

Лекція

ХІМІЧНА МЕЛІОРАЦІЯ ГРУНТІВ

1. Сутність процесу хімічної меліорації ґрунтів.
2. Значення кальцію й магнію для ґрунту і живлення рослин
3. Хімічні меліоранти кислих ґрунтів
4. Хімічна меліорація солонцевих ґрунтів

1. Сутність процесу хімічної меліорації ґрунтів

Меліорація — це заходи, спрямовані на докорінне і пришвидшене комплексне окультурення (розширене відтворення родючості) малопродуктивних ґрунтів, охорона їх від деградації та усунення негативних явищ під час землекористування в результаті поліпшення їх морфології, складу, властивостей і режимів. Серед різноманітних меліоративних заходів, спрямованих на поліпшення якості сільськогосподарських угідь, хімічна меліорація ґрунтів посідає одне з чільних місць у системі інтенсивного землеробства.

Хімічною меліорацією ґрунту називають комплекс заходів, спрямованих на докорінне поліпшення його властивостей з метою підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Це заміна небажаних у складі ґрунтового вбирного комплексу катіонів (водню, алюмінію, заліза, мангану в кислих ґрунтах і натрію — в лужних ґрунтах на кальцій). Надмірну кислотність ґрунту усувають вапнуванням, а надмірну лужність — гіпсуванням. Хімічну меліорацію проводять до внесення добрив з метою створення оптимальної реакції ґрунтового розчину, ліпшого засвоєння елементів живлення з ґрунту і внесених добрив. Її зазвичай проводять один раз за ротацію сівозміни або за кілька років. Основне цільове завдання - створити високу буферну ємність ґрунтів, що забезпечуватиме їх стійке функціонування за різних умов зовнішніх впливів її навантажень. Хімічну меліорацію ґрунтів не слід розуміти надто спрощено тільки як спосіб нейтралізації зайвої кислотності чи лужності. Як її складові також треба розглядати способи корінного за запасного збагачення ґрунтів біогенними елементами, застосування природних і штучних меліорантів (так званих структурних меліорантів) для створення в ньому стійкого органо-мінерального комплексу, поливні води з добавками відповідних меліоративно-активних речовин, залучення в меліоративну дію (наприклад, унаслідок плантажу) внутрішньоґрунтових речовинних ресурсів та інших, у тому числі й непрямі впливи, що докорінно змінюють агрохімічну якість ґрунту.

Хімічні меліоранти – речовини або суміші речовин природного чи техногенного походження, які вносять у ґрунти з метою їх хімічної меліорації (гіпс, фосфогіпс, крейда, дефекат, породи, що містять більш як 10 % сполук кальцію — леси, червоно-бурі глини, кальцієво-залізовмісні шлами металургійних та інших підприємств тощо).

ґрунти з підвищеною кислотністю найбільш поширені на Поліссі, в західних регіонах Лісостепу та Карпатській буроземно-лісовій області. Солонцеві комплекси і повторно осолонцьовані ґрунти трапляються майже в усіх регіонах Лівобережної України, але найбільші їх площі в Південному Степу.

Регіони поширення кислих ґрунтів достатньо забезпечені вологою ($\text{ГТК} > 1$), із меншою континентальністю клімату та переважанням елювіального (промивного, застійно-промивного) типу ґрунтоутворення. У південних регіонах, навпаки, переважають дефіцит вологи та акумулятивний (непромивний) тип ґрунтових процесів. Ґрунти Лісостепу займають проміжне положення — їм притаманний як елювіальний, так і акумулятивний типи ґрунтоутворення. Вони займають майже 35 % загальної площі сільськогосподарських угідь і мають різну кислотно-основну буферну здатність. **Кисотно-основна буферна здатність ґрунту** — це його здатність протидіяти явищам підкислення або підлуження і нейтралізувати добавлення кислоти чи луги, що надійшли в нього.

Природна кислотність ґрунтів формується під час трансформування органічної частини ґрунту. За низького вмісту в рослинних рештках лужноземельних металів і білкових сполук, насамперед в анаеробному середовищі, процес бродіння завершується утворенням різноманітних органічних кислот. Вони сильно, підкислюють ґрунт, особливо за відсутності їх нейтралізаторів.

За надходження в ґрунт значної кількості органічних речовин починають інтенсивно розвиватися глейові процеси, які розхитують кристалічні ґратки глинистих мінералів, призводять до утворення вільних оксидів алюмінію та заліза. Ці оксиди разом із реакційно-активними органічними кислотами утворюють комплекси і вимиваються з верхньої частини ґрунтового профілю.

Важливу роль у формуванні кислотно-основного режиму відіграють буферні властивості ґрунтів, як їх здатність протистояти вторинному підкисленню, чи підлуженню. Цю здатність оцінюють за **буферною ємністю** — безрозмірною величиною, яку визначають у кислотному й лужному інтервалах навантажень і зазвичай вказують за 100-бальною шкалою.

Відношення сільськогосподарських культур до реакції ґрунту

Урожай сільськогосподарських культур залежить від показника рН ґрунту, оскільки він визначає доступність поживних речовин (потенціал токсичності); активність мікроорганізмів; сприйнятливість організмів до захворювань; потенційну шкоду культурі, яку завдають деякі гербіциди.

Засвоєння елементів живлення рослинами відбувається за відповідної реакції ґрунтового середовища. Вважають, що оптимальні значення рН для засвоєння рослинами елементів живлення з ґрунту такі: азоту — 6—8; фосфору — 6,25; калію і сірки — 6—8,5; кальцію і магнію — 4,5—6; бору, міді та цинку — 5—7; молібдену — 7—8,5.

За ступенем кислотності та лужності ґрунти поділяють на десять груп (табл. 1).

За логарифмічною шкалою, ґрунт із рН 6 у 10 разів кисліший, ніж із рН 7, а ґрунт із рН 5 у 100 разів кисліший, ніж із рН 7.

Відомі рідини мають такі показники рН: сік лимонний — 3, сік апельсиновий — 4, молоко — 6, чиста вода — 7, морська вода — 8, мильний розчин - 9. У чистій атмосфері без домішок опади підкислюються вуглекислим газом і рН досягає рівня 5,6—6,0. «Кислими» вважають опади у вигляді дощу або снігу зі значенням рН $< 5,6$.

Таблиця 1. Групування ґрунтів за ступенем кислотності та лужності

Група	Колір на картограмі	Ступінь кислотності ґрунтів	Параметри рН	
			водного	сольового
1	Червоний	Дуже сильнокислі	<4,5	< 4,0
2	Рожевий	Сильнокислі	4,5-5,0	4,0—4,5
3	Оранжевий	Середньокислі	5,0—5,5	4,5—5,0
4	Жовтий	Слабокислі	5,5-6,0	5,0 – 5,5
5	Світло-зелений	Дуже слабокислі	6,0—6,5	5,5 – 6,0
6	Зеленим	Нейтральні	6,5-7,0	6,0 – 7,0
7	Голубий	Слаболужні	7,0-8,0	-
8	Синій	Середньолужні	8,0—8,5	-
9	Фіолетовий	Сильнолужні	8,5-9,0	-
10	Коричневий	Дуже сильнолужні	> 9,0	-

Карту, на якій нанесено ареали кислих ґрунтів за ступенем кислотності називають **картограмою кислотності**. Її використовують: 1) під час розробки проектів меліорації; 2) нарізання полів сівозмін і планування розміщення сільськогосподарських культур; 3) бонітування та оцінювання земель; 4) диференціації вапнування та застосування добрив.

Для кожного виду рослин є сприятливіший для росту і розвитку інтервал реакції ґрунтового середовища. Для більшості рослин і ґрунтових мікроорганізмів оптимальною є слабокисла і дуже слабокисла реакція ґрунтового середовища (рН_{сол} 6—7). Проте відомі культури, для яких найліпшим є кисліше середовище, але вони добре ростуть за широкого інтервалу рН (табл. 2).

Таблиця 2. Оптимальна реакція (рН) ґрунтового середовища для сільськогосподарських культур

Культура	Оптимальний рівень рН	Допустимі відхилення рН в інтервалі		Стійкість до підкислення ґрунту
		кислотному	лужному	
Рис	4,0-6,0	3,8	6,3	Дуже сильна
Люпин	4,5-6,0	4,2	6,4	»
Бруква	4,8-5,5	4,5	6,2	»
Серадела	4,8-6,0	4,5	6,2	»
Картопля	5,0—6,5	4,8	7,0	Сильна

Тимофіївка	5,0-7,5	4,8	8,0	»
Овес	5,0—,7	4,6	8,0	»
Льон	5,5-6,5	5,0	6,8	»
Морква	5,5-7,0	5,0	7,5	»
Жито озиме	5,5-7,5	5,0	7,7	»
Просо	5,5—7,5	5,2	8,0	»
Вика	5,7—6,4	5,5	7,0	»
Соняшник	6,0-6,8	5,5	7,3	Середня
Конюшина	6,0-7,0	5,5	7,5	»
Кукурудза	6.0—7.0	5,5	7,5	»
Горох	6,0-7,0	5,8	7,6	»
Пшениця яра	6,0-7,5	5,5	7,8	»
Буряк кормовий	6,2 – 7,5	5,5	8,0	»
Помідор	6,3—6,7	5,8	7,2	»
Пшениця	6,3—7,5	5,8	7,8	»
Огірок	6,4-7,0	5,6	7,5	»
Цибуля	6,4-7,9	6,0	8,2	»
Соя	6,5-7,1	6,0	7,5	»
Капуста	6,5-7,4	6,0	7,8	Слабка
Мак	6,8—7,2	6,0	7,8	»
Ячмінь	6,8—7,5	6,0	8,0	»
Буряк	7,0-7,5	5,7	8,2	»
Люцерна	7,0-8,0	6,0	8,8	»

За відношенням до кислотності ґрунту, а відповідно, і за реакцією на вапнування сільськогосподарські культури умовно поділяють на п'ять груп.

Перша група культур - це найчутливіші до кислотності ґрунту рослини, які потребують нейтральної або слаболужної реакції ґрунтового розчину (люцерна, буркун, буряк, часник, капуста білоголова, салат, шпинат, селера, гірчиця, яблуня, вишня, слива, смородина). Вони активно реагують на внесення вапна навіть на слабокислих ґрунтах.

Рослини-кальцієфіли (айстра степова, порізняк проміжний, модрина європейська, кунжут, виноград, маслина та ін.) пристосовані до життя на ґрунтах; збагачених кальцієм, а також у місцях виходу вапняків, крейди та інших кальцієвмісних порід.

Друга група культур — потребує слабокислої та близької до нейтральної реакції ґрунтового розчину. Вони добре реагують на вапнування не лише сильно- і середньокислих, а й слабокислих ґрунтів (пшениця, кукурудза, ячмінь, соя, горох, соняшник, квасоля, боби кормові, вика, конюшина, огірок,

цибуля, капуста цвітна, груша, агрус).

Третя група культур — слабкочутливі до підвищеної кислотності ґрунтового розчину (жито, овес, просо, гречка, тимофіївка, редиска, помідор, морква, суніця). Вони задовільно ростуть у досить широкому діапазоні рН ґрунтового розчину — від кислих до слабколужних (рН 4,5—7,5), але найкращі для їх росту ґрунти зі слабокислою і близькою до нейтральної реакцією (рН 5,5—6,0). Ці культури позитивно реагують на вапнування середньокислих ґрунтів, що пояснюється не лише зниженням кислотності, й ефектом поліпшення мінерального живлення рослин після вапнування.

Четверта група культур — потребує вапнування лише середньо- і сильнокислих ґрунтів, але погано переносить у ґрунті надлишок кальцію. Так, картопля не реагує на невелику кислотність, а льон навіть краще росте за слабокислої реакції ґрунтового розчину. На перевапнованих ґрунтах, зокрема за недостатнього внесення мінеральних добрив, насамперед калійних, знижується якість продукції: бульби картоплі дуже пошкоджуються паршею і в них знижується вміст крохмалю, а льон уражується кальцієвим хлорозом, що погіршує якість волокна. Це пов'язано не стільки з нейтралізацією кислотності, стільки зі зменшенням доступності з ґрунту бору, цинку, міді і підвищенням концентрації іонів кальцію в ґрунтовому розчині, що ускладнює надходження в рослини катіонів, наприклад калію і магнію. В сівозмінах з великою часткою картоплі й льону у разі внесення високих норм мінеральних добрив, зокрема калійних, вапнування можна проводити повною нормою. Для цього найліпше використовувати доломітове борошно, яке містить кальцій і магній. При вапнуванні знижується доступність для рослин сполук бору, цинку, міді з ґрунту, що потребує внесення їх з добривами. Виконання цих умов сприяє підвищенню продуктивності всіх культур сівозміни.

П'ята група культур — досить стійкі до кислого середовища. Рослини-ацидофіти: люпин, серадела, картопля, льон, щавель, рис та інші ростуть на ґрунтах з рН 4,0-6,0, а оптимальним для них є рН 4,5-5,0. Вони погано ростуть на лужних і навіть нейтральних ґрунтах. Для них потреба у вапнуванні виникає лише на дуже сильнокислих ґрунтах. Наявність катіонів кальцію в ґрунтовому розчині знижує схожість насіння цих культур і негативно впливає на їх початковий ріст.

Деякі рослини потребують особливо кислих умов для росту (чорниця, рододендрони, каштани). Тому в деяких випадках може з'явитися необхідність у зниженні рН ґрунту. Наприклад, щоб поліпшити ріст чорниці необхідний рН ґрунту 5 і нижче. Показник рН можна знизити за допомогою елементарної сірки.

Загалом більшість вирощуваних сільськогосподарських культур позитивно реагує на ліквідацію надлишкової кислотності ґрунту після вапнування (табл. 3).

Таблиця 3. Зниження врожаїв сільськогосподарських культур залежно від кислотності ґрунту, %

Групи культур за відношенням до	Культура	Кислотність ґрунту.
---------------------------------	----------	---------------------

кислотності ґрунту і вапнування		<4,5	4,5-5,0	5,0— 5,5
I. Переносять слабку, середню і сильну кислотність, реагують зазвичай на дуже сильну кислотність	Картопля	20	6	2
	Люпин однорічний	23	Урожай не знижується	
	Льон	32	Те саме	
II. Переносять слабку і середню кислотність, реагують на вапнування сильноокислих ґрунтів	Овес	19	13	6
	Жито озиме	24	23	9
	Кукурудза	25	16	9
	Однорічні трави	25	16	10
III. Переносять слабку кислотність; реагують на вапнування сильно і середньоокислих ґрунтів	Пшениця озима	30	19	13
	Ячмінь ярий	39	24	14
IV. Знижують урожай і реагують на вапнування навіть за слабкої кислотності ґрунту	Конюшина	39	33	17
	Буряк цукровий	38	28	16

Негативна дія кислотності ґрунту на рослини складається з прямої дії підвищеної концентрації іонів водню і багатьох побічних чинників. Прямим її наслідком є погіршення розвитку кореневої системи та її вбирної здатності. Особливо чутливі рослини до підвищеної кислотності ґрунту на початку росту. Погіршується ріст і галуження кореневої системи, фізико-хімічний стан плазми клітин кореня, знижується їх проникність, тому погіршується поглинання рослинами поживних речовин ґрунту і добрив.

За високої кислотності розчину іони водню, проникаючи у великій кількості в тканини рослин, підкислюють клітинний сік. Це гальмує біохімічні процеси в рослині. Кисла реакція ослаблює синтез білкових речовин, у рослинах зменшується вміст загального азоту, а кількість небілкового азоту збільшується; пригнічується перетворення моноцукрів на складні органічні сполуки. Кисла реакція негативно впливає на закладання генеративних органів.

Побічна токсична дія кислотності ґрунту багатостороння. Кислі ґрунти мають **гірші** властивості (фізичні, фізико-хімічні, структуру, ємність поглинання, буферність), знижується діяльність корисних ґрунтових мікроорганізмів, зокрема азотфіксувальних, мінералізація **органічних** речовин, що зменшує доступність для рослин елементів живлення.

За підвищеної кислотності ґрунту збільшується рухливість у ньому алюмінію, заліза, мангану. До високої концентрації в ґрунтовому розчині алюмінію особливо чутливі конюшина, люцерна, жито і пшениця (під час перезимівлі), ячмінь, горох, буряк, льон, гречка. Вони пригнічуються вже за вмісту алюмінію 20—30 мг/кг ґрунту. При цьому також погіршується фосфорне живлення рослин. Це пояснюється зв'язуванням доступних фосфатів алюмінієм і залізом у нерозчинні та важкорозчинні оксиди.

Слід зазначати, що між чутливістю до кислотності та рухливістю алюмінію в ґрунті немає прямої залежності. Наприклад, льон віддає перевагу

кислому ґрунту, але дуже чутливий до наявності в ньому алюмінію і мангану, а кукурудза стійка до вмісту алюмінію, але потерпає від високої кислотності ґрунту. Капуста білоголова середньочутлива до вмісту мангану, але потерпає за високої кислотності ґрунту.

У кислих, ґрунтах зменшується рухливість молібдену, тому його може не вистачати для живлення рослин, зокрема бобових. У ґрунтах з кислою реакцією, особливо піщаних і супіщаних, мало рухомих сполук кальцію й магнію, внаслідок чого порушується живлення рослин цими макроелементами.

Отже, для отримання високих урожаїв і підвищення ефективності добрив потрібно проводити вапнування кислих ґрунтів, у тому числі й чорноземів. Декальцитація чорноземів, особливо орного шару, є результатом, періодичного промивання верхньої частини профілю і різко від'ємного балансу кальцію в землеробстві.

2. Значення кальцію й магнію для ґрунту і живлення рослин

Вапнування — внесення в ґрунт кальцію і магнію у вигляді карбонатів, оксидів або гідрокарбонатів для нейтралізації його кислотності. Це основний і найрадикальніший прийом поліпшення властивостей кислих ґрунтів.

Позитивна дія вапна полягає у:

- нейтралізації ґрунтової кислотності й заміщенні поглинених іонів водню іонами кальцію і магнію меліоранту;
- створенні оптимальних фізичних, водно-фізичних та інших умов життя культурних рослин;
- поліпшенні азотного режиму ґрунту внаслідок активізації діяльності корисних мікроорганізмів, особливо азотфіксувальних і нітрифікувальних бактерій;
- забезпеченні живлення рослин кальцієм і магнієм;
- запобіганні виникненню мікробного токсикозу при застосуванні мінеральних добрив;
- поліпшенні умов життєдіяльності дощових черв'яків, які сприяють аерації, фільтрації й утворенню водостійких агрегатів;
- перешкоджанні надходженню в рослини важких металів і радіонуклідів;
- стимуляції розвитку корисних мікроорганізмів, які мають важливе агрономічне значення;
- сприянні процесам знешкодження решток біоцидів (пестицидів, гербіцидів, фунгіцидів тощо);
- підвищенні ефективності внесення добрив та якості отримуваної продукції.

У ґрунтах кальцій буває у формі деяких мінералів (доломіт, кальцит та ін.) і різних солей. Водорозчинні солі кальцію утворюють у ґрунтовому, розчині іони Ca^{2+} , які є доступними для рослин. Частина кальцію зв'язується ГВК. Нестача кальцію в ґрунті призводить до уповільнення поглинання рослинами калію й бору, тому на вапнованих ґрунтах насамперед спостерігається їх калійне і борне голодування.

На ділянках, де є лужний (вапняковий) підорний шар, (і якщо дозволяє гумусовий підорний шар ґрунту) методом глибокої оранки можна підвищити показник рН (самовапнування).

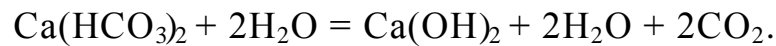
Вапняні матеріали взаємодіють з ґрунтом *за двома механізмами*:

1. поступовий перехід основ у ґрунтовий розчин із наступною реакцією з ГВК;
2. контактний обмін поверхневих часточок вапна і ґрунту, при цьому не зачіпаються внутрішні шари гранул; значення цього процесу неістотне. Усі форми вапнякових матеріалів за розчинністю можна розмістити в такий спадаючий ряд: оксиди > карбонати > силікати кальцію.

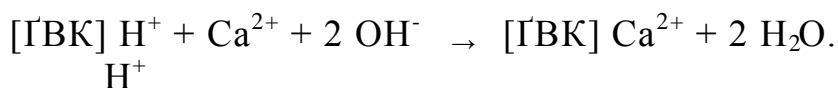
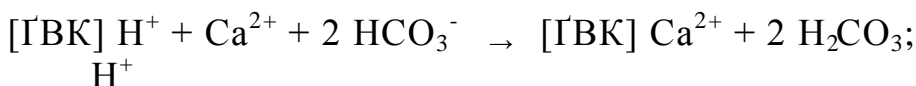
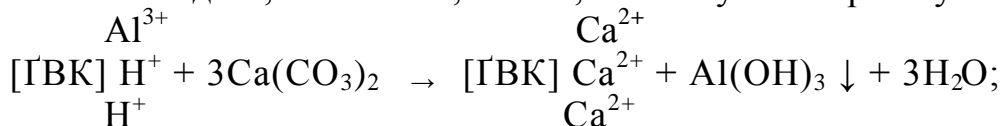
Внесене у ґрунт вапно взаємодіє з вугільною кислотою ґрунтового розчину і нейтралізує її. При цьому нерозчинний у воді карбонат кальцію поступово перетворюється на гідрокарбонат кальцію (або магнію), який набагато краще розчиняється у воді та сприяє надходженню іонів кальцію в ґрунтовий розчин:



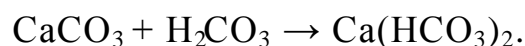
Гідрокарбонат кальцію дисоціює на іони Ca^{2+} і HCO_3^- та частково зазнає гідролізу:



Кожна часточка вапна діє на ґрунт у межах 2 мм. При цьому у ґрунтовому розчині підвищується концентрація катіонів Ca^{2+} і Mg^{2+} , які витісняють з ГВК катіони водню, алюмінію, заліза, мангану і нейтралізують ґрунт:

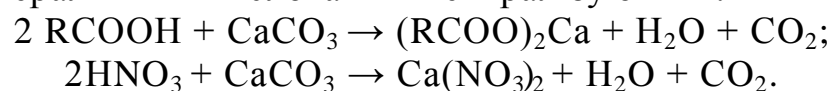


Вугільна кислота, що утворюється в процесі обміну іонів водню ГВК на іони кальцію, нейтралізується вапном з утворенням гідрокарбонату кальцію, який знову вступає у відповідні реакції:



Внаслідок цих реакцій у ґрунтовому розчині збільшується концентрація іонів Ca^{2+} і OH^- причому іони Ca^{2+} витісняють іони H^+ з ГВК та нейтралізують кислотність ґрунту.

Карбонати кальцію і магнію також безпосередньо взаємодіють з органічними та мінеральними кислотами і нейтралізують їх:



Отже, після внесення у кислий ґрунт повної норми вапна усувається

активна й обмінна кислотність, значно знижується гідролітична кислотність. Вважають, що найсприятливіші умови для росту і розвитку більшості культурних рослин і засвоєння ними елементів живлення складаються за рН ґрунтового середовища близького до нейтрального і нейтрального, тобто від 5,5 до 7,0.

Максимальна дія вапна на зміщення показника рН ґрунту досягається у перші роки. Впродовж наступних 5 років знову відбувається поступове підкислення ґрунту і втрачається до 30 % досягнутого рівня нейтралізації. Через 7-8 років втрати досягають 50 % отриманого в перші 2 роки рівня рН. У зв'язку з цим перспективним є створення вапнувальних матеріалів пролонгованої дії, що пов'язано з вмістом широкого спектра часточок різного діаметра. Сировиною можуть бути, наприклад, відходи щебеневого виробництва. Застосування таких матеріалів дасть змогу підтримувати постійний рівень реакції ґрунтового середовища впродовж тривалого часу.

Перехід кальцію і магнію в ГВК триває більш як 3 роки і залежить від кількості опадів, хімічного складу меліорантів, дози їх внесення, щільності складення, тинини помелу, рівномірності розподілу в ґрунті, застосовуваних добрив, мікробіологічної активності ґрунтів і т. д.

Карбонат кальцію слабо розчинний у воді (в 1 л дистильованої води розчиняється всього 13—15 мг CaCO_3), але навіть незначна кількість вуглекислого газу підвищує розчинність вапна в 60 разів. Ґрунтове повітря порівняно з атмосферним містить у 10—100 разів більше CO_2 , який виділяється під час дихання живих організмів і розкладання органічних речовин. Отже, в ґрунтах із високою мікробіологічною активністю, де кількість виділення вуглекислого газу збільшується, зростає і швидкість взаємодії вапна з ґрунтом.

Процесу розчинення вапна сприяє також наявність у ґрунтовому розчині аніонів, здатних утворювати з кальцієм і магнієм добре розчинні сполуки (неспецифічні органічні кислоти, фульвокислоти). Аніони добрив (NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}) теж беруть активну участь у цьому процесі.

Хімічна активність вапнякових матеріалів великою мірою визначається розміром фракцій, з яких вони складаються, тобто тининою помелу або сумою поверхні їх часточок. Певне значення при цьому має щільність їх складення. Проте зі збільшенням дози меліоранту вплив тинини помелу знижується.

Структура кислотності провапнованих ґрунтів значно відрізняється від невапнованих за однакових значень рН у провапнованих повною нормою ґрунтах тривалий час на дуже низькому рівні знаходяться обмінна кислотність і вміст рухомого алюмінію за високого ступеня насиченості ґрунту основами. Внесення повної норми вапна на кислих суглинкових і особливо важкосуглинкових ґрунтах іноді може бути недостатнім для досягнення оптимального значення рН.

На динаміку рівня і структуру кислотності ґрунту впливають також форми вапняних добрив. Так, на дерново-підзолистому ґрунті максимальна дія вапнякового борошна на його агрохімічні показники виявляється на 2—3-й рік, а доломітового борошна — на 5—6-й рік. Слід зазначити, що чим вищий рівень рН, досягнутий після вапнування (особливо за $\text{pH} > 6$), тим швидше відбувається наступне підкислення ґрунту, що зумовлено збільшенням втрат кальцію і магнію у разі внесенні високих норм меліоранта. Тому вапнування високими

нормами неефективне та екологічно шкідливе, оскільки призводить до посилення втрат кальцію, магнію та інших елементів живлення внаслідок вимивання. Перевапновані (завапновані) ґрунти, без урахування їхніх кислотно-основних буферних властивостей мають підвищену лужність. Це пригнічує ацидофільні рослини і призводить до непродуктивних витрат добрив, дефіциту рухомих форм мікроелементів тощо.

Екологічно небезпечними наслідками перевапнування кислих ґрунтів є:

- посилення процесів мінералізації органічних речовин;
- інтенсифікація процесів вимивання нітратів, кальцію і водорозчинних органічних речовин у підґрунтові води, емісія газоподібних сполук вуглецю й азоту в атмосферу;
- різке зміщення кислотно-основної рівноваги малобуферних ґрунтів несприятливе для вирощування традиційних для зони культур (люпину, жита, льону, картоплі тощо);
- знижується стійкість цих культур до хвороб;
- перевапнування нерідко є причиною виникнення дефіциту для рослин низки мікроелементів (міді, цинку, кобальту та ін.) через їх трансформацію в малодоступні для рослин форми та антагоністичний взаємовплив.

Післядія явища перевапнування кислих ґрунтів може тривати 2—3 і більше років.

Поряд зі зниженням кислотності, вапнування підвищує вміст кальцію в ґрунтовому розчині та ступінь насиченості ґрунту основами, впливає на інші властивості ґрунту. Кальцій, внесений з меліорантом, сприяє утворенню ґрунтових колоїдів, поліпшенню структури ґрунту, підвищує його водостійкість. Після вапнування поліпшуються водний і повітряний режими ґрунту та обробіток важких ґрунтів після дощу, на поверхні рідше утворюється кірка, посилюється життєдіяльність мікроорганізмів і мобілізація ними азоту, фосфору та інших елементів живлення з органічних речовин ґрунту. Вапнування сприяє розвитку азотфіксувальних бактерій (вільноіснуючих і бульбочкових). Крім того пригнічуються шкідливі мікроорганізми та знижується зараженість сільськогосподарських культур різними хворобами: капусти та інших капустяних — килою; картоплі й помідора — фітофторозом; ячменю — гелмінтоспорозом; коренеплодів — коренеїдом. Проте слід пам'ятати, що високі норми вапна можуть спричинити посилений розвиток деяких шкідливих мікроорганізмів, наприклад збудників парші картоплі, фузаріозу льону тощо.

Після вапнування ґрунтів поліпшується живлення рослин фосфором. Під дією вапна важкорозчинні фосфати алюмінію і заліза переходять у доступніші для рослин фосфати кальцію, посилюється життєдіяльність мікроорганізмів, які мінералізують органічні сполуки фосфору. Калій важкорозчинних мінералів інтенсивніше перетворюється на рухомі сполуки, а поглинений ґрунтом - витісняється в розчин, але засвоєння його рослинами внаслідок антагонізму між катіонами K^+ і Ca^{2+} не збільшується.

Крім того, вапнування впливає на рухливість та доступність для рослин мікроелементів. Сполуки молібдену переходять у більш засвоювані форми, а рухливість сполук бору, міді, нікелю і мангану навпаки, зменшується й рослини

можуть відчувати їх нестачу. Тому на провапнованих ґрунтах ефективним є застосування мікродобрив, особливо під чутливі до них культури — буряк, конюшину, люцерну, льон, картоплю, гречку, цибулю та ін.

Збільшення рН ґрунту на 1,5-2,0 одиниці знижує рухливість кадмію у 4-8 разів, свинцю — в 3—6 разів, а рівень рН, що забезпечує найнижчу розчинність важких металів дорівнює 6,5. Внесення вапна в дозі 5 т/га знімає фітотоксичний ефект (здатність ґрунту пригнічувати ріст і розвиток рослин). Вапнування ґрунтів з підвищеним вмістом хрому може призвести до утворення рухомих і надзвичайно токсичних його сполук та навіть зробити їх непридатними для вирощування сільськогосподарських культур. Тому перед вапнуванням необхідно обстежити ґрунти на ймовірний вміст у них підвищених кількостей хрому і молібдену, що є рухомими за нейтральної і слабколужної реакції ґрунту.

Внесені вапняні добрива, збагачують ґрунт кальцієм, а в разі застосування доломітового борошна — і магнієм, що дуже важливо для підвищення врожайності сільськогосподарських культур, зокрема тих, які засвоюють великі кількості цих елементів.

Найбільше кальцію втрачається з ґрунту внаслідок вимивання. На різних за складом ґрунтах залежно від культур, норм і форм вапняних та мінеральних добрив із ґрунту за рік може бути вимито від кількох десятків до 200—400 кг/га і більше кальцію. Максимальні його втрати спостерігаються на чистих парах, а під посівами знижуються, досягаючи мінімуму під багаторічними культурами суцільної сівби. За інших однакових умов кальцій в 1,5—2 і більше разів вимивається з легких за гранулометричним складом ґрунтів порівняно із важкими. Втрати також зростають у разі внесення високих норм фізіологічно кислих мінеральних добрив.

Порівняно з кальцієм, вміст магнію в ґрунтах менший. У ґрунті магній міститься у трьох формах: у вигляді мінералів (олівін, біотит та ін.), солей (частина у вигляді карбонатів і фосфатів), а також у ґрунтовому розчині у вигляді іонів. ГВК іони магнію майже не зв'язує. Проте монтморилоніт здатний фіксувати значну кількість магнію. Підвищений вміст магнію характерний для глинистих ґрунтів.

Особливо бідні на магній сильноопідзолені кислі ґрунти легкого гранулометричного складу. Тому застосування на них магнієвмісних добрив значно підвищує продуктивність культур. Вміст обмінного магнію в ґрунтах дуже відрізняється по окремих полях і ділянках, на значній частині орних земель порушено необхідне співвідношення катіонів Ca^{2+} : Mg^{2+} і K^+ : Mg^{2+} , а вирощувані культури відчувають надлишок або нестачу магнію, для формування врожаю.

На ґрунтах з низьким вмістом магнію (менш як 90 мг/кг) доцільно застосовувати доломітове борошно в дозі 2 т/га один раз на 3 роки.

Слід зазначити, що 20—30 % вимитих з орного шару кальцію і магнію в посушливі періоди року може повертатися в ґрунт з висхідними потоками води по капілярах.

Кальцій потрібний для нормального росту надземних органів і кореневої системи рослин. У рослини він надходить упродовж усього періоду активного росту. Потрапивши в рослину, іони кальцію перебувають у ній у вільному

стані, частина їх взаємодіє з органічними речовинами. Так, кальцій підвищує жаростійкість рослин, усуває токсичну дію деяких мікроелементів (міді, заліза, цинку), сприяє кращому транспортуванню вуглеводів і білкових речовин, синтезу хлорофілу, росту коренів. Дефіцит кальцію затримує ріст, листків, їх жилки буріють (провідні пучки забиваються бурими продуктами розкладання клітковини), на них спочатку з'являються світло-жовті плями (хлоротичність), потім вони відмирають. При цьому листки, які утворилися раніше, не відчувають його нестачі й залишаються нормальними: вони містять кальцію більше, ніж молоді листки, оскільки рослини не можуть його перерозподіляти.

Сільськогосподарські культури досить різняться за рівнем використання кальцію. Так, з 1 га посівів жито, пшениця, ячмінь і овес виносять 20—40 кг СаО; горох, вика, квасоля, гречка; льон - 40-60; картопля, люпин, кукурудза, буряк цукровий — 60—120; конюшина, люцерна — 120—250; капуста - 300—500 кг СаО. Потреба деяких культур у кальції і стійкість їх до кислотності не завжди збігаються. Наприклад, капуста, конюшина, люцерна, картопля, люпин засвоюють багато кальцію, але картопля і люпин нечутливі до кислотності ґрунту.

У різних частинах і органах рослин містяться різні кількості кальцію: в листках і стеблах його значно більше, ніж у насінні. Тому більша частина кальцію винесена рослинами з ґрунту з нетоварною частиною врожаю, залишеною на полі, а також із залишками кормів і підстилкою потрапляє в гній, тобто, знову повертається в ґрунт.

Вміст магнію в рослинах становить 0,01-3,0 % в перерахунку на суху речовину. Магнію, як і фосфору, найбільше міститься в молодих органах рослин і в насінні. Він засвоюється лише у формі іонів Mg^{2+} . Інтенсивність поглинання магнію залежить від концентрації іонів кальцію в ґрунтовому розчині. Рослини можуть відчувати нестачу магнію навіть за високого його вмісту в ґрунті, якщо співвідношення Са : Mg в ґрунтовому розчині перевищує 11.

Магній, на відміну від кальцію, рухоміший і може перерозподілятися рослиною зі старих листків він надходить у молоді, а після цвітіння — з листків потрапляє в насіння. Нестача магнію більшою мірою впливає на розвиток репродуктивних органів рослин — насіння, бульби, коренеплоди.

За недостатнього і низького вмісту магнію в рослинах необхідно вносити магнієві добрива. За високого рівня забезпеченості врожай основної продукції не зростає, так як при цьому збільшується частка вегетативної маси в урожаї сухої речовини. Для деяких культур встановлено токсичні рівні вмісту магнію: для кукурудзи - 0,55 % (прикачанний листок), люцерни - 2,0 (перед початком цвітіння); сливи - 1,1 (листки у липні), сої (фаза цвітіння) — 1,5 % маси сухої речовини.

Зернові культури хоча й менш вимогливі до забезпечення ґрунтів магнієм, сильніше реагують на його нестачу, ніж технічні та овочеві культури. Це пов'язано з тим, що коренева система злаків розміщена на невеликій глибині і слабо засвоює поживні речовини з нижніх шарів ґрунту.

Якщо для зернових культур недостатньо магнію, його вносять позакоренево у фазу кушіння й наприкінці фази виходу в трубку у вигляді розчину сульфату магнію. Доцільніше його вносити разом із карбамідом і

мікроелементами.

3. Хімічні меліоранти кислих ґрунтів

Хімічні меліоранти кислих ґрунтів поділяють на три групи: 1) *промислового виробництва* (отримують розмелюванням твердих карбонатних порід, наприклад вапнякове і доломітове борошно); 2) *відходи промисловості* з високим умістом вапна (металургійні шлаки, цементний пил, дефекат, сланцева зола та ін.); 3) *місцеві меліоранти* з пухких (легких) карбонатних порід (туф, гажа, мергель та ін.), які зазвичай не потребують розмелювання.

У меліорантах промислового виробництва кальцій і магній містяться зазвичай у вигляді карбонатів (вапнякове і доломітове, борошно, туф, гажа), силікатів і оксидів (частково в складі цементного пилу і сланцевої золи). Ці меліоранти мають різні хімічний склад, щільність і пористість, тому швидкість їх розчинення і тривалість дії на ґрунт різна.

Якість вапнувального матеріалу оцінюють не лише за вмістом сполук, які нейтралізують кислотність ґрунту, а й за тониною (тонкістю) помелу. Чим тонший помел добрива, тим швидше і повніше воно взаємодіє з ґрунтом та швидше нейтралізує кислотність ґрунту. Кожна часточка вапна діє на ґрунт у радіусі 2 мм, тому збільшення кількості часточок подрібненням і ліпший їх просторовий розподіл у ґрунті підвищує рівень реакції вапнувального матеріалу.

Тверді карбонатні породи залежно від вмісту кальцію і магнію називають *вапняками* (50—55 % CaO і до 1 % MgO), *доломітизованими вапняками* (40—55 % CaO і до 9 % MgO) та *доломітами* (25—32 % CaO і до 14—20 % MgO). За вмісту до 5 % домішок (глина, пісок та ін.) породу називають чистою.

Найм'якішою із твердих порід є крейда (CaCO_3), яка містить до 55 % CaO і до 0,6 % MgO . Це осадова тонкозерниста гірська порода білого кольору. Складається в основному з карбонату кальцію з незначною домішкою піску та глини. Вона легко розмелюється, тому трохи ефективніша порівняно із вапняком, особливо у перший рік внесення.

Вапняне борошно отримують розмелюванням вапняків. У воді воно важкорозчинне, тому ефективність його значно залежить від тонини помелу. Вапняне борошно має містити карбонатів кальцію і магнію в перерахунку на CaCO_3 не менш як 85 %; вологість - не менш як 2 %; вміст часточок розміром 0,25 мм — не менш як 60 %; понад 1 мм - не більш як 10 %. За дією на властивості ґрунту і врожай сільськогосподарських культур на ґрунтах, добре забезпечених магнієм, воно наближається до доломітового борошна.

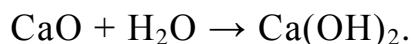
Доломітове борошно отримують розмелюванням доломіту (суміш $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ з $\text{CaO} + \text{MgO}$), який має містити карбонатів кальцію і магнію в перерахунку на CaCO_3 — 80-110 %. Сірого або темно сірого кольору, належать до твердих вапнякових матеріалів. Якщо в карбонатній породі мінералу доломіту міститься 50—90 %, то її називають *вапнистим доломітом*, за меншого вмісту доломіту — *доломітизованим вапняком*. Меліоративна дія висока. Особливо ефективно доломітове борошно на бідних на магній піщаних і супіщаних ґрунтах. При внесенні повної норми доломітового борошна негативний вплив вапнування на картоплю і льон відсутній або значно менший, ніж при внесенні

повної норми інших вапняних меліорантів.

Відходи промисловості за обсягами застосування займають значну частку серед вапняних добрив і за ефективністю не поступаються вапняному борошну, оскільки до їх складу в значній кількості входять органічні речовини, фосфор, сірка, різні мікроелементи. Проте деякі з відходів містять домішки, що негативно впливають на розвиток рослин, зокрема на початку росту. Це слід враховувати при застосуванні їх для вапнування ґрунтів, особливо у високих нормах.

Палене і гашене вапно. У результаті випалювання твердих вапняних порід добувають палене вапно, основою якого є оксиди кальцію і магнію.

За тривалого відкритого зберігання палене вапно взаємодіє з вологою й утворює гідроксид - гашене вапно:



Гашене вапно як відхід виробництва отримують на вапняних заводах та під час виробництва хлорного вапна. За нейтралізуючою здатністю 1 т гашеного вапна еквівалентна 1,35 т CaCO_3 .

Розчинність гашеного вапна Ca(OH)_2 у 100 разів більша, ніж CaCO_3 , тому це швидкодійне вапняне добриво найліпше використовувати для вапнування глинистих і важкосуглинкових ґрунтів. Вносять його за два тижні до сівби сільськогосподарських культур. Унаслідок швидшого вимивання кальцію післядія гашеного вапна менша, ніж вапняного борошна.

Дефекат — відходи цукрових заводів після перероблення коренеплодів буряку цукрового. Порошок сірого кольору, розсипчастий, розчинність у воді менша ніж гіпсу, але більш як крейди. Сухий дефекат вологістю не більше ніж 20 % містить 60-75 CaCO_3 , 10—15 — органічних речовин, 0,2-0,7 — N, 0,2—0,9 — P_2O_5 , 0,3—1,0 % K_2O та інші елементи живлення. Тому за ефективністю для всіх культур дефекат значно переважає вапняне борошно. Дефекат ефективний на ґрунтах з гідролітичною кислотністю не менш як 2 смоль/кг ґрунту.

Серед відходів промислових підприємств для вапнування кислих ґрунтів також можна використовувати перелічені нижче.

Металургійні шлаки — мартенівські, доменні й електроплавильні крім кальцію містять магній, сірку, фосфор, манган та інші елементи живлення, тому вони ефективніші, ніж вапняне борошно.

Цементний пил — відходи цементних заводів. Порошок темно-сірого або сірого кольору, який вловлюється електрофільтрами в процесі виготовлення цементу. Дуже пилить. Містить 45-48 % CaO і 10—15 % K_2O . Кальцій міститься у формі оксиду, гіпсу, калій — у формі карбонатів, гідрокарбонатів, сульфатів і силікатів.

Флотаційні відходи - відходи промислового добування сірки. Містять близько 80 % CaCO_3 і 8—12 % сірки, тому ефективні на бідних на сірку ґрунтах.

Зола сланців утворюється під час факельного спалювання розмелених горючих сланців на електростанціях.

Зола кам'яного вугілля утворюється під час спалювання вугілля на теплових електростанціях.

Зола торфу утворюється в результаті використання торфу на паливо. Нейтралізуюча здатність 30—35 %. Часто застосовують як калійне добриво під картоплю та інші культури, які негативно реагують на вміст у добриві хлору.

Доломітовий пил утворюється в процесі випалювання доломітів.

Нейтралізуюча здатність в 1,5 раза вища, ніж карбонату кальцію.

Дунітове борошно — залишок після збагачення платинової руди. Містить 40-50 % MgO.

Газове вапно утворюється на газових заводах. Нейтралізуюча здатність до 70%.

Содове вапно $\text{CaCO}_3 + \text{CaCl}_2$ - відходи содових заводів. Порошок білого кольору, містить до 50 % CaO і MgO. Після висушування розсипчастий, не потребує додаткового подрібнення.

Підзол — відходи шкіряного виробництва. Нейтралізуюча здатність до 60 %.

Відходи целюлозно-паперового виробництва — містять до 50 % CaO і MgO.

Карбідне вапно - відходи виробництва ацетилену з карбіду кальцію. Нейтралізуюча здатність 140 %.

Місцеві вапняні добрива - пухкі (м'які) карбонатні породи, які не потребують розмелювання. Вони швидше діють, тому ефективніші за мелені вапняки. До них належать вапняні туфи, гажа, мергелі, торфотуфи, природне-доломітове борошно.

Вапняний туф (джерельне вапно) — пухка, добре розсипчаста порода сірого кольору, що містить 70-90 % CaCO з органічними і мінеральними домішками. Трапляється у знижених елементах рельєфу — долинах, балках, ярах у місцях виходу на поверхню джерел. Перед внесенням туфу породу просіюють, а великі грудки подрібнюють.

Гажа (озерне вапно) утворюється після висихання озер, що заповнювалися багатими на карбонати водами, або після очищення дна існуючих водойм. При вивезенні на поля потребує підсушування або проморожування, після чого легко розсипається на дрібні часточки (<0,25 мм). Часто ефективніше за вапняне борошно.

Мергель - містить 25-50 % CaCO_3 , до 2 – MgCO_3 та 25 % домішок глини, піску та ін. Тонкозерниста, землиста, щільна або сланцювата осадова гірська порода. Колір сірий, зеленкуватий, жовтий або бурий. Після провітрювання, висихання та промерзання стає розсипчастим і добре розтирається в порошок. Щільний мергель доцільно вивозити на поля взимку для проморожування, що сприяє його подрібненню. За ефективністю не поступається вапняному борошну.

Торфотуфи (торфогажа, карбонатизований торф) — багаті на вапно (містять 10-20, іноді 50 % CaCO_3) низинні торфи. Добриво-меліорант, найбільш придатне для бідних на органічні речовини ґрунтів, які знаходяться неподалік від місця його покладів.

Природне доломітове борошно пухка вапняно-борошнеста маса із вмістом близько 80 % карбонатів кальцію і магнію. За впливом на властивості ґрунту і продуктивність сільськогосподарських культур, особливо на слабозабезпечених магнієм ґрунтах, наближається до доломітового борошна, але енерговитрати на його виробництво на 40 % нижчі порівняно з доломітовим борошном. Це добриво має також деякі екологічні переваги — знижується запиленість повітря та втрати кальцію і магнію від вимивання. Тому його можна вносити відцентровими розкидачами мінеральних добрив. Вміст магнію робить це вапняне добриво ціннішим для застосування на легких за гранулометричним

складом ґрунтах при вирощуванні картоплі, коренеплодів, льону і багаторічних трав.

Лесові та лесоподібні карбонатні породи з вмістом СаО від 10 до 30 % — нашаровані пористі (48-50 %) карбонатні осадові породи сіро-жовтого чи палевого кольору. Ефективні на кислих ґрунтах легкого гранулометричного складу.

Фосфорити $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ - сірий або бурий порошок різних відтінків, не злежується. За вмістом P_2O_5 розрізняють багаті фосфорити (понад 24 %), середньої якості (18-24 %) та бідні (5-18 %). В Україні є шість основних фосфоритонесних районів: Придніпровський, Харківсько-Донецький, Чернігівський, Сумський, Закарпатський і Кримський.

Кальцій також входить до складу деяких фосфорних та азотних добрив. Зокрема суперфосфат гранульований містить близько 20 % Са (1/3 водорозчинного і 2/3 нерозчинного і важкодоступного для рослин). Найліпшими кальцієвими добривами вважають кальцієву і вапняково-аміачну селітри.

4. Хімічна меліорація солонцевих ґрунтів

Залежно від генезису і властивостей різних видів солонцевих ґрунтів здійснюють диференційований комплекс заходів з підвищення їх родючості. Доцільність меліорації, її вид, технологія визначаються агрокліматичними ресурсами, еколого-меліоративним станом ґрунтів, потребами й ресурсозабезпеченням аграрного виробництва. З урахуванням цього виділяють п'ять меліоративно-технологічних груп солонцевих ґрунтів.

I група — солонцеві ґрунти, які нині за умов дефіциту, ресурсозабезпечення не потребують докорінної витратної меліорації. Їх родючість підвищують внесенням підвищених норм органічних і мінеральних добрив, запровадженням травосіяння та солестійких культур. До цієї групи належать чорноземи і темно-каштанові слабосолонцюваті ґрунти з плямами солонців до 10%, а також раніше плантажовані солонцеві ґрунти.

II група — солонцеві ґрунти, що потребують хімічної меліорації. Це чорноземи і каштанові солонцюваті ґрунти з питомою часткою солонців відповідно 10—30 і 30—50 %, зрошувані обмежено придатними водами повторно осолонцювані ґрунти.

III група - солонцеві ґрунти, придатні для меліоративної плантажної оранки. До цієї групи належать темнокаштанові і каштанові солонцюваті ґрунти, з неглибоким (до 40—50 см) заляганням карбонатів і (або) гіпсу.

IV група, — солонцеві ґрунти. Обмежено придатні для сільськогосподарського використання. Вони потребують поліпшення безвідвальним обробітком, хімічною та фітомеліорацією. До них належать лучно-чорноземні й лучно-каштанові солонцюваті ґрунти та їх комплекси із солонцями (25—50 %).

V група — солонцеві ґрунти, непридатні для меліорації й обробітку. До цієї групи входять лучно-чорноземні й лучно-каштанові солонцюваті ґрунти, та їх комплекси з лучними солонцями (понад 50 %). Якщо вони були розорані, їх необхідно вивести з обробітку, для створення культурних сіножатей і пасовищ.

Метод хімічної меліорації, передбачає внесення у солонцеві ґрунти кальцієвмісних речовин (гіпс, фосфогіпс, крейда, вапно, хлорид кальцію), кислот чи кислих форм меліорантів (сульфати заліза й алюмінію, пірит). Серед прийомів хімічної меліорації найпоширенішим є гіпсування.

Гіпсування — внесення гіпсу з метою хімічної меліорації солонцюватих і солончакуватих ґрунтів, які мають велику частку натрію в ГВК і лужну реакцію, що й зумовлює несприятливі фізичні, хімічні, фізикохімічні та біологічні, властивості й низьку родючість ґрунту.

Теоретичною основою гіпсування є концепція К. К. Гедройца про провідну роль обмінного натрію в солонцевому процесі ґрунтоутворення. Дія гіпсу виявляється в тому, що внесений кальцій витісняє обмінний натрій з ГВК, створюючи переважання іонів кальцію в ґрунтовому розчині, внаслідок чого зменшується рухливість ґрунтових колоїдів (гумусу, глини та ін.), нейтралізується лужність і створюються умови для окультурення ґрунту.

Гіпс ефективно діє лише в тому разі, коли підґрунтові води лежать глибше за 1,2—1,5 м, інакше продукти обмінних реакцій (зокрема сульфат натрію) не виносяться вниз по ґрунтовому профілю й розсолювання не відбувається.

Лужна реакція ґрунту несприятлива для вирощування більшості сільськогосподарських культур, знижує доступність для рослин фосфору, заліза, мангану й бору. Основною причиною загибелі рослин на засолених ґрунтах є високий осмотичний тиск ґрунтового розчину, який перевищує тиск їх клітинного соку, внаслідок чого зменшується надходження води в окремі тканини, збільшується транспірація, погіршуються асиміляція, дихання та утворення цукрів, що призводить до висихання й загибелі рослин.

Потреба у хімічній меліорації солончакуватих ґрунтів зростає (від слабкої до середньої і сильної) зі збільшенням частки натрію в ГВК з 5 до 20 %. Тому гіпсування більше потребують солончакуваті ґрунти (містять 10—20 % іонів Na^+) і солонці (містять більш як 20 % іонів у ГВК).

Властивості слабкосолонцюватих ґрунтів поліпшують за допомогою землювання і фітомеліорації.

Землювання — це засипання солонцюватих плям родючим (зазвичай чорноземом) шаром ґрунту 15—20 см.

Фітомеліорація – раціональний добір культур та оптимальних технологій їх вирощування. Частина пару та інших культур у сівозміні (люцерна, буркун, багаторічні злакові трави тощо) мають сприяти розсолоненню і розсолонцюванню із застосуванням інших видів меліорації (гіпсування, кислування, землювання; самогіпсування). Наприклад, конюшина і люцерна, мають глибоку кореневу систему, тому кальцій переміщується з глибоких шарів ґрунту (материнської породи) й накопичується в орному шарі. Він витісняє з ГВК натрій, що сприяє розсолоненню ґрунту, а його лужна реакція зміщується в бік нейтральної.

У контексті проведення земельної реформи в районах поширення солонцевих ґрунтів передбачено виведення з ріллі сильносолонцюватих ґрунтів і солонцевих комплексів, де плями солонців займають 50 % і більше, для запровадження на них культурних сіножатей і пасовищ. Для їх створення залучають адаптовані до ґрунтових умов соле- та солонцестійкі культури (гірчиця, ячмінь, сорго, просо, суданська трава).

У посушливих районах Степу, де під солонцевим горизонтом на глибині 30—50 см залягають багаті на гіпс і карбонати кальцію шари ґрунту, гіпсування здійснюють за методом **самогіпсування**. Для цього проводять плантажну оранку на глибину 50—60 см (залежно від глибини залягання гіпсоносного шару ґрунту). Багатий на кальцій шар ґрунту під час оранки виноситься на поверхню і перемішується із солонцевим горизонтом. Глауберова сіль $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$, що утворюється внаслідок взаємодії кальцію гіпсу з ГВК, поступово вимивається у нижні шари ґрунту, а кислотність ґрунтового розчину зміщується у бік нейтральної. Плантажна оранка солонців також сприяє руйнуванню досить щільного водонепроникного мулуватого горизонту, в якому гальмуються всі мулувато-пилуваті часточки, що переважно розміщені на глибині 18—20 см. Крім того, поліпшуються фізичні, фізико-хімічні властивості і водний режим солонців, створюються сприятливі умови для збагачення ґрунту рухомими формами елементів живлення та для вимивання легкорозчинних солей. Післядія плантажної оранки виявляється впродовж 50 років.

Меліоративну плантажну оранку не рекомендується проводити на солонцях солончакових і солончаках приморських, на солонцях лучно-каштанових оглеєних і солонцях оглеєних, на солонцевих ґрунтах, що мають глибину скипання карбонатів нижчу за 55 см, на ґрунтах з карбонатними ґрунтоутворювальними породами нелесового генезису (мергелізованими й червоно-бурими глинами, вапняками, морськими третинними глинами та ін.), на мочаристих солонцевих ґрунтах.

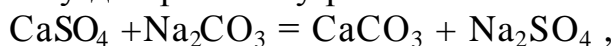
Норми гіпсу визначають за еквівалентною кількістю натрію в ГВК, який має бути замінений на кальцій. Різниця між загальною кількістю обмінного натрію і безпечною його кількістю в ґрунті (зазвичай 5—10 % ємності катіонного обміну) становить кількість натрію, яку потрібно замінити на кальцій. Для заміщення 1 г натрію за еквівалентною масою потрібно 0,086 г $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Виходячи з цього, норму гіпсу Н (т/га) розраховують за такою формулою:

$$H = 0,086(\text{Na} - \text{КТ}) \text{hd},$$

де 0,086 - 1 смоль $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, г; Na - вміст натрію у ґрунті, смоль/кг; К - частка допустимого вмісту натрію в ємності катіонного обміну ґрунту (0,05-0,10), за якої гіпсування не проводять; Т — ємність катіонного обміну, смоль/кг ґрунту; h — товщина меліорованого шару ґрунту, см; d — об'ємна маса меліорованого шару ґрунту, г/см³.

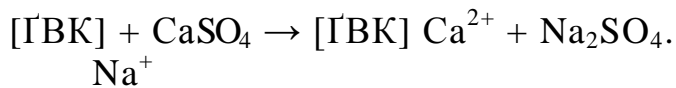
Для підвищення економічної ефективності хімічної меліорації вчені ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім.О.Н.Соколовського» рекомендують вносити кальцієвмісні меліоранти на солонцях Лісостепу в нормі 8 - 10 т/га, лучно-чорноземних солонцюватих ґрунтах — 3-4, на солонцюватих ґрунтах Степу — 4-6 т/га.

Гіпс, потрапивши в ґрунт, знешкоджує в ґрунтовому розчині соду, шкідливу для розвитку рослин:



а кальцій поступово витісняє натрій із ГВК:





Сульфат натрію, що утворюється, є нейтральною сіллю. У невеликих кількостях він нешкідливий для рослин, але при гіпсуванні солонців, де вміст натрію в ГБК понад 20 %, його потрібно видаляти вимиванням із кореневмісного шару ґрунту.

Взаємодіючи з ґрунтом, гіпс одночасно діє на рослини, оскільки є додатковим джерелом кальцію та сірки і може бути ефективним добривом на будь-яких (а не лише на лужних) ґрунтах.

Для гіпсування ґрунтів використовують гіпс та інші відходи хімічної промисловості.

Гіпс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) — безбарвний і прозорий, а за наявності домішок має забарвлення від сірого до бурого. Містить 71-73 % CaSO_4 .

Фосфогіпс — побічний продукт виробництва фосфорних добрив — суперфосфату подвійного і преципітату. Містить 70—75 % CaSO_4 і 2—4 % P_2O_5 тому ефективніший, ніж гіпс при внесенні в еквівалентних нормах.

Глиногіпс - природні поклади пухкої породи, що не погребує розмелювання. Містить 60 - 90 % CaSO_4 .

Нині як меліоранти використовують хлорид кальцію, сірку, сульфат заліза, сульфат алюмінію, дефекату неорганічні кислоти (сірчану, соляну, азотну) тощо. Вибір меліоранта визначається ефективністю його впливу на ґрунт та відповідною властивістю ґрунту.

Якщо замість гіпсу застосовують інший меліорант, то при визначенні його норми, враховують вміст меліоруючих речовин, еквівалентний 1 т гіпсу. Для цього використовують коефіцієнти перерахунку цих речовин на гіпс: гіпс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) — 1,0; хлорид кальцію ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)— 0,85; сірка (S) — 0,19; сірчана кислота (H_2SO_4) — 0,57; сульфат заліза ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) — 1,62; сульфат алюмінію ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) - 1,29; полісульфід кальцію (CaS_5) - 0,77; вапняк (CaCO_3) — 0,58; глиногіпс (60 % $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) - 1,67.

Ефективність гіпсування солонців у лісостеповій зоні досить висока. Після одноразового внесення гіпсу в нормі 10 т/га приріст урожаю зерна колосових культур щорічно впродовж 7—8 років становить 0,5 т/га, однорічних трав — 2,5, а багаторічних — 3,5 т/га. В середньому за 8 - 10 років у степовій зоні він дещо нижчий — 0,3—0,4 т/га.

Плантажна оранка забезпечує середньорічний приріст урожаю зернових культур у межах 0,4-1,0 т/га.

У богарних (незрошуваних) умовах меліорант повільніше взаємодіє з ґрунтом, тому його дія триваліша, а повний ефект досягається лише на 4—5-й рік. Отже, для підвищення ефективності гіпсування потрібно сприяти збільшенню вологозабезпеченості ґрунту.

Ефективність гіпсування ґрунтів зростає за поєднаного внесення органічних і мінеральних добрив. Серед мінеральних добрив у цьому разі ефективніші фізіологічно та гідролітично кислі форми.

Зміна агрохімічних і фізичних властивостей солончакуватих ґрунтів відбувається доволі повільно, але зберігається тривалий час. Тому повторну меліорацію за потреби проводять не раніше, ніж через 10 років.

