

УДК 633.15/631.582.1

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.18>

## ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА ПОВТОРНИХ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ

**Ткачук О.П.** – д.с.-г.н., професор,

завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища,

Вінницький національний аграрний університет

**Бондаренко М.І.** – аспірант кафедри екології та охорони

навколишнього середовища,

Вінницький національний аграрний університет

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення впливу повторних посівів кукурудзи на показники настання фізіологічних фаз росту і розвитку, динаміки і видового складу бур'янів, густоти рослин, маси зерна кукурудзи з одного початку та урожайності зерна кукурудзи. Досліджено параметри якісних характеристик одержаного урожаю.

Завдяки високій рентабельності у значній частині сільськогосподарських підприємств Лісостепу правобережного насиченість польових сівозмін кукурудзою перевищує 30%, що у кілька разів перевищує науково-обґрунтовані нормативи. Тому метою наших досліджень було встановити відмінності у вегетації, урожайності та якості одержаної продукції кукурудзи за повторного вирощування та за вирощування кукурудзи у сівозміні після попередника пшениці озимої. Польові дослідження проводилися впродовж 2021–2022 рр. Лабораторні дослідження проводилися у сертифікованій Науково-вимірювальній агрохімічній лабораторії Вінницького національного аграрного університету.

При повторному вирощуванні кукурудзи два роки поспіль із додатковим внесенням мінеральних добрив, порівняно із вирощуванням кукурудзи у сівозміні після попередника пшениці озимої, затримка у рості і розвитку розпочалась починаючи з 9-го листка кукурудзи на одну добу і до повної стиглості вона зростає до трьох діб. Частка бур'янів у повторних посівах кукурудзи була на 25,0–30,8% більша, ніж у сівозміні та зменшувалось різноманіття бур'янів у напрямі концентрування лободи білої та щиріці звичайної. Додаткове внесення мінеральних добрив на повторних посівах кукурудзи зумовлювало зростання урожайності зерна кукурудзи на 1%, проте зменшувався вміст білка та вологи у зерні на 0,4% та вміст нітратів – на 6,4%, порівняно із вирощуванням кукурудзи після попередника пшениці озимої. В той же час густина рослин кукурудзи не змінювалась.

**Ключові слова:** кукурудза, повторні посіви, урожайність, якість, зерно, агроєкосистема.

### **Tkachuk O.P., Bondarenko M.I. Formation of grain yield and quality of repeated corn sowing**

The article presents the results of studies on the impact of repeated sowing of corn on indicators of the onset of physiological phases of growth and development, dynamics and species composition of weeds, plant density, mass of corn grain from one start and yield of corn grain. The parameters of the quality characteristics of the obtained crop were studied.

Due to high profitability, in a significant part of the agricultural enterprises of the right-bank forest-steppe, the saturation of field crop rotations with corn exceeds 30%, which is several times higher than scientifically based standards. Therefore, the purpose of our research was to establish the differences in vegetation, yield and quality of the obtained products of corn during repeated cultivation and when corn was grown in crop rotation after the predecessor of winter wheat. Field research was conducted during 2021–2022. Laboratory research was conducted in the certified Scientific and Measuring Agrochemical Laboratory of the Vinnitsia National Agrarian University.

When corn was re-grown two years in a row with additional application of mineral fertilizers, compared to growing corn in crop rotation after the predecessor of winter wheat, the delay in growth and development started from the 9th leaf of corn for one day and increased to three days before full maturity. The share of weeds in repeated sowings of corn was 25.0–30.8% higher than in crop rotation, and the diversity of weeds decreased in the direction of concentration of white quinoa and common sedge. Additional application of mineral fertilizers on repeated

*sowing of corn led to an increase in the yield of corn grain by 1%, but the content of protein and moisture in the grain decreased by 0.4% and the content of nitrates by 6.4%, compared to the cultivation of corn after the predecessor of winter wheat. At the same time, the density of corn plants did not change.*

**Key words:** *corn, repeated crops, productivity, quality, grain, agroecosystem.*

**Постановка проблеми.** Формування продуктивності зернових кукурудзяних агрофітоценозів є складним багатофакторним процесом, що залежить як від природних, так і агротехнічних складових. Впродовж останнього десятиліття в Україні суттєво зросли посівні площі кукурудзи на зерно, як однієї з найбільш продуктивної зернової культури, що дозволяє за рахунок високої урожайності забезпечити суттєвий прибуток. Завдяки високій рентабельності у значній частині сільськогосподарських підприємств Лісостепу правобережного насиченість польових сівозмін кукурудзою перевищує 30%, що у кілька разів перевищує науково-обґрунтовані нормативи [1, 2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Поряд із зростанням посівних площ кукурудзи на зерно відмічається підвищення її врожайності. Цього вдається досягти за рахунок підвищення норм мінеральних добрив та збільшення разовості застосування синтетичних пестицидів за частого повернення кукурудзи на попереднє місце, або й взагалі вирощування кукурудзи на одному полі поспіль впродовж кількох років. За таких умов суттєво порушується система взаємозв'язків між природними і техногенними чинниками, сумарний негативний вплив яких на агроценози не тільки повторних посівів кукурудзи, але й інших культур, які будуть вирощуватися після кількох років кукурудзи, буде значно посилюватись. Це викликає серйозні ризики як для забезпечення стійкості функціонування таких агроекосистем, так і для якісного складу та екологічної безпечності одержаної на них рослинницької продукції [3, 4].

У більшості сільськогосподарських підприємств традиційні багатопільні сівозміни на сьогодні зменшилися до трьох-чотирьох культур, лівова частка з яких належить саме кукурудзі. При чергуванні у сівозміні такої малої кількості культур практично не можливо забезпечити підбір оптимальних попередників, що не дозволяє дотримуватися принципів плодозмінності. Оскільки кукурудза належить до само суміжних культур, її вирощують на одному полі впродовж кількох років підряд без зниження урожайності зерна. Проте за таких умов не враховуються біологічні, екологічні і ґрунтово-ценотичні наслідки функціонування агроекосистеми [5, 6].

Поряд із суттєвим порушенням сівозмін та насичення їх кукурудзою, як культурою, що інтенсивно використовує поживні речовини та вологу з ґрунту, спостерігаються кліматичні зміни у напрямі глобального потепління та дефіциту вологи. Такі метеорологічні наслідки на фоні значного насичення сівозміни кукурудзою відчуються уже сьогодні при веденні землеробства та вирощуванні наступних культур у сівозміні після кількарічного вирощування кукурудзи поспіль. Основною ознакою таких змін є лімітуючий чинник вологозабезпечення [7, 8].

В той же час кукурудза дуже гостро реагує на вологозабезпеченість. Враховуючи кліматичні зміни, що відбулися останніми десятиліттями в Лісостепу правобережного України, реакція кукурудзи на повторне вирощування у короткочасних сівозмінах недостатньо вивчена, що може призвести до непоправних наслідків [9].

Є дані, що кукурудза задовільно переносить повторні посіви протягом трьох-чотирьох років. Проте за такої тривалості повторного вирощування, кукурудза

вимагає удосконалення технології вирощування з оптимізацією гібридного асортименту, впровадженням ефективних агротехнічних заходів, що максимально адаптовані до певних умов вирощування. Така технологія повинна поєднати фактори, які дозволять забезпечити стійкість агробіогеоценозу до усіх критичних та лімітуючих факторів. Агроекосистеми з повторним вирощуванням кукурудзи впродовж кількох років можуть стабільно функціонувати лише за стабілізації вмісту гумусу в ґрунті, оптимізації заходів захисту посівів кукурудзи від шкочинних об'єктів та диференційованого обробітку ґрунту [10, 11].

**Постановка завдання.** Польові дослідження проводилися впродовж 2021–2022 рр. в умовах ФГ «Мир-Плюс» села Карабелівки Гайсинського району Вінницької області на чорноземах типових малогумусних середньо суглинкових. Висівали кукурудзу у сівозміні після попередника пшениці озимої та повторно після вирощування кукурудзи на зерно другий рік поспіль. Основний обробіток ґрунту включав оранку на глибину 25–27 см і її проводили восени. Вирощували гібрид кукурудзи СІ АРІОСО виробництва ТОВ Сингента. Це середньоранній гібрид з ФАО 250, зернового напрямку використання. Внесений до державного реєстру у 2015 році. Гібрид зубовидної кукурудзи, відзначається високою стійкістю до посухи, високо урожайний, характеризується відмінною втратою вологи у насінні під час дозрівання, високо толерантний до хвороб та вилягання, має підвищений вміст крохмалю. Рекомендований до вирощування у зонах Полісся, Лісостепу та Степу України. Норма висіву кукурудзи становила 68,0 тис. схожих насінин на га. Посів проводили на початку травня. Удобрення повторних посівів кукурудзи складало  $N_{65} P_{65} K_{65}$ , а при вирощуванні кукурудзи у сівозміні –  $N_{45} P_{45} K_{45}$ . В якості мінерального добрива використовували нітроамофоску, яку вносили розкидним способом перед проведенням допосівної культивування ґрунту. З хімічних засобів захисту використовували гербіцид Міладар Дуо (д.р. мезотріон+нікосульфурон). Це післясходовий гербіцид системної дії для знищення однорічних, багаторічних злакових та дводольних бур'янів у посівах кукурудзи. Препарат вносили способом обприскування у фазу 5-ти листків кукурудзи у дозі 1,25 л/га з прилипачем Тандем у дозі 0,3 л/га. Витрата робочої рідини – 200 л/га. Під час вегетації проводили два міжрядні обробітки посівів.

Досліди проводили у чотириразовій повторності. Площа облікової ділянки – 56 м<sup>2</sup>. Під час проведення досліджень застосовували такі методи обліку: проходження фаз росту і розвитку рослин – візуально, за настанням відповідних змін у восьми із десяти дослідних рослин у двох несуміжних повтореннях; чисельність бур'янів визначали кількісним методом у динаміці: у фазу 3-х, 9-ти листків кукурудзи та у період молочної стиглості у 4-х повтореннях на постійних ділянках розміром 0,5 × 0,5 м. Паралельно встановлювали видовий склад бур'янів у посівах кукурудзи. Густану рослин визначали в кінці вегетації на постійних ділянках довжиною 1,4 м у чотирьох повтореннях з перерахунком на гектарну площу. Визначали середню масу зерна з одного початку кукурудзи, зважуючи по 5 початків з кожного повторення без стержнів. Облік урожайності кукурудзи проводили комбайновим способом, проводячи обмолот з кожного варіанту [12].

Лабораторні дослідження проводили у сертифікованій Науково-вимірвальній агрохімічній лабораторії кафедри екології та охорони навколишнього середовища факультету агрономії та лісівництва Вінницького національного аграрного університету. Визначали вміст білка та вологи фотометричним способом та вміст нітратів іонометричним методом. Для цього використовували відібрані середні проби зерна з кожного варіанту.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Спостереження за проходженням фаз росту і розвитку рослин кукурудзи, що вирощувалася другий раз повторно на одному і тому самому місці показали, що відмінностей у термінах появи сходів, 3-х, 5-ти і 7-ми листків не відмічалось порівняно із посівами кукурудзи, що вирощувалися у сівозміні після попередника пшениці озимої. Лише починаючи з фази настання 9-го листка у рослин кукурудзи, що вирощувалися повторно, спостерігалася затримка на одну добу, порівняно із посівами кукурудзи у сівозміні. Така тенденція зберігалась до кінця вегетації. Фази викиду волотей у рослин кукурудзи повторного вирощування наступила також на одну добу пізніше, ніж у рослин кукурудзи у сівозміні, молочна стиглість настала на дві доби, а повна стиглість – на 3 доби пізніше, ніж у рослин кукурудзи, що вирощувалися у сівозміні (табл. 1).

Таблиця 1

**Проходження фаз росту і розвитку кукурудзи залежно від повторності вирощування, діб від сівби**

Фаза росту і розвитку	Повторність вирощування кукурудзи на одному місці, разів	
	Перший раз	Другий раз
Сходи	9	9
3 листки	16	16
5 листків	29	29
7 листків	35	35
9 листків	43	44
Викидання волоті	68	69
Молочна стиглість	72	74
Повна стиглість	180	183

Повторне вирощування кукурудзи мало вплив на чисельність бур'янів у її посівах. Зокрема у фазу трьох листків кукурудзи, що вирощувалась у сівозміні, чисельність бур'янів склала 9 шт./м<sup>2</sup>. При вирощуванні кукурудзи повторно на тому ж місці другий рік поспіль, чисельність бур'янів була на 30,8% вища і становила 13 шт./м<sup>2</sup>. У фазі 9-ти листків кукурудзи кількість бур'янів у її посівах, що вирощувалася у сівозміні, не змінилася, а на повторних посівах – знизилася на 7,7%, проте вона була на 25,0% більша, ніж на посівах кукурудзи у сівозміні. На період молочної стиглості кукурудзи, що вирощувалась у сівозміні, чисельність бур'янів зменшилась на 22,2% і склала 7 шт./м<sup>2</sup>. Така ж тенденція спостерігалась у посівах кукурудзи повторного вирощування: кількість бур'янів зменшилась на 16,7%, проте вона була на 30% більша, ніж у посівах кукурудзи, що вирощувалася у сівозміні (табл. 2).

Наші дослідження показують, що за повторного вирощування кукурудзи два роки поспіль у її посівах зростає чисельність бур'янів на 25,0–30,8%, порівняно із посівами кукурудзи у сівозміні. Можливо незначна чисельність бур'янів не завдає значної шкоди посівам кукурудзи, з урахуванням застосування гербіцидів та міжрядного обробітку ґрунту, проте потенційно це може зумовити значне накопичення насіння бур'янів у ґрунті та його проростання впродовж наступних років. Також нашими дослідженнями виявлено тенденцію зменшення чисельності бур'янів у посівах кукурудзи до кінця вегетації. Загалом на посівах кукурудзи у сівозміні чисельність бур'янів від фази 3-х листків до молочної стиглості

зменшилась на 22,2%, а у повторних посівах кукурудзи – на 7,7–16,7%. Відомо, що у ранній фазі росту кукурудзи, вона розвивається повільно, тому не може конкурувати з бур'янами. Лише у другій половині вегетації її ріст та розвиток значно прискорюється, що дозволяє пригнічувати частину бур'янів у її посівах. В той же час ураження посівів кукурудзи хворобами та пошкодження шкідниками на досліджуваних варіантах не було виявлено.

Таблиця 2

**Чисельність бур'янів у посівах кукурудзи залежно від повторності вирощування, шт./м<sup>2</sup>**

Фаза росту і розвитку	Повторність вирощування кукурудзи на одному місці, разів	
	Перший раз	Другий раз
3 листки	9	13
9 листків	9	12
Молочна стиглість	7	10

Поряд із різною чисельністю бур'янів при вирощуванні кукурудзи у сівозміні та у повторних посівах, нами було виявлено відмінності у видовому складі бур'янів. Зокрема при вирощуванні кукурудзи у сівозміні після попередника пшениці озимої основними видами бур'янів були мишій сизий (*Setaria pumila*) та зелений (*Setaria viridis*), лобода біла (*Chenopodium album*) та щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus*). За повторного вирощування кукурудзи два роки поспіль видове різноманіття бур'янів у її посівах обмежилось лише лободою білою (*Chenopodium album*) та щирицею звичайною (*Amaranthus retroflexus*). Враховуючи те, що мишії належать до більш вологолюбивих рослин, ніж лобода та щириця, то можна зробити висновок, що за повторного вирощування кукурудзи ґрунт більше висушується, що обмежує проростання мишію. В той же час лобода біла і щириця звичайна краще проростають за більш сухого стану ґрунту та можуть добре конкурувати з посівами кукурудзи.

На період збирання кукурудзи густина рослин була майже однаковою в обох варіантах та не залежала від повторності її вирощування: 60,3–60,4 тис. шт./га (табл. 3).

Таблиця 3

**Показники продуктивності посівів кукурудзи залежно від повторності вирощування**

Параметр	Повторність вирощування кукурудзи на одному місці, разів	
	Перший раз	Другий раз
Густина рослин на період збирання, тис. шт./га	60,4	60,3
Середня маса зерна з одного початку кукурудзи, г	1600,8	1620,4
Урожайність зерна, т/га	9,654	9,749

Маса зерна з одного початку кукурудзи з варіанту вирощування кукурудзи у сівозміні після попередника пшениця озима становила 1600,8 г, а при повторному вирощуванні кукурудзи з додатковим внесенням мінеральних добрив була

на 1% вища і склала 1620,4 г. Найвища урожайність зерна кукурудзи встановлена на варіанті повторного вирощування кукурудзи з додатковим внесенням мінеральних добрив – 9,749 т/га. Це було на 1% більше, ніж на варіанті з вирощуванням кукурудзи у сівозміні, де рівень урожайності зерна склав 9,654 т/га.

Таким чином встановлено, що додаткове внесення мінеральних добрив за повторного вирощування кукурудзи не позначається на збереженні рослин на період її збирання та сприяє збільшенню маси зерна з одного початку і урожайності кукурудзи лише на 1%, що не є суттєвим з урахуванням затрат на додаткове удобрення її посівів.

Проведений хімічний аналіз одержаного зерна кукурудзи показав, що вміст білка з варіанту вирощування кукурудзи у сівозміні після попередника пшениці озимої був найвищим і становив 7,67%. За повторного вирощування кукурудзи з додатковим внесенням мінеральних добрив уміст білка у зерні був на 0,4% нижчим і склав 7,27%. З цього можна зробити висновок, що додатковий мінеральний азот, що був внесений у ґрунт з мінеральними добривами був використаний на ростові процеси, формування урожаю кукурудзи, але не на підвищення поживної цінності зерна. Тому за повторного вирощування кукурудзи з додатковим внесенням мінеральних добрив, зерно доцільно використовувати у більшій мірі на технічні потреби. В той же час при вирощуванні кукурудзи у сівозміні, одержане зерно є більш поживним за вмістом білка, тому може бути використане для кормових потреб (табл. 4).

Таблиця 4

**Якість зерна кукурудзи залежно від повторності вирощування, шт./м<sup>2</sup>**

Якісні характеристики	Повторність вирощування кукурудзи на одному місці, разів	
	Перший раз	Другий раз
Вміст білка, %	7,67	7,27
Вміст вологи, %	11,80	11,40
Вміст нітратів, мг/кг	188,0	176,0

Одержаний вміст білку у зерні кукурудзи був досить низьким. Це можна пояснити особливостями гібрида, недостатнім вмістом поживних речовин у ґрунті, погодними умовами, технологічними чинниками удобрення і вирощування кукурудзи.

Вміст вологи зерна кукурудзи на період повної стиглості з варіанту вирощування її у сівозміні після попередника пшениці озимої становив 11,8%. За повторного вирощування кукурудзи два роки поспіль вміст вологи у зерні був на 0,4% нижчим і становив 11,4%. Втрата вологості зерном кукурудзи під час дозрівання є складним інтегральним процесом, що залежить від багатьох чинників, зокрема фізико-біохімічних властивостей зерна, морфологічних ознак початку кукурудзи, зокрема товщини стрижня, лінійних розмірів зернівки, крупності зерна, кількості і здатності до розкриття обгорток початку, поникненості початку, строків прояву чорного прошарку в зерні, консистенції ендосперму, а також біологічних характеристик гібрида кукурудзи, зокрема тривалості латентної фази і стійкості до посухи. Має певний вплив на вологість зерна і вміст вологи у ґрунті. Виходячи з цього, впливає, що за повторного вирощування кукурудзи знижується вміст вологи у ґрунті, що відповідно, зумовлює нижчу вологість зерна кукурудзи.

При надлишковому, неправильному та пізньому азотному живленні, у зерні кукурудзи можуть накопичуватися нітрати, що викликають токсикаційні

ефекти на живі організми. Вміст нітратів у зерні кукурудзи при його вирощуванні у сівозміні становив 188 мг/кг. Це було на 6,4% більше, ніж містилося нітратів у зерні кукурудзи при її вирощуванні повторно два роки поспіль, де вміст нітратів становив 176 мг/кг.

Граничнодопустима концентрація нітратів у зерні злакових культур становить 300 мг/кг. Тому в обох варіантах вміст нітратів у зерні кукурудзи був безпечним і становив по 0,6 ГДК.

**Висновки і пропозиції.** При повторному вирощуванні кукурудзи два роки поспіль із додатковим внесенням мінеральних добрив, порівняно із вирощуванням кукурудзи у сівозміні після попередника пшениці озимої, затримка у рості і розвитку розпочалась починаючи з 9-го листка кукурудзи на одну добу і до повної стиглості вона зростає до трьох діб. Частка бур'янів у повторних посівах кукурудзи була на 25,0–30,8% більша, ніж у сівозміні та зменшувалось різноманіття бур'янів у напрямі концентрування лободи білої та щиріци звичайної. Додаткове внесення мінеральних добрив на повторних посівах кукурудзи зумовлювало зростання урожайності зерна кукурудзи на 1%, проте зменшувався вміст білка та вологи у зерні на 0,4% та вміст нітратів – на 6,4%, порівняно із вирощуванням кукурудзи після попередника пшениці озимої.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Корнійчук О.В. Повторна сівба кукурудзи в короткоротаційних сівозмінах. Ризики та доцільність. *Агроном*. URL: <https://www.agronom.com.ua/povtorna-sivba-kukurudzy-v-korotkorotatsijnyh-sivozminah-ryzyky-ta-dotsilnist/> (дата звернення 08.01.2023.).
2. Артеменко С. Кукурудза в короткоротаційній сівозміні. *Пропозиція*. 2017. № 1. С. 82–87.
3. Мазур В.А., Шевченко Н.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування якісних показників зерна. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. Вип. 6 (Т. 1). С. 7–13.
4. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів: Українські технології, 2014. 1040 с.
5. Кукурудза – врожай зростає. *Пропозиція*. 2003. № 8–9. С. 108–109.
6. Маслак О. Ринок кукурудзи врожаю 2016 року. *Агробізнес сьогодні*. 2016. URL: <http://www.agro-business.com.ua/agro/item/7945-rynok-kukurudzy-vrozhaiu-2016-roku.html> (дата звернення 08.01.2023.).
7. Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Кукурудза: навч.-практ. вид. Львів: Україн. технології. 2002. 48 с.
8. Воскобойник О.В. Оцінка стабільності врожайності зерна гібридів кукурудзи за різних екофакторів середовища. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2005. № 26–27. С. 82–86.
9. Штукін М. О., Оничко В. І. Особливості підбору гібридів кукурудзи для умов північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*. 2013. Вип. 11. С. 212–217.
10. Барчукова А., Коваленко О. Кукурудза без стресів. *Пропозиція*. 2013. № 5(215). С. 74–75.
11. Ткачук О.П., Бондаренко М.І. Екологічна оцінка повторних посівів кукурудзи в Україні. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 1 (24). С. 182–191. DOI:10.37128/2707-5826-2022-1-13
12. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових. Міністерство аграрної політики та продовольства України, Український інститут експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. 2016. 81 с.