

РОСЛИННИЦТВО

УДК 633.171:631.811

ГРИЩЕНКО Р. Є., ЛЮБЧИЧ О. Г., кандидати с.-г. наук,**ГЛІЄВА О. В.**, аспірант**МАЗУРЕНКО Т. В.**, агроном

ННЦ «Інститут землеробства НААН»

e-mail: sun_summer@ukr.net

РІВЕНЬ ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ РОСЛИН ПРОСА МАКРОЕЛЕМЕНТАМИ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ

У статті висвітлено результати польових досліджень щодо забезпеченості рослин проса макроелементами за етапами органогенезу залежно від системи удобрення культури. Встановлено, що вищі дози добрив за органо-мінеральної системи удобрення ($N_{120}P_{90}K_{120}$ та $N_{90}P_{60}K_{90}$ на фоні приорювання соломи) сприяють кращим умовам росту і розвитку та, відповідно, засвоєнню рослинами основних елементів живлення впродовж усього вегетаційного періоду культури. Додаткове підживлення рослин проса азотними добривами на IV та VII етапах органогенезу – $N_{45}P_{45}K_{60} + N_{15}$ (IV е.о.), $N_{30}P_{45}K_{60} + N_{15}$ (IV е.о.) + N_{15} (VII е.о.) на фоні приорювання соломи ячменю дає змогу компенсувати дефіцит цього елемента в період досягання зерна.

Ключові слова: елементи живлення, удобрення, основне внесення мінеральних добрив, підживлення, просо, технологія, фази розвитку.

Постановка проблеми. Рівень урожайності проса значною мірою визначається доступністю для рослин елементів живлення, які невід'ємно впливають на основні складові структури продуктивності культури. Одним із індикаторів забезпечення посівів упродовж вегетації необхідною кількістю доступних елементів живлення, а саме азотом, фосфором і калієм, є їхній вміст у рослинах.

Аналіз досліджень та публікацій. Азот здебільшого бере участь у процесах росту. Він входить до складу всіх амінокислот, білків, нуклеїнових кислот, хлорофілу, вітамінів та інших органічних сполук. За достатнього забезпечення азотом рослини мають темно-зелений колір, формують високий урожай. Нестача азоту в ґрунті призводить до зниження інтенсивності росту рослин, блідо-зеленого забарвлення листків, що пояснюється сповільненням синтезу хлорофілу, складовою якого є азот, зменшується нагромадження в рослинах запасних білків і погіршується якість продукції. Це відбувається за дефіциту азоту в ґрунті. При цьому вміст його в рослинах також стає нижчим за оптимальні показники. Такі посіви необхідно підживлювати. Але не слід забувати, що надлишок азоту сприяє утворенню надмірно великої вегетативної маси (1:4), що призводить до вилягання посівів [1].

Ефективність азотних добрив значною мірою залежить від рівня забезпеченості ґрунту фосфором і калієм. М. І. Драганом [2] встановлено, що для гарантованого одержання 4,0 т/га зерна проса в ґрунті повинно міститися 10–15 мг/100 г P_2O_5 і 12–17 мг/100 г K_2O (за Кірсановим).

Фосфор відіграє важливу роль у процесах дихання і фотосинтезу, стимулює розвиток коріння, утворення зав'язі. В процесі використання фосфору рослиною відділяють два періоди. Перший – початок проростання насіння, коли фосфор має велике значення для процесів перетворення речовин і енергії, взаємозв'язок яких визначає направленість й інтенсивність росту і розвитку рослин. Другий – період досягання. Зовнішні ознаки дефіциту фосфору – відставання у рості й розвитку, появі пурпурового, фіолетового відтінків у забарвленні нижніх листків, їх скручуванні та передчасному засиханні [3].

Калій у рослинах знаходиться в іонній формі і не входить до складу органічних сполук, але відіграє важливу роль при утворенні вуглеводів та їх переміщенні, впливає на процеси газообміну при диханні, підтримує водний баланс клітин, підвищує холодостійкість та стійкість рослин проти хвороб [4]. Він концентрується в молодих частинах рослини та реутилізується, пересуваючись зі старих органів у молоді. Характерною ознакою калійного голодування є «опіки» країв листків.

Дані про надходження і накопичення азоту, фосфору та калію в рослинах проса залежно від доз внесення добрив у літературі відображено недостатньо. Найбільш обґрунтований та системний підхід різних рівнів забезпеченості і вмісту елементів мінерального живлення висвітлено в роботах В. В. Церлінг, А. А. Соколов та А. А. Корнілова [5–7]. Аналіз даних наукових джерел свідчить, що показники вмісту елементів живлення надають можливість відслідкувати певні тенденції і служать орієнтиром щодо вмісту азоту та зольних елементів у конкретну фазу розвитку культури за різних доз внесення добрив.

Усі елементи живлення рослини засвоюють переважно з ґрунту. Найефективнішим способом регулювання режиму живлення є внесення в ґрунт мінеральних добрив. Вплив добрив на хімічний склад рослин визначається насамперед тим, що поживні речовини, які надходять у рослину з добрив, потрапляють до складу важливих органічних сполук і підвищують їх вміст в урожаї, та впливають на обмін речовин у рослинах. Змінивши умови живлення, можна регулювати дію ферментів, а отже й змінювати обмін речовин у рослинах [4].

Метою досліджень було вивчення впливу різних систем удобрення проса на рівень засвоюваності рослинами макроелементів за фазами розвитку культури та виявлення варіантів удобрення, які б забезпечували оптимальну потребу рослин в елементах живлення впродовж вегетації.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили протягом 2012–2014 рр. у польовому досліді відділу адаптивних інтенсивних технологій зернобобових, круп'яних та олійних культур ННЦ «Інститут землеробства НААН».

Ґрунти дослідного поля – сірі лісові легкосуглинкові. Вміст гумусу в 0–30 см шарі ґрунту становить (за Тюрнімом) – 1,1–1,3%, лужногідролізованого азоту – 6,0–6,5 мг/100 г, рухомого фосфору – 11,4–12,6, обмінного калію – 8–10 мг на 100 г ґрунту, $\text{pH}_{\text{сол.}}$ – 5,4–5,6.

Схема досліду включала варіанти удобрення: $\text{N}_{60}\text{P}_{45}\text{K}_{60}$ (мінеральна система удобрення), розрахункова ($\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$), підвищена ($\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$) та роздрібне внесення азоту за етапами органогенезу – ($\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{K}_{60} + \text{N}_{15}$ (IV е.о.), $\text{N}_{30}\text{P}_{45}\text{K}_{60} + \text{N}_{15}$ (IV е.о.) + N_{15} (VII е.о.) на фоні приорювання соломи ячменю – 2,5 т/га (органо-мінеральна система удобрення).

Попередник – ячмінь. Обробіток ґрунту та догляд за рослинами проводили в оптимальні строки. Фосфорні і калійні добрива вносили восени під оранку, азотні – під передпосівну культивування та за етапами органогенезу. Площа посівної ділянки – 60 м², облікової – 50 м². Повторність досліду – чотириразова. Агротехніка – загальноприйнята для зони. Система захисту включала застосування гербіциду Примекстра Голд (3,0 л/га).

Сівбу проводили звичайним рядковим способом з нормою висіву 4,0 млн шт./га схожого насіння. Висівали районований у зоні Лісостепу сорт проса Київське 87 селекції ННЦ «Інститут землеробства НААН».

Обліки та спостереження у досліді проводили згідно Методичних вказівок щодо проведення польових досліджень і вивчення технології вирощування зернових культур [8] та вимог Методики польового досліду [9].

У рослинних зразках проса, відібраних у фази кушіння, викидання волоті і дозрівання зерна культури, після мокрого озолення сірчаною кислотою та пероксидом водню визначали: загальний азот (за допомогою реактиву Неслера); фосфор – колориметрично (ФЭК ЛМФ 74 М); калій – полум'яно-фотометричним методом (FLAFO) після мокрого озолення осаду за Гінзбургом і Щегловою.

Погодні умови впродовж років досліджень характеризувалися контрастністю температурного режиму та нерівномірним розподілом опадів за місяцями, що обумовило ряд

особливостей у технології вирощування проса. У 2012 р. друга половина вегетаційного періоду – липень і серпень, виявилася спекотною і сухою. Середня температура повітря у цей період була на 4,4–2,0 °С вище норми (19,0 і 18,8 °С відповідно), а на поверхні ґрунту у денні години сягала межі 55–60 °С. Випадання опадів було нерівномірним та несумісним з величиною фізичного випаровування вологи з ґрунту, внаслідок чого відмічався дефіцит запасів продуктивної вологи.

Сприятливішим для вирощування та формування продуктивності проса за рівнем вологозабезпеченості та температурним режимом був 2013 р. За вегетацію проса ГТК становив 1,01. Сприятливим був і 2014 р. – ГТК дорівнював 1,4, однак за нижчої суми ефективних температур (1204 °С).

Результати досліджень. Для з'ясування забезпеченості проса впродовж життєвого циклу азотом, фосфором і калієм було визначено вміст цих елементів у рослинах. Результати аналізу свідчать, що рослини проса інтенсивніше накопичують азот на ранніх етапах органогенезу. Азотні добрива, які вносили в основне удобрення, використовуються переважно на формування вегетативної маси, тому в цей період потреба рослин в азоті найбільша. Інтенсивне поглинання азоту в першій половині вегетації пов'язане з ростом надземної маси і кореневої системи. У наших дослідженнях застосування мінеральних добрив суттєво впливало на надходження азоту в рослини. Відмічено, що у міру збільшення дози азотних добрив кількість цього елемента в рослинах підвищується. Так, на неудобренних ділянках у фазі стеблуння, в середньому за роки досліджень, вміст загального азоту в рослинах проса становив 2,15% від маси сухої речовини і зростав до 2,85% в середньому у варіантах N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ + солома та N₉₀P₇₀K₉₀ + солома (табл.).

Таблиця

Динаміка вмісту азоту, фосфору та калію у рослинах проса сорту Київське 87 за різних доз та строків внесення мінеральних добрив, % від абсолютно сухої маси рослин (середнє за 2012–2014 рр.)

Варіант	Фаза розвитку культури								
	Стеблуння			Викидання волоті			Дозрівання		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без добрив – контроль	2,15	0,66	4,08	1,28	0,48	2,71	0,99	0,27	1,00
N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀	2,74	0,82	4,78	1,52	0,59	3,25	1,16	0,31	1,41
N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀ + солома	2,80	1,05	4,25	1,43	0,53	3,18	1,17	0,29	1,87
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ + солома	2,85	1,11	4,97	1,95	0,56	2,73	1,09	0,32	1,55
N ₉₀ P ₇₀ K ₉₀ + солома	2,84	1,04	4,66	1,43	0,55	3,15	1,18	0,32	1,80
N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀ + N ₁₅ + солома	2,54	1,03	4,03	1,66	0,53	3,16	1,14	0,28	1,54
N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀ + N ₁₅ + N ₁₅ + солома	2,62	0,78	4,32	1,59	0,51	2,88	1,12	0,25	1,50

Найбільш інтенсивно засвоєння поживних речовин відбувається впродовж відносно короткого строку – від кущіння до цвітіння. Так, у фазу стеблуння, коли відбувається посилений ріст і формування генеративних органів, у рослину надходило близько 52% азоту і 55% фосфору та більша частина калію. В цей період суттєвий вплив на рівень накопичення азоту в рослинах, крім варіанта з високою дозою азоту N₁₂₀, мало підживлення N₁₅ на IV е.о. та на VII е.о. Рівень азоту 1,59–1,66% формувався за N₄₅P₄₅K₆₀ + N₁₅ + солома та N₃₀P₄₅K₆₀ + N₁₅ + N₁₅ + солома. Поєднання основного внесення азотних добрив з додатковим, у вигляді підживлень, дає можливість покращити забезпеченість рослин проса цим елементом за етапами органогенезу.

Починаючи з фази викидання волоті, вміст азоту в рослинах, відносно до маси сухої речовини, поступово знижується й у фазу дозрівання стає мінімальним – 1,09–1,18% за внесення N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ + солома та N₉₀P₇₀K₉₀ + солома. Це означає, що приріст органічних

речовин, які синтезують рослини у кінці вегетації, випереджає надходження мінеральних елементів через кореневу систему.

Відмічено тісний кореляційний зв'язок між вмістом азоту в рослинах у фазу стеблування ($r = 0,845$) й у фазу дозрівання проса ($r = 0,969$) та врожайністю культури.

На ювенільних етапах розвитку рослинам проса, у першу чергу, необхідний фосфор, який стимулює розвиток кореневої системи. Важлива його роль й на пізніших етапах органогенезу – він впливає на виповненість зерна та вміст у ньому жиру [3, 4, 10].

Як свідчать результати наших досліджень, найінтенсивніше накопичення фосфору рослинами відбувається саме у фазі стеблування, коли його вміст коливається від 0,82 до 1,11%. Оптимізація азотного живлення посилювала засвоюваність фосфору і калію рослинами проса, особливо на перших етапах органогенезу. Так, за внесення вищих доз азотних добрив (N_{120} і N_{90}), вміст фосфору й калію у рослинах проса зростав на 68% та 21,8% відповідно. У фазу викидання волоті вміст фосфору в рослинах знижувався на 48%. Мінімальна його кількість у рослинах культури відмічена у фазі дозрівання – 0,22–0,32%.

Слід відмітити, що суттєвої різниці за вмістом цього елемента в рослинах між варіантами дослідів не виявлено, проте вищі показники були у варіантах із внесенням вищих доз фосфорних добрив ($N_{120}P_{90}K_{120}$ + солома та $N_{90}P_{70}K_{90}$ + солома).

Виявлено сильні кореляційні зв'язки між вмістом фосфору в рослині ($r = 0,651$; $0,663$; $0,708$ відповідно до фаз розвитку) та продуктивністю культури. Це означає, що такий елемент як фосфор потрібен рослинам проса впродовж усієї вегетації.

Накопичення калію у рослинах проса, порівняно із динамікою вмісту азоту і фосфору, відбувалось інтенсивніше. Активному накопиченню цього елемента у вегетативних і генеративних органах проса сприяла органо-мінеральна система удобрення. Встановлено, що найбільша концентрація K_2O (4,08–4,97%) відмічалась у рослинах проса в молодому віці (фаза стеблування). Вміст цього елемента у рослинах збільшувалися в міру підвищення доз добрив, і найвищі його показники (4,66–4,97%) були за внесення K_{90} і K_{120} . Протягом наступних періодів, у міру наростання біомаси та «старіння» рослин (VIII–IX етапи органогенезу) відбувалося фізіологічне розбавлення і, як наслідок, поступове зниження концентрації калію в рослинах. У фазу дозрівання вміст елемента у біомасі рослин, порівняно із попереднім періодом, знижувався більш як удвічі.

Водночас, у цей період зменшується різниця й між варіантами удобрення, тобто стабілізуються умови мінерального живлення рослин. У період плодоутворення – дозрівання, коли наростання вегетативної маси завершується, споживання всіх поживних речовин поступово знижується, а потім взагалі призупиняється. Подальше утворення органічної речовини забезпечується за рахунок реутилізації.

Висновки. Отже, за внесення підвищених доз мінеральних добрив – $N_{90}P_{70}K_{90}$ на фоні використання побічної продукції попередника вміст азоту, фосфору і калію у рослинах проса наближується до задовільного рівня макроелементів. Згідно досліджень В. В. Церлінг [6] перенесення частини азоту з основного внесення в підживлення на IV та VII етапах органогенезу – $N_{45}P_{45}K_{60}$ + N_{15} (IV е.о.), $N_{30}P_{45}K_{60}$ + N_{15} (IV е.о.) + N_{15} (VII е.о.) на фоні приорювання соломи ячменю, дає змогу компенсувати дефіцит елемента в період досягання зерна.

Список використаних літературних джерел

1. Оптимізація азотного живлення рослин при інтенсивних технологіях / Б. С. Носко, А. Я. Бука, К. П. Юрко [та ін.] ; за ред. Б. С. Носка, А. Я. Буки. – К. : Урожай, 1992. – 136 с.
2. Драган М. І. Оптимізація азотного живлення проса / М. І. Драган // Вісник Полтавського державного сільськогосподарського інституту. – 2001. – № 1. – С. 77–79.
3. Ярошко М. Значення фосфору у живленні сільськогосподарських культур / М. Ярошко // Агроном. – 2013. – № 3. – С. 30–32.
4. Землеробство з основами екології, ґрунтознавства та агрохімії / В. Ф. Петриченко, М. Я. Бомба, М. В. Патики [та ін.]. – К. : Аграрна наука, 2011. – 492 с.

5. Соколов А. А. Просо / А. А. Соколов. – М. : Сельхозгиз, 1948. – 271 с.
6. Церлинг В. В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур / В. В. Церлинг. – М. : Агропромиздат, 1990. – 235 с.
7. Корнилов А. А. Просо / А. А. Корнилов. – М. : Сельхозгиз, 1957. – 255 с.
8. Методичні вказівки щодо проведення польових досліджень і вивчення технології вирощування зернових культур / Інститут землеробства УААН. – Чабани, 2001. – 22 с.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – [5-е изд., доп. и перераб.]. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
10. Господаренко Г. М. Агрохімія / Г. М. Господаренко. – К. : ННЦ «ІАЕ», 2010. – С. 253–254.

Аннотация

Грищенко Р. Е., Любчик А. Г., Глиева О. В., Мазуренко Т. В.

Уровень обеспеченности растений проса макроэлементами в зависимости от системы удобрения

В статье освещены результаты полевых исследований относительно обеспеченности растений проса макроэлементами по этапам органогенеза в зависимости от системы удобрения культуры. Установлено, что более высокие дозы удобрений при органо-минеральной системе удобрения ($N_{120}P_{90}K_{120}$ и $N_{90}P_{60}K_{90}$ на фоне заделки соломы) способствуют лучшим условиям роста и развития и, соответственно, усвоению растениями основных элементов питания в течение всего вегетационного периода культуры. Дополнительная подкормка растений проса азотными удобрениями на IV и VII этапах органогенеза – $N_{45}P_{45}K_{60} + N_{15}$ (IV э.о.), $N_{30}P_{45}K_{60} + N_{15}$ (IV э.о.) + N_{15} (VII э.о.) на фоне заделки соломы ячменя позволяет компенсировать дефицит данного элемента в период созревания зерна.

Ключевые слова: элементы питания, удобрения, основное внесение минеральных удобрений, подкормка, просо, технология, фазы развития.

Annotation

Hryshchenko R. E., Liubchych O. G., Gliева O. V., Mazurenko T. V.

The level of macroelements provision of millet plants depending on fertilizer system

The paper shows research results obtained in field experiments on plant millet provision by macroelements on the stages of organogenesis in growing technology. It was found that higher doses of fertilizers for organic-mineral fertilizer system ($N_{120}R_{90}K_{120}$ and $N_{90}R_{60}K_{90}$ on background of ploughing down straw) promote better conditions of growth and development and, accordingly, the absorption of the main nutrients of the plants throughout the growing period of culture. Additional nitrogen fertilizers foliar application in the stage of millet IV and VII organogenesis – $N_{45}P_{45}K_{60} + N_{15}$ (IV s.o.), $N_{30}P_{45}K_{60} + N_{15}$ (IV s.o.) + N_{15} (VII s.o.) on the background of barley straw ploughing down help to compensate deficiency of this element during the ripening grain.

Keywords: nutrient; fertilizers; basic fertilization; fertilizing; millet; technology; stage of organogenesis.

Надійшла 16.03.2015