

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
(НААН)
ІНСТИТУТ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І ЦУКРОВИХ
БУРЯКІВ**



**РЕКОМЕНДАЦІЇ
з біологізації та сталих засад застосування добрив у ланках
зерно-бурякової сівоzmіни**

Київ – 2020

Рекомендації склали наукові співробітники Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків – А.С. Заришняк, В.В. Іваніна, А.О. Сипко, Г.А. Сінчук, О.П. Стрілець, Н.С. Зацерковна, Чередничок А.І.; Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції – Н.К. Шиманська, Г.М. Мазур, А.П. Чернюк, аспірант І.А. Павук; Верхняцької дослідно-селекційної станції – Т.В. Колібабчук.

Рекомендації затверджені Вченою радою Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН протокол № 5 від 14 листопада 2020 року.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ.....	4
Принципи побудови системи удобрення буряків цукрових за умов біологізації.....	4
Динаміка гумусу та трансформація органічної речовини у грунті за умов біологізації	6
Продуктивність культур в ланках сівозміни за біологізації їх вирощування	12
Баланс елементів живлення у ґрунті	15
Сталі основи застосування добрив за біологізації сівозмін...	17

ВСТУП

Сучасне землеробство потребує розробки і впровадження екологічно збалансованих систем удобрення, які здатні забезпечити високу продуктивність буряків цукрових на фоні стабілізації балансу органічної речовини та біогенних елементів у ґрунті. Буряки цукрові дуже вибагливі до умов мінерального живлення і потребують значної їх кількості при формуванні біологічного врожаю. Значну частину азоту рослини використовують з ґрунту внаслідок мінералізації гумусу ґрунту. Цьому сприяє інтенсивна технологія вирощування буряків цукрових, яка передбачає застосування чисельних міжрядних обробітків ґрунту, що, в свою чергу, посилює процеси мінералізації органічної речовини у ґрунті.

Використання побічної продукції рослин, пожнивних сидеральних культур в якості альтернативних органічних добрив, залучення симбіотично фіксованого азоту до системи удобрення буряків цукрових передбачають часткову заміну технічного азоту біологічним та сприяють процесам відновлення гумусу ґрунту за рахунок істотного збагачення ґрунту органічною речовиною та азотом. Використання альтернативного органічного добрива зменшує винос із ґрунту елементів живлення та залучає значний ресурс елементів живлення до повторного їх використання за рахунок рециркуляції. Оптимальне азотне живлення буряків цукрових за оптимального забезпечення рослин фосфором і калієм дозволяє максимально реалізувати потенціал гібридів буряків цукрових, отримувати високоякісні врожаї коренеплодів без зниження родючості ґрунту.

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ ЗА УМОВ БІОЛОГІЗАЦІЇ

Система удобрення передбачає види, форми, дози, способи і строки внесення добрив.

За умов біологізації винос із ґрунту елементів живлення зменшується, ґрунт поповнюється органічною речовиною, значний

ресурс елементів живлення залучається до повторного їх використання за рахунок рециркуляції.

Розрахунок основної дози добрив проводять під планову врожайність буряків цукрових за допомогою балансово-розрахункового методу, який в умовах біологізації враховує рециркуляцію елементів живлення та частку біологічного азоту, який накопичується у ґрунті після бобових попередників.

Основну дозу добрив розраховану балансово-розрахунковим методом вносять диференційовано з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов вирощування буряків цукрових. Фосфорно-калійні добрива вносять переважно (на 80-85%) під основний обробіток ґрунту, азотні – максимально наближають до періоду інтенсивного використання їх рослинами, враховуючи умови зволоження. Основними прийомами внесення азотних добрив є: у передпосівну культивуацію, під час сівби, ґрунтові та позакореневі підживлення. В умовах недостатнього зволоження рекомендується внесення азотних добрив під основний обробіток.

Ефективність удобрення значно залежить від видів і форм мінеральних добрив.

Фосфорні добрива класифікують за ступенем розчинності на водорозчинні, розчинні в слабких кислотах та важкорозчинні. Водорозчинні добрива до яких відносять суперфосфати (простий порошковидний та гранульований, подвійний та потрійний суперфосфат) є найкращими видами фосфорних добрив для внесення в основне удобрення, припосівне та ґрунтове підживлення і придатні для використання на всіх типах ґрунтів.

Добрива розчинні у слабких кислотах (преципітат, фосфатшлак, томасшлак) та важкорозчинне добриво (фосфоритне борошно) рекомендується вносити тільки в основне удобрення з перевагою застосування на ґрунтах з підвищеною кислотністю.

Калійні добрива мають хорошу розчинність у воді і придатні для внесення в основне удобрення, припосівне та ґрунтове підживлення. Ефективнішим є використання концентрованих калійних добрив: калій хлористий (57-62% K_2O), сульфат калію (48-54% K_2O), 30% та 40% калійна сіль, «Калимаг-30» (30-32% K_2O).

Серед азотних добрив в основне удобрення краще вносити амідні (сечовина) та амонійні форми (сульфат амонію, безводний аміак, аміачну воду, КАС та ін.); у передпосівну культивуацію та ґрунтові підживлення – амонійну селітру; позакореневі підживлення – сечовину.

Комплексні добрива – амофос, діамофос, нітрофоска, нітроамофоска та ін. із-за високої ціни краще вносити невеликими дозами під час сівби та ґрунтове підживлення.

Внесення мінеральних добрив під час сівби ($N_{15-20}P_{15-20}K_{15-20}$) ефективним є на ґрунтах з низьким рівнем забезпечення елементами живлення, тоді як за середнього та підвищеного рівнів забезпечення потреба в підживленні відпадає.

За вирощування буряків цукрових в умовах недостатнього зволоження мінеральні добрива вносять під основний обробіток; достатнього зволоження – фосфорно-калійні під основний обробіток, азотні у передпосівну культивуацію та ґрунтове підживлення.

За тривалої біологізації відбувається підкислення ґрунтового розчину, що потребує проведення вапнування (один раз за ротацію сівозмін). Дозу вапна ($CaCO_3$) розраховують за показником гідролітичної кислотності, перемножуючи величину гідролітичної кислотності на коефіцієнт 1,5. Найефективнішим способом вапнування під буряки цукрові є пошарове його внесення: півнорми вапна заробляють осінню в шар 0-10 см ґрунту дисковими знаряддями з подальшим заорюванням плугами з передплужниками на глибину 0-30 см, інші півнорми – навесні по зораному полю на вивернутий шар ґрунту 10-30 см з подальшим зароблянням дисковими знаряддями.

ДИНАМІКА ГУМУСУ ТА ТРАНСФОРМАЦІЯ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ У ҐРУНТІ ЗА УМОВ БІОЛОГІЗАЦІЇ

Вивчення динаміки вмісту гумусу в чорноземі вилугуваному (Уладово-Люлинецька ДСС) показало, на початок ланки сівозміни з горохом його вміст в орному 0-30 см шарі без внесення добрив становив 3,96%, шарі 30-40 см – 3,83%; на завершення – відповідно 3,94% та 3,82%. Будучи відносно

стабільним показником, вміст гумусу у верхніх шарах ґрунту упродовж ланки сівоzmіни зменшився на 0,02% та 0,01% (табл. 1).

Таблиця 1 Динаміка гумусу в чорноземі вилугуваному за застосування добрив в ланці сівоzmіни, УЛДСС, 2016-2020 pp., %

№ вар	Внесено добрив на 1 га ланки сівоzmіни	Шар ґрунту, см					
		0-30	30-40	0-30	30-40	0-30	30-40
		початок ланки		завершення ланки		± до початкового	
1	Без добрив	3,96	3,83	3,94	3,82	-0,02	-0,01
2	N ₅₀ P ₂₀ K ₃₀	3,98	3,89	3,96	3,87	-0,02	-0,02
3	N ₅₀ P ₂₀ K ₃₀ + 13,3 т/га гною	3,99	3,93	4,01	3,94	0,02	0,01
4	13,3 т/га гною	4,00	3,90	4,02	3,90	0,02	0
5	Зелена маса гірчиці	3,97	3,86	3,96	3,85	-0,01	-0,01
6	N ₅₀ P ₂₀ K ₃₀ + гірчиця	3,97	3,82	3,95	3,81	-0,02	-0,01
7	N ₅₀ P ₂₀ K ₃₀ + солома + гірчиця	4,02	3,87	4,04	3,88	0,02	0,01
НІР ₀₅		0,04	0,03	0,05	0,04		

Мінералізаційним трендом на стан гумусу чорнозему вилугуваного позначилось внесення мінеральних добрив. За застосування мінеральних добрив в дозі N₅₀P₂₀K₃₀ на 1 га ланки сівоzmіни вміст гумусу на початок ланки сівоzmіни в орному 0-30 см шарі становив 3,98%, шарі 30-40 см – 3,89%; на завершення ланки – відповідно 3,96% та 3,87%.

Сталі основи вирощування сільськогосподарських культур у ланці з горохом формувались за традиційної органо-мінеральної системи удобрення. Застосування на 1 га ланки сівоzmіни N₅₀P₂₀K₃₀ + 13,3 т гною супроводжувалось трендом накопичення гумусу у ґрунті. Так, на початок ланки сівоzmіни його вміст в орному 0-30 см шарі без внесення добрив становив 3,99%, шарі 30-40 см – 3,93%; на завершення – відповідно 4,01% та 3,94%.

Стабілізаційний ефект на стан гумусу ґрунту у ланці з горохом мало внесення 13,3 т/га гною. На початок ланки сівоzmіни

вміст гумусу в орному 0-30 см шарі без внесення добрив становив 4,00%, шарі 30-40 см – 3,90%; на завершення – відповідно 4,02% та 3,90%.

Високий стабілізаційний вплив на стан гумусу ґрунту мала альтернативна органо-мінеральна система удобрення з внесенням $N_{50}P_{20}K_{30}$ + солома + гірчиця. Застосування системи удобрення збагаченої лігніновими комплексами, що входять до складу соломи та легко мінералізуючих сполук зеленої маси гірчиці сприяло гумусоутворенню і супроводжувалось позитивною динамікою вмісту гумусу у ґрунті упродовж ланки сівозміни. Так, початок ланки сівозміни вміст гумусу в зазначеному варіанті в орному 0-30 см шарі становив 4,02%, шарі 30-40 см – 3,87%; на завершення – відповідно 4,04% та 3,88%.

Недостатньо ефективними у стабілізації гумусу ґрунту визначено системи удобрення із застосуванням на добриво зеленої маси гірчиці білої чи її поєднання з мінеральними добривами. Низький вміст лігнінових комплексів у зеленій масі гірчиці обумовив її швидку мінералізацію у ґрунті і без додаткового внесення соломи такий органічний субстрат не сприяв гумусоутворенню. Так, за внесення зеленої маси гірчиці на добриво вміст гумусу на початок ланки сівозміни в орному 0-30 см шарі становив 3,97%, шарі 30-40 см – 3,86%; на завершення – відповідно 3,96% та 3,85% зі зменшенням вмісту гумусу в обох шарах на 0,01%. За поєднаного внесення $N_{50}P_{20}K_{30}$ + гірчиця вміст гумусу упродовж ланки сівозміни в орному шарі зменшився на 0,02%, підорному – на 0,01%.

Розрахунок балансу вуглецю у чорноземі вилугуваному показав, що з органічними добривами та кореневими рештками за ланку сівозміни надійшло у ґрунт вуглецю в межах 1,15-7,13 т/на. На контролі та мінеральної системи удобрення головним джерелом вуглецю, що поповнювало ґрунт були кореневі рештки сільськогосподарських культур ланки сівозміни. Обсяги поповнення ґрунту вуглецем були досить не значні і не сприяли відновленню гумусу ґрунту (табл. 2).

Таблиця 2 Баланс та трансформація вуглецю у 0-30 см шарі ґрунту за різних систем удобрення, УЛДСС, 2016-2020 рр.

№ вар	Внесено добрив на 1 га ланки сівозміни, кг/га	Зміна запасів у ґрунті, т/га			Надійшло з добривами за ланку, т/га	Коефіцієнт гуміфікації, %
		початок ланки	завершення ланки	± до початкового		
1	Без добрив	82,7	82,3	-0,4	1,15	-
2	N ₅₀ P ₂₀ K ₃₀	83,1	82,7	-0,4	1,35	-
3	N ₅₀ P ₂₀ K ₃₀ + 13,3 т/га гною	83,3	83,7	0,4	5,16	7,76
4	13,3 т/га гною	83,5	83,9	0,4	5,04	7,94
5	Зелена маса гірчиці	82,9	82,7	0,2	2,95	6,78
6	N ₅₀ P ₂₀ K ₃₀ + зелена маса гірчиці	82,9	82,6	-0,3	3,09	-
7	N ₅₀ P ₂₀ K ₃₀ + солома + гірчиця	83,9	84,4	0,5	7,13	7,02

Істотно збільшувалось надходження вуглецю у ґрунт за застосування на добриво зеленої маси гірчиці білої. Заорювання на добриво зеленої маси гірчиці самостійно чи поєднано з мінеральними добривами збільшило обсяги надходження у ґрунт органічної речовини у вуглецевому еквіваленті до 2,95-3,09 т/га. Проте зазначена органічна маса складалась переважно із легкомінералізуючих вуглеводних сполук, що було недостатньо ефективним у відновленні гумусу ґрунту.

Потужним джерелом вуглецю було традиційне органічне добриво гній. Внесення гною в дозі 13,3 т/га ланки сівозміни самостійно чи поєднано з мінеральними добривами обумовило обсяги надходження у ґрунт органічної речовини у вуглецевому еквіваленті в кількості 5,04-5,16 т/га. Де досить потужний резерв для стабілізації і розширеного відтворення гумусу ґрунту. Позитивом застосування гною є те, що органічні сполуки у його складі частково розкладені і гуміфіковані. Такі органічні комплекси швидко включаються у складові органо-мінеральних речовин гумусу ґрунту і сприяють його відтворенню.

Хороші перспективи для відтворення гумусу ґрунту має

поєднане внесення зеленої маси гірчиці і соломи пшениці озимої. Загальний обсяг вуглецю, що надходив у ґрунт із зазначеною альтернативною системою удобрення становив 7,13 т/га. Це досить великі обсяги, які в своєму складі поєднують легкомінералізуючі вуглеводні сполуки та сполуки з високим вмістом лігніну. Такий склад вуглеводного субстрату сприяє відтворенню гумусу у ґрунті.

Застосування усіх видів органічних добрив в умовах достатнього зволоження супроводжувалось відносно низькими коефіцієнтами гуміфікації органічних сполук – в межах 5,77-7,94. Це є свідченням того, що інтенсивність гумусоутворення за сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур є досить низькою. Велика кількість обробітків ґрунту, що супроводжується потужною кисневою аерацією ґрунту спричиняє швидку мінералізацію органічних решток.

В умовах нестійкого зволоження (Верхняцька ДСС) у ланці з викою ярою вміст гумусу в чорноземі опідзоленому без внесення добрив на початок ланки в шарі 0-30 см становив 2,61%, шарі 30-40 см – 2,65%; на завершення ланки – відповідно 2,58% та 2,65%. Вирощування сільськогосподарських культур без застосування добрив супроводжувалось зменшенням вмісту гумусу переважно в орному 0-30 см шарі – на 0,03% (табл. 3).

Процеси мінералізації гумусу ґрунту у ланці з викою ярою посилювались за застосування мінеральних добрив. За внесення добрив в дозі $N_{67}P_{50}K_{67}$ вміст гумусу на початок ланки в шарі 0-30 см становив 2,63%, шарі 30-40 см – 2,68%; на завершення ланки – відповідно 2,60% та 2,66%.

Стабілізаційний вплив на вміст гумусу у ґрунті мали орґано-мінеральні системи удобрення. За застосування $N_{67}P_{50}K_{67} + 13,3$ т/га гною вміст гумусу в шарі 0-30 см на початок ланки становив 3,09%, шарі 30-40 см – 2,92%; на завершення ланки – відповідно 3,11% та 2,92%. За альтернативної системи удобрення ($N_{67}P_{50}K_{67} +$ солома пшениці) вміст гумусу в шарі 0-30 см на початок ланки становив 3,05%, шарі 30-40 см – 2,89% мг/кг; на завершення ланки – відповідно 3,06% та 2,89%.

Таблиця 3 Динаміка гумусу в чорноземі опідзоленому за застосування добрив в ланці сівозміни, ВДСС, 2016-2020 рр., %

№ вар	Внесено добрив на 1 га ланки сівозміни	Шар ґрунту, см					
		0-30	30-40	0-30	30-40	0-30	30-40
		початок ланки		завершення ланки		± до початкового	
1	Без добрив	2,61	2,65	2,58	2,65	-0,03	0
2	N ₆₇ P ₅₀ K ₆₇	2,63	2,68	2,60	2,66	-0,03	-0,02
3	N ₆₇ P ₅₀ K ₆₇ + солома пшениці	3,05	2,89	3,06	2,89	0,01	0
4	N ₆₇ P ₅₀ K ₆₇ + 13,3 т/га гною	3,09	2,92	3,11	2,92	0,02	0
5	Солома + 13,3 т/га гною	3,15	2,88	3,19	2,89	0,04	0,01
НІР ₀₅		0,02	0,02	0,03	0,01		

Найбільш сприятливі умови для розширеного відтворення гумусу в чорноземі опідзоленому створювались за альтернативної органічної системи удобрення. Застосування соломи + 13,3 т/га гною забезпечило вміст гумусу в шарі 0-30 см на початок ланки 3,15%, шарі 30-40 см – 2,88%; на завершення ланки – відповідно 3,19% та 2,89%. Органічна система удобрення упродовж ланки сівозміни збільшила вміст органічної речовини в шарі 0-30 см на 0,04%%, шарі 30-40 см – 0,01%.

Розрахунок балансу вуглецю у ґрунті показав, що в умовах нестійкого зволоження з органічними добривами та кореневими рештками за ланку сівозміни надійшло у ґрунт вуглецю в межах 1,31-8,04 т/га. Основним джерелом поповнення ґрунту вуглецем були гній, побічна продукція та кореневі рештки сільськогосподарських культур. Сидерати із-за дефіциту опадів не практикують вирощувати і застосовувати на добриво (табл. 4).

За застосування на добриво N₆₇P₅₀K₆₇ + солома пшениці надходження у ґрунт вуглецю становило 4,79 т/га за коефіцієнта гуміфікації – 4,18; за внесення N₆₇P₅₀K₆₇ + 13,3 т/га гною – відповідно 5,26 т/га та 7,61; солома + 13,3 т/га гною – 8,04 т/га та 9,95. Отримані результати досліджень свідчать, що поєднання на

добри́во соломи пшени́ці озимо́ї і мінеральних добрив може бути хорошою альтернативою ґноєві у поповненні ґрунту органічною речовиною та стабілізації гумусу ґрунту.

Таблиця 4 Баланс та трансформація вуглецю у ґрунті за різних систем удобрення, ВДСС, 2016-2020 р.

№ ва р	Внесено добрив на 1 га ланки, кг/га	Зміна запасів у ґрунті, т/га			Надійшло з добривами за ланку, т/га	Коефіцієнт гуміфікації, %
		початок ланки	завершення ланки	± до початко- вого		
1	Без добрив	54,5	53,9	-0,6	1,31	-
2	N ₆₇ P ₅₀ K ₆₇	54,9	54,3	-0,6	1,57	-
3	N ₆₇ P ₅₀ K ₆₇ + солома	63,7	63,9	0,2	4,79	4,18
4	N ₆₇ P ₅₀ K ₆₇ + 13,3 т/га ґною	64,5	64,9	0,4	5,26	7,61
5	Солома + 13,3 т/га ґною	65,8	66,6	0,8	8,04	9,95

За відсутності ґною застосування в умовах достатнього зволоження системи удобрення з внесенням мінеральних добрив, побічної продукції та зеленої маси гірчиці білої; в умовах нестійкого зволоження – мінеральних добрив і побічної продукції здатні формувати у ланці сівозміни з бобовим компонентом стабілізацію та розширене відтворення гумусу ґрунту за коефіцієнтів гумуфікації органічної речовини – відповідно 7,02 та 4,18. Зазначені системи удобрення формують тверді основи для сталого вирощування сільськогосподарських культур в зазначених ґрунтово-кліматичних умовах.

ПРОДУКТИВНІСТЬ КУЛЬТУР В ЛАНКАХ СІВОЗМІНИ ЗА БІОЛОГІЗАЦІЇ ЇХ ВИРОЩУВАННЯ

В умовах достатнього зволоження (Уладово-Люлинецької ДСС) продуктивність ланки з горохом на контролі без добрив становила 8,54-11,98 т/га кормових одиниць зі збором зерна – 3,10-3,58 т/га, цукру – 2,70-5,54 т/га ланки сівозміни (табл. 5).

Таблиця 5 Продуктивність ланки сівозміни на чорноземі вилугуваному за різних систем удобрення, УЛДСС, 2016-2020 рр., т/га ланки сівозміни

№ вар.	Внесено добрив на 1 га ланки сівозміни	Кормових одиниць	Збір зерна	Збір цукру
1	Без добрив (контроль)	7,71	3,00	2,27
2	N ₅₀ P ₂₀ K ₃₀	9,87	3,23	3,37
3	N ₅₀ P ₂₀ K ₃₀ + 13,3 т/га гною	11,98	3,58	5,54
4	13,3 т/га гною	10,69	3,45	3,77
5	Зелена маса гірчиці	8,54	3,10	2,70
6	N ₅₀ P ₂₀ K ₃₀ + зелена маса гірчиці	10,42	3,24	3,70
7	N ₅₀ P ₂₀ K ₃₀ + солома + гірчиця	10,93	3,40	3,94

Малоефективним в умовах достатнього зволоження визначено застосування на добриво зеленої маси гірчиці білої – продуктивність ланки 8,54 т/га кормових одиниць.

Найефективнішим визначено внесення на 1 га ланки сівозміни N₅₀P₂₀K₃₀ + 13,3 т/га гною – продуктивність ланки 11,98 т/га кормових одиниць зі збором зерна – 3,58 т/га, цукру – 5,54 т/га.

Досить перспективним за дефіциту гною є поєднане внесення N₅₀P₂₀K₃₀ + солома + гірчиця – продуктивність ланки 10,93 т/га кормових одиниць зі збором зерна – 3,40 т/га, цукру – 3,94 т/га. Мінеральна система удобрення та її поєднання з внесенням на добриво зеленої маси гірчиці білої визначені недостатньо ефективними, такими що забезпечили середній рівень продуктивності ланки з горохом – 9,87-10,42 кормових одиниць зі збором зерна – 3,23-3,24 т/га, цукру – 3,37-3,70 т/га.

В умовах нестійкого зволоження (Верхняцької ДСС) застосування N₆₇P₅₀K₆₇ + солома пшениці у ланці сівозміни вика яра-пшениця озима-буряки цукрові визначено високо ефективним заходом, таким що забезпечує отримання високих врожаїв сільськогосподарських: вики ярої – 28,0 т/га, пшениці озимої – 7,62 т/га, буряків цукрових – 47,7, що за продуктивністю було

співставним традиційній органо-мінеральній системі удобрення ($N_{67}P_{50}K_{67} + 13,3$ т/га гною).

Продуктивність ланки з бобовою культурою викою ярою в умовах нестійкого зволоження була нижчою, ніж бобової ланки в умовах достатнього зволоження, що спричинено переважно дефіцитом вологозабезпечення ґрунту і рослин. Так, на контролі без добрив продуктивність ланки становила 6,72 т/га кормових одиниць зі збором зерна – 2,00 т/га, цукру – 1,80 т/га (табл. 6).

Таблиця 6 Продуктивність ланки сівозміни на чорноземі опідзоленому за різних систем удобрення, ВДСС, 2016-2020 рр., т/га ланки сівозміни

№ вар.	Внесено добрив на 1 га ланки сівозміни	Кормових одиниць	Збір зерна	Збір цукру
1	Без добрив (контроль)	6,72	2,00	1,80
2	$N_{67}P_{50}K_{67}$	8,98	2,51	2,57
3	$N_{67}P_{50}K_{67} +$ солома пшениці	9,48	2,54	2,74
4	$N_{67}P_{50}K_{67} + 13,3$ т/га гною	10,15	2,51	2,94
5	Солома + 13,3 т/га гною	9,09	2,39	2,87

Найефективнішою в умовах нестійкого зволоження також була традиційна органо-мінеральна система удобрення. За внесення на 1 га ланки сівозміни $N_{50}P_{20}K_{30} + 13,3$ т/га гною – продуктивність ланки 10,15 т/га кормових одиниць зі збором зерна – 2,51 т/га, цукру – 2,94 т/га.

Хороші перспективи для умов нестійкого зволоження має альтернативна органо-мінеральна система удобрення з внесенням на добриво $N_{67}P_{50}K_{67} +$ солома пшениці – продуктивність ланки 9,48 т/га кормових одиниць зі збором зерна – 2,54 т/га, цукру – 2,74 т/га.

Менш перспективною і неможливою із-за відсутності гною для широко впровадження в умовах нестійкого зволоження визначено альтернативну органічну систему удобрення. За внесення солома + 13,3 т/га гною продуктивність ланки становила

9,09 т/га кормових одиниць зі збором зерна – 2,39 т/га, цукру – 2,87 т/га.

Найефективнішим у мовах достатнього і нестійкого зволоження визначено вирощування сільськогосподарських культур у бобовій ланці із застосуванням традиційної на основі гною органо-мінеральної системи удобрення. В умовах достатнього зволоження – продуктивність ланки становила 11,98 т/га кормових одиниць зі збором зерна – 3,58 т/га, цукру – 5,54 т/га; нестійкого зволоження – відповідно 10,15, 2,51 та 2,94 т/га. Перспективною альтернативою в умовах достатнього зволоження є застосування мінеральних добрив + солома + гірчиця – продуктивність ланки 10,93 т/га кормових одиниць зі збором зерна – 3,40 т/га, цукру – 3,94 т/га; нестійкого зволоження мінеральних добрив + солома – відповідно 9,48, 2,54 та 2,74 т/га.

БАЛАНС ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ У ҐРУНТІ

В умовах достатнього зволоження Уладово-Люлинецької ДСС врівноваженого балансу поживних речовин у ґрунті досягали за традиційної органо-мінеральної системи удобрення. Внесення $N_{50}P_{20}K_{30}$ + 13,3 т гною на 1 га ланки сівозміни формувало позитивний баланс азоту у ланці з горохом – 4 кг/га та фосфору – 6 кг/га за незначного дефіциту калію на рівні 34 кг/га ланки сівозміни (табл. 7).

Таблиця 7 баланс елементів живлення за різних систем удобрення ланки сівозміни, УЛДСС, 2016-2020 рр., кг/га ланки сівозміни

№ вар	Внесено добрив, кг/га	Баланс, ± кг/га		
		N	P	K
1	Без добрив (контроль)	-66	-35	-87
3	$N_{50}P_{20}K_{30}$	-41	-24	-87
5	$N_{50}P_{20}K_{30}$ + 13,3 т/га гною	4	6	-34
6	13,3 т/га гною	-47	-15	-34
10	Зелена маса гірчиці	-83	-39	-98
11	$N_{50}P_{20}K_{30}$ + зелена маса гірчиці	-48	-28	-94
12	$N_{50}P_{20}K_{30}$ + солома + гірчиця	-13	-19	-43

Відносно сприятливі показники балансу з незначним дефіцитом поживних речовин формувались за застосування альтернативної органо-мінеральної системи удобрення. Поєднане внесення мінеральних добрив, побічної продукції та зеленої маси гірчиці білої супроводжувалось дефіцитом азоту у ланці сівозміни на рівні 13 кг/га, фосфору – 19 кг/га, калію – 43 кг/га. Повернення у ґрунт з побічною продукцією елементів живлення істотно зменшувало техногенне навантаження в агроєкосистемі і формувало альтернативні основи сталості балансу. Незначне збільшення доз внесення мінеральних добрив за альтернативної системи удобрення спроможне сформувати врівноважений баланс елементів живлення у ґрунті.

В умовах нестійкого зволоження Верхняцької ДСС дефіцит балансу елементів живлення у ланці вико яра-пшениця озима-буряки цукрові без внесення добрив становив максимальної величини: азоту – 56 кг/га, фосфору – 36 кг/га, калію – 90 кг/га ланки сівозміни (табл. 8).

Таблиця 8 Баланс елементів живлення за різних систем удобрення ланки сівозміни, ВДСС, 2016-2020 рр., кг/га ланки сівозміни

№ вар	Внесено добрив, кг/га	Баланс, ± кг/га		
		N	P	K
1	Без добрив (контроль)	-56	-36	-90
2	N ₆₇ P ₅₀ K ₆₇	-24	3	-57
3	N ₆₇ P ₅₀ K ₆₇ + солома пшениці	7	8	-24
4	N ₆₇ P ₅₀ K ₆₇ + 13,3 т/га гною	34	28	-3
5	Солома + 13,3 т/га гною	-10	-9	-12

Застосування мінеральних добрив в дозі N₆₇P₅₀K₆₇ формувало позитивний баланс фосфору – 3 кг/га, незначний дефіцит азоту – 24 кг/га і супроводжувався значним дефіцитом балансу калію – 90 кг/га ланки сівозміни.

Стабільність поживного режиму чорнозему опідзоленого, який супроводжувався зростанням вмісту у ґрунті азоту і фосфору за стабілізації вмісту калію спостерігали за застосування традиційної органо-мінеральної системи удобрення. Внесення

$N_{67}P_{50}K_{67} + 13,3$ т гною на 1 га ланки сівозміни формувало позитивний баланс азоту та фосфору – відповідно 34 та 28 кг/га, за незначного дефіциту калію – 3 кг/га ланки сівозміни.

Хороші перспективи для сталих основ вирощування сільськогосподарських культур у ланці з викою ярою формувались за альтернативної органо-мінеральної системи удобрення. Застосування на 1 га ланки сівозміни $N_{67}P_{50}K_{67} +$ побічна продукція супроводжувалось позитивним балансом азоту та фосфору – відповідно 7 та 8 кг/га, за дефіциту калію – 24 кг/га ланки сівозміни. Збільшення дози внесення калійних добрив здатне сформувати стійкі засади вирощування сільськогосподарських культур.

Недостатньо сприятливий баланс елементів живлення у ґрунті формувався за альтернативної органічної системи удобрення. Посіджане внесення побічної продукції і 13,3 т гною на 1 га ланки сівозміни, незважаючи на надмірно високі обсяги надходження у ґрунт органічної речовини, супроводжувалось дефіцитом балансу усіх поживних речовин: азоту – 10 кг/га, фосфору – 9 кг/га, калію – 12 кг/га. Зазначена система удобрення є неприйнятна для широкого застосування не тільки із-за відсутності гною, але й внаслідок формування дефіцитного балансу поживних речовин у ґрунті.

СТАЛІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ ЗА БІОЛОГІЗАЦІЇ СІВОЗМІН

Результати досліджень показали, що у ланці з горохом (Уладово-Люлинецька ДСС) заробляння на добриво побічної продукції та сидерату на фоні внесення мінеральних добрив збільшило врожайність гороху порівняно з мінеральною системою удобрення на 0,3 т/га, пшениці озимої – на 0,3 т/га, буряків цукрових – на 10 т/га, при цьому винос елементів живлення із ґрунту зменшився: азоту – на 43 кг/га, фосфору – на 5 кг/га, калію – на 44 кг/га ланки сівозміни (табл. 9).

За збільшення врожайності культур на 25% від існуючого альтернативна органо-мінеральна система удобрення збільшить врожайність гороху порівняно з мінеральною системою удобрення

на 0,4 т/га, пшениці озимої – на 0,4 т/га, буряків цукрових – на 13 т/га, при цьому винос елементів живлення із ґрунту зменшиться: азоту – на 47 кг/га, фосфору – на 5 кг/га, калію – на 53 кг/га ланки сівозміни.

Таблиця 9 Базові дози добрив для сталого вирощування культур в умовах біологізації, УЛДСС

Добрива на 1 га ланки сівозміни	Врожайність, т/га			Доза добрив, кг д.р./га ланки сівозміни		
	горох	пшениця озима	буряки цукрові	N	P	K
НРК+ПП	3,8	6,4	70	63	39	73
НРК	3,5	6,1	60	106	44	117
	+0,3	+0,3	+10	-43	-5	-44
Збільшення врожайності на 25%						
НРК+ПП	4,8	8,0	88	85	50	93
НРК	4,4	7,6	75	132	55	146
	+0,4	+0,4	+13	-47	-5	-53
Збільшення врожайності на 50%						
НРК+ПП	5,7	9,6	105	107	61	113
НРК	5,2	9,2	90	158	66	175
	+0,5	+0,4	+15	-51	-5	-62

За збільшення врожайності культур ланки сівозміни на 50% від існуючого альтернативна органо-мінеральна система удобрення збільшить врожайність гороху порівняно з мінеральною системою удобрення на 0,5 т/га, пшениці озимої – на 0,4 т/га, буряків цукрових – на 15 т/га, при цьому винос елементів живлення із ґрунту зменшиться: азоту – на 51 кг/га, фосфору – на 5 кг/га, калію – на 62 кг/га ланки сівозміни.

В умовах Верхняцької ДСС у ланці з викою ярою заробляння на добриво побічної продукції на фоні внесення мінеральних добрив збільшило врожайність вики ярої порівняно з мінеральною системою удобрення на 0,4 т/га, пшениці озимої – на 0,1 т/га, буряків цукрових – на 3 т/га, при цьому винос елементів живлення із ґрунту зменшився: азоту – на 21 кг/га, фосфору – на 7 кг/га, калію – на 34 кг/га ланки сівозміни (табл. 10).

Таблиця 10 Базові дози добрив для сталого вирощування культур в умовах біологізації, ВДСС

Добрива на 1 га ланки сівоzmіни	Врожайність, т/га			Доза добрив, кг д.р./га ланки сівоzmіни		
	вика яра	пшениця озима	буряки цукрові	N	P	K
НРК+ППІ	28	7,6	48	60	40	90
НРК	24	7,5	45	81	47	124
	+0,4	+0,1	+3	-21	-7	-34
Збільшення врожайності на 25%						
НРК+ППІ	35	9,5	60	80	50	113
НРК	30	9,4	56	108	59	155
	+0,5	+0,1	+4	-28	-9	-42
Збільшення врожайності на 50%						
НРК+ППІ	42	11,4	72	100	60	136
НРК	36	11,2	67	135	71	186
	+0,6	+0,2	+5	-35	-11	-50

За збільшення врожайності культур на 25% від існуючого альтернативна органо-мінеральна система удобрення збільшить врожайність вики ярої порівняно з мінеральною системою удобрення на 0,5 т/га, пшениці озимої – на 0,1 т/га, буряків цукрових – на 4 т/га, при цьому винос елементів живлення із ґрунту зменшиться: азоту – на 28 кг/га, фосфору – на 9 кг/га, калію – на 42 кг/га ланки сівоzmіни.

За збільшення врожайності культур ланки сівоzmіни на 50% від існуючого альтернативна органо-мінеральна система удобрення збільшить врожайність вики ярої порівняно з мінеральною системою удобрення на 0,6 т/га, пшениці озимої – на 0,2 т/га, буряків цукрових – на 5 т/га, при цьому винос елементів живлення із ґрунту зменшиться: азоту – на 35 кг/га, фосфору – на 11 кг/га, калію – на 50 кг/га ланки сівоzmіни.

Біологізація системи удобрення культур шляхом заорювання на добриво в умовах достатнього зволоження побічної продукції і сидерату, нестійкого зволоження – лише побічної продукції формує тверді основи для сталого вирощування

сілськогосподарських культур. Для отримання в умовах достатнього зволоження на сталих засадах врожайності гороху 3,8 т/га, пшениці озимої 6,4 т/га, буряків цукрових – 70 т/га при зароблянні побічної продукції і сидерату необхідно внести азотних добрив 63 кг/га, фосфорних – 39 кг/га, калійних – 73 кг/га ланки сівозміни. За застосування лише мінеральних добрив врожайність культур зменшиться, а дефіцит балансу азоту у ланці сівозміни становитиме 43 кг/га, фосфорних – 5 кг/га, калійних – 44 кг/га ланки сівозміни.

В умовах нестійкого зволоження отримання на сталих засадах врожайності вики ярої – 28 т/га, пшениці озимої – 7,6 т/га, буряків цукрових – 48 т/га при зароблянні побічної продукції необхідно внести азотних добрив 60 кг/га, фосфорних – 40 кг/га, калійних – 90 кг/га ланки сівозміни. За застосування лише мінеральних добрив врожайність культур зменшиться, а дефіцит балансу азоту у ланці сівозміни становитиме 21 кг/га, фосфорних – 7 кг/га, калійних – 34 кг/га ланки сівозміни.

* *

*

За дефіциту гною, що склався в Україні за останні три десятиліття для забезпечення сталих засад вирощування сільськогосподарських культур зерно-буракової ланки на чорноземі вилугуваному (ГТК=1,5) рекомендується застосовувати на добриво поєднано солому пшениці озимої, зелену масу гірчиці білої та мінеральні добрива. Для отримання врожайності гороху – 3,8 т/га, пшениці озимої – 6,4 т/га, буряків цукрових – 70 т/га рекомендується мінеральні добрива вносити у дозі $N_{60}P_{40}K_{70}$ на 1 га ланки сівозмінні. За збільшення врожайності культур на 25% дозу мінеральних добрив для забезпечення сталих засад вирощування необхідно збільшити до $N_{85}P_{50}K_{90}$ на 1 га ланки сівозмінні.

В умовах нестійкого зволоження (ГТК=1,1) на чорноземі опідзоленому рекомендується застосовувати на добриво поєднано солому пшениці озимої та мінеральні добрива. Для отримання врожайності вики ярої – 28 т/га, пшениці озимої – 7,6 т/га, буряків цукрових – 48 т/га рекомендується мінеральні добрива вносити у дозі $N_{60}P_{40}K_{90}$ на 1 га ланки сівозмінні. За збільшення врожайності культур на 25% дозу мінеральних добрив для забезпечення сталих засад вирощування необхідно збільшити до $N_{80}P_{50}K_{110}$ на 1 га ланки сівозмінні.

РЕКОМЕНДАЦІЇ
З БІОЛОГІЗАЦІЇ ТА СТАЛИХ ЗАСАД ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ У
ЛАНКАХ ЗЕРНО-БУРЯКОВОЇ СІВОЗМІНИ

Під редакцією:

А.С. Заришняк, В.В. Іваніна, А.О. Сипко, Г.А. Сінчук, О.П. Стрілець,
Н.С. Зацерковна, А.І. Чередничок; Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної
станції – М.В. Косташук, Г.М. Мазур, А.П. Чернюк, аспірант І.А. Павук;
Верхняцької дослідно-селекційної станції – Т.В. Колібабчук.

Верстка:

Дизайн обкладинки:

Віддруковано з оригіналів замовника.

Підписано до друку 28.11.2020р. Зам № 192
Формат 60х90 1/16. Папір офсетний. Друк – різнографія.
Наклад 120 прим. Ум. Друк. арк. 0,7
Друк «ЦП «КОМПРИНТ», Свідоцтво ДК № 4131, від 04.08.2011р.
м. Київ, вул. Предславинська, 28
528-05-42