містять високий вміст водню та алюмінію та до середньої кількості доступного фосфору.

ґрунти характеризуються вкрай несприятливими фізичними властивостями і поживним режимом. Це пухка, незв'язна маса піску, яка розпадається на окремі механічні елементи, а тому повністю позбавлена структури. При цьому водопроникність їх висока, а вологемність – низька. Атмосферні опади в них не затримуються, вони легко просочуються вниз, ґрунт швидко висихає до стану критичної вологості, внаслідок чого він не може створити необхідний для рослин запас продуктивної вологи. На фотографії видно пожовтіння країв листової пластинки сої. Це типовий недолік калію в ґрунті. Причому спостерігається крайній ступінь нестачі калію в ґрунті, що суттєво відбивається на зменшенні врожайності.

Кальцій і магній є найважливішими елементами у складі катіонів ГВК. Перше ніж починати будь-яку програму удобрення культур, слід встановити не вміст рН ґрунту, не кількість макро- і мікроелементів, а відсоток насичення ґрунту основами Са та Mg відносно повної обмінної ємкості. Для більшості типів ґрунтів оптимальний середній відсоток



Рис. 4. Дерново-підзолисті ґрунти, у яких спостерігається висока кислотність ґрунтового розчину та дуже низький вміст кальцію, магнію, а також калію, що проявляється у пожовтінні країв листової пластинки сої

насиченості ґрунту кальцієм повинен бути 65%, а магнієм – 15%. При цьому не лише важливо усунути як дефіцит цих двох елементів у складі ГВК, так і їхній надлишок. Багато господарств через велику вартість фосфорних та калійних добрив вносять у ґрунт тільки азотні добрива. При цьому під впливом азоту ґрунт втрачає кальцій, що призводить до змін в оптимальному складі катіонів ГВК, погіршення родючості і важливих властивостей ґрунту. Кальцій витісняється з ґрунту надмірною кількістю азоту. Азот у вбирному комплексі ґрунту призводить до зменшення вмісту кальцію і зростання вмісту магнію. Це одна з причин, чому вважається, що азот з безводного аміаку підвищує щільність ґрунту. Насправді надмірна кількість магнію через зменшення кількості кальцію і збільшення його вмісту ущільнює ґрунт. На кожен відсоток кальцію, втраченого під впливом азоту, на 1% зростає кількість магнію. Виведення з ґрунту 10% кальцію під дією азоту призводить до підвищення рівня магнію на 10%. Якщо вміст магнію або кальцію у ґрунті зависокий, рослини не можуть засвоїти достатньо калію. За підвищенням вмісту кальцію або магнію іони K^+ ,

Na^+ , H^+ витісняються з вбирного комплексу і вимиваються з ґрунту. Кальцій і магній є антагоністами калію, водню і натрію в ГВК. Надмірне внесення кальцієвих або магнієвих добрив може спричинити нестачу не тільки катіонів H , Na , але і калію у ґрунті. Тому надмірне внесення кальцію в ґрунт і досягнення рН ґрунтового середовища вище 6,5 потребує також внесення калію в ґрунт при його низькому вмісту невеликими дозами добрив через можливість вимивання даного катіону із вбирного комплексу. Унаслідок антагонізму кальцію і калію виникає потреба збільшення доз калійних добрив під час вапнування на ґрунтах з ре-

акцією, близькою до нейтральної. Одночасно з поліпшенням калійного режиму ґрунту підвищується також ефективність вапнування (рис. 5).

Чорноземні ґрунти Лісостепу і Степу містять значну кількість доступного для рослин калію. Вони також багаті на необмінний калій, який активно переходить у рухомі форми, тому ефективність калійних добрив на цих ґрунтах незначна. Особливо чітко це простежується на ґрунтах важкого гранулометричного складу. Ґрунти Полісся мають низький вміст рухомого калію. У ґрунтах легкого гранулометричного складу калій у значній кількості мігрує по його профілю.

Є думка, що надмірне внесення калійних добрив може спричинити нестачу магнію. Потрапивши у ґрунтовий розчин, іони магнію сильно гідратуються, тому слабко поглинаються ґрунтом і, на відміну від калію, легко вимиваються атмосферними опадами. Через це в разі внесення калію хлористого збільшуються втрати магнію внаслідок вимивання. Проте катіони Mg^{2+} несуть подвійний позитивний заряд і є сильнішими по силі витіснення у порівнянні з катіонами K^+ , які мають один позитивний заряд, і здатні в ГВК виштовхувати катіони з одним позитивним зарядом.



Рис. 5. Вапнування кислих ґрунтів

Надлишок катіонів магнію з ґрунту можна вивести за допомогою достатньої кількості кальцію під час вапнування, а також внесення в ґрунт сірки. У першому випадку внесення в ґрунт вапнякове добриво сприяє насиченню ГВК катіонами обмінного кальцію, який витісняє більш слабші катіони Mg, котрі поступово надходять у водний розчин з наступною їх інфільтрацією вниз по ґрунтовому профілю. У другому випадку негативно заряджені аніони сірки (SO_4^{2-}) притягуються до позитивно заряджених катіонів магнію вбирного комплексу і здатні їх рухати вниз з дренажними водами та вимивати в підземні води. Речовини, що мігрують в ґрунті (негативно заряджені аніони), здатні виводити надмірну кількість увібраних катіонів з ГВК. Азот в нітратній формі зазвичай здатен виводити з ґрунту катіони кальцію, а сірка – усі основні обмінні катіони ГВК (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , H^+ , K^+). Проте сірка в ущільненому ґрунті буде витісняти Ca і не зможе знизити вміст магнію або калію, натрію, водню до тих пір, поки кальцію не буде принаймні 60% насичення вбирного комплексу. Доки не буде досягнуто насичення ґрунту кальцієм 60%, азот і сірка сприятимуть втратам кальцію. Після коригування у вбирному комплексі вмісту кальцію, магнію, калію, натрію, водню сірка буде знижувати необхідні рівні всіх увібраних катіонів. Тому важливо припинити внесення сірки за відсутності надлишку катіонів у складі насиченості ґрунту основами.

Водень у складі ГВК повинен дорівнювати 10-15% насичення ґрунту основами. У межах такого рівня рН ґрунту

водень дає більше кислотності ґрунту, як наслідок фосфати, калій ті інші поживні речовини стають більш доступними. Водень в даному інтервалі дещо підвищує кислотність, щоб рослини могли краще поглинати елементи живлення. Наприклад, фосфор зазвичай поглинається рослинами при рН сол. 5,6-7, рН вод. 6,1-7 у вигляді H_2PO_4^- та $\text{H}_3\text{PO}_4^{2-}$. Коли рН ґрунту перевищує 7, фосфор фіксується у ґрунті за рахунок кальцію в нейтральних і карбонатних ґрунтах (чорноземи). При нижчих рівнях реакції ґрунтового середовища (рН сол. менше 5,6, рН вод. менше 6,1) фосфор зазвичай зв'язується з розчинним алюмінієм та залізом в кислих дерново-підзолистих ґрунтах.

Найсприятливіші умови для росту і розвитку більшості культурних рослин і засвоєння ними елементів складають за рН ґрунтового середовища та колоїдів ґрунту дуже слабокислого і нейтрального (рН сол. 5,6-7, рН вод. 6,1-7). Бактерії надають перевагу нейтральній і лужній реакції, а гриби – кислій. При рН сол. нижче 5,6 та рН вод. нижче 6,1 у ґрунті більше розростаються гриби, при високій рН сол. і вод. більше 7,1 починають з'являються бактерії. За рН сол. 5,6-7 і рН вод. 6,1-7 створюється ґрунтове середовище, у якому бактерії і гриби функціонують разом добре.

Коли у ґрунті рівень обмінної кислотності дорівнює 7 або вище, то вміст водню в складі ГВК буде нульовим. При спусканні нижче від рівня рН обмінної 7, вміст увібраних катіонів H^+ в ґрунті буде збільшуватися і обмінний водень почне зростати. Якщо рН обмінної буде в межах 7-6,9, то водень зросте до 1,5%. При рН 6,8 об-

мінний водень у складі вбирного комплексу збільшиться до 3%. На кожне зменшення рН на 0,1 нижче від рН 7 обмінний водень зростатиме на 1,5% до досягнення рівня рН 6. При 10,5% насиченості ґрунту катіонами H^+ рівень обмінної кислотності буде складати 6,3, а при 15% насиченості ґрунту увібраними катіонами водню рН ґрунтового середовища буде рівнятися 6.

Показник рН ґрунту немає слугувати індикатором щодо потреби внесення кальцієвих добрив і бути, як вважають більшість агрономів, однією з головних характеристик родючості ґрунту та його важливих властивостей, яка суттєво впливає на продуктивність. Оптимальний рівень рН ґрунтового середовища не гарантує правильного балансу увібраних катіонів у складі ГВК. ґрунт з високим вмістом магнію і низьким вмістом кальцію може показати нормальний рН 6,5 та містити абсолютно недостатню кількість кальцію. Надлишок будь-якого з основних катіонів (кальцію, магнію, калію і натрію) може призвести до підвищення рН, а брак будь-якого з них – до зниження рівня ґрунтового розчину. Магній більше впливає на рН ґрунту, ніж кальцій. Як тільки магнію в ґрунті стає забагато, рівень рН різко зростає. Магній, якщо порівнювати його дію з однаковою кількістю кальцію, може підвищити рН в 1,67 разів вище, ніж кальцій. Калій може вплинути на рН навіть більше, ніж кальцій і магній. Надзвичайно високий вміст натрію веде до надзвичайно високого рівня рН ґрунтового середовища. На рівень рН ґрунту впливають усі чотири основні обмінні катіони: кальцій, маг-

ній, калій і натрій. Потрібна рівновага обмінних катіонів вбирного комплексу ґрунту, інакше рівень рН не матиме значення. Рівень ґрунтового середовища регулюється самостійно, коли кальцій, магній, калій і натрій перебувають у стані належної рівноваги. Рівновага рН в межах 6,2 або 6,3 для культур, в основі якої покладений баланс цих чотирьох елементів, сприятиме росту та належної врожайності відповідно до виду рослин та характеру ґрунту.

Показник увібраних катіонів калію в складі ГВК має бути від 2 до 5%, а натрію – 0,5-3%. Відповідно інші основи повинні складати від 2 до 4 %. Вони потрібні в ґрунті в дуже малих кількостях. Коли в ґрунті натрію більше, ніж калію, він буде викликати розширення клітинних стінок. При сумарному відсотку К і Na понад 10% рослина не зможе поглинати достатньо марганцю. Марганець дуже важливий для формування зерна.

Найбільше калію міститься в глинистих чорноземних ґрунтах з нейтральною реакцією ґрунтового середовища. У засолених ґрунтах його вміст значно вищий, тому досить часто немає потреби в застосуванні на них калійних добрив. У ґрунтах легкого гранулометричного складу (піщаних і супіщаних) з високою кислотністю вміст калію значно менший. Найбідніші на калій торф'яні ґрунти, де вміст цього елемента від 0,03 до 0,15%. Вміст у ґрунті рухомого калію, який є основною формою для живлення рослин, становить лише 0,5-2% валового.

Вищенаведені параметри оптимальних відсотків насиченості ґрунту основами в агрохімічному аналізі ґрунту дають

інформацію про відсутність або наявність проблем у складі увібраних катіонів ГВК, які викликають небажані зміни в реакції ґрунтового розчину, рухливості поживних речовин і їх доступності рослинам, фізичних й фізико-хімічних властивостях ґрунту, ефективності використання добрив. Ґрунт з дефіцитом певного катіону в складі вбирного комплексу обов'язково матиме забагато другого увібраного катіону. Потрібно розуміти, що, наприклад, насичуючи ґрунт калієм до 7,5% і маючи у складі ГВК 10% магнію і 70% кальцію, якийсь катіон повинен витіснитись із вбирного комплексу і звільнити місце для нього. Це може бути водень, якщо рівень рН нижче 7. Із складу насиченості ґрунту основами катіони K^+ , Na^+ , H^+ мають лише один позитивний заряд "+", а катіони Ca^{2+} , Mg^{2+} несуть подвійний позитивний заряд "++". Ca^{2+} , Mg^{2+} – сильні катіони, які здатні виштовхувати катіони з одним позитивним зарядом "+". По силі витіснення із ГВК катіони від сильного до слабшого можна розташувати в такому порядку: Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , H^+ . При рівні рН вище 6,5 у складі ГВК залишаються дуже мало колоїдів з негативним зарядом. При цьому катіони калію не зможуть виштовхнути достатню кількість водню і прикріпитися до ґрунтових колоїдів. Рідко можна спостерігати підвищення вмісту калію в ґрунті при рН вище 6,5. При рН ґрунтового середовища 6,5 рівень насиченості ґрунту катіонами H^+ буде складати 7,5%. При рівні рН вище 6,5 потрібно розглядати програму підтримки вмісту K_2O в ґрунті невеликими дозами добрив через його можливість вимивання із вбирного комплексу. Не по-

трібно працювати на підвищення рівня калія в складі ГВК до тих пір, поки не відбудеться зниження рН нижче 6,5. За рівня рН нижче 6,5 калій утримується в ґрунтовому колоїді. Це частково пояснює, чому калій не затримується в глинистому ґрунті, коли рівень рН вище 6,5.

Не можна вносити калійні добрива у великих дозах про запас в депозит на декілька років наперед також на піщаних і супіщаних кислих ґрунтах, з яких калій вимивається, а потрібно їх вносити невеликими нормами (рис. 6). На легких піщаних ґрунтах через вимивання катіонів Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ у ГВК збільшується вміст водню, який підвищує кислотність. На піщаних ґрунтах, що потребують вапнування, за внесення калійних добрив посилюється нейтралізація ґрунтової кислотності, оскільки калій витісняє в розчин іони H^+ , Al^{3+} і Mn^{2+} , що призводить до зменшення рН ґрунту. Ще більшого значення калійні добрива набувають після вапнування кислих ґрунтів. Значно легше за допомогою мінеральних добрив насичувати калієм хороший піщаний ґрунт, ніж важкий ґрунт. У середніх або важких за гранулометричним складом ґрунтах за умови застосування мінеральних добрив при низькому вмісті калію можна його вносити тоді, коли в ґрунті достатньо простору для утримання цього елемента глинистими колоїдами при рН нижче 6,5.

Кожен тип ґрунту характеризується своїм гранулометричним складом, специфічним профільним розподілом фракцій і певним складом насиченості ґрунту основами. На основі багаторічних досліджень були запропоновані моделі ґрунту з оптимальним поєднанням

поглинутих обмінних катіонів у складі ҐВК. Для більшості типів ґрунтів правильні середні відсотки насиченості ґрунту увібраних катіонів повинні бути такими: кальцій – 60-70%, магній – 10-20%, калій – 2-5%, натрій – 0,5-3%, водень – 10-15%, інші основи – 2-4%. На легких піщаних ґрунтах оптимальні відсотки насиченості ґрунту основами мають бути наступними: 60% кальцію, 20% магнію, 2 до 5% калію, 10-15% водню, 0,5-3% натрію, 2-4% – інші основи. Відповідно на важких глинистих ґрунтах показники оптимальних відсотків насиченості ґрунту основами повинні бути такими: 70% кальцію, 10% магнію, 2 до 5% калію, 10-15% водню, 0,5-3% натрій, 2-4% – інші основи. По деяким даним ідеальні показники складу катіонів вбирного комплексу ґрунту мають бути в таких відсоткових інтервалах: кальцій – 65-80%, магній – 10-15%, калій – 1-5%, натрій – 0-1%, інші основи – до 5%. Є інші пропозиції типових діапазонів насичення ґрунту основами: кальцій – 60-75%, магній – 10-20%, калій – 2-7%, натрій – 0-10%, водень – 0-10%.

На основі моделей ґрунту з оптимальним поєднанням поглинутих обмінних катіонів у складі ҐВК можна охарактеризувати різні типи ґрунтів, ґрунтоутворювальний процес, фізичні й фізико-хімічні властивості і їх родючість. Ґрунти за підвищенням родючості можна розташувати в такій послідовності: дерново-підзолисті, сірі- і темно-сірі лісові ґрунти, чорноземи типові, чорноземи звичайні та південні, каштанові ґрунти. У степових районах вологозабезпечення є основним лімітуючим чинником для формування урожаю, а в Поліссі – кислотність та низька родючість ґрунтів. Чорноземні ґрунти Лісостепу і Степу та каштанові ґрунти містять значну кількість доступного для рослин калію,



Рис. 6. Дерново-підзолисті ґрунти з підвищеною кислотністю ґрунтового розчину, де через погані фізичні й фізико-хімічні властивості ґрунту спостерігається пригнічення розвитку рослин кукурудзи

але мають невеликий вміст доступного фосфору та близько до нейтральної рН ґрунту і кращі водно-фізичні та біологічні властивості. Дерново-підзолисті, сірі- і темно-сірі лісові ґрунти Полісся характеризуються високою кислотністю і незадовільними фізико-хімічними властивостями, низьким умістом рухомих сполук калію та мають середню кількість доступного фосфору. Калій у кислих ґрунтах легкого гранулометричного складу в значній кількості міг рує по профілю. У дерново-підзолистих ґрунтах рухомий фосфор більш доступний до рослин, ніж в чорноземних ґрунтах. У нейтральних і карбонатних ґрунтах (чорноземи) утворюються менш розчинні фосфати кальцію і магнію, а в кислих дерново-підзолистих ґрунтах формуються більш розчинні фосфати алюмінію та заліза.

Найбідніші на мікроелементи зональні ґрунти Полісся, а максимальний вміст валових і рухомих форм характерний для ґрунтів Степової зони. Вміст заліза, цинку, міді і кобальту знижується від ґрунтів легкого гранулометричного складу з підвищеним рівнем кислотності до ґрунтів важкосуглинкових і глинистих із

нейтральною реакцією ґрунтового розчину, тоді як вміст мангану, бору і молібдену навпаки збільшується від ґрунтів малобуферних до ґрунтів високобуферних від Полісся до Лісостепу і Степу. Зменшення вмісту заліза, цинку, міді і кобальту на карбонатних ґрунтах Степу і Лісостепу пов'язано з фіксацією їх кальцієм. Дефіцит міді спостерігається на торф'яниках; молібдену – на кислих дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах; бору і молібдену – на червоноземах; мангану, заліза і цинку – на карбонатних ґрунтах.

Фосфорні добрива найефективніше застосовувати в умовах недостатнього зволоження на чорноземах звичайних і південних та на каштанових ґрунтах. Калійні добрива найліпше діють на торф'яних, потім на дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах. На легких за гранулометричним складом ґрунтах зазвичай ефективніші азотні, калійні та мікродобрива, на важких – фосфорні добрива.

Якщо у Вас виникли питання, звертайтеся:

Сергій ХАБЛАК,

066 44 266 08

sergeyhab211981@gmail.com