



УДК 633.15;631.555;631.55.032; 631.572
DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.9.2024.24>

ВПЛИВ ДЕСИКАНТІВ НА ВОЛОГІСТЬ, УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА ТА ПОБІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ КУКУРУДЗИ

А. А. Засуха¹

Ріст і розвиток рослин кукурудзи та її продуктивність в значній мірі залежить від елементів технології її вирощування. Одним із найменш досліджених технологічних складових є застосування десикантів та їх вплив на вологість зерна і побічної продукції кукурудзи. Метою дослідження було визначення впливу десикантів і строків їх застосування на вологість і урожайність зерна та побічної продукції кукурудзи в умовах Правобережного Лісостепу України. Доведено, що вологість і урожайність зерна та побічної продукції кукурудзи змінюється залежно від кліматичних умов року та строків застосування десикантів. Достовірної різниці за цими показниками між досліджуваними препаратами не виявлено. Результатами досліджень встановлено, що за першого строку застосування десикантів вологість зерна і побічної продукції кукурудзи зменшувалася на 8,1–8,6 та 11,8–12,4%, другого на 5,7–6,1 та 5,6–5,9%, а третього на 2,1–2,2 та 1,7–2,0%, порівняно із контрольними варіантами. Найбільше зменшення вологості листків та обгортки і стрижня качана рослин кукурудзи зафіксовано у перший строк внесення десикантів – 18,5–19,1% і 6,9–7,6%. А вологість стебла найбільше зменшувалася за другого строку на 14,9–15,8%.

За першого строку використання десикантів відмічено зменшення урожайності зерна на 0,11–0,12 т/га, порівняно із контролем. За другого і третього строків використання десикантів спостерігалось незначне зростання зернової продуктивності на 0,04–0,06 т/га. Спостерігалось зменшення урожайності побічної продукції на 0,20–1,16 т/га на варіантах із застосуванням десикантів, порівняно із ділянками без їх внесення (контроль). Максимальні значення урожайності зерна кукурудзи отримано за третього строку використання десикантів – 9,44–9,51 т/га, а побічної продукції за першого – 18,46–19,61 т/га. Отримані результати підтверджують важливість застосування десикантів при вирощуванні кукурудзи.

Ключові слова: десикація, гербіциди, препарати, строк застосування десикантів, продуктивність, основна продукція.

¹ здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти спеціальності 201 Агрономія (Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква)
e-mail: agro2020@meta.ua
ORCID: 0009-0004-8215-4675

EFFECT OF DESICCANTS ON MOISTURE CONTENT, YIELD OF GRAIN AND CORN BY-PRODUCTS

A. A. Zasukha

The growth and development of maize plants and their productivity are largely dependent on the elements of maize cultivation technology. One of the least studied technological components is the use of desiccants and their effect on the moisture content of maize grain and by-products. The aim of the study was to determine the effect of desiccants and the timing of their application on the moisture content and yield of grain and maize by-products in the right-bank forest steppe of Ukraine. It was shown that the moisture content and yield of grain and maize by-products varied depending on the climatic conditions of the year and the time of desiccant application. No significant differences in these indicators were found between the preparations studied. The results of the research showed that in the first term of application of desiccants, the moisture content of grain and maize by-products decreased by 8.1–8.6 and 11.8–12.4%, in the second by 5.7–6.1 and 5.6–5.9%, and in the third by 2.1–2.2 and 1.7–2.0%, compared to the control variants. The greatest decrease in the moisture content of the leaves and sheaths and the cob of maize plants was recorded in the first period of desiccant application – 18.5–19.1% and 6.9–7.6%, respectively. And the stem moisture content decreased the most in the second term by 14.9–15.8%. During the first term of desiccant application, a decrease in grain yield of 0.11–0.12 t/ha grain was observed compared to the control. During the second and third terms of desiccant use, a slight increase in grain productivity of 0.04–0.06 t/ha was observed. A decrease in by-product yield of 0.20–1.16 t/ha was observed in the treatments with desiccant application compared to the plots without desiccant application (control). The maximum maize grain yield was obtained in the third term of desiccant application – 9.44–9.51 t/ha, and by-products in the first term – 18.46–19.61 t/ha. The obtained results confirm the necessity of using desiccants in maize cultivation.

Key words: desiccation, herbicides, preparations, duration of desiccant application, productivity, main products.

Вступ

Кукурудза (*Zea mays* L.) вирощується майже на 100 млн. га з валовим виробництвом більше 1000 млн т у світі. Міжнародні аналітики прогнозують, що в найближчі роки світовий ринок переробки кукурудзи зросте на 25% і до 2026 р. досягне рівня 1,19 млрд т (Сидякіна і Мелешко, 2022). До 2050 р. попит на кукурудзу подвоїться в країнах, що розвиваються і вона стане культурою з найвищою урожайністю в світі (Cairnsetal, 2012).

Вирощування кукурудзи на зерно відіграє стабілізуючу роль у зерновому комплексі України, оскільки в несприятливі для інших зернових культур роки, її врожайність є порівняно стабільною (Грабовський, 2010). Технологія вирощування кукурудзи повинна враховувати ґрунтово-кліматичні особливості регіону, що дозволяє найбільш повно використовувати сприятливі та послаблювати або взагалі усувати несприятливі фактори середовища. Переваги кукурудзи полягають також у можливості тривалого збирання без втрат та відсутності вилягання на високому фоні внесених добрив або родючих ґрунтах (Климчук, 2013). В той же час, кукурудза все більше використовується в якості відновлюваної сировини для виробництва різних видів біо-

палив і є досить важливою енергетичною культурою. Побічна продукція кукурудзи може бути використана, як сировина для виробництва твердого біопалива, біоетанолу другого покоління та біогазу (Соколік, 2016; Grabovskiy et al., 2023).

Різні частини побічних продуктів кукурудзи мають різні фізико-хімічні характеристики, але, у загальному, це лігноцелюзна біомаса (Geletukha et al., 2022). Лігноцелюлоза є найпоширенішим відновлюваним ресурсом на землі та є недорогою сировиною для виробництва енергії з біомаси. Солома зернових культур є важливим компонентом лігноцелюлози, яка багата на целюлозу та геміцелюлозу. Серед них побічна продукція кукурудзи становить близько 3×10^8 т, що складає 1/3 від загальної кількості соломи у світі (Rao et al., 2023). Незважаючи на те, що більшу частину побічної продукції кукурудзи можна ефективно використати шляхом повернення в поле та для кормів тваринам, частина її все одно спалюється або викидається. Тому подальше збільшення коефіцієнта використання побічної продукції кукурудзи екологічно чистими методами є корисним для ресурсозбереження та захисту навколишнього середовища (Van et al., 2024). Коефіцієнт виходу побічної продукції кукурудзи на

зерно (масове співвідношення між побічною продукцією та зерном) залежить від багатьох факторів, насамперед від гібриду, але в середньому для кукурудзи він становить 1,37 (Гелетуха та ін., 2020). Видалення пожнивних решток з поля має бути збалансовано з мінімальним впливом на навколишнє середовище (ерозія ґрунту), підтримки рівня органічної речовини ґрунту та збереження або підвищення продуктивності культури (Wilhelm et al., 2004).

Період збирання кукурудзи визначається рівнем вологості зерна. Тому перед початком збирання аграрії визначають вологість зерна та його стиглість, враховуючи терміни сівби та групу стиглості гібриду. Під час збирання врожаю побічна продукція кукурудзи часто більш волога (більше 30%), ніж зерно, але після збирання зерна волога з біомаси інтенсивно випаровується (Geletukha et al., 2022). Крім того, вологість решток кукурудзи сильно залежить від погодних умов під час збирання врожаю, а інтенсивні опади можуть призвести до дуже несприятливих умов для збирання біомаси і подальшого її енергетичного використання (Гелетуха та ін., 2020). Вологість різних частин кукурудзи неоднорідна і швидко зменшується через 120 днів від дати сівби (Igathinathane et al., 2004).

У пшениці, контрольованою обробкою десикантами після наливу зерна, можна регулювати взаємозв'язок між старінням і ремобілізацією та прискорювати формування зерна (Yang & Zhang, 2006). Стебло кукурудзи зберігає велику кількість вуглеводів під час вегетативної стадії розвитку рослин. Ремобілізація цих резервів сприяє наливу зерна кукурудзи. Прискорення дегідратації зерен кукурудзи під час збирання без зниження врожайності має потенційну цінність для виробництва гібридного насіння кукурудзи (Kumar et al., 2019).

Для зменшення вологості основної продукції та більш рівномірного дозрівання рослин сільськогосподарських культур, на момент збирання врожаю застосовують десикацію посівів. Після десикації зменшуються витрати на збирання врожаю, обмежується поширення хвороб, стає можливим оптимізація термінів збирання врожаю. Десикація не впливає на якість насіння, але його схожість та біологічний потенціал урожайності культур зберігається (Сторчоус, 2018). Для десикації використовують препарати або гербіциди з різним механізмом дії на основі диквату, гліфо-

сату та глюфосинату амонію (Нінуа, 2017; Грабовський, 2021; Грабовський, 2017; Мостипан і Грабовський, 2023). Однак використання десикації штучно прискорює дозрівання врожаю, що може мати негативний вплив на врожайність сільськогосподарських культур. Але слід відмітити, що даних по впливу десикантів на урожайність і вологість зерна кукурудзи та особливо побічної продукції в літературних джерелах наведено недостатньо, що і визначає актуальність наших досліджень.

Метою дослідження було визначення впливу десикантів і строків їх застосування на вологість і урожайність зерна та побічної продукції кукурудзи в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріал і методи

Дослідження проводили в 2022–2023 рр. у ПСП Агрофірма «Світанок» Білоцерківського району Київської області за наступною схемою: Фактор А. Десиканти 1. Без десикації (контроль); 2. Реглон Супер (3 л/га); 3. Раундап Макс (3 л/га); 4. Баста (2 л/га). Фактор В. Строк застосування десикантів за вологості зерна, % 1. 40; 2. 30; 3. 20. Висівали гібрид кукурудзи СИ Октеон (ФАО 380). Густота стояння рослин становила 70 тис. шт./га. Площа облікової ділянки – 294 м². Повторність – триразова. Розміщення варіантів послідовне. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем глибокий середньосуглинковий на лесовидному суглинку.

Облік врожаю та визначення вологості зерна і побічної продукції (ПП) проводили відповідно до варіантів досліду через 5–7 діб після застосування десикантів, а у останній період обліків застосовували комбайнове збирання з кожної ділянки. Урожайність зерна кукурудзи перераховували на вологість 14%. Вміст вологи у зерні кукурудзи визначали автоматичним вологоміром «Wile 78», а побічної продукції термостатно-ваговим методом з відбором зразків та їх висушуванням в сушильній шафі при температурі +105 °С до постійної маси, з перерахунком на 1 га.

Технологія вирощування кукурудзи загальноприйнята для Правобережного Лісостепу України, крім прийомів, які були поставлені на вивчення. Сівбу кукурудзи проводили у третій декаді квітня за температури ґрунту на глибині загортання насіння 8–10 °С. Мінеральні добрива N₆₀P₆₀K₆₀ (нітроамофоска) вносили восени, а азотні N₄₀ (аміачна селітра) – перед сівбою кукурудзи. Захист від бур'янів включав

застосування гербіциду Майстер Пауер 57,5 OD (1,25 л/га) у фазі 3–4 листків кукурудзи. Дослідження проводили згідно методичних рекомендацій (Єщенко, 2014).

Результати

Вологість зерна і побічної продукції кукурудзи залежала від кліматичних умов у роки досліджень. У вересні 2022 р. кількість опадів перевищувала середньобагаторічні показники на 47,3 мм, що вплинуло на збільшення вологості зерна кукурудзи, яка залежно від варіанту досліду була в межах 18,5–40,5% (табл. 1). У 2023 р. значна кількість опадів спостерігалася лише в 1-й декаді вересня і показники вологості зерна зменшилися до 17,4–39,6%. У середньому, за два роки на контрольному варіанті вологість зерна кукурудзи становила 40,1, 30,8 і 20,1%, відповідно за першого, другого і третього періодів обліків.

На першому варіанті застосування десикантів (за вологості зерна 40%) відмічене найбільше зниження вологості зерна кукурудзи на 8,1–8,6%, порівняно із ділянками без їх використання (контроль).

Обробка посівів кукурудзи десикантами в другий строк (за вологості зерна 30%) знижувало вологість зерна кукурудзи на 5,7–6,1%, до 24,7–25,1%. Обприскування рослин у третій строк (за вологості зерна 20%) мало найменшу ефективність на вологість зерна. Вона становила 18,0%, що менше контрольного варіанту лише на 2,2%.

Не відмічено достовірної різниці, в роки досліджень, за вологістю зерна між варіантами із використанням десикантів за всіх строків їх застосування, вона була в межах похибки ($НІР_{05}$ в 2022 р. – 1,8, у 2023 р. – 2,1%). Лише при використанні Реглон Супер (3 л/га) відмічено тенденцію до більшого зменшення вологості зерна, порівняно із іншими препаратами.

Застосування десикації посівів по різному впливало на зменшення вологості ПП та окремих структурних частин рослин кукурудзи. За першого строку їх внесення, вологість рослин кукурудзи зменшувалася на 11,8–12,4%, другого – 5,6–5,9%, третього – 1,7–2,0%, порівняно із контролем (табл. 2). Найбільше зменшення вологості листків та обгорток і стрижня качана зафіксовано у перший строк внесення десикантів (за вологості зерна 40%) – 18,5–19,1% і 6,9–7,6%.

У наступні строки проведення десикації їх вологість зменшувалася несуттєво, в межах 0,2–0,9%. Вологість стебла найбільше зменшувалася за другого строку застосування десикантів (за вологості зерна 30%) – на 14,9–15,8%. За третього строку вологість стебла зменшилася лише на 4,6–5,4%. Як і вологість зерна, так і вологість побічної продукції не залежала від виду десиканта.

Встановлено, що урожайність основної та побічної продукції кукурудзи залежала від року досліджень та строків застосування

Таблиця 1

Вологість зерна кукурудзи залежно від застосування десикантів

Десиканти (А)	Строк застосування десикантів за вологості зерна, % (В)	2022 р.	2023 р.	Середня
Без десикації (контроль)	40	40,5	39,6	40,1
	30	31,2	30,4	30,8
	20	20,4	19,8	20,1
Реглон Супер (3 л/га)	40	32,4	30,5	31,5
	30	25,3	24,1	24,7
	20	18,2	17,7	18,0
Раундап Макс (3 л/га)	40	32,7	30,8	31,8
	30	25,5	24,3	24,9
	20	18,3	17,7	18,0
Баста (2 л/га)	40	32,6	31,3	32,0
	30	25,6	24,6	25,1
	20	18,5	17,4	18,0
$НІР_{05}$, для	А	1,8	2,1	
	В	5,2	5,7	
	АВ	7,4	8,1	

Таблиця 2

Вологість побічної продукції (ПП) кукурудзи залежно від застосування десикантів
(середнє за 2022–2023 рр.)

Десиканти (А)	Строк застосування десикантів за вологості зерна, % (В)	Структурні частини рослини			Рослина без зерна
		стебло	листки	обгортки і стрижень качана	
Без десикації (контроль)	40	78,9	61,7	46,3	62,3
	30	74,7	18,2	12,7	35,2
	20	39,6	11,8	10,5	20,6
Реглон Супер (3 л/га)	40	68,7	42,6	38,7	50,0
	30	58,9	17,1	12,0	29,3
	20	34,2	11,4	10,1	18,6
Раундап Макс (3 л/га)	40	69,2	42,9	39,2	50,4
	30	59,3	17,3	12,0	29,5
	20	35,0	11,5	10,2	18,9
Баста (2 л/га)	40	69,0	43,2	39,4	50,5
	30	59,8	17,1	11,8	29,6
	20	34,6	11,2	10,3	18,7
НІР ₀₅ , для	А	5,6			
	В	6,8			
	АВ	12,6			

Таблиця 3

Урожайність зерна кукурудзи залежно від застосування десикантів
(в перерахунку на 14 % вологість зерна)

Десиканти (А)	Строк застосування десикантів за вологості зерна, % (В)	2022 р.	2023 р.	Середня
Без десикації (контроль)	40	7,40	9,01	8,21
	30	8,03	9,77	8,90
	20	8,52	10,36	9,44
Реглон Супер (3 л/га)	40	7,36	8,84	8,10
	30	8,09	9,82	8,96
	20	8,53	10,41	9,47
Раундап Макс (3 л/га)	40	7,33	8,89	8,11
	30	8,13	9,80	8,97
	20	8,56	10,38	9,47
Баста (2 л/га)	40	7,38	8,80	8,09
	30	8,11	9,80	8,96
	20	8,55	10,46	9,51
НІР ₀₅ , для	А	1,4	1,6	
	В	0,6	0,8	
	АВ	2,2	2,3	

десикантів (табл. 3 і 4). Вища урожайність зерна була у 2023 р. – 9,01–10,46 т/га, а у 2022 р. вона зменшилася на 17,0–19,6% і становила 7,40–8,55 т/га.

На першому варіанті використання десикантів (при вологості зерна 40%) відмічено зменшення урожайності зерна на 0,11–0,12 т/га, порівняно із контролем.

Це підтверджується і даними досліджень А. Шинкарук і В. Лихочвора, які відмічають, що проведення десикації при вологості зерна 40% знижує врожайність зерна кукурудзи за рахунок припинення фотосинтезу, синтезу та обміну речовин, штучного пришвидшення закінчення періоду вегетації (Shynkaruk & Lykhochvor, 2021).

За другого і третього строків використання десикантів спостерігалось незначне зростання зернової продуктивності на 0,04–0,06 т/га. Тобто, на відміну від вологості зерна, вплив десикантів за пізніх строків внесення на продуктивність кукурудзи був незначним. Максимальні значення врожайності зерна отримано за третього строку використання десикантів (при вологості зерна 20%) – 9,44–9,51 т/га.

В середньому, за два роки при застосуванні Реглон Супер (3 л/га), при вологості зерна 40% врожайність зерна становила 8,10 т/га, за другого строку (при вологості зерна 30%) – 8,96 т/га і третього (при вологості зерна 20%) – 9,93 т/га. Обробка посівів кукурудзи Раундап Макс (3 л/га) дозволила отримати показники врожайності зерна на рівні 8,11, 8,97 і 9,92 т/га, а препаратом Баста (2 л/га) – 8,09, 8,96 і 9,96 т/га. Тобто достовірної різниці між досліджуваними десикантами за врожайністю зерна не виявлено.

Урожайність побічної продукції (ПП) кукурудзи мала вищі показники у більш

сприятливому 2023 р. – 14,59–20,94 т/га, а у 2022 р. вона зменшилася до 12,63–18,28 т/га (табл. 4).

На відміну від зерна, урожайність ПП більш суттєво залежала від строків проведення десикації посівів кукурудзи. Так, найвищі значення отримано за першого строку (при вологості зерна 40%) – 18,46–19,61 т/га, за другого (при вологості зерна 30%) – 15,45–16,11 т/га, а третього – 13,61–14,01 т/га. За рахунок зменшення вологості рослин кукурудзи та окремих її структурних елементів відмічено зменшення урожайності ПП на 0,20–1,16 т/га на варіантах із застосуванням десикантів, порівняно із ділянками без їх внесення (контроль). Серед препаратів дещо вища урожайність ПП отримана за використання Реглон Супер (3 л/га) – 15,92 т/га, а при обприскуванні посівів Раундап Макс (3 л/га) і Баста (2 л/га) вона становила 15,90 і 15,88 т/га. Але, як і по урожайності зерна достовірної різниці за урожайністю ПП між різними препаратами не відмічено.

За результатами дисперсійного аналізу було встановлено, що на вологість зерна кукурудзи в більшій мірі впливають десиканти (42,3%) і строк їх застосування (36,2%) (рис. 1). В той час, як на вологість ПП вплив самих десикантів був більшим (48,6%), ніж строки їх використання (29,1%).

На урожайність зерна кукурудзи в значній мірі впливали строки проведення десикації

Таблиця 4

Урожайність побічної продукції (ПП) кукурудзи залежно від застосування десикантів

Десиканти (А)	Строк застосування десикантів за вологості зерна, % (В)	2022 р.	2023 р.	Середня
Без десикації (контроль)	40	18,28	20,94	19,61
	30	15,02	17,20	16,11
	20	13,06	14,96	14,01
Реглон Супер (3 л/га)	40	17,16	19,75	18,46
	30	14,54	16,42	15,48
	20	12,88	14,75	13,82
Раундап Макс (3 л/га)	40	17,23	19,71	18,47
	30	14,52	16,38	15,45
	20	12,85	14,68	13,77
Баста (2 л/га)	40	17,25	19,78	18,52
	30	14,55	16,48	15,52
	20	12,63	14,59	13,61
НІР ₀₅ , для	А	2,6	3,4	
	В	1,3	1,5	
	АВ	3,6	3,8	

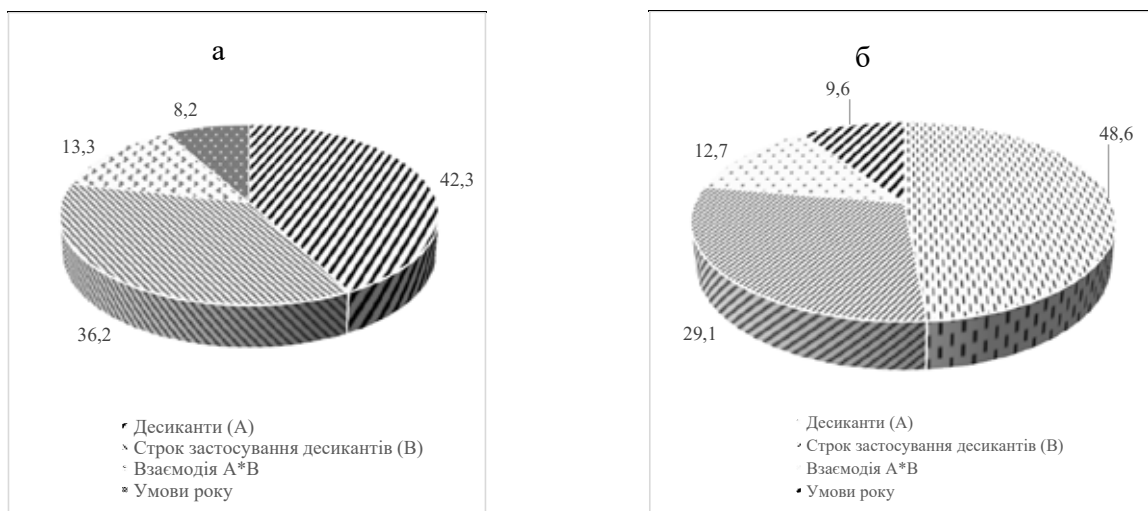


Рис. 1. Частки впливу факторів на вологість зерна (а) і побічної продукції кукурудзи (б)

кації посівів (46,4%) та самі препарати (29,6%) (рис. 2). Урожайність ПП на 49,7% залежала від термінів внесення десикантів і на 26,4% від препаратів. На вологість і урожайність зерна та побічної продукції суттєвий вплив мали також погодні умови досліджень.

Обговорення

Вологість зерна є обмежуючим фактором при комбайновому збиранні. Низька вологість зерна при збиранні знижує витрати на післязбиральну сушку зерна та втрату якості насіння під час зберігання. Передзбиральна десикація економічно та ефективно дозволяє своєчасно зібрати врожай за несприятливих погодних умов (Wang & Li, 2017).

Дослідженнями А. Шинкарук і В. Лихочвора встановлено, що проведення десикації позитивно впливало на передзбиральну вологість кукурудзи в усіх варіантах дослідження. Найменшу вологість зерна 20,1% кукурудзи отримали при застосуванні Раундап Макс у нормі 3,2 л/га у варіанті обробки рослин при вологості 40%. Найбільше зниження вологості – 6,8% та відсутність впливу на врожайність отримали при використанні препарату Раундап Макс у нормі 3,2 л/га при настанні чорної точки (Shynkaruk & Lykhochvor, 2021).

У дослідженнях, проведених в університеті Мінесота (США) вносили гліфосат в дозах 0,4, 0,8, 1,3 і 1,7 кг/га під кукурудзу до фізі-

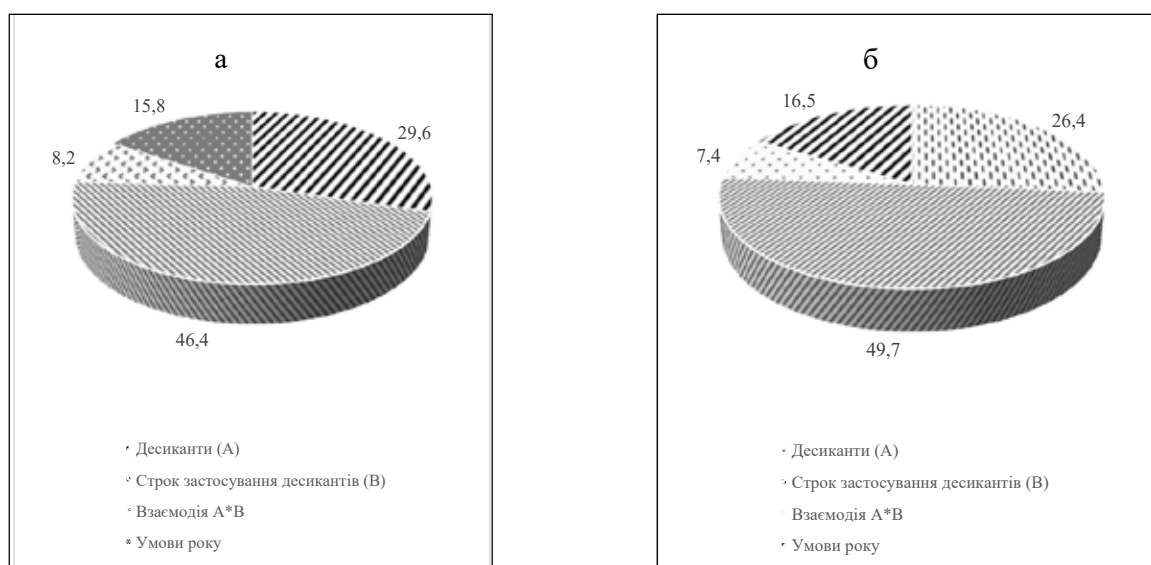


Рис. 2. Частки впливу факторів на урожайність зерна (а) і побічної продукції кукурудзи (б)

ологічної стиглості зерна (вологість 44–47%) і у фізіологічній стиглості (вологість зерна 35–39%). Через три тижні після обробки, вологість зерна на варіантах оброблених у фізіологічній зрілості була на 2,3–6,9% нижчою, ніж у рослин, оброблених до фізіологічної зрілості. Жодна з обробок гліфосатом не зменшила врожайність зерна кукурудзи (Alcantara & Wyse, 1988). Своєчасне застосування гліфосату, як десиканта, знижує вміст вологи в зерні на 22–35%, не спричиняючи втрати врожайності та якості. При цьому він негативно впливає на фотосинтез, сприяючи дозріванню та старінню листків. У той же час, він також посилює ремобілізацію неструктурних вуглеводів (розчинних цукрів і крохмалю) з вегетативних органів до зерна (Zhao et al., 2020).

Застосування гліфосату при рівні вологості зерна кукурудзи 47% призводило до значного зниження вологості та маси насіння під час збирання. Коли посіви кукурудзи обробляли при вологості зерна від 30 до 15%, гліфосат не впливав на вилягання, врожайність, вологість насіння або масу насіння. Застосування гліфосату не впливало на схожість насіння кукурудзи. Але, обробка посівів при вологості зерна 35% і вище призводила до суттєвого зниження енергії проростання насіння (Thomason & Battaglia, 2020).

Результати досліджень W. Сао та ін. свідчать, що застосування Диквату на стадії R5 зерна прискорює дегідратацію кукурудзи. Вологість зменшувалася на 2,37%, 2,01% і 2,44%, залежно від концентрації препарату. Після внесення Диквату урожайність зерна, структура врожаю, вміст крохмалю, білка та олії кукурудзи не змінилися (Сао et al., 2021).

В умовах Бразилії було проведено оцінку ефективності застосування гербіцидів Паракват і Дикват, як десикантів у посівах кукурудзи за 14 і 7 днів до фізіологічної стиглості зерна кукурудзи та 7 днів після. Встановлено, що десиканти не впливали на висоту рослин, продуктивність та якість зерна, хоча візуально спостерігалось, що Паракват діє швидше, ніж Дикват, руйнуючи тканину листків рослин. Статистичні відмінності, виявлені між двома десикантами показали, що Дикват був ефективнішим, ніж Паракват. Застосування десикантів за 14 днів до фізіологічної стиглості зерна кукурудзи призвело до зниження врожаю зерна через зменшення маси сухої речовини зерна (Magalhães et al., 2002).

R. W. Gesch та ін. виявлено, що застосування хлорату натрію, як десиканта кукурудзи на ранній (D1), середній (D2) і фізіологічній (D3) фазах розвитку зерна, прискорило збір урожаю кукурудзи на 1–3 тижні, порівняно із ділянками без їх використання. Обробки у фазу D2 і D3 не вплинули на врожайність зерна кукурудзи, але вона зменшилася на 16% за використання у фазу D1 (Gesch et al., 2021).

Гербіциди Паракват, Паракват + Діурон та Глюфосинат амонію зменшують вологість листків та волоті, проте лише Глюфосинат амонію зменшує вологість стебла сорго. Паракват + Діурон має кращий вплив на втрату вологи біомасою рослин і тому має більший потенціал для використання для передзбиральної десикації. Гербіциди не впливають на теплотворну здатність біомаси сорго. Однак застосування контактних гербіцидів сприяє швидшій дефоліації, а тому збирання врожаю слід проводити протягом 14 днів після їх застосування (de Barros et al., 2020).

Висновки

Встановлено, що вологість зерна і побічної продукції кукурудзи залежала від кліматичних умов років досліджень та строків застосування десикантів. За першого строку застосування десикантів вологість зерна і побічної продукції кукурудзи зменшувалася на 8,1–8,6 та 11,8–12,4%, другого на 5,7–6,1 та 5,6–5,9%, а третього на 2,1–2,2 та 1,7–2,0%, порівняно із контрольними варіантами. Найбільше зменшення вологості листків та обгорток і стрижня качана рослин кукурудзи зафіксовано у перший строк внесення десикантів – 18,5–19,1% і 6,9–7,6%. А вологість стебла найбільше зменшувалася за другого строку на 14,9–15,8%.

Вищі показники урожайності зерна і побічної продукції були у 2023 р. – 9,01–10,46 та 14,59–20,94 т/га, а у 2022 р. вони зменшилися на 17,0–23,4%. За першого строку використання десикантів відмічено зменшення урожайності зерна на 0,11–0,12 т/га, порівняно із контролем. За другого і третього строків спостерігалось незначне зростання зернової продуктивності на 0,04–0,06 т/га. Відмічено зменшення урожайності побічної продукції на 0,20–1,16 т/га на варіантах із застосуванням десикантів, порівняно із ділянками без їх внесення (контроль). Максимальні значення урожайності зерна кукурудзи отримано за третього строку використання десикантів – 9,44–9,51 т/га, а побічної продукції за першого – 18,46–19,61 т/га.

На вологість зерна і побічної продукції кукурудзи, в більшій мірі впливають десиканти (42,3 і 48,6%) та строк їх застосування (36,2 і 29,1%). Урожайність зерна і побічної продукції кукурудзи залежать від строків проведення десикації посівів (46,4 і 49,7%) та препаратів (29,6 і 26,4%).

Не відмічено достовірної різниці за вологістю і урожайністю зерна та побічної продукції кукурудзи між варіантами із використанням десикантів. Лише при використанні Реглон Супер (3 л/га) спостерігалася тенденція до зменшення вологості та деякого зростання урожайності, порівняно із іншими препаратами.

Список використаної літератури

- Гелетуха Г.Г., Драгнев С.В., Железна Т.А., Баштовий А.І. Аналіз виробництва пелет та брикетів з побічної продукції кукурудзи на зерно. *Аналітична записка UABIO*. 2020. № 23. 42 с.
- Грабовський М.Б. Проблеми виробництва зерна кукурудзи у світі та в Україні. *Економіка та управління АПК*. 2010. № 71. С. 56–61.
- Грабовський М.Б. Варіанти контролю бур'янів на сумісних посівах. *Агробізнес Сьогодні*. 2021. № 14. С. 28–30.
- Грабовський М.Б. Вплив заходів контролювання чисельності бур'янів на ріст та розвиток кукурудзи. *Агробіологія*. 2017. № 2 (135). С. 45–54.
- Климчук О.В. Ефективність комплексного використання кукурудзи в біоенергетиці. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 19. С. 150–154.
- Мостипан О.В., Грабовський М.Б. Вплив гербіцидів на формування урожайності зерна та якісних показників сортів сої. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 132. С. 132–141. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.17>.
- Нінуа О. Заповіді успішної десикації. *Agroexpert*. 2017. № 8. С. 30–34.
- Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. Єщенко В. О. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
- Сидякіна О.В., Мелешко І.О. Ефективність застосування мінеральних добрив у посівах кукурудзи на зерно (огляд літератури). *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 128. С. 196–203. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.27>.
- Соколік С.П. Перспективи використання кукурудзи на зерно в якості біопалива. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2016. Вип. 173. С. 168–176.
- Сторчоус І. Правила десикації посівів зернових. *Агробізнес сьогодні*. 2018. №14. С. 12–13. [Електронний ресурс]. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/11950-pravyla-desykatsii-posiviv-zernovykh.html> (дата звернення 22.08.2024)
- Alcantara E., Wyse, D. Glyphosate as harvest aid for corn (*Zea mays*). *Weed Technology*. 1988. Т. 2. № 4. P. 410–413. <https://doi.org/10.1017/S0890037X00032176>.
- Ban Q., Wang J., Guo P., Yue J., Zhang L., Li J. Improved biohydrogen production by co-fermentation of corn straw and excess sludge: Insights into biochemical process, microbial community and metabolic genes. *Environmental Research*. 2024. № 256. 119171. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.119171>.
- Cairns J.E., Sonder K., Zaidi P.H., Verhulst N., Mahuku G., Babu R., Prasanna B.M. Maize production in a changing climate: impacts, adaptation, and mitigation strategies. *Advances in agronomy*. 2012. № 114. P. 1–58.
- Cao W., Wang Z., Li T., Mo Y., Wang Y., Tan W. Evaluation of the Potential of Diquat (1, 1'-Ethylene-2, 2'-bipyridyl) to Assist Maize Mechanical Harvesting As a Desiccant. *ACS Agricultural Science & Technology*. 2021. № 1 (6). P. 589–596. <https://doi.org/10.1021/acsagscitech.1c00054>.
- De Barros A.F., Pimentel L.D., de Freitas F.C.L., Cecon P.R., Tomaz A.C., Biesdorf E.M. Pre-harvest desiccation in biomass sorghum with herbicides. *Revista Ceres*. 2020. № 67 (5). P. 337–344. <https://doi.org/10.1590/0034-737X202067050001>.
- Geletukha G., Drahnev S., Zheliezna T., Karampinis M. Maize residues to Energy. *Bioenergy Association of Ukraine*. 2022. 48 p.
- Gesch R.W., Wells M.S., Hard A. Desiccation of corn allows earlier direct seeding of winter camelina in the northern corn belt. *Crop Science*. 2021. № 61. P. 2787–2797. <https://doi.org/10.1002/csc2.20549>.

Grabovskiy M., Lozinskyi M., Grabovska T. Roubik H. Green mass to biogas in Ukraine – bio-energy potential of corn and sweet sorghum. *Biomass Conversion and Biorefinery*. 2023. № 13. P. 3309–3317. <https://doi.org/10.1007/s13399-021-01316-0>.

Igathinathane C., Womac A. R., Sokhansanj S., Pordesimo L. O. Vertical Mass and Moisture Distribution in Standing Corn Stalks // 2004 ASAE/CSAE Annual International Meeting (Ottawa, Ontario, Canada, 1-4 August, 2004). 20 p.

Kumar R., Bishop E., Bridges W.C., Tharayil N., Sekhon R.S. Sugar partitioning and source-sink interaction are key determinants of leaf senescence in maize. *Plant Cell Environ*. 2019. № 42. P. 2597–2611. <https://doi.org/10.1111/pce.13599>.

Magalhães P.C., Durães F.O.M., Karam D. Eficiência dos dessecantes paraquat e diquat na antecipação da colheita do milho. *Planta Daninha*. 2002. № 20 (3). P. 449–455.

Rao Y., Zhou S., Huang Y., Dou S., Dai H., Wen Y. Advances in research involving deep incorporation of enriched straw on soil quality. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*. 2023. № 31 (10). P. 1579–1587. <https://doi.org/10.12357/cjea.20230145>.

Shynkaruk L., Lykhochvor V. Effect of Desiccant Application on Pre-Harvest Humidity of Medium-Early Hybrid LG 3258 Corn in Western Forest-Steppe Conditions. 2021. *Scientific horizons*. № 24 (12). P. 32–38. [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(12\).2021.32-38](https://doi.org/10.48077/scihor.24(12).2021.32-38).

Thomason W., Battaglia M. Early defoliation effects on corn plant stands and grain yield. *Agronomy Journal*. 2020. № 112 (6). P. 5024–5032. <https://doi.org/10.1002/agj2.20402>.

Wang K., Li S. Analysis of influencing factors on kernel dehydration rate of maize hybrids. *Scientia Agricultura Sinica*. 2017. № 50. P. 2027–2035.

Wilhelm W.W., Johnson J.M., Hatfield J.L., Voorhees W.B., Linden D.R. Crop and soil productivity response to corn residue removal: a literature review. *Agronomy journal*. 2004. № 96 (1). P. 1–17. <https://doi.org/10.2134/agronj2004.1000a>.

Yang J., Zhang J. Grain filling of cereals under soil drying. *New Phytol*. 2006. № 169. P. 223–236. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2005.01597.x>.

Zhao L., Xie L., Huang J., Su Y., Zhang C. Proper glyphosate application at post-anthesis lowers grain moisture content at harvest and reallocates non-structural carbohydrates in maize. *Frontiers in plant science*. 2020. № 11. 580883. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.580883>.

References

Gheletukha, Gh., Draghnjev, S.V., Zheljezna, T.A., & Bashtovij, A.I. (2020). Analiz vyrobnyctva pelet ta bryketiv z pobichnoji produkciji kukurudzy na zerno [Analysis of the production of pellets and briquettes from by-products of corn for grain]. *Analitychna zapyska UABIO [UABIO Analytical Note]*, 23, 42 [in Ukrainian].

Ghrabovskij, M.B. (2010). Problemy vyrobnyctva zerna kukurudzy u sviti ta v Ukraini [Problems of corn grain production in the world and in Ukraine]. *Ekonomika ta upravlinnja APK [Economy and management of agriculture]*, 71, 56–61 [in Ukrainian].

Ghrabovskij, M.B. (2021). Varianty kontrolju bur'janiv na sumisnykh posivakh [Variants of weed control in intercropping]. *Aghrobiznes Sjoghodni [Agribusiness Today]*, 14, 28–30 [in Ukrainian].

Ghrabovskij, M.B. (2017). Vplyv zakhodiv kontroljuvannja chyseljnosti bur'janiv na rist ta rozvytok kukurudzy [The influence of weed control measures on the growth and development of corn]. *Aghrobiologhija [Agrobiology]*, 2 (135), 45–54 [in Ukrainian].

Klymchuk, O.V. (2013). Efektyvnistj kompleksnogho vykorystannja kukurudzy v bioenerghetyci [Effectiveness of the integrated use of corn in bioenergy]. *Naukovi praci Instytutu bioenerghetychnykh kuljtur i cukrovykh burjakiv [Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet]*, 19, 150–154 [in Ukrainian].

Mostypan, O.V., & Ghrabovskij, M.B. (2023). Vplyv gherbicydiv na formuvannja urozhajnosti zerna ta jakisnykh pokaznykiv sortiv soji [The effect of herbicides on the formation of grain yield and quality indicators of soybean varieties]. *Tavrijskij naukovyj visnyk [Taurian Scientific Bulletin]*, 132, 132–141 <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.17> [in Ukrainian].

Ninua, O. (2017). Zapovidi uspishnoji desykaciji [Precepts of successful desiccation]. *Agroexpert*, 8, 30–34 [in Ukrainian].

Jeshhenko, V. (Ed.) (2014). Osnovy naukovykh doslidzhenj v aghronomiji [Basics of scientific research in agronomy]. Vinnycja [in Ukrainian].

Sydjakina, O.V., & Mjeljeshko, I.O. (2022). Efektyvnistj zastosuvannja mineralnykh dobryv u posivakh kukurudzy na zerno (oghljad literatury) [Effectiveness of using mineral fertilizers in sow-

ing corn for grain (literature review)]. *Tavrijskyj naukovyj visnyk [Taurian Scientific Bulletin]*, 128, 196–203. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.27> [in Ukrainian].

Sokolik, S.P. (2016). Perspektyvy vykorystannja kukurudzy na zerno v yakosti biopalyva [Prospects for using corn for grain as biofuel]. *Visnyk Kharkivskogo nacionalnogo tekhnichnogo universytetu sil'skogo gospodarstva imeni Petra Vasylenka [Bulletin of the Petro Vasylenko Kharkiv National Technical University of Agriculture]*, 173, 168–176 [in Ukrainian].

Storchous, I. (2018). Pravyla desykacii posiviv zernovykh [Rules of desiccation of grain crops]. *Aghrobiznes sjoghodni [Agribusiness today]*, 14, 12–13. [Electronic resource] URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/11950-pravyla-desykatsii-posiviv-zernovykh.html> (access date 22.08.2024) [in Ukrainian].

Alcantara, E., & Wyse, D. (1988). Glyphosate as harvest aid for corn (*Zea mays*). *Weed Technology*, 2 (4), 410–413. <https://doi.org/10.1017/S0890037X00032176> [in English].

Ban, Q., Wang, J., Guo, P., Yue, J., Zhang, L., & Li, J. (2024). Improved biohydrogen production by co-fermentation of corn straw and excess sludge: Insights into biochemical process, microbial community and metabolic genes. *Environmental Research*, 256, 119171. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.119171> [in English].

Cairns, J.E., Sonder, K., Zaidi, P.H., Verhulst, N., Mahuku, G., Babu, R., & Prasanna, B.M. (2012). Maize production in a changing climate: impacts, adaptation, and mitigation strategies. *Advances in Agronomy*, 114, 1–58 [in English].

Cao, W., Wang, Z., Li, T., Mo, Y., Wang, Y., & Tan, W. (2021). Evaluation of the Potential of Diquat (1, 1'-Ethylene-2, 2'-bipyridyl) to Assist Maize Mechanical Harvesting As a Desiccant. *ACS Agricultural Science & Technology*, 1 (6), 589–596. <https://doi.org/10.1021/acsagcitech.1c00054> [in English].

De Barros, A.F., Pimentel, L.D., de Freitas, F.C.L., Cecon, P.R., Tomaz, A.C., & Biesdorf, E.M. (2020). Pre-harvest desiccation in biomass sorghum with herbicides. *Revista Ceres*, 67 (5), 337–344. <https://doi.org/10.1590/0034-737X202067050001> [in English].

Geletukha, G., Drahnev, S., Zheliezna, T., & Karampinis, M. (2022). Maize residues to Energy. *Bioenergy Association of Ukraine*, 48 p. [in English].

Gesch, R.W., Wells, M.S., & Hard, A. (2021). Desiccation of corn allows earlier direct seeding of winter camelina in the northern corn belt. *Crop Science*, 61, 2787–2797. <https://doi.org/10.1002/csc.2.20549> [in English].

Grabovskiy, M., Lozinskyi, M., Grabovska, T., & Roubik, H. (2023). Green mass to biogas in Ukraine – bioenergy potential of corn and sweet sorghum. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 13, 3309–3317. <https://doi.org/10.1007/s13399-021-01316-0> [in English].

Igathinathane, C., Womac, A.R., Sokhansanj, S., & Pordesimo, L.O. (2004). Vertical Mass and Moisture Distribution in in Standing Corn Stalks. *ASAE/CSAE Annual International Meeting (Ottawa, Ontario, Canada, 1–4 August, 2004)*. 20 p. [in English].

Kumar, R., Bishop, E., Bridges, W.C., Tharayil, N., & Sekhon, R.S. (2019). Sugar partitioning and source-sink interaction are key determinants of leaf senescence in maize. *Plant Cell Environ*, 42, 2597–2611. <https://doi.org/10.1111/pce.13599> [in English].

Magalhães, P.C., Durães, F.O.M., & Karam, D. (2002). Eficiência dos dessecantes paraquat e diquat na antecipação da colheita do milho. *Planta Daninha*, 20 (3), 449–455 [in English].

Rao, Y., Zhou, S., Huang, Y., Dou, S., Dai, H., & Wen, Y. (2023). Advances in research involving deep incorporation of enriched straw on soil quality. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 31 (10), 1579–1587. <https://doi.org/10.12357/cjea.20230145> [in English].

Shynkaruk, L., & Lykhochvor, V. (2021). Effect of Desiccant Application on Pre-Harvest Humidity of Medium-Early Hybrid LG 3258 Corn in Western Forest-Steppe Conditions. *Scientific horizons*, 24 (12), 32–38. [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(12\).2021.32-38](https://doi.org/10.48077/scihor.24(12).2021.32-38) [in English].

Thomason, W., & Battaglia, M. (2020). Early defoliation effects on corn plant stands and grain yield. *Agronomy Journal*, 112 (6), 5024–5032. <https://doi.org/10.1002/agj2.20402> [in English].

Wang, K., & Li, S. (2017). Analysis of influencing factors on kernel dehydration rate of maize hybrids. *Scientia Agricultura Sinica*, 50, 2027–2035 [in English].

Wilhelm, W.W., Johnson, J.M., Hatfield, J.L., Voorhees, W.B., & Linden, D.R. (2004). Crop and soil productivity response to corn residue removal: a literature review. *Agronomy journal*, 96 (1), 1–17. <https://doi.org/10.2134/agronj2004.1000a> [in English].

Yang, J., & Zhang, J. (2006). Grain filling of cereals under soil drying. *New Phytol*, 169, 223–236. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2005.01597.x> [in English].

Zhao, L., Xie, L., Huang, J., Su, Y., & Zhang, C. (2020). Proper glyphosate application at post-anthesis lowers grain moisture content at harvest and reallocates non-structural carbohydrates in maize. *Frontiers in plant science*, 11, 580883. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.580883> [in English].

Отримано: 25.07.2024
Прийнято: 09.08.2024