

Корисна модель належить до галузі сільського господарства, до технології вирощування сільськогосподарських культур.

Відомий спосіб вирощування гібридів кукурудзи на зерно в умовах Південного Степу України, що включає основний і передпосівний обробіток ґрунту, внесення добрив, сівбу, догляд за посівами та збирання врожаю [Патент України 122240. Заєць С.О., Василенко Р.М. Спосіб вирощування кукурудзи на зерно в умовах Південного Степу України. Опубліковано 26.12.2017. Бюлетень № 24].

Недоліком цього способу є те, що в ньому підвищення урожайності зерна передбачається використанням оптимального для кукурудзи попередника - соя (*Glucine max* (L.) Merr.). Підвищення урожайності за цим способом передбачено насамперед за рахунок кращого попередника.

Відомий спосіб вирощування кукурудзи [Патент України 124481 Грабовський М.Б., Курило В.Л. Спосіб вирощування кукурудзи для виробництва біогазу. Опубліковано 10.04.2018, Бюлетень № 7], що включає розміщення посівів після кращих попередників (озими і ярі зернові культури, зернобобові), основний обробіток ґрунту, передпосівний обробіток ґрунту, внесення добрив, підготовку насіння до сівби, сівбу насіння, догляд за посівами, збирання врожаю.

Недоліком даного способу є те, що передбачено використовувати кращі попередники та не враховуються генотипові особливості гібриду кукурудзи.

Також відомий спосіб вирощування кукурудзи на зерно при краплинному зрошенні [Патент України 111773, Ромащенко М.І., Шатковський А.П. Спосіб вирощування кукурудзи на зерно при краплинному зрошенні. Опубліковано 25.11.2016, Бюлетень № 22], який включає основний і передпосівний обробітки ґрунту, основне внесення мінеральних добрив, посів, догляд за рослинами. За допомогою системи краплинного зрошення шляхом проведення вегетаційних поливів підтримують рівень перед поливної вологості 85 % від найменшої вологомісткості (НВ) ґрунту.

Недоліком даного способу є те, що досліджували один гібрид кукурудзи зарубіжної селекції - DKC 5276 (DEKALB®, FAO 460) без врахування сортового, різноманіття та попередником була картопля, що є малопоширеною культурою в зернових сівоzmінах при зрошенні.

В сучасному світовому та вітчизняному землеробстві набуває поширення * беззмінних посівів кукурудзи (Long-term continuous maize cultivation) протягом декількох років (Arrobas, et al., 2015; Кохан, Глущенко, Лень, 2019). Кардинальне коригування сівоzmін викликане високою прибутковістю виробництва зерна кукурудзи. Дослідженнями доведено, що поширення беззмінних посівів кукурудзи супроводжується втратою родючості ґрунту, падінням урожайності, збільшенням пестицидного навантаження (Bruun et al., 2017; Charoenratana et al., 2021). Зниження врожайності за безперервної кукурудзи (continuous maize) може коливатися від 5 до 30 %. При цьому важливе значення має вибір гібридів кукурудзи, що пристосовані для безперервної кукурудзи (Licht, 2019).

В основу корисної моделі поставлена задача стабілізувати урожайність зерна кукурудзи в беззмінних посівах кукурудзи та стабілізувати родючість ґрунту за беззмінних посівів кукурудзи протягом п'яти років за рахунок застосування хімічного меліоранту, комплексного захисту рослин від шкідливих організмів та гібриду кукурудзи, що адаптований до таких технологій.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі вирощування гібридів кукурудзи в беззмінних посівах за краплинного поверхневого зрошення, що включає основний і передпосівний обробіток ґрунту, сівбу, догляд за посівами та збирання врожаю, згідно з корисною моделлю, в технології вирощування застосовують інтегрований захист рослин з включенням мікробіологічного препарату інсекто-фунгіцидної дії з міцелію і спор гриба роду *Trichoderma* та ризосферних бактерій роду *Pseudomonas* з титром щонайменше $2,0 \cdot 10^{10}$ КУО/см³, хімічний синтетичний інсектицидний препарат з діючою речовиною О, О-диметил-S-(N-метилкарбамідометил)дитіофосфат, фунгіцид з діючою речовиною епоксиконазол і піраклостробін, хімічний меліорант $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Спосіб розроблений та експериментально випробуваний відділом селекції сільськогосподарських культур Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН України упродовж 2020-2025 рр. (географічні координати: північна широта: 46°38'24", східна довгота: 32°36'52"). В дослідженнях використовували гібриди української селекції, що занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Польові досліді та лабораторні дослідження виконували згідно з методикою польових досліджень та методичних рекомендацій (Ушкаренко В.О., 2014).

В дослідженнях використовували гібриди кукурудзи різних груп FAO - від 190 до 430. Гібриди цих груп стиглості відповідають агрокліматичному потенціалу зони Південний Степ України і зменшення, чи збільшення групи FAO призводить до втрат урожайності зерна із-за низького генетичного потенціалу (FAO менше 190), чи недостатньої кількості ефективних температур для формування зерна (FAO більше 450).

Найбільшою урожайністю зерна, в середньому за факторами, мали гібриди FAO 320 та FAO 430-11.60 та 12.12 т/га (табл. 1). Ці гібриди мають високу адаптованість до агроєкологічних умов степової зони України та підвищений генотиповий потенціал продуктивності в умовах зрошення. Значно меншу урожайність, в середньому за факторами, показали гібриди FAO 190 та FAO 290-9.60 та 10.98 т/га,

відповідно. Урожайність зерна гібридів кукурудзи, в середньому за гібридним складом та варіантами захисту ґрунту та рослин, за п'ятирічний термін беззмінних посівів суттєво зменшилась з 12.55 до 10.03 т/га. Проте, важливим фактором отримання падіння урожайності зерна гібридів є система захисту рослин та застосування хімічного меліоранту. Без застосування меліоранту та системи захисту рослин від шкідливих організмів зафіксоване найбільше падіння урожайності зерна в середньому за гібридами за п'ятирічний термін беззмінних посівів з 11.07 до 7.99 т/га. Найбільші втрати урожаю зерна на п'ятий рік спостерігали у найбільш продуктивних гібридів ФАО 380 та ФАО 430 з 12.78 до 8.14 т/га та з 13.65 до 7.95 т/га, відповідно. Гібриди скоростиглої групи ФАО 190 та ФАО 290 на п'ятий рік проявили меншу релевантність до тривалості беззмінних посівів. Характерним є те, що на п'ятий рік ці скоростиглі гібриди за рівнем урожайності (7.54 та 8.31 т/га) майже зрівнялись з більш продуктивними (потенційно) гібридами ФАО 380 та ФАО 430 (8.14 та 7.95 т/га).

У таблиці 1 наведена динаміка урожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп ФАО при беззмінних посівах залежно від хімічного меліоранту та системи захисту рослин від шкідливих організмів.

Таблиця 1

Система захисту (фактор А)	Гібрид, група ФАО (фактор В)	Урожайність зерна за роками, т/га (фактор С)						Середнє за фактором, т/га	
		2021	2022	2023	2024	2025	Середнє	А	В
Без хімічного меліоранту; без захисту (контроль)	ФАО 190	9,67	9,26	8,32	7,45	7,54	8,45		9,60
	ФАО 290	11,76	10,24	8,50	8,14	8,31	9,39		10,98
	ФАО 320	12,78	10,04	9,41	8,03	8,14	9,68		11,60
	ФАО 430	13,65	11,13	9,04	7,14	7,95	9,78		12,12
	середнє	11,97	10,17	8,82	7,69	7,99		9,33	
Без меліоранту; інтегрований	ФАО 190	10,25	10,11	9,85	9,30	9,56	9,81		
	ФАО 290	12,43	11,48	11,78	11,40	11,89	11,80		
	ФАО 320	13,54	13,22	13,04	12,87	12,97	13,13		
	ФАО 430	14,36	14,12	13,65	13,02	13,11	13,65		
	середнє	12,65	12,23	12,08	11,65	11,88		12,10	
Хімічний меліорант; без захисту рослин	ФАО 190	9,89	9,35	8,25	7,74	7,89	8,62		
	ФАО 290	11,96	10,81	8,79	8,35	8,65	9,71		
	ФАО 320	12,82	10,87	10,03	8,45	8,92	10,22		
	ФАО 430	13,96	11,60	9,84	8,14	8,55	10,42		
	середнє	12,16	10,66	9,23	8,17	8,50		9,74	
Хімічний інтегрований захист росл.	ФАО 190	11,70	11,55	11,82	11,17	11,25	11,50		
	ФАО 290	13,04	12,87	13,22	12,91	13,15	13,04		
	ФАО 320	13,54	13,44	13,70	12,89	13,30	13,37		
	ФАО 430	15,43	15,18	14,67	13,89	13,88	14,61		
	середнє	13,43	13,26	13,35	12,72	12,90		13,13	
Середнє за фактором С		12,55	11,58	10,87	10,06	10,03	11,05		
НІР0.05, т/га		Для часткових різниць: А=0.45;В=0.39;С=0.31							
		Для середніх (головних) ефектів: А=0.41;В=0.35;С=0.38							

У варіанті із застосуванням системи захисту рослин без хімічного меліоранту урожайність гібридів (в середньому) була значно більшою на першому році вирощування (12.65 т/га), так і на п'ятому році беззмінних посівів (11.88 т/га). Це вказує на те, що система захисту рослин від шкідливих організмів має суттєвий вплив на стабілізацію урожайності зерна гібридів кукурудзи за тривалого використання в монокультурі. При застосуванні системи захисту рослин падіння урожайності за п'ятирічного терміну було меншим у гібридів з меншою тривалістю періоду вегетації. Так, у гібридів ФАО 190, ФАО 290, ФАО 320 урожайність зменшилась 0.69, 0.54 та 0.57 т/га, відповідно, а в гібрида ФАО 430 - на 1.25 т/га, що вказує на його більшу чутливість до беззмінних посівів.

Застосування хімічного меліоранту без захисту рослин мало менший вплив на стабілізацію урожайності за беззмінних посівів порівняно з варіантом з захистом рослин без меліоранту. В середньому за гібридним складом урожайність зерна знизилась з 12.16 т/га на першому році монокультури, до 8.50 т/га на п'ятому році. Урожайність зерна гібридів на п'ятому році беззмінного посіву була дещо вищою (на 0.51 т/га) порівняно з контрольним варіантом. Застосування хімічного меліоранту без захисту рослин було менш ефективним порівняно з захистом рослин. На п'ятий рік беззмінних посівів урожайність гібридів кукурудзи з різним потенціалом урожайності була майже

нівельована. Найбільшу урожайність зерна показав середньостиглий гібрид ФАО 320 (8.92 т/га), а пізньостиглий гібрид ФАО 430 найбільшою потенційною продуктивністю знизив урожайність зерна з 13.96 до 8.55 т/га (на 38.8 %). Тому можна стверджувати, що серед засобів стабілізації урожайності зерна при беззмінних посівах кукурудзи перевагу мають системи захисту рослин. Засоби збереження родючості ґрунтів мають вторинне значення задля сталості урожайності та первинне - задля збереження родючості ґрунту.

Комплексне застосування засобів захисту рослин та засобів збереження родючості ґрунтів показало найбільшу ефективність за тривалого беззмінного вирощування кукурудзи. Урожайність зерна гібридів кукурудзи, у середньому, зменшилась за п'ятирічний термін беззмінних посівів на 0,53 т/га. Проте, мінімальне зниження урожайності відбулось у гібридів з меншою тривалістю періоду вегетації. На п'ятий рік монокультури у гібридів ФАО 190, ФАО 290, ФАО 320 урожайність зменшилась на 0.45, 0.24 т/га відповідно, а у гібрида ФАО 290 урожайність залишилась на рівні початкового року (флуктуації в межах НІР). Суттєве зниження урожайності зерна спостерігалось у пізньостиглого гібрида ФАО 430. Урожайність зерна цього гібрида в початкові два роки становила 15.43 та 15.18 т/га, а в наступні три роки його урожайність поступово знижувалась на 0.76, 1.54 та 1.53 т/га. Зниження урожайності пізньостиглого гібрида ФАО 430 відбувалось за більшого терміну вегетації та впливу шкідливих організмів. Накопичення фітопатогенів та шкідливих інсектів поступово зростає за беззмінних посівів і найбільш уразливими стають гібриди з більшою тривалістю вегетації з причини більшого терміну інвазійного навантаження та збільшення генерацій грибів та комах.

Аналіз динаміки вмісту гумусу в різних шарах ґрунту за шестирічну ротацію показав, що без застосування хімічного меліоранту (нормою 5 т/га) найбільша тенденція втрати становили в шарі ґрунту 0-10 см (табл. 2). В шарі ґрунту 10-20 та 20-30 см від'ємні показники були вдвічі меншими. Втрата гумусу при застосуванні хімічного меліоранту була вдвічі меншою порівняно з варіантами без меліоранту. Коливання вмісту гумусу та можливий тренд до зменшення були на низькому рівні - відсоток флуктуації показника до базового 2020 року становив 0,02-0,05 % без застосування меліоранту та +0.01 - -0.01 % з застосуванням меліоранту. Таким чином, застосування хімічного меліоранту дозволило зменшити втрати гумусу в шарі ґрунту 0-30 см в межах 0,01 %. Найбільші втрати гумусу спостерігались в шарі ґрунту 0-10 см (до 0,05 %), що може бути пов'язане з підвищеною вологозабезпеченістю цього шару за краплинного зрошення та підвищенням активності кореневої системи. Флуктуація показників вмісту гумусу у ґрунті за п'ятирічний період була в межах похибки в технології без використання меліоранту та ще меншою за використання хімічного меліоранту, що вказує можливість застосування беззмінних посівів кукурудзи в умовах зрошення без вагомих втрат вмісту гумусу в орному шарі ґрунту.

У таблиці 2 наведена динаміка вмісту гумусу темно-каштанового середньо суглинкового ґрунту на карбонатному лесі за беззмінного вирощування кукурудзи при краплинному зрошенні, %.

Таблиця 2

Варіант досліджу	Шар ґрунту, см	Роки досліджень						Зміни 2021 р. до 2020 р.	
		2020	2021	2022	2023	2024	2025	абсолютні величини	У відносних %
Без меліоранту	0-10	2,75	2,75	2,74	2,74	2,71	2,70	-0,05	-1,82
	10-20	2,70	2,70	2,69	2,69	2,68	2,68	-0,02	-0,74
	20-30	2,37	2,36	2,35	2,35	2,35	2,34	-0,03	-1,27
	0-30	2,61	2,60	2,59	2,59	2,58	2,57	-0,04	-1,53
з меліорантом	0-10	2,75	2,75	2,73	2,74	2,74	2,74	-0,01	-0,36
	10-20	2,70	2,70	2,71	2,70	2,71	2,71	0,01	0,37
	20-30	2,37	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	-0,01	-0,42
	0-30	2,61	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	-0,01	-0,38
LSD 0.05		0,11	0,12	0,09	0,10	0,09	0,08		

Таким чином, застосування хімічного меліоранту дозволило зменшити втрати гумусу в шарі ґрунту 0-30 см в межах 0,01 %. Найбільші втрати гумусу спостерігались в шарі ґрунту 0-10 см (до 0,05 %), що може бути пов'язане з підвищеною вологозабезпеченістю цього шару за краплинного зрошення та підвищенням активності кореневої системи. Флуктуація показників вмісту гумусу у ґрунті за п'ятирічний період була в межах похибки в технології без використання меліоранту та ще меншою за використання хімічного меліоранту, що вказує можливість застосування беззмінних посівів кукурудзи в умовах зрошення без вагомих втрат вмісту гумусу в орному шарі ґрунту.

Застосування в технології беззмінних посівів кукурудзи комплексної системи захисту рослин, хімічного меліоранту та гібриду кукурудзи ФАО 290 дозволило стабілізувати урожайність зерна на рівні 13,04 т/га та стримати деградацію родючості ґрунту.

Джерела інформації:

1. Arrobas, M., Aguiar, P., & Rodrigues, M.Â. (2015). A comparison of a pasture ley with a maize monoculture on the soil fertility and nutrient release in the succeeding crop. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 62(6), 829-839. <https://doi.org/10.1080/03650340.2015.1096014>
2. Bocsa I., Karus M, Gohmeyer D. (2000). *Der Hanfanbau*. Munster: Gandevirtschaftsverlag GmbH. 196 p.
3. Вожегова, Р.А., Лавриненко, Ю.О., & Малярчук, М.П., та ін. (2014). Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Монографія. Херсон: Гринь Д.С., 2014. 286 с
4. Вожегова, Р.А., Сташук, В.А., Заришняк, А.С., & Ромащенко, М.І., та ін. (2014). Системи землеробства на зрошуваних землях України К.: Аграрна наука. К.: Аграрна наука, 360.
5. Cherney, J. H., & Small, E. (2016). Industrial hemp in North America: production, politics and potential. *Agronomy*, 6(4), 58.
6. Fedotov, G.N., Shoba, S.A., Fedotova, M.F., & Gorepekin, I.V. (2019). The impact of soil allelotoxicity on germination of grain seeds. *Eurasian Soil Science*. 2019. № 52(4). P. 448^454.
7. Fiorini, A., Boselli, R., Mans, S.C., Santelli, S., Ardent, F., Capra, F., & Tabaglio, V. (2020). May conservation tillage enhance soil C and N accumulation without decreasing yield in intensive irrigated croplands? Results from an eight-year maize monoculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 296, 106926. <https://doi.org/10.1016/i.agee.2020.106926>.
8. Gałazka, A., Gawryjolek, K., Perzyński, A., Gałazka, R., & Ksężak, J. (2017). Changes in enzymatic activities and microbial communities in soil under long-term maize monoculture and crop rotation. *Polish Journal of Environmental Studies*, 26(1), 39-46. <https://doi.org/10.15244/pjoes/64745>
9. Jalgaonwala, R., & Mahajan, R. (2014). A review on microbial endophytes from plants: A treasure search for biologically active metabolites. *Global Journal of Research on Medicinal Plants & Indigenous Medicine*. № 3(6), 263, 263-277.
10. Ksiezak, J., Bojarszczuk, J., & Staniak, M. (2018). Comparison of maize yield and soil chemical properties under maize (*Zea mays* L.) grown in monoculture and crop rotation. *Journal of Elementology*, 23(2): 531-543. <https://doi.org/10.5601/jelem.2017.22.3.1453>
11. Климчук, О.В. (2005). Фенотипова реакція вихідного матеріалу кукурудзи на монокультуру. 36. наук, праць ВДАУ. Вип. 23. С. 9-13.
12. Кохан, А.В., Глушенко, Л.Д., Лен, О.І., Олєпир, Р.В., & Самойленко, О.А. (2019). Продуктивність сортів і гібридів кукурудзи за різних систем удобрення та беззмінного їх вирощування. *Вісник аграрної науки*. 70(799). 18-23. <https://doi.org/20.31073/agrovisnyk2019010-03>.
13. Licht, M. (2019). Considerations for Continuous Corn. *Integrated Crop Management News*, and Iowa State University Extension and Outreach. November 18. URL: <https://crops.extension.iastate.edu/cropnews/2019/11/considerations-continuous-corn> (дата звернення: 16.10.2025).
14. Skrypchenko, N. V., Dziuba, O. I., & Horbenko, N. Y. (2020). The estimation of soil fatigue in condition of long-term cultivation of woody fruit lianes. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(3), 36-40 <https://doi.org/10.36930/40300306>.
15. Vozhehova, R., Marchenko, T., Lavrynenko, Y., Piliarska, O., Sharii, V., & Borovik, V. (2023). Models of quantitative assessment of the influence of elements of technology on seed yield of parental components of maize hybrids under irrigation conditions. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 66(1), 623-630.
16. Werf, H.V.D., Mathussen, E. W., & Haverkort, A.J. (1996). The potential of hemp (*Cannabis sativa* L.) for sustainable fibre production: a crop physiological appraisal. *Annals of Applied biology*, 129(1), 109-123.
17. Ушкаренко, В.О., Вожегова, Р.А., Голобородько, С.П., & Коковіхін, С.В. (2014). Методика польового досліджу. Херсон: Гринь Д.С., 448.