

Індекс урожайності гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, норм добрив та погодних умов вирощування

С. М. Каленська*, В. Г. Таран

Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна, *e-mail: svitlana.kalenska@gmail.com

Мета. Встановити оптимальні комбінації норм добрив, густоти стояння рослин для восьми досліджуваних гібридів за формування господарсько-цінної частини урожаю шляхом розрахунку індексу урожайності (*IY*). **Методи.** Впродовж 2015–2017 рр. на чорноземах типових закладався і був проведений багатофакторний польовий дослід (с. Зікрачі Кагарлицького району Київської області, Правобережний Лісостеп): *фактор А* – гібрид: ‘Дніпровський 257 СВ’, ‘Сіґма’, ‘Ragt Александра’, ‘Гарант’, ‘Кубус’, ‘Москіто’, ‘Сенсор’, ‘КВС 381’; *фактор В* – густина стояння рослин: 60 і 90 тис. шт. на гектар; *фактор С* – норма добрив: $N_{60,45}P_{45}K_{45}$; $N_{90}P_{60}K_{60}$; $N_{120}P_{105}K_{105}$; $N_{150}P_{135}K_{135}$. Кукурудзу висівали в період 30 квітня – 4 травня. Облік врожаю проводили подільно з використанням комбайну. Попередньо відбирали контрольні зразки рослин – по 10 штук з двох несуміжних рядків у різних місцях облікової ділянки, з двох повторень. Відібрані рослини аналізували щодо їх структури, визначали масу побічної продукції та зерна. За результатами отриманих даних розраховували індекс урожайності для кожного варіанту. **Результати.** Встановлено суттєве варіювання індексу урожайності залежно від погодних умов року. 2015 рік був несприятливим за забезпеченням вологою і високими температурами, що обумовило порушення процесу цвітіння, запліднення та формування зернівок. На окремих рослинах не сформувалися генеративні органи або відмічалася значна череззерниця. Через що, за низької врожайності та непропорційно високій біомасі, *IY* в 2015 був найнижчим порівняно з іншими роками – 0,36–0,43. У сприятливому 2016 році формувалася високий урожай зерна і біомаси – *IY* та його варіація були найбільшими порівняно з іншими роками для всіх комбінацій варіантів і гібридів – 0,40–0,52. 2017 рік також характеризувався в цілому як несприятливий за умовами зволоження – урожайність зерна і вегетативної маси були досить низькими, проте пропорційними – індекс урожайності склав 0,39–0,44. **Висновки.** Індекс урожайності суттєво різниться за вирощування гібридів кукурудзи з різною густиною стояння, змінних нормах добрив та погодних умов – 0,36–0,52. За сприятливих погодних умов індекс має значний діапазон варіації. Загальна маса рослин та вихід зерна навіть для певного гібриду суттєво варіює залежно від удобрення та норм висіву у вологі роки, а в посушливі роки варіація незначна. Гібриди ‘Сенсор’, ‘Москіто’, ‘КВС 381’ мають достатньо високий та стабільний індекс за роками. Індекс урожайності є нижчим для всіх гібридів та норм мінеральних добрив за густоти стояння 90 тис. рослин/га, порівняно з 60 тис. рослин/га, за виключенням гібридів ‘Сенсор’, ‘Москіто’. Індекс урожайності, за внесення високих доз добрив, був нижчим в усі роки і для всіх гібридів, за окремими виключеннями.

Ключові слова: кукурудза; гібрид; норма добрив; густина стояння рослин; урожайність зерна та побічної продукції; структура рослин; індекс урожайності.

Вступ

Головним завданням галузі рослинництва є забезпечення високої та стабільної продуктивності сільськогосподарських культур. Зростання продуктивності культур досягається оптимізацією умов їх росту і розвитку в органогенезі та особливо на стадіях формування генеративних органів, які в подальшому є визначальними структурними компонентами урожайності. Спрямованість фізіологічних і біохімічних процесів, які протікають в органах рослин в онтогенезі, перш за все визначається спадковими властивостями самої рослини, але на інтенсивність їх

прояву впливають абіотичні та біотичні чинники [1].

Індекс урожайності (*IY*) або збиральний індекс (*ЗИ*) або коефіцієнт господарської ефективності ($K_{зобр}$), визначає частку маси господарсько цінного органу в надземній біомасі у фазі збиральної стиглості та свідчить про можливість рослин накопичувати ассимиляти в генеративних органах [2, 3]. Відношення маси зерна до загальної маси надземної частини рослини характеризує направлене використання продуктів ассимиляції на формування господарської (зернової) частини врожаю [4]. Також індекс урожайності свідчить про фізіологічну ефективність та здатність рослин перетворювати загальну накопичену суху речовину в економічний врожай [5].

Аналітичний огляд результатів досліджень у селекції та рослинництві дозволив встановити пріоритетне значення *IY* у зростанні

Svitlana Kalenska

<https://orcid.org/0000-0002-3392-837X>

Vitalii Taran

<https://orcid.org/0000-0002-8933-1492>

урожайності. Генетичний прогрес за урожаєм зерна пшениці озимої досягнуто виключно за рахунок збільшення збирального індексу. Збиральний індекс також є важливим показником пристосування сортів та гібридів до місцевих умов [6].

За останні 50 років результатом селекційної роботи з пшеницею озимою в Європі стало суттєве збільшення ІУ. Разом зі зростанням ІУ зростає зернова продуктивність за одночасного зниження маси соломини. При цьому підвищення потенційної продуктивності на 82% обумовлено збільшенням ЗІ і на 18% – зростанням маси стебла. У мексиканських сортів ІУ за 20 років зріс з 0,33 до 0,46, а в подальшому по мірі зростання потенціальної продуктивності знижувався [7].

У сучасних сортів зернових культур ІУ значно вище, ніж у їх диких попередників та стародавніх сортів – він сягає 0,51–0,55. Серед польових культур щодо ІУ спостерігаються дві протилежні тенденції, залежно від того чи є ріст запасуючого органу єдиним і домінуючим (зернові культури) чи він продовжується впродовж тривалого часу з одночасним ростом й інших органів. Індекс урожайності пшениці, кукурудзи, бобів, сорго складає 0,22–0,55; сої – 0,25–0,35; соняшнику – 0,30–0,35; маніоку – 0,42–0,60; каучукового та кавого дерева – 0,013; какао – 0,012; чаю – 0,014–0,048 [8–10]. За узагальненими даними Д. Шпаара індекс урожайності в кукурудзи на силос складає 1, а в кукурудзи на зерно від 0,38 до 0,42 [11].

Досліди, проведені в Румунії в різних регіонах країни та з використанням змінних технологічних чинників показали, що індекс урожайності кукурудзи змінюється від 0,20–0,56 залежно від погодних умов вирощування, ґрунту, зрошення або богарних умов, норми висіву, ширини міжрядь [12].

У дослідях, які проводились на півдні Австралії, індекс урожайності кукурудзи коливався від 0,43 в богарних умовах до 0,60 за зрошення і в значній мірі залежав від живлення азотом [13]. Аналіз результатів, проведений за австралійською базою даних, яка містила 33 показники ІУ, 40 варіацій урожайності загальної сухої речовини та 117 варіацій урожайності зерна кукурудзи, показав, що середня урожайність загальної сухої маси складала 19,3 т/га, зерна – 5,5 т/га та ІУ – 0,49 включно як для кукурудзи, яка вирощувалась в умовах зрошення так і в богарних умовах [7]. Ці показники щодо індексу урожайності були подібними тим, що були отримані в США [14, 15]. Максимальна урожайність сухої маси кукурудзи (зерно і побічна

продукція) за даними Birch складала 28,0 т/га й урожайність зерна – 20,5 т/га [16]. За вирощування кукурудзи за помірних температурних умов, як правило, індекс урожайності вищий, ніж за вирощування в умовах тропіків, що обумовлено коротшим періодом наливу зерна у зв'язку з нестачею вологи [17–19].

Мета досліджень – встановити оптимальні комбінації норм добрив, густоти стояння рослин для восьми досліджуваних гібридів з позиції формування господарсько-цінної частини урожаю шляхом розрахунку індексу урожайності.

Матеріали та методика досліджень

В умовах Правобережного Лісостепу України впродовж 2015–2017 років закладався і був проведений багатофакторний польовий дослід: *фактор А* – гібрид: ‘Дніпровський 257 СВ’, ‘Сігма’, ‘Ragt Олександра’, ‘Гарант’, ‘Кубус’, ‘Москіто’, ‘Сенсор’, ‘КВС 381’; *фактор В* – норма висіву: 60 і 90 тис. штук схожих насінин на гектар; *фактор С* – норма добрив: $N_{60}P_{45}K_{45}$; $N_{90}P_{60}K_{60}$; $N_{120}P_{105}K_{105}$; $N_{150}P_{135}K_{135}$. Польові дослідні заклади закладалися на чорноземах типових (с. Зікрачі Кагарлицького району Київської області), відповідно до методичних вимог [16].

Кукурудзу висівали в період з 30 квітня по 4 травня. Територія проведення досліджень в зоні Лісостепу відноситься до району з помірно-континентальним кліматом та достатньою кількістю опадів (ГТК – 1–2), проте їх розподіл впродовж року та за окремими роками дуже нерівномірний. У середньому за рік випадає 560 мм з коливаннями в розрізі років від 270 до 730 мм. Середня температура повітря за рік складає 6,8–7,6 °С. Облік врожаю проводили подільночно з використанням комбайну. Попередньо відбирали контрольні зразки рослин – по 10 штук з двох несуміжних рядків у різних місцях облікової ділянки, з двох повторень. Відібрані рослини аналізували щодо їх структури, визначали масу побічної продукції та зерна. За результатами отриманих даних розраховували індекс урожайності для кожного варіанту [20].

Результати досліджень

Погодні умови років проведення досліджень суттєво різнилися як між собою, так і порівняно з багаторічними даними параметрів, які були розраховані за даними Миронівської метеорологічної станції – найближчої до місця проведення польових дослідів. В усі роки проведення досліджень сумарна кількість опадів у період активної вегетації була нижчою по-

рівняно з багаторічними даними. І якщо в 2016 році сума опадів наближалася до багаторічних даних, то в 2015 та 2017 роках опадів випало значно менше, що негативно вплинуло на формування продуктивності рослин.

У 2015 році за достатнього випадання опадів в передпосівний період – у березні випало 181% від багаторічних даних, у подальшому опади були практично відсутні – у квітні опадів випало 53,3%; травні – 47,7%; червні – 13%; липні – 56,8%; серпні – 16,5% від багаторічної суми опадів характерної для цих місяців. Умови забезпечення вологою в поєднанні з високими температурами суттєво лімітували ріст і розвиток рослин, закладку генеративних органів. У 2016 році сума опадів була близькою до типових умов, проте в липні, серпні та особливо у вересні випало мало опадів, що обумовило зниження урожайності. 2017 рік – рік з низьким забезпеченням вологою в передпосівний період, на ранніх мікростадіях розвитку (березень–червень) та впродовж подальшої веге-

тації. Виключенням став лише липень та жовтень, коли випало на 14 мм та на 47 мм, відповідно, більше опадів порівняно з багаторічними даними. У серпні та вересні знову був значний дефіцит вологи.

Урожайність зерна та побічної продукції кукурудзи в наших дослідах суттєво різнилися за роками та залежно від комбінації досліджуваних чинників (табл. 1).

Маса побічної продукції за вирощування гібридів за різних погодних умов та залежно від густоти стояння рослин й норм добрив суттєво різнилася і не завжди відмічалася пряма або зворотна корелятивна залежність, що визначалося біологічними властивостями гібридів (табл. 2).

Індекс урожайності різнився залежно від гібриду кукурудзи, погодних умов, густоти стояння рослин та норм мінеральних добрив.

За сприятливіших погодних умов 2016 року, варіація індексу врожаю була більшою – визначаючи зміну індексу залежно від живлення та густоти стояння рослин. За посуш-

Таблиця 1

**Урожайність зерна гібридів кукурудзи
за вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України (2015–2017 рр.), т/га**

Гібрид	Рік	Норма добрив, кг/га д.р.							
		N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀		N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₀₅		N ₁₅₀ P ₁₃₅ K ₁₃₅	
		Густота рослин, тис. шт./га							
		60	90	60	90	60	90	60	90
Дніпровський 257	2015	5,08	6,34	6,03	6,88	6,56	7,95	7,04	7,80
	2016	7,14	9,52	7,35	9,57	8,72	9,30	7,86	9,44
	2017	5,28	6,45	5,86	7,04	6,12	7,74	7,23	7,46
Сігма	2015	5,66	7,88	5,98	8,12	6,10	7,90	7,29	7,65
	2016	7,09	10,7	7,49	9,83	8,03	9,61	7,88	9,32
	2017	5,86	7,99	5,99	8,24	6,24	8,46	7,44	8,45
Ragt Олександра	2015	5,10	6,85	5,28	7,12	6,06	7,54	7,56	8,05
	2016	6,73	9,29	6,97	10,7	8,09	9,97	11,5	10,6
	2017	5,24	6,92	5,67	7,23	6,28	7,68	7,44	8,01
Гарант	2015	5,12	6,54	5,66	6,96	5,96	8,12	6,82	8,44
	2016	6,66	8,99	8,01	10,7	9,09	11,0	9,06	11,3
	2017	5,24	6,66	6,04	7,04	6,24	7,92	7,06	8,65
Кубус	2015	5,34	6,65	5,98	7,06	6,21	7,84	7,22	8,86
	2016	6,72	9,50	6,91	10,6	7,92	11,6	9,29	9,41
	2017	5,45	6,84	6,06	7,22	6,24	7,94	7,16	8,40
Москіто	2015	5,32	5,86	5,98	7,14	6,06	7,89	7,12	8,64
	2016	6,62	7,46	6,94	9,15	9,15	9,60	9,34	10,5
	2017	5,39	5,89	6,04	7,34	6,54	8,12	7,22	8,65
Сенсор	2015	6,12	8,16	7,02	9,45	8,14	10,5	8,98	10,9
	2016	7,68	10,1	8,28	12,6	9,13	13,4	9,60	13,9
	2017	6,32	7,28	7,24	8,86	7,88	9,56	8,04	9,88
КВС 381	2015	5,48	8,01	6,21	8,24	6,98	8,82	7,14	9,16
	2016	6,61	10,3	7,79	11,0	8,59	11,4	9,03	12,2
	2017	5,66	8,16	6,34	8,42	7,02	8,84	7,34	9,19
2015 р. – НІР _{0,05} т/га для будь-яких чисел – 0, 16; для чинника: «гібрид» – 0,06; «густина стояння рослин» – 0,03; «норма добрив» – 0,04									
2016 р. – НІР _{0,05} т/га для будь-яких чисел – 0, 20; для чинника: «гібрид» – 0,07; «густина стояння рослин» – 0,04; «норма добрив» – 0,05									
2017 р. – НІР _{0,05} т/га для будь-яких чисел – 0, 16; для чинника: «гібрид» – 0,06; «густина стояння рослин» – 0,03; «норма добрив» – 0,04									

ливих умов 2015, 2017 років варіація індексу врожайності була значно меншою.

Так 2015 рік, був несприятливим як за забезпеченням вологою, так і високими температурами впродовж вегетації культури, і особливо критичними були високі температури у фазу цвітіння – більше 40 °С, що обумовило порушення процесу цвітіння, запліднення та формування зернівок. За таких умов на окремих рослинах не сформувалися генеративні органи – качани або відмічалася значна череззерниця. Через що, за низької врожайності та непропорційно високої біомаси, ІУ в 2015 був найнижчим порівняно з іншими роками – 0,36–0,43.

За сприятливих умов у 2016 році сформувався високий урожай зерна і біомаси та ІУ був також найвищим порівняно з іншими роками для всіх комбінацій варіантів і гібридів. Варіація ІУ була також найбільшою в умовах цього року, так як відбувалася реалізація потенціалу урожайності на високому рівні – 0,40–0,52. Таким чином за сприятливих умов індекс урожайності має найбільший діапазон зміни.

2017 рік також характеризувався в цілому як несприятливий за умовами зволоження. Низьке забезпечення вологою в передпосівний період та на ранніх мікростадіях розвитку обумовило повільне наростання вегетативної

маси. Незначні опади, які випали в липні та в жовтні, вже не змогли компенсувати негативне забезпечення вологою і в серпні та вересні – урожайність зерна і вегетативної маси були досить низькими, проте пропорційними, що забезпечило більший індекс урожайності порівняно з 2015 роком, проте нижчим порівняно з 2016 роком. Діапазон варіювання індексу урожайності в 2017 році склав 0,39–0,44.

Аналіз взаємозв'язку індексу урожайності та норми мінеральних добрив свідчить, що за внесення $N_{150}P_{135}K_{135}$ формується значна вегетативна маса, а урожайність зерна, як правило є меншою порівняно з урожайністю гібридів, які вирощуються за нижчих норм мінеральних добрив. Через що, індекс урожайності за внесення високих доз добрив був нижчим в усі роки і для всіх гібридів, лише за окремими виключеннями.

Індекс урожайності також є нижчим для всіх гібридів та норм мінеральних добрив за густоти стояння 90 тисяч рослин на гектарі, порівняно з 60 тисячами рослин на гектарі, за окремими виключеннями – ‘Сенсор’, ‘Москіто’.

Такі гібриди як ‘Сенсор’, ‘Москіто’, ‘КВС 381’ мають достатньо високий та стабільний індекс врожаю з року в рік. Є також гібриди кукурудзи, індекс врожаю яких суттєво змінюється залежно від умов вирощування.

Таблиця 2

Маса побічної продукції рослин гібридів кукурудзи (2015–2017 рр.), т/га

Гібрид	Рік	Норма добрив, кг/га д.р.							
		$N_{60}P_{45}K_{45}$		$N_{90}P_{60}K_{60}$		$N_{120}P_{105}K_{105}$		$N_{150}P_{135}K_{135}$	
		Густота рослин, тис. шт./га							
		60	90	60	90	60	90	60	90
Дніпровський 257	2015	7,98	10,2	9,23	10,8	10,3	12,3	11,0	12,9
	2016	10,6	12,3	10,2	12,9	11,6	13,1	10,4	13,9
	2017	6,98	8,03	7,45	8,87	7,89	10,4	8,40	11,5
Сігма	2015	8,12	12,9	8,98	12,9	9,23	13,4	11,2	13,7
	2016	8,98	11,8	10,1	11,2	11,2	12,8	11,3	13,1
	2017	7,90	10,6	8,23	11,4	8,89	11,9	10,2	12,5
Ragt Олександра	2015	7,66	10,2	8,01	11,2	8,86	11,9	10,4	12,4
	2016	7,86	11,2	8,09	13,1	10,9	12,5	14,2	14,1
	2017	7,22	8,87	7,45	9,50	8,68	10,2	10,5	10,9
Гарант	2015	7,44	9,52	8,12	10,9	9,68	12,3	10,5	13,1
	2016	8,26	12,2	10,6	13,7	11,2	14,1	11,8	15,1
	2017	6,89	8,64	8,12	9,12	8,89	10,6	10,3	11,6
Кубус	2015	8,68	9,98	9,02	11,2	9,43	12,3	9,88	13,9
	2016	9,20	11,2	9,80	13,2	10,2	14,1	12,9	15,1
	2017	7,40	9,34	8,45	10,1	8,98	12,1	10,6	12,9
Москіто	2015	7,89	8,82	8,54	10,6	9,34	12,2	11,3	13,6
	2016	9,02	10,0	9,45	11,9	12,1	12,2	13,2	14,8
	2017	7,41	8,21	8,54	10,1	8,92	11,8	10,9	12,9
Сенсор	2015	8,04	11,9	9,50	13,5	10,6	14,1	12,4	14,2
	2016	7,11	10,4	8,02	13,0	8,86	13,3	9,72	14,9
	2017	8,31	9,89	9,44	11,9	10,4	12,8	11,2	14,6
КВС 381	2015	8,12	11,9	9,10	12,2	10,0	12,6	10,4	13,8
	2016	8,45	12,0	10,5	12,9	11,8	13,9	12,0	14,8
	2017	7,66	11,2	8,45	11,6	9,80	12,8	10,6	13,9

Таблиця 3

Індекс урожайності гібридів кукурудзи (2015–2017 рр.)

Гібрид	Рік	Норма добрив, кг/га д.р.							
		N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀		N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₀₅		N ₁₅₀ P ₁₃₅ K ₁₃₅	
		Густота рослин, тис. шт./га							
		60	90	60	90	60	90	60	90
Дніпровський 257	2015	0,39	0,38	0,40	0,39	0,39	0,39	0,39	0,38
	2016	0,40	0,44	0,42	0,43	0,43	0,42	0,43	0,40
	2017	0,43	0,44	0,43	0,42	0,43	0,42	0,41	0,39
Сігма	2015	0,41	0,38	0,40	0,39	0,40	0,37	0,39	0,36
	2016	0,44	0,48	0,43	0,47	0,42	0,43	0,41	0,42
	2017	0,43	0,43	0,42	0,42	0,41	0,42	0,42	0,40
Ragt Олександра	2015	0,40	0,40	0,40	0,39	0,41	0,39	0,42	0,39
	2016	0,46	0,46	0,46	0,45	0,43	0,44	0,45	0,43
	2017	0,42	0,44	0,43	0,43	0,42	0,43	0,41	0,42
Гарант	2015	0,41	0,41	0,41	0,39	0,38	0,40	0,39	0,39
	2016	0,45	0,42	0,43	0,44	0,45	0,44	0,45	0,43
	2017	0,43	0,44	0,43	0,44	0,41	0,43	0,41	0,43
Кубус	2015	0,38	0,40	0,40	0,39	0,40	0,39	0,42	0,39
	2016	0,42	0,46	0,41	0,45	0,44	0,45	0,42	0,38
	2017	0,42	0,42	0,42	0,42	0,41	0,40	0,40	0,39
Москіто	2015	0,40	0,40	0,41	0,40	0,39	0,39	0,39	0,39
	2016	0,42	0,43	0,42	0,43	0,43	0,44	0,41	0,42
	2017	0,42	0,42	0,41	0,42	0,42	0,41	0,40	0,40
Сенсор	2015	0,43	0,41	0,42	0,41	0,43	0,43	0,42	0,43
	2016	0,52	0,49	0,51	0,49	0,51	0,50	0,50	0,48
	2017	0,43	0,42	0,43	0,43	0,43	0,43	0,42	0,40
КВС 381	2015	0,40	0,40	0,41	0,40	0,41	0,41	0,41	0,40
	2016	0,44	0,46	0,43	0,46	0,42	0,45	0,43	0,45
	2017	0,42	0,42	0,43	0,42	0,42	0,41	0,41	0,40

Висновки

Індекс урожайності має практичне значення для виробників за потреби оцінювання кількості побічної продукції, яка лишається на полі з метою подальшого використання та прийняття управлінських рішень щодо організації технологічних процесів.

Індекс урожайності суттєво різниться за вирощування гібридів кукурудзи з різною густрою стояння, змінних нормах добрив та погодних умов – 0,36–0,52.

За сприятливих погодних умов індекс урожайності має значний діапазон варіації. Загальна маса рослин та вихід зерна навіть для певного гібриду суттєво варіює залежно від удобрення та норми висіву у вологі роки, а в посушливі роки варіація незначна. Такі гібриди як ‘Сенсор’, ‘Москіто’, ‘КВС 381’ мають достатньо високий та стабільний індекс з року в рік.

Індекс урожайності є нижчим для всіх гібридів та норм мінеральних добрив за густоти стояння 90 тис. рослин/га, порівняно з 60 тис. рослин/га, за виключенням гібридів ‘Сенсор’, ‘Москіто’.

Індекс урожайності за внесення високих доз добрив був нижчим в усі роки і для всіх гібридів, за окремими виключеннями.

Використана література

- Kalenska S., Kalenski V., Kachura I. et al. Role of fertilizers and growth regulators in the improvement of winter wheat resistance to stress and yield. *Nährstoff- und Wasserversorgung der Pflanzenbestände unter den Bedingungen der Klimaerwärmung*: Internationale wissenschaftliche Konferenz (Bernburg-Strenzfeld, 18–19 Oktober 2012). Bernburg-Strenzfeld, 2014. P. 65–71.
- Wnuk A., Górny A. G., Bocianowski J., Kozak M. Visualizing harvest index in crops. *Commun. Biom. Crop Sci.* 2013. Vol. 8, Iss. 2. P. 48–59.
- Shafi M., Bakht J., Ali S. et al. Effect of planting density on phenology, growth and yield attributes of maize (*Zea mays* L.). *Pak. J. Bot.* 2012. Vol. 44, Iss. 2. P. 691–696.
- Kemanian A. R., Stöckle C. O., Huggins D. R., Viega L. M. A simple method to estimate harvest index in grain crops. *Field Crop. Res.* 2007. Vol. 103, Iss. 3. P. 208–216. doi: 10.1016/j.fcr.2007.06.007
- Sharifi R. S., Sedghi M., Gholipouri A. Effect of population density on yield and yield attributes of maize hybrids. *Res. J. Biol. Sci.* 2009. Vol. 4, Iss. 4. P. 375–379.
- Посевной и посадочный материал сельскохозяйственных культур: в 2 т. Т. 1 / под ред. Д. Шпаара. 2-е изд., дораб. и доп. Москва: ДЛВ АГРОДЕЛО, 2010. 238 с.
- Unkovich M., Baldock J., Forbes M. Variability in harvest index of grain crops and potential significance for carbon accounting: examples from Australian agriculture. *Adv. Agron.* 2010. Vol. 105. P. 173–219. doi: 10.1016/S0065-2113(10)05005-4
- Ahmad R., Hassan B., Jabran K. Improving crop harvest index. 2007. URL: <https://www.dawn.com/news/268990>
- Huehn M. Harvest index versus grain/straw-ratio. Theoretical comments and experimental results on the comparison of variation. *Euphytica.* 1993. Vol. 68, Iss. 1–2. P. 27–32. doi: 10.1007/BF00024151
- Kawano K. Harvest index and evaluation of major food crop cultivars in the tropics. *Euphytica.* 1990. Vol. 46, Iss. 3. P. 195–202. doi: 10.1007/BF00027218

11. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання / за ред. Д. Шпаара. 4-е доопр. вид. Київ : Альфа-Стевія ЛТД, 2009. 396 с.
12. Ion V., Dicu G., Dumbravă M. et al. Harvest index at maize in different growing conditions. *Rom. Biotech. Lett.* 2015. Vol. 20, No. 6. P. 10951–10960.
13. Chakwizira E., Teixeira E. I., de Ruiter J. M. et al. Harvest index for biomass and nitrogen in maize crops limited by nitrogen and water. *Proceedings of the 7th Int. Nitrogen Initiative Conf. «Solutions to improve nitrogen use efficiency for the world»* (Melbourne, Australia, 4–8 Dec. 2016). URL: http://www.ini2016.com/pdf-papers/INI2016_Chakwizira_Emmanuel.pdf
14. Prince S. D., Haskett J., Steininger M. et al. Net primary production of the U.S. Midwest croplands from agricultural harvest yield data. *Ecol. Appl.* 2001. Vol. 11, No. 4. P. 1194–1205. doi: 10.2307/3061021
15. Pennington D. Harvest index: A predictor of corn stover yield / Michigan State University Extension, Jan. 28, 2013. URL: http://www.canr.msu.edu/news/harvest_index_a_predictor_of_corn_stover_yield
16. Birch C. J., McLean G., Sawers A. Analysis of high yielding maize production – a study based on a commercial crop. *Aust. J. Exp. Agr.* 2008. Vol. 48, Iss. 3. P. 296–303. doi: 10.1071/EA06103
17. Fischer K. S., Palmer A. Maize. *Potential productivity of field crops under different environments* / W. H. Smith, S. J. Banta (eds). Los Baños, Philippines : International Rice Research Institute, 1983. P. 155–180.
18. Khalili M., Naghavi M. R., Aboughadareh A. P., Rad H. N. Effects of drought stress on yield and yield components in maize cultivars (*Zea mays* L.). *Int. J. Agron. Plant Prod.* 2013. Vol. 4, Iss. 4. P. 809–812.
19. Hütsch B. W., Schubert S. Harvest Index of Maize (*Zea mays* L.): Are There Possibilities for Improvement? *Adv. Agron.* 2017. Vol. 146. P. 37–82. doi: 10.1016/bs.agron.2017.07.004
20. Ермантраут Е. Р., Гопцій Т. І., Каленська С. М. та ін. Методика селекційного експерименту (у рослинництві). Харків, 2014. 229 с.
6. Shpaar, D. (Ed.). (2010). *Posevnoy i posadochnyy material sel'skokozyaystvennykh kul'tur* [Seeding and planting material of agriculture crops]. (Book 1). Moscow: DLV AGRODELO. [in Russian]
7. Ionkovich, M., Baldock, J., & Forbes, M. (2010). Variability in harvest index of grain crops and potential significance for carbon accounting: examples from Australian agriculture. *Adv. Agron.*, 105, 173–219. doi: 10.1016/S0065-2113(10)05005-4
8. Ahmad, R., Hassan, B., & Jabran, K. (2007). *Improving crop harvest index*. Retrieved from <https://www.dawn.com/news/268990>
9. Huehn, M. (1993). Harvest index versus grain/straw-ratio. Theoretical comments and experimental results on the comparison of variation. *Euphytica*, 68(1–2), 27–32. doi: 10.1007/BF00024151
10. Kawano, K. (1990). Harvest index and evaluation of major food crop cultivars in the tropics. *Euphytica*, 46(3), 195–202. doi: 10.1007/BF00027218
11. Shpaar, D. (Ed.). (2009). *Kukurudza. Vyroshchuvannia, zbyrannia, konservuvannia i vykorystannia* [Maize. Growing, harvesting, preserving and using]. (4th ed., rev.). Kyiv: Alfa-Stevia LTD. [in Ukrainian]
12. Ion, V., Dicu, G., Dumbravă, M., Temocico, G., Alecu, I. N., Băşa, A. G., & State, D. (2015). Harvest index at maize in different growing conditions. *Rom. Biotech. Lett.*, 20(6), 10951–10960.
13. Chakwizira, E., Teixeira, E. I., de Ruiter, J. M., Maley, S., & George, M. J. (2016). Harvest index for biomass and nitrogen in maize crops limited by nitrogen and water. In *Proceedings of the 7th Int. Nitrogen Initiative Conf. «Solutions to improve nitrogen use efficiency for the world»*. Dec. 4–8, 2016, Melbourne, Australia. Retrieved from http://www.ini2016.com/pdf-papers/INI2016_Chakwizira_Emmanuel.pdf
14. Prince, S., Haskett, J., Steininger, M., Strand, H., & Wright, R. (2001). Net primary production of the U.S. Midwest croplands from agricultural harvest yield data. *Ecol. Appl.*, 11(40), 1194–1205. doi: 10.2307/3061021
15. Pennington, D. (2013). Harvest index: A predictor of corn stover yield. Retrieved from http://www.canr.msu.edu/news/harvest_index_a_predictor_of_corn_stover_yield
16. Birch, C. J., McLean, G., & Sawers, A. (2008). Analysis of high yielding maize production – a study based on a commercial crop. *Aust. J. Exp. Agr.*, 48(3), 296–303. doi: 10.1071/EA06103
17. Fischer, K. S., & Palmer, A. (1983). Maize. In W. H. Smith, & S. J. Banta (Eds.), *Potential productivity of field crops under different environments* (pp. 155–180). Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute.
18. Khalili, M., Naghavi, M. R., Aboughadareh, A. P., & Rad, H. N. (2013). Effects of drought stress on yield and yield components in maize cultivars (*Zea mays* L.). *Int. J. Agron. Plant Prod.*, 4(4), 809–812.
19. Hütsch, B. W., & Schubert, S. (2017). Harvest Index of Maize (*Zea mays* L.): Are There Possibilities for Improvement? *Adv. Agron.*, 146, 37–82. doi: 10.1016/bs.agron.2017.07.004
20. Ermantraut, E. R., Hoptsi, T. I., Kalenska, S. M., Kryvoruchenko, R. V., Turchnyova, N. P., & Prysiazhniuk, O. I. (2014). *Metodyka selektsiinoho eksperymentu (u roslynnytstvi)* [Method of selection experiment (in crop production)]. Kharkiv: N.p. [in Ukrainian]

References

1. Kalenska, S., Kalenski, V., Kachura, I., Gonchar, L., & Matvienko, A. (2012). Role of fertilizers and growth regulators in the improvement of winter wheat resistance to stress and yield. In *Nährstoff- und Wasserversorgung der Pflanzenbestände unter den Bedingungen der Klimaerwärmung: Internationale wissenschaftliche Konferenz* (pp. 65–71). Oktober 18–19, 2012, Bernburg-Strenzfeld.
2. Wnuk, A., Górný, A. G., Bocianowski, J., & Kozak, M. (2013). Visualizing harvest index in crops. *Commun. Biom. Crop Sci.*, 8(2), 48–59.
3. Shafi, M., Bakht, J., Ali, S., Khan, H., Khan, M. A., & Sharif, M. (2012). Effect of planting density on phenology, growth and yield of maize (*Zea mays* L.). *Pak. J. Bot.*, 44(2), 691–696.
4. Kemanian, A. R., Stöckle, C. O., Huggins, D. R., & Viegas, L. M. (2007). A simple method to estimate harvest index in grain crops. *Field Crop. Res.*, 103(3), 208–216. doi: 10.1016/j.fcr.2007.06.007
5. Sharifi, R. S., Sedghi, M., & Gholipouri, A. (2009). Effect of population density on yield and yield attributes of maize hybrids. *Res. J. Biol. Sci.*, 4(4), 375–379.

УДК 631.559: 631.527.5: 631.543.2: 631.816.1: 632.11: 633.15

Каленская С. М.*, **Таран В. Г.** Индекс урожайности гибридов кукурузы в зависимости от густоты стояния растений, норм удобрений и погодных условий // *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14, № 4. С. 415–421. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.4.2018.151909>

Національний університет біоресурсів і природопольовання України, ул. Героїв Оборони, 15, г. Київ, 03041, Україна, *e-mail: svitlana.kalenska@gmail.com

Цель. Определение оптимальных комбинаций норм удобрений, густоты стояния растений для восьми исследуемых гибридов в направлении формирования хозяйственно-ценной части урожая путем расчет индекса уро-

жайности. **Методы.** В течении 2015–2017 годов на черноземах типичных был проведён многофакторный полевой опыт (с. Зикрачи Кагарлицкого района Киевской области, Правобережная Лесостепь): фактор А – Днепро́вский

257 СВ, 'Сигма', 'Ragt Александра', 'Гарант', 'Кубус', 'Москито', 'Сенсор', 'КВС 381'; *фактор В* – норма высева: 60, 90 тысяч растений/га; *фактор С*: норма удобрений: $N_{60}P_{45}K_{45}$; $N_{90}P_{60}K_{60}$; $N_{120}P_{105}K_{105}$; $N_{150}P_{135}K_{135}$. Кукурузу сеяли в период с 30 апреля по 4 мая. Учет урожая проводили поделочно с использованием комбайна. Перед уборкой отбирали контрольные образцы растений – по 10 штук с двух несмежных рядов в двух точках учетной делянки, в двух повторениях. Отобранные растения анализировали по структуре, определяли побочную продукцию и зерно. По результатам полученных данных рассчитывали индекс урожайности для каждого варианта. **Результаты.** Установлена существенная вариация индекса урожайности (*ИУ*) в зависимости от погодных условий года. 2015 год был неблагоприятным в отношении обеспечения влагой и высоких температур, что обусловило нарушение процессов цветения, оплодотворения и формирования зерновки. На отдельных растениях не сформировались генеративные органы или отмечалась значительная череззерница. В связи с чем, при низкой урожайности и непропорционально высокой биомассе, *ИУ* в 2015 был самым низким в сравнении с другими годами – 0,36–0,43. В благоприятном 2016 году сформировался высокий урожай зерна и биомассы – *ИУ* и его вариация были самыми высокими в

сравнении с другими годами для всех комбинаций вариантов и гибридов – 0,40–0,52. 2017 год также характеризовался как неблагоприятный по условиям обеспечения влагой – урожайность зерна и вегетативной массы были очень низкими, но пропорциональными – индекс урожайности составил 0,39–0,44. **Выводы.** Индекс урожайности существенно меняется при выращивании гибридов кукурузы с разной плотностью стояния, нормах удобрений и погодных условиях – 0,36–0,52. При благоприятных погодных условиях вариация индекса возрастает. Общая масса растений и выход зерна даже для определенного гибрида существенно зависит от удобрений и плотности стояния растений во влажные годы, а в сухие года вариация низкая. Гибриды 'Сенсор', 'Москито', 'КВС 381' имеют достаточно высокий и стабильный индекс. Индекс урожайности ниже для всех гибридов и норм удобрений при густоте стояния растений 90 тыс. растений/га, в сравнении с 60 тыс. растений/га, за исключением гибридов 'Сенсор', 'Москито'. Индекс урожайности, при внесении высоких доз удобрений, был ниже во все годы и для всех гибридов, за отдельными исключениями.

Ключевые слова: кукуруза; гибрид; норма удобрений; густота стояния растений; урожайность зерна и побочной продукции; структура растений; индекс урожайности.

UDC 631.559: 631.527.5: 631.543.2:631.816.1: 632.11: 633.15

Kalenska, S. M.*, & **Taran, V. H.** (2018). Harvest index of corn hybrids, depending on plant density, fertilizing doses and weather conditions of growing. *Plant Varieties Studying and Protection*, 14(4), 415–421. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.4.2018.151909>

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15 Heroiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine, *e-mail: svitlana.kalenska@gmail.com*

Purpose. To determine optimal combination of fertilizing doses, plant density for eight studied hybrids with forming economically valuable part of yield by harvest index calculating. **Methods.** During 2015–2017, multifactor field experiment was laid and carried out on typical chernozems (Zikrachi village, Kagarlyk district, Kyiv region, Right Bank Forest-Steppe): *factor A* – hybrid 'Dniprovskiy 257 СВ', 'Sigma', 'Ragt Alexandra', 'Garant', 'Kubus', 'Moskito', 'Sensor', 'KBC 381'; *factor B* – seeding rate 60 and 90 thousands of viable seeds per hectare; *factor C* – fertilizing doses: $N_{60}P_{45}K_{45}$; $N_{90}P_{60}K_{60}$; $N_{120}P_{105}K_{105}$; $N_{150}P_{135}K_{135}$. Corn was sown in the period from April 30 till May 4. Accounting of yield was carried out by plots with using a combine. Pre-selected control samples of plants – 10 pieces from two non-adjacent lines in different places of registration area, from two repetitions. Selected plants were analyzed by their structure, determined the mass of by-products and grain. Harvest index was calculated for each option by results of data. **Results.** A significant variation in the harvest index (*HI*) depending on weather conditions of the year has been revealed. 2015 was unfavorable for provision of moisture and high temperatures, which led to violation of flowering, fertilization and grain formation. Generative organs were not formed on some plants or significant partial grain forming was observed. That's why, in terms of low yields and a disproportio-

tionately high biomass, *HI* in 2015 was the lowest compared with other years – 0.36–0.43. In the favorable year 2016, high yield of grain and biomass was formed – *HI* and its variation was highest compared to other years for all combinations of variants and hybrids – 0.40–0.52. 2017 was also generally characterized as unfavorable in terms of moisture conditions – yield of grain and vegetative mass were rather low, but proportional – harvest index was 0.39–0.44. **Conclusions.** Harvest index varies significantly in growing of corn hybrids with different standing density, varying doses of fertilizers and weather conditions – 0.36–0.52. Under favourable weather conditions, the index has a significant range of variation. Total mass of plants and yield of grain, even for a certain hybrid, varies significantly depending on fertilizing doses and seeding rate in wet years, and in dry years variation is insignificant. Hybrids 'Sensor', 'Mosquito', 'KBC 381' has a fairly high and stable index over the years. Harvest index is lower for all hybrids and doses of mineral fertilizers with standing density 90 thousands plants/ha compared to 60 thousands plants/ha, excluding hybrids 'Sensor', 'Mosquito'. Harvest index for introduction of high doses of fertilizers, was lower in all years and for all hybrids, with some exceptions.

Keywords: corn; hybrid; fertilizing doses; standing density of plants; grain and by-product yield; plants structure; harvest index.

Надійшла / Received 07.11.2018
Погоджено до друку / Accepted 05.12.2018