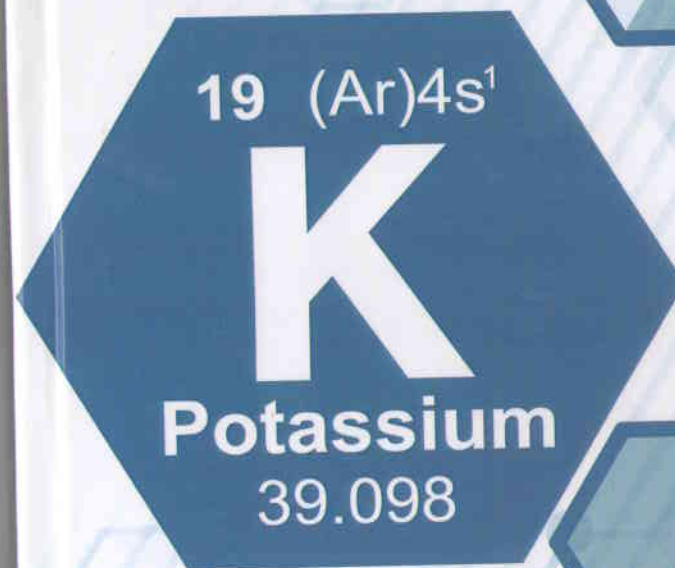




АГРОХІМІЯ КАЛІЮ

Г. М. Господаренко
О. Д. Черно
О. В. Нікітіна

УДК 631.8 : 631.83

Г 722

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Уманського національного університету садівництва
(протокол від 28.12.2020 р. № 4)*

Рецензенти:

д-р с.-г. наук, доц. *В. В. Іваніна* (Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН);

д-р с.-г. наук, проф. *П. Г. Копитко* (Уманський національний університет садівництва);

д-р с.-г. наук, проф. *В. І. Лопушняк* (Національний університет біоресурсів і природокористування України).

Г 722 **Г. М. Господаренко, О. Д. Черно, О. В. Нікітіна**
Агрохімія калію / За заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ :
ТОВ «ТРОПЕА», 2021. 264 с.; іл.

ISBN 978-617-7894-19-2

Видання вчених Уманського національного університету садівництва включає роботи з вивчення впливу доз, форм, строків застосування калійних добрив і польової сівозміни на формування калійного стану ґрунту, винесення калію врожаєм, продуктивність сільськогосподарських культур.

Висвітлено історію питання, теоретичні основи живлення рослин калієм, формування калійної складової родючості ґрунтів, умови ефективного застосування калійних добрив.

Книга буде корисною науковим і науково-педагогічним працівникам, студентам і фахівцям сільськогосподарського виробництва.

УДК 631.8 : 631.83

ISBN 978-617-7894-19-2

© Господаренко Г. М., Черно О. Д., Нікітіна О. В., 2021

З М І С Т

ВСТУП (Господаренко Г. М.) 5

**Розділ 1. КАЛІЙНА СКЛАДОВА ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН
І РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ** 11

1.1. Колообіг калію у природі (Господаренко Г. М.) ... 11

1.2. Значення калію для рослин (Черно О. Д.) 13

1.3. Калійні добрива і стійкість рослин
до пошкодження шкідниками і хворобами
(Черно О. Д.) 20

1.4. Калійний фонд ґрунту (Нікітіна О. В.) 25

**Розділ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ
ДОСЛІДЖЕНЬ** (Господаренко Г. М.) 41

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови 41

2.2. Методика проведення досліджень 47

**Розділ 3. ЗМІНИ У КАЛІЙНОМУ ФОНДІ ҐРУНТУ
ЗА ТРИВАЛОГО УДОБРЕННЯ** (Господаренко Г. М.,
Черно О. Д., Нікітіна О. В.) 55

3.1. Взаємодія калійних добрив з ґрунтом 55

3.2. Легкорозчинні сполуки калію 64

3.3. Рухомі сполуки калію 68

3.4. Вплив ступеня подрібнення ґрунту на вміст
рухомих сполук калію 78

3.5. Обґрунтування верхньої межі оптимального
вмісту рухомих сполук калію у ґрунті 80

3.6. Методи оцінювання калійного стану ґрунту 82

3.7. Вміст обмінного калію 84

3.8. Необмінно-гідролізований і жорсткозв'язаний
калій 89

3.9. Зміни у структурі калійного фонду ґрунту
після тривалого удобрення 94

3.10. Термодинамічні показники калійного стану
ґрунту 101

Розділ 4. ВИНЕСЕННЯ КАЛІЮ ВРОЖАЯМИ І ЙОГО БАЛАНС У ҐРУНТІ ЗА ТРИВАЛОГО УДОБРЕННЯ (Нікітіна О. В.)	119
4.1. Вміст калію в урожаї сільськогосподарських культур	119
4.2. Господарське та відносне винесення калію сільськогосподарськими культурами	124
4.3. Баланс калію у ґрунті	130
Розділ 5. СИСТЕМА ЗАСТОСУВАННЯ КАЛІЙНИХ ДОБРИВ (Господаренко Г. М., Черно О. Д.)	140
5.1. Особливості застосування калійних добрив	140
5.2. Форми калійних добрив і їх взаємодія з ґрунтом	151
5.3. Ефективність калійних добрив	158
5.4. Ефективність калійних добрив за тривалого застосування в польовій сівозміні (Господаренко Г. М., Бойко В. П.)	174
Розділ 6. ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ТРИВАЛОГО ЗАСТОСУВАННЯ КАЛІЙНИХ ДОБРИВ У ПОЛЬОВІЙ СІВОЗМІНІ (Господаренко Г. М., Нікітіна О. В.)	199
6.1. Вплив калійних добрив на вміст хлору у ґрунті та врожайність гречки	202
6.2. Вміст калію, кальцію і магнію у ґрунтово-вбирному комплексі	212
6.3. Вміст натрію у ґрунті	215
6.4. Вміст радіоактивних ізотопів у ґрунті	216
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	224
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	231

Вирішення актуального національного завдання забезпечення продовольчої безпеки країни, що стоїть перед агропромисловим комплексом України, тісно пов'язане з науково-технічним прогресом у рослинництві, з раціональним інтегрованим застосування засобів хімізації. Особливе значення в цьому належить мінеральним добривам, причому не тільки збільшенню об'ємів їх застосування, але і, що особливо важливо, підвищенню агроекономічної ефективності. Їх застосування створює умови для збереження родючості ґрунтів і підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. При цьому виникає низка проблем: збільшення антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище, підвищення собівартості одержаної продукції, інколи зниження її якості. У зв'язку з новими соціальними, економічними та екологічними викликами функції агрохімічної служби в аграрному секторі нині є більш широкими, а її значення у вирішенні продовольчої проблеми зростає.

Відсутність об'єктивної інформації про родючість ґрунтів, у тому числі, поживний режим, призводить до неправильних управлінських рішень у сфері землекористування та сільського господарства, помилок у меліорації земель, нераціонального застосування добрив тощо.

Вперше думку про необхідність калію для рослин в 1840 р. висунув Ніколо Теодор Соссюр на основі аналізу золи, в якій він завжди був присутній (Минеев В. Г., 2002). Потім Юстус Лібіх також зробив висновок про необхідність застосування калійних добрив (Либих Ю., 1936). Проте перші експериментальні дані про обов'язкову потребу рослин у калії були одержані Сальм-Горстманом у 1846 р. (Либих Ю., 1936). На калійне живлення рослин постійно звертали увагу класики агрономічної науки. Так, О. М. Енгельгард вказував на необхідність «калювання» ґрунтів. Ще до відкриття родовищ калійних солей

Для визначення необхідного калію використовують жорсткі умови екстракції: міцні електроліти, високі температури (Martin H. W., 1985). Найчастіше для визначення необхідного калію використовують кислотні витяжки (Агрохимические ..., 1975; Методические указания ..., 1983).

Раніше для визначення необхідного калію широко застосовували метод Скотта (Scott A., 1966), за яким осадження калію, що знаходиться в розчині, ведеться тетрафенілборатом натрію. Нині для його визначення більш широко застосовується метод Пратта (Pratt P. F., 1954; Барбер С. А., 1988), де за основу взято кипіння ґрунту з 1 М розчином нітратної кислоти за співвідношення ґрунт : розчин – 1 : 10. Цей метод найповніше відображає ступінь удобреності ґрунту калієм і екстрагує необхідно-фіксований калій добрив у кількостях, близьких до винесення його рослинами.

Отже, для ґрунтів з високою і середньою фіксувальною здатністю оцінювання умов калійного живлення рослин за вмістом обмінного калію є недостатньою, оскільки використання рослинами необхідно-фіксованого калію залежить від фіксувальної здатності ґрунту, яка може спостерігатися як за високого вмісту у ґрунті обмінного калію, так і за мінімального його рівня. Чим більше калію добрив фіксує ґрунт, тим слабкіше він утримується кристалічною ґраткою мінералів і краще засвоюється рослинами. Висока доступність необхідно-фіксованого калію добрив дозволяє коректувати дози калійних добрив на ґрунтах з високою і середньою фіксувальною здатністю.

Короткий критичний аналіз літературних даних показує, що об'єктивно оцінювати запаси доступного калію у ґрунті і контролювати їх зміни можливо лише з допомогою взаємодоповнювальних один одного показників калійного фонду, а кількість і вид показників залежить від конкретних ґрунтово-кліматичних умов і біологічної специфіки вирощуваних культур.

Розділ 2.

УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови

Експериментальну частину роботи виконано на дослідному полі Уманського національного університету садівництва, розміщеному в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузького округу Лісостепової Правобережної провінції зони Лісостепу з географічними координатами за Гринвічем $48^{\circ} 46' 56,47''$ північної широти і $30^{\circ} 14' 48,51''$ східної довготи. Висота над рівнем моря – 245 м.

Загальна площа Лісостепової Правобережної провінції 9895,4 тис. га, з них сільськогосподарських угідь 7565,9 тис. га, рілля 6373,3 тис. га (Мартин А. Г. та ін., 2015).

До Правобережного Лісостепу належать центральні та південні частини Подільської і Придніпровської височин, що відносяться до Українського щита.

Значною розчленованістю характеризуються території вздовж Дніпра, Південного Бугу. Побужжя (басейн Південного Бугу) являє собою горбисту рівнину з давніми долинами. Південна частина провінції знаходиться на схилу щита.

Для провінції характерний помірно континентальний клімат з достатнім зволоженням. Радіаційний баланс становить $40\text{--}45$ ккал/см². Річна сума опадів змінюється від 400 до 650 мм. Упродовж року вони розподіляються нерівномірно, 75 % річної суми їх випадає за період з додатними температурами. Характерними є зливи. Тривалість існування снігового покриву 60–75 діб, на півдні провінції він не постійний.

У ґрунтовому покриві великі площі займають сірі та ясно-сірі опідзолені ґрунти, особливо на межиріччі

Дністра і Південного Бугу. Ґрунти кислі, малоґумусні, зазнають площинної ерозії. На Придніпровській височині значно поширені чорноземи опідзолені та темно-сірі ґрунти, а на плоских рівнинах – чорноземи типові.

На формування врожаю сільськогосподарських культур та його якості значно впливають погодні умови, що складаються впродовж вегетаційного періоду. У Правобережному Лісостепу України волога є одним з основних чинників, що лімітують їх продуктивність.

Гідротермічний коефіцієнт вегетаційного періоду в середньому по зоні відповідає вологим умовам і становить 1,27, а у східній частині – посушливим умовам (0,90–1,18). У вегетаційний період вологі умови спостерігаються з ймовірністю 45 %, проте за таких умов у зоні можливе настання посушливих і недостатньо вологих умов. Загальна тенденція змін ГТК у квітні–вересні з 1961 р. направлена на зниження з 1,33 на 1,24. Коефіцієнт зволоження у зоні змінюється в межах 0,82–0,95.

За даними метеостанції Умань середньорічна кількість опадів становить 633 мм, але в окремі роки бувають значні відхилення від цієї величини. Цей регіон характеризується недостатнім зволоженням. Під час вегетації спостерігаються бездощові періоди. Інколи 2–3, а в окремі періоди 3–5 років у десятиліття посушливі. Розподіл опадів за періодами вегетації та інтенсивністю також нерівномірний. У теплий період (квітень–жовтень) випадає близько 70 % річної її кількості (табл. 2.1).

За тепловим режимом клімат регіону помірно-середньоконтинентальний, гідротермічний коефіцієнт – 1,1–1,2, сума активних температур становить 2400 °C на півночі та 3200 °C на півдні провінції. Період з середньодобовою температурою вище 10 °C триває 140–160 діб, понад 5 °C – до 230 діб.

Всі пори року в Правобережному Лісостепу виражені чітко. Літо настає за переходу середньодобової температури повітря через 15 °C і характеризується високими

Таблиця 2.1

Кліматичні умови дослідного поля Уманського національного університету садівництва (за даними метеостанції Умань)

Показник	За рік	Місяць											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Кількість опадів, мм	633	47	44	39	48	55	87	87	59	43	33	43	48
Температура повітря, °C	7,4	-5,7	-4,2	0,4	8,5	14,6	17,6	19,0	18,2	13,6	7,6	2,1	-2,4
Відносна вологість повітря, %	76,2	86	85	82	68	64	66	67	68	73	80	87	88

й стійкими температурами, триває до середини вересня. Середня температура літнього періоду становить 19 °C, з можливими відхиленнями в окремі роки – до 17 та 22 °C. Тепла та порівняно волога погода в літній період позитивно впливає на проходження вегетації культур помірного поясу. Проте в окремі роки може спостерігатися літня посуха, яку спричиняє тривалу нестачу в надходженні вологи з опадами та висока температура повітря, що призводить до значних втрат ґрунтових запасів вологи. Ці явища сприяють посиленню природного процесу ущільнення, а тому досить часто, починаючи з середини вегетаційного періоду, ґрунт набуває високої злитості, масивної бриластої структури, характеризується високою щільністю та твердістю верхніх його шарів. У літній період можуть також спостерігатися часті та інтенсивні зливові дощі, значна частина води яких не поглинається ґрунтом, а тому в таких випадках формуються значні поверхневі стоки. Вони за хвилясто-увалистих форм рельєфу і значної розораності та розчленованості території мережею ярів, річок і балок викликають сильну ерозію ґрунту, внаслідок чого разом з великою кількістю дрібнозему втрачається і значна частина гумусу та поживних речовин.

залежно від системи удобрення створили умови для підвищення цієї форми калію на 9–15 %.

Отже, вирощування сільськогосподарських культур без застосування добрив призводить до збіднення ґрунту на необмінно-фіксовані сполуки калію. Це вказує на його калійне виснаження внаслідок переходу калію в більш рухомі форми і вилучення з урожаєм культур.

Під впливом добрив у ґрунті проходить накопичення як слабозв'язаної, так і жорсткозв'язаної форм калію. Отже, доведено, що внесений у ґрунт з добривами калій, крім доступної для рослин форми, може переходити також у жорсткозв'язану.

3.9. Зміни у структурі калійного фонду ґрунту після тривалого удобрення

Калій мінерального скелету визначає його валові запаси у ґрунті. Він представлений ґрунтоутворювальними первинними і вторинними мінералами. Зазвичай їх калій для рослин недоступний (Прокошев В. В., 2005). У чорноземах переважають мінерали монтморилоніт, каолінит і гідрослюди. При цьому слюди найбагатші на калій. Різноманітність мінералогічного складу значно змінюється залежно від валового вмісту в них калію (Горбунов Н. И., 1978).

Дані про валовий вміст калію показують лише загальні його запаси у ґрунті. Більше його знаходиться в глинистих і суглинкових ґрунтах. Це пояснюється тим, що у ґрунтах важкого гранулометричного складу він входить до мінералів, які представлено мулистими фракціями (Минеев В. Г., 2006).

Валовий вміст калію в орному шарі ґрунту в 5–50 разів перевищує вміст азоту і в 8–40 разів – вміст фосфору. При цьому кількісний вміст усіх форм калію у ґрунті визначається перш за все його гранулометричним складом і змінюється в широких межах: від 0,1 до 3–4 % (Ягодин Б. А., 2002; Прокошев В. В., 2005). Крім того, ґрунти важкого гранулометричного складу вирізняються підвищеною фіксацією калію (Чен Фан, Хе Пинг, Ли Шутіан, 2013).

За тих чи інших умов, що порушують стабільність вмісту у ґрунті форм калію, ґрунт намагається повернутися до стійкого співвідношення. Високі валові запаси дозволяють підтримувати генетичний статус ґрунту за принципом гомеостазу екосистеми трансформацією сполук цього елемента (Тютюнов С. И., Воронин А. Н., Никитин В. В. и др., 2014).

Валовий вміст калію у ґрунті не завжди характеризує забезпеченість ним рослини, тому що у ґрунті буває лише біля 1 % валових запасів, що доступні рослинам (Джин Е. Лестер, Дональд Дж. Макус, 2012).

Вміст валового калію у ґрунті мало змінюється з часом і в процесі його сільськогосподарського використання. За даними Л. М. Жукової (1974) тривале застосування мінеральних добрив і гною дещо збільшує загальний вміст калію в чорноземних ґрунтах. Проте низка вчених (Гринченко А. М., Чесняк Г. Я., Чесняк О. А., 1964; Чесняк Г. Я., 1987; Черно О. Д., 1999) стверджує, що систематичне застосування мінеральних і органічних добрив істотно не впливає на його валові запаси у ґрунті. Розподіл валового калію по профілі основних типів ґрунтів рівномірний, особливо коли ґрунтоутворювальною породою є лес і лесоподібні суглинки (Носко Б. С., Прокошев В. В., 1999).

Дослідженнями встановлено, що вміст валового калію на ділянках без застосування добрив у шарі ґрунту 0–20 см був високий і складав 2,20 % (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Вміст валового калію у ґрунті після тривалого (1965–2014 рр.) застосування добрив у польовій сівоzmіні, %

Варіант досліджу	Шар ґрунту, см				
	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100
Без добрив (контроль)	2,20	2,25	2,27	2,31	2,30
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	2,22	2,26	2,30	2,29	2,32
Гній 18 т	2,18	2,23	2,31	2,30	2,28
HIP ₀₅	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13

Тривале внесення навіть потрібної дози мінеральних добрив (135 кг K_2O /га сівозмінної площі) не сприяло істотному підвищенню вмісту валового калію у ґрунті.

Дослідженням зміни вмісту форм калію у ґрунті за їх сільськогосподарського використання присвячено цілу низку робіт (Пчелкин В. У., 1966; Забавская К. М., 1970; Прокошев В. В., 1984; Минеев В. Г., Гомонова Н. Ф., Черных И. Н., 1988; Черно О. Д., 1996; Убугунов Л. Л., Убугунова В. И., 1999; Якименко В. Н., 2000; Богdevич И. М., Лапа В. В., Барашенко В. В. та ін., 2000; Демин В. А., Муса А., 2002; Носов В. В., 2002; Беляев Г. Н., 2005; Окороков В. В., 2005; Кучер Л. І., 2012; Носко Б. С., Гладких Є. Ю., 2012; Афанасьев Р. А., Мерзлая Г. Е., 2013).

Встановлено, що вміст і форми калію у ґрунті визначаються гранулометричним складом і природою глинистих мінералів. За вмістом валового калію між піщаними і важкосуглинковими ґрунтами спостерігаються досить істотні відмінності. Зазвичай чим важчий ґрунт, тим більше в ньому мулистих часточок і вищий валовий вміст калію. Калій у ґрунті міститься в різних формах. У складі первинних і вторинних мінералів його не менш як 91 %, в обмінній формі – в межах 0,5 – 2 %, у складі післязбиравальних решток – до 0,05 %.

Калійна система ґрунту є відкритою поліморфною і поліскладовою термодинамічною системою, в якій постійно відбуваються самовільні, енергетично вигідні процеси розпадання та руйнування, що врівноважуються процесами синтезу (Медведева О. П., 1983; Ермохин Ю. И., 1995; Носко Б. С., Гладких Є. Ю., 2012). Вміст розчинного у воді калію не перевищує 0,2–0,4 %, а обмінного – 1,5–2,0 % від загальної кількості у ґрунті. Сума розчинних форм складає 5–10 % від валових запасів калію (Носко Б. С., Лисовой Н. В., Столяр В. М., 1996). Забезпеченість ґрунту рухомими формами калію залежить від їх вмісту в окремих гранулометричних фракціях, а також відносної кількості самих фракцій. Тому визначення ролі різних ґрунтових

часточок в забезпеченні рослин калієм і функціонуванні ґрунтового калійного режиму дозволяє більш повно оцінити родючість ґрунту за цим елементом (Воронин А. Н., 2013).

Спеціальними дослідженнями було виявлено значення різних гранулометричних фракцій ґрунтів у функціонуванні їх калійного режиму. Встановлено, що забезпеченість рослин калієм, режим і масштаби мобілізації ґрунтового калію залежить від ступеню участі різних пилових фракцій і мулу (Якименко В. Н., 1999; Андрієнко В. О., Марчук І. У., Яценко Л. А., 2000).

Максимальна кількість внесеного у ґрунт калію фіксується в пиловій (0,002–0,05 мм) і тонкопіщаній (0,05–0,25 мм) фракціях ґрунту, де зазвичай зосереджений вермикуліт (Носов В. В., 2013).

Відомі численні дослідження основних чинників, що контролюють режим калійного живлення рослин, поведінку калію у ґрунті, його здатність до необмінної сорбції калію тощо (Лисовал А. П., 1986; Дмитрук Ю. М., Вархол О. В., Гамак Н. Д., 2008). Встановлено, що у ґрунтовому профілі стан і режим калію тісно пов'язані з мінералогічним і гранулометричним складом ґрунтоутворювальних порід, їх фізико-хімічними властивостями.

Аналіз профільного розподілу форм калію показує, що чітко проявляється двочленна диференціація ґрунтової товщі за вмістом обмінного та особливо необмінного калію, тобто верхні генетичні горизонти збіднені ними, а нижні збагачені. На це суттєво впливає вміст глинистих мінералів (зокрема з групи слюд і гідрослюд), які мають закономірності профільного розподілу в різних типах ґрунтів (Прокошев В. В., 1985).

Запаси доступного рослинам калію обмежені на всіх типах ґрунтів. Причиною погіршення забезпеченості сільськогосподарських культур калієм може бути не лише абсолютне зниження його кількості, але й послаблення здатності ґрунту підтримувати свій вихідний стан (Прокошев В. В., Дерюгин И. П., 2000).

Таблиця 5.1

Типові нормативи коефіцієнтів повернення калію від винесення врожаєм у сівоzmінах на основних ґрунтах

Ґрунти	Забезпеченість рослин калієм за картограмою ґрунту				
	низька	середня	підвищена	висока	дуже висока
Дерново-підзолисті і сірі лісові ґрунти (райони достатнього зволоження)	1,2–1,5	0,9–1,2	0,7–0,9	0,5–0,7	0,4–0,5
Чорноземи типові, вилужені та опідзолені (райони нестійкого зволоження)	0,8–1,0	0,6–0,8	0,4–0,6	0,4–0,6	0,3–0,4
Чорноземи південні та каштанові ґрунти (райони недостатнього зволоження)	0,4–0,5	0,3–0,4	0,3–0,4	0,2–0,3	0,2–0,3
Чорноземи південні та каштанові ґрунти (при зрошенні)	0,6–0,8	0,6–0,8	0,4–0,6	0,4–0,6	0,3–0,4

Таблиця 5.2

Екологічно безпечні нормативи інтенсивності балансу калію залежно від вмісту його рухомих сполук у ґрунті (за методом Чирикова)

Вміст у ґрунті, мг K_2O /кг	Інтенсивність балансу, %
< 20	150
20–40	130
40–80	110
80–120	90
120–180	70
> 180	50

з поліпшенням калійного режиму ґрунту підвищується також ефективність вапнування.

Чорноземні ґрунти Лісостепу і Степу містять значну кількість доступного для рослин калію. Вони також ба-

Таблиця 5.3

Оптимальні параметри вмісту рухомих сполук фосфору і калію в основних типах ґрунтів України, мг/кг

Тип ґрунту	Культура	P_2O_5	K_2O
Полісся			
Дерново-підзолисті	Пшениця озима	150–170	130–160
	Ячмінь ярий	110–140	100–110
Світло-сірі та сірі лісові	Ячмінь ярий	120–140	110–130
Лісостеп			
Чорноземи опідзолені та темно-сірі лісові	Пшениця озима	110–140	100–130
	Соняшник	100–110	120–140
Чорноземи типові	Пшениця озима	130–150	120–160
	Кукурудза	140–150	130–150
	Буряк цукровий	160–180	160–180
Степ			
Чорноземи звичайні	Пшениця озима	110–130	150–160
	Кукурудза	100–110	140–150
	Соняшник	70–90	140–160
Чорноземи південні	Пшениця озима	110–140	130–170
	Ячмінь ярий	120–130	150–160
Темно-каштанові	Пшениця озима	110–140	140–170

гаті на необмінний калій, який активно переходить у рухомі форми, тому ефективність калійних добрив на цих ґрунтах незначна. Навіть культури, що засвоюють велику кількість калію (просапні й технічні), слабо реагують на внесення калійних добрив. Особливо чітко це простежується на ґрунтах важкого гранулометричного складу. Проте з часом, зокрема за систематичного вирощування калієфільних культур та за внесення високих доз азотних і фосфорних добрив, ефективність калійних добрив зростає. Пояснюється це збідненням неудообрених ґрунтів на калій унаслідок його винесення врожаєм культур.

Досвід показує, що на рівні землекористування для оцінювання калійного стану ґрунту конкретного поля достатньо знати відповіді на три основних запитання:

- Яка оптимальна величина доступного для рослин калію у ґрунті?

- Які потенційні запаси калію у ґрунті і настільки вони рухомі?

- Яка кількість доступного рослинам калію у ґрунті і наскільки вона стійка до зовнішнього впливу?

На одному і тому ж ґрунті одні культури можуть бути достатньо забезпечені калієм, інші – відчувати явну його нестачу. Так, К. П. Магницький (1972) звернув увагу на те, що культури, які засвоюють більше силіцію (хлібні злаки), відчують меншу потребу в калії у зв'язку з підвищеною здатністю їх корневих систем діяти на каліємісні алюмосилікати ґрунту. Велика відмінність у засвоєнні окремими сільськогосподарськими культурами калію з різних шарів ґрунтового профілю у зв'язку з особливостями розвитку їх корневих систем.

Вся ця система «безвідмовно» функціонує, коли потреби рослин відповідають можливостям ґрунту на всіх стадіях їх росту й розвитку. Особливо, коли в якості конкуруючого чинника, наприклад, у посушливий період, виступає зворотний процес – фіксація лабільного калію у важкодоступний стан.

Перші два показники залежать від генетичних особливостей ґрунту, тому в часі змінюються досить повільно. Необхідність у їх уточненні виникає не раніше, ніж через 5–10 років на ґрунтах легкого і 10–20 років – важкого гранулометричного складу. Відповідь на третє запитання слід уточнювати щороку (Прокошев В. В., Дерюгин І. П., 2000).

Систематичне внесення добрив навіть з урахуванням винесення врожаєм істотно не збільшує вмісту рухомих форм калію в чорноземах, що пов'язано з високою насиченістю ГВК двовалентними основами, які перешкоджають поглинанню калію. Необмінному поглинанню калію у верхніх шарах чорноземів сприяють такі чинники: мінералогічний склад – гідрослюди і високодисперсні мінерали монтморилонітової групи, здатні активно фіксувати одновалентні катіони, висока насиченість ГВК основами, значна кількість органічних речовин, майже повна відсут-

ність основного конкурента калію – поглиненого амонію, незворотна коагуляція колоїдів у разі періодичного підсихання верхнього шару. В зв'язку з цим калій на відміну від фосфору можна вносити про запас лише на 2–3 роки, але цей спосіб внесення калійних добрив для луків і пасовищ не рекомендується.

Важливою складовою калійних добрив є натрій, позитивне значення якого недооцінено. Під час виробництва калійних добрив він повністю видаляється, як баластний елемент. Проте в рослинах натрій паралельно з калієм виконує важливі фізіологічні функції. Як дія калію менш помітна на ґрунтах, збагачених натрієм, так й ефективність натрію знижується з підвищенням доступності калію з ґрунту.

Високі дози калійних добрив можуть зумовлювати небажані явища. Крім збільшення вмісту калію в кормах до токсичного рівня ($> 2,5\text{--}3,0\%$), у травах знижується вміст Mg, Ca і Na. Застосування калійних добрив, що містять натрій, позитивно впливає як на врожай трав, так і на їх якість (поїдання), особливо злакової складової.

Інтенсивне сумісне застосування азотних і калійних добрив на ґрунтах легкого гранулометричного складу може сприяти втратам магнію і кальцію завдяки вимиванню і зменшенню їх надходження в рослини. Для підтримання відношення катіонів $(K + Na) : (Ca + Mg)$ у кормах близьким до 2,2 та вмісту магнію в сіні $> 0,2\%$ і для запобігання захворювання ВРХ пасовищною титанією і гіпомagneією найбільш надійним способом є вапнування ґрунту магнезійними вапнувальними матеріалами.

Для більшості сільськогосподарських культур середні дози калійних добрив становлять 45–60 кг/га K_2O . Під культури, які виносять з урожаєм багато калію (буряк, картопля, тютюн, соняшник, плодові та деякі овочеві), дози добрив збільшують до 90–120 кг/га K_2O . Оптимальний вміст обмінного калію у ґрунті для калієфільних культур порівняно із зерновими, зернобобовими, однорічними і