

УДК 633.174

Екологічна пластичність сорго зернового

О. І. Присяжнюк*, Л. І. Сторожик, С. В. Завгородня

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна,
*e-mail: ollpris@gmail.com

Мета. Провести оцінку екологічної пластичності продуктивності сорго зернового за вирощування в різних регіонах України. **Методи.** Математико-статистичні: визначення стабільності та пластичності за методикою Ебергарда–Рассела. **Результати.** Досліджено, що високий рівень урожайності сорго зернового притаманний регіонам Степу, в максимальній мірі придатним для вирощування цієї культури: Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Кіровоградська, Луганська, Миколаївська, Одеська та Херсонська області. Хороші показники забезпечують регіони, що належать до Лісостепової зони України – Вінницька, Київська, Полтавська, Харківська та Черкаська області. Велика варіабельність урожайності в період з 2000 по 2004 роки була в умовах Дніпропетровської, Донецької, Запорізької, Луганської, Миколаївської, Одеської, Харківської та Черкаської областей, а дуже велика – відповідно в Київській, Кіровоградській, Полтавській, Херсонській та Чернігівській областях. А от в період часу з 2005 по 2009 роки велика варіація відмічена в Донецькій, Запорізькій, Луганській, Миколаївській, Одеській, Сумській, Харківській, Херсонській, Черкаській та Чернівецькій областях, та дуже велика варіабельність була в Вінницькій, Полтавській та Хмельницькій областях. Також в період з 2010 по 2014 роки великі значення варіабельності урожайності були в Дніпропетровській, Запорізькій, Київській, Кіровоградській, Луганській, Миколаївській, Одеській, Сумській, Харківській, Херсонській, Черкаській областях, а от дуже велика варіація – лише в Хмельницькій області. Аналіз часового інтервалу з 2015 по 2016 роки показує великі значення варіабельності урожайності в таких регіонах як Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Київська, Миколаївська та Черкаська, та дуже велику варіабельність – у Вінницькій та Житомирській областях. **Висновки.** За результатами проведених досліджень виявлено, що традиційно сорго зернове вирощують в умовах Степу: Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Кіровоградська, Луганська, Миколаївська, Одеська та Херсонська області, а також Лісостепу України: Вінницька, Київська, Полтавська, Харківська та Черкаська області. Встановлено, що високою пластичністю урожайності сорго та формуванням умов, що сприяють хорошій реалізації його біологічного потенціалу серед степових регіонів, характеризуються Дніпропетровська, Луганська та Кіровоградська області, а в Лісостепу України кращі умови вирощування для сорго зернового складаються в Київській та Черкаській областях.

Ключові слова: сорго зернове; урожайність; площі вирощування; валовий збір.

Вступ

Сорго зернове по праву належить до культур, спроможних формувати високий рівень продуктивності за різноманітних умов вирощування, забезпечення вологою, ґрунтів, температурних режимів. Адже завдяки глибокопроникній кореневій системі та цілому ряду пристосувань, які дозволяють успішно пережити посуху, рослини добре ростуть та розвиваються в умовах дефіциту факторів середовища [1, 2].

Відповідно серед польових культур сорго беззаперечно є лідером за здатністю переносити тривалі посухи, високі температури повітря та ґрунту. Адже листки рослин С4 типу фотосинтезу значно менше потерпають від сильного нагрівання та економніше витрачають вологу [3].

Транспіраційний коефіцієнт сорго становить 300, тоді як в кукурудзи – 338, пшениці озимої – 513, а у сої – 520. Тому навіть за наявності незначних кількостей вологи в ґрунті сорго продовжує

ріст та розвиток попри сильну спеку та суховії. А от коли вологи в ґрунті недостатньо, рослини сорго здатні впадати в анабіоз та відновлювати свою вегетацію після надходження опадів [4].

Зважаючи на свою невибагливість до умов вирощування, сорго зернове доволі поширене в наближених до України країнах з різноманітним кліматом, в тому числі й посушливим [5].

Таблиця 1

Урожайність, валовий збір та площа сорго зернового в регіоні [5]

Країна	2018			2017			2016		
	урожай, т/га	площа, га	валовий збір, т	урожай, т/га	площа, га	валовий збір, т	урожай, т/га	площа, га	валовий збір, т
Азербайджан	1,80	110	198	5,19	39	202	9,55	8	76
Казахстан	0,78	2952	2305	0,67	6319	4234	1,16	6878	7958
Киргизстан	1,79	29	52	3,22	25	80	1,10	101	111
Молдова	4,04	1143	4616	3,79	1197	4537	3,66	1380	5054
Росія	1,11	44347	49128	1,06	97929	103550	1,48	210503	312067
Україна	4,63	41900	193980	2,80	71000	198500	3,90	70200	273710
Узбекистан	8,75	800	7000	8,75	800	7000	8,75	800	7000

Отже, як свідчать статистичні дані, Україна займає доволі серйозні позиції за обсягами виробництва зерна сорго, причому якраз за рахунок високого рівня продуктивності культури, а не завдяки екстенсивному збільшенню площ вирощування [5].

А отже, на даний час сорго зернове надзвичайно актуальна для України культура, адже посухи, особливо у південних регіонах, стають все більш небезпечним явищем, що спричиняє підбирати для вирощування посухостійкі культури. Відповідно на території Південного Степу України ймовірність атмосферної в поєднанні з ґрунтовою посух у період активної вегетації рослин сягає 90 % [6].

А тому питання пошуку та заміни традиційних культур не тільки для Степової зони, а й для умов Лісостепу та Полісся є доволі актуальним.

Мета досліджень – оцінити екологічну пластичність продуктивності сорго зернового за вирощування в різних регіонах України.

Матеріали та методика досліджень

Для дослідження екологічної пластичності продуктивності сорго зернового використовувались показники урожайності, площі та валового збору по регіонах України за 2000-2019 рр. згідно даних Державної служби статистики України. Дані Автономної республіки Крим не брались до аналізу, оскільки сільське господарство Криму в переважній більшості ведеться на зрошуваних землях, а тому вирощування сорго зернового не відображає реального дефіциту факторів навколишнього середовища [7].

Стабільність та пластичність урожайності сорго зернового визначали за методикою Ебергарда-Рассела. Вона дозволяє оцінити рівень продуктивності культури не лише за усередненими показниками, але і за пластичністю (b), що є відображенням регресії культури на зміну умов вирощування та стабільністю (W) цієї реакції. Сума квадратів взаємодії з умовами середовища ділиться на дві частини – лінійний компонент регресії (b) та його нелінійну частину, яка визначається середнім квадратичним відхиленням від лінії регресії (W) [8, 9].

Коефіцієнт регресії (b) виступає як показник пластичності культури до умов вирощування. Передбачаючи лінійну залежність між генотиповими та середовищними ефектами, можна використовувати регресію даної ознаки на екологічні індекси середовища. При порівнянні показників пластичності умови вирощування з коефіцієнтом $b > 1$ відносять до високопластичних (відносно середньої групової). При $1 > b > 0$ умови вирощування відносять до відносно низькопластичних. Якщо показник пластичності достовірно не відрізняється від одиниці, то умови середовища не відрізняються від середньої групової.

Окрім коефіцієнта регресії розраховують стабільність цієї реакції за ступенем відхилення W. Низькопластичні умови формування продуктивності сорго зернового з низьким значенням W не знижують значення ознаки за ліміту факторів середовища, але вони нерентабельні для вирощування, так як не сприяють забезпеченню вимог рослин та формуванню ними високого

рівня продуктивності. Високопластичні умови з низьким значенням W належать до умов, що сприяють отриманню високого рівня продуктивності за оптимальних значень основних факторів середовища [8, 9]. Іншими словами, в умовах низької пластичності показників урожайності сорго зернового рослини не здатні забезпечити високий рівень урожайності, а отже дані регіони нецікаві з точки зору значного розповсюдження посівних площ даної культури. А от в регіонах, де спостерігається високий рівень пластичності умов вирощування, в сприятливі роки потенціал продуктивності рослин сорго реалізується на значному рівні. А в несприятливі роки формування урожайності всіх без виключення сільськогосподарських культур ускладнене за рахунок впливу екстремальних факторів навколишнього середовища.

Розрахунки екологічної стабільності та пластичності сорго зернового виконували на основі методики Еберхарда–Рассела в пакеті прикладних програм PTC Mathcad Prime 3.1.

Обрахунок стандартного відхилення та коефіцієнтів варіації по регіонах України з інтервалом розрахунку в п'ять років виконували в програмі Statistica 12.0. Причому для розрахунку використовували лише повні дані за п'ятирічку, а у випадку відсутності інформації про урожайність хоча б в один з років п'ятирічки цей період в регіоні залишали без оцінювання [10].

Результати досліджень

За останні десятиріччя показники урожайності, площі та валового збору сорго зернового, як в середньому по Україні, так і окремо по регіонах, піддавались значним змінам, викликаним передусім ажіотажним попитом на зерно сорго та наступним зменшенням посівних площ у зв'язку зі значним зниженням закупівельних цін. А тому для нівелювання впливу економічних чинників сформовано дані середніх за 2000–2019 рр. показників продуктивності сорго зернового (табл. 2).

Таблиця 2

Середньобогаторічні показники урожайності, площі та валового збору сорго зернового по регіонах України (середнє за 2000–2019 рр.)

Регіон*	Урожайність, т/га	Площа, тис./га	Валовий збір, тис. т/га
Україна загалом	2,38	46,5	133,6
Вінницька	2,55	0,78	3,1
Волинська	0,03	0,01	–
Дніпропетровська	2,17	5,42	12,4
Донецька	2,14	4,96	10,4
Житомирська	1,21	0,41	0,9
Закарпатська	0,83	0,02	0,1
Запорізька	1,79	3,45	6,6
Івано-Франківська	0,24	–	–
Київська	3,09	0,52	2,3
Кіровоградська	3,01	2,60	10,0
Луганська	2,72	5,82	17,2
Львівська	0,79	0,02	0,1
Миколаївська	2,11	8,44	18,0
Одеська	2,31	6,03	13,9
Полтавська	3,02	1,34	5,6
Рівненська	0,03	0,04	–
Сумська	2,41	0,40	1,5
Тернопільська	0,15	0,00	0,0
Харківська	2,27	2,08	5,9
Херсонська	1,90	7,01	13,2
Хмельницька	0,73	0,05	0,2
Черкаська	3,60	1,89	9,3
Чернівецька	1,34	0,05	0,1
Чернігівська	1,85	0,18	0,8

*без урахування даних Автономної Республіки Крим як таких, що суттєво відрізняються за умовами вирощування сорго зернового від регіонів материкової частини України.

Стабільно високі показники урожайності, площ вирощування та валового збору зерна спостерігаються в регіонах Степу, в максимальній мірі придатних для вирощування сорго: Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Кіровоградська, Луганська, Миколаївська, Одеська та Херсонська області. Хороші показники забезпечують регіони, що належать до Лісостепової зони України – Вінницька, Київська, Полтавська, Харківська та Черкаська області.

Окремо варто відмітити такі регіони як Волинська, Івано-Франківська, Львівська, Рівненська та Чернівецька області. Спроби вирощувати сорго зернове ведуться в них давно, однак значного поширення та великих обсягів валового виробництва тут не спостерігається. І, на нашу думку, це пов'язане передусім з не в повній мірі сприятливими кліматичними умовами для повноцінного росту та розвитку рослин сорго зернового.

Наступним кроком аналізу даних урожайності сорго зернового було визначення стандартного відхилення та коефіцієнтів варіації по регіонах України з інтервалом розрахунку в п'ять років (табл. 3).

Таблиця 3

Стандартне відхилення та коефіцієнт варіації урожайності сорго зернового по регіонах України

Region	2000–2004		2005–2009		2010–2014		2015–2019	
	с. в.	к. в.	с. в.	к. в.	с. в.	к. в.	с. в.	к. в.
Україна	0,32	24,0	0,43	20,9	0,52	22,2	0,67	17,5
Вінницька	–*	–	1,23	101,4	0,45	13,4	2,80	53,6
Дніпропетровська	0,28	21,6	0,92	41,6	0,41	23,9	0,95	27,6
Донецька	0,37	24,8	0,45	22,4	0,24	11,0	0,76	26,3
Житомирська	–	–	–	–	–	–	3,21	84,8
Закарпатська	–	–	–	–	–	–	–	–
Запорізька	0,23	26,8	0,58	34,6	0,52	27,6	0,74	27,1
Київська	1,30	65,8	0,36	18,4	1,45	46,4	1,91	36,0
Кіровоградська	0,76	51,2	0,43	18,7	1,08	29,6	0,95	20,7
Луганська	0,48	48,5	0,85	35,2	0,76	24,8	0,92	20,8
Миколаївська	0,55	45,2	0,68	35,0	0,70	31,7	0,76	24,9
Одеська	0,41	26,7	0,69	33,8	0,69	30,2	0,42	12,5
Полтавська	0,49	81,5	2,01	72,4	0,23	5,3	0,85	19,8
Сумська	0,16	15,8	0,72	49,2	1,41	35,0	–	–
Тернопільська	–	–	–	–	–	–	–	–
Харківська	0,29	37,2	0,80	46,4	1,24	40,0	0,62	17,9
Херсонська	0,79	80,9	0,83	49,8	0,41	24,2	0,32	9,7
Хмельницька	–	–	0,32	58,3	1,50	93,7	–	–
Черкаська	0,40	24,7	0,71	22,7	1,17	30,0	1,59	27,7
Чернівецька	–	–	0,69	44,9	–	–	–	–
Чернігівська	0,63	60,1	–	–	–	–	–	–

Примітка. с. в. – стандартне відхилення; к. в. – коефіцієнт варіації.

*з врахуванням лише повних даних п'ятирічок.

У проміжок з 2000 по 2004 роки велика варіабельність урожайності спостерігалась в умовах Дніпропетровської, Донецької, Запорізької, Луганської, Миколаївської, Одеської, Харківської та Черкаської областей. А от варіація дуже велика була в Київській, Кіровоградській, Полтавській, Херсонській та Чернігівській областях.

У період часу з 2005 по 2009 роки велика варіація урожайності була відмічена в Донецькій, Запорізькій, Луганській, Миколаївській, Одеській, Сумській, Харківській, Херсонській, Черкаській та Чернівецькій областях. А от дуже велика варіабельність була в Вінницькій, Полтавській та Хмельницькій областях.

У відтинок часу з 2010 по 2014 роки великі значення варіабельності урожайності сорго зернового були в таких регіонах: Дніпропетровська, Запорізька, Київська, Кіровоградська,

Луганська, Миколаївська, Одеська, Сумська, Харківська, Херсонська, Черкаська області, а от дуже велика варіація була лише в Хмельницькій області.

У проміжок з 2015 по 2016 роки великі значення варіабельності урожайності сорго зернового були в таких регіонах як Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Київська, Миколаївська та Черкаська області. А от показники дуже великої варіабельності ознаки відмічали у Вінницькій та Житомирській областях.

Причому дані аналізу варіабельності ознаки урожайності сорго зернового в розрізі по регіонах та періодах вирощування неможливо однозначно інтерпретувати, адже значні відмінності коефіцієнтів варіації можуть бути викликані як негативним чи позитивним впливом умов вирощування (регіони Степової зони України), так і взагалі – ростом урожайності, що пов'язано з вдосконаленням технології вирощування сорго в господарствах, що сіють сорго зернове відносно недавно, як скажімо це спостерігається на початку масового вирощування сорго в таких регіонах як Вінницька, Житомирська, Сумська, Чернігівська області.

Показники екологічної пластичної та стабільності, які розраховували за методикою Eberhart S. A., Russel W. A. за допомогою пакету прикладних програм PTC Mathcad Prime 3.1, наведені в таблиці 4.

Таблиця 4

**Стабільність (b) та пластичність (W) урожайності сорго зернового
по регіонах України**

Регіон	2000–2004		2005–2009		2010–2014		2015–2019	
	b	W	b	W	b	W	b	W
Вінницька	–*	–	3,29	$6,93 \times 10^4$	0,90	$1,26 \times 10^5$	-0,19	$\times 10^5$
Дніпропетровська	1,67	$1,95 \times 10^4$	1,79	$6,47 \times 10^4$	0,25	$1,37 \times 10^5$	1,07	$\times 10^5$
Донецька	0,31	$1,91 \times 10^4$	0,89	$6,57 \times 10^4$	0,40	$1,34 \times 10^5$	0,69	$\times 10^5$
Житомирська	–	–	–	–	–	–	3,17	$\times 10^5$
Закарпатська	–	–	–	–	–	–	–	–
Запорізька	0,78	$2,06 \times 10^4$	1,08	$6,72 \times 10^4$	-0,13	$1,36 \times 10^5$	-0,20	$\times 10^5$
Івано-Франківська	–	–	–	–	-0,61	$1,42 \times 10^5$	–	–
Київська	2,32	$1,79 \times 10^4$	1,10	$6,59 \times 10^4$	3,42	$1,28 \times 10^5$	2,73	$\times 10^5$
Кіровоградська	-1,02	$1,91 \times 10^4$	1,41	$6,43 \times 10^4$	2,29	$1,25 \times 10^5$	1,47	$\times 10^5$
Луганська	2,54	$2,03 \times 10^4$	0,04	$6,38 \times 10^4$	1,95	$1,28 \times 10^5$	1,34	$\times 10^5$
Миколаївська	2,49	$1,97 \times 10^4$	1,51	$6,59 \times 10^4$	-0,32	$1,34 \times 10^5$	0,30	$\times 10^5$
Одеська	0,81	$1,89 \times 10^4$	0,74	$6,55 \times 10^4$	0,77	$1,33 \times 10^5$	-0,38	$\times 10^5$
Полтавська	-1,42	$2,13 \times 10^4$	1,62	$6,22 \times 10^4$	0,36	$1,20 \times 10^5$	1,16	$\times 10^5$
Сумська	-0,50	$2,03 \times 10^4$	1,24	$6,81 \times 10^4$	3,37	$1,22 \times 10^5$	–	–
Тернопільська	–	–	–	–	–	–	–	–
Харківська	1,25	$2,08 \times 10^4$	-0,35	$6,70 \times 10^4$	2,36	$1,28 \times 10^5$	0,84	$\times 10^5$
Херсонська	4,17	$2,03 \times 10^4$	1,21	$6,72 \times 10^4$	-0,38	$1,37 \times 10^5$	0,07	$\times 10^5$
Хмельницька	–	–	0,49	$7,25 \times 10^4$	-1,00	$1,38 \times 10^5$	–	–
Черкаська	2,20	$1,87 \times 10^4$	-0,51	$6,05 \times 10^4$	2,37	$1,23 \times 10^5$	1,92	$\times 10^5$
Чернівецька	–	–	0,45	$6,78 \times 10^4$	–	–	–	–
Чернігівська	-1,61	$2,02 \times 10^4$	–	–	–	–	–	–

*з врахуванням лише повних даних п'ятирічок.

Відповідно до методики Еберхарда–Рассела при порівнянні умов вирощування з коефіцієнтом $b > 1$ їх можна віднести до високопластичних, а за умови $1 > b = 0$ до відносно низькопластичних за урожайністю сорго зернового.

У свою чергу результати аналізу даних стабільності та пластичності урожайності сорго зернового в умовах різних регіонів України дали змогу більш повно охарактеризувати умови регіонів за екологічною пластичністю і стабільністю формування продуктивності сорго та зробити їх розподіл за лімітом факторів вирощування (табл. 5).

Таблиця 5

Екологічна характеристика регіонів вирощування сорго зернового за продуктивністю

Регіон	2000–2004	2005–2009	2010–2014	2015–2019
Вінницька	–*	висока пластичність	низька пластичність, ліміт факторів	низька пластичність, ліміт факторів
Дніпропетровська	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність	висока пластичність
Донецька	низька пластичність, ліміт факторів	низька пластичність, ліміт факторів	низька пластичність	низька пластичність
Житомирська	–	–	–	висока пластичність
Закарпатська	–	–	–	–
Запорізька	низька пластичність	висока пластичність	низька пластичність	низька пластичність
Івано-Франківська	–	–	низька пластичність	–
Київська	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови
Кіровоградська	низька пластичність, ліміт факторів	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови
Луганська	висока пластичність	низька пластичність, ліміт факторів	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови
Миколаївська	висока пластичність	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність	низька пластичність
Одеська	низька пластичність, ліміт факторів	низька пластичність, ліміт факторів	низька пластичність	низька пластичність
Полтавська	низька пластичність	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність, ліміт факторів	висока пластичність, інтенсивні умови
Сумська	низька пластичність	висока пластичність	висока пластичність, ліміт факторів	–
Тернопільська	–	–	–	–
Харківська	висока пластичність	низька пластичність	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність
Херсонська	висока пластичність	висока пластичність	низька пластичність	низька пластичність
Хмельницька	–	низька пластичність	низька пластичність	–
Черкаська	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність, ліміт факторів	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови
Чернівецька	–	низька пластичність	–	–
Чернігівська	низька пластичність	–	–	–

*з врахуванням лише повних даних п'ятирічок.

Якщо аналізувати умови вирощування сорго зернового по регіонах, то можна виокремити доволі цікаві закономірності. Так, що передусім стосується традиційно соргосіючих Степових регіонів, то Дніпропетровська область переважно характеризується високою пластичністю урожайності сорго та формуванням умов, що сприяють хорошій реалізації його біологічного потенціалу. І лише в період 2010–2014 рр. в регіоні склались несприятливі умови для росту та розвитку рослин сорго зернового. Також погодні умови, що склались в Луганській області, за виключенням 2005–2009 рр. були сприятливими для отримання високого рівня продуктивності сорго зернового. Аналогічно хороші показники придатності умов до вирощування сорго зернового можна відзначити також і в Кіровоградській області в період з 2005 по 2019 роки.

А от такі регіони як Миколаївська та Херсонська області характеризуються різноманітними умовами вирощування сорго зернового. Адже аналіз чотирьох п'ятирічок показує нам, що періодів

як з оптимальними умовами для росту та розвитку сорго зернового, так і з несприятливими умовами вирощування було приблизно порівну, причому останні припадали на період з 2011 по 2019 роки.

Умови, що складаються в Запорізькій, Донецькій та Одеській областях, можна віднести переважно до таких, що чинять екстремальний вплив на формування урожайності сорго зернового. Причому кліматичні умови, що склались в 2005-2009 рр. в Запорізькій області, сприяли високому рівню пластичності урожайності сорго, тоді як в усі періоди в Донецькій та Одеській областях спостерігалась низька пластичність рівня продуктивності та в основному ліміт факторів.

У регіонах Лісостепової зони попри відсутність дефіциту опадів та наявність родючих ґрунтів спостерігаються і несприятливі періоди для ефективної реалізації рослинами сорго зернового біологічного потенціалу. Так, у Вінницькій області в проміжок часу з 2010 по 2019 рр. відзначається низька пластичність рівня урожайності, сформована під дією ліміту факторів навколишнього середовища. Доволі погано сорго росте в умовах Хмельницької та Чернівецької областей. А от в таких регіонах як Полтавська, Сумська та Харківська області відзначається як формування інтенсивних умов для реалізації біологічного потенціалу сорго зернового, так і дефіцит факторів середовища, що призводить до доволі незначного рівня продуктивності.

Кращі умови вирощування для сорго зернового впродовж періоду спостережень в Лісостепу України можна відмітити в Київській області – в усі п'ятирічки спостерігалась висока пластичність продуктивності в поєднанні з умовами навколишнього середовища, сприятливими для реалізації біологічного потенціалу рослинами сорго зернового. Також хороші умови склались і в Черкаській області, за виключенням періоду з 2005 по 2009 рр.

Попри глобальні зміни клімату регіони, що належать до Полісся, не підходять для промислового вирощування сорго зернового, адже отримані дані аналізу екологічної пластичності урожайності цієї культури свідчать про низьку її пластичність та відсутність сприятливих умов для формування високого рівня продуктивності.

Висновки

Аналіз багаторічних даних урожайності, площ вирощування та валового збору сорго зернового показує нам, що традиційно максимальне виробництво даної культури спостерігається в умовах Степу: Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Кіровоградська, Луганська, Миколаївська, Одеська та Херсонська області, а також Лісостепу України: Вінницька, Київська, Полтавська, Харківська та Черкаська області.

Серед степових регіонів Дніпропетровська, Луганська та Кіровоградська області переважно характеризуються високою пластичністю урожайності сорго та формуванням умов, що сприяють хорошій реалізації його біологічного потенціалу. Решта ж регіонів належить до таких, що забезпечують формування нестабільних показників продуктивності досліджуваної культури та з різною мірою настання несприятливих умов вирощування.

В Лісостепу України кращі умови вирощування для сорго зернового складаються в Київській та Черкаській областях, що сприяє формуванню високої пластичності продуктивності в поєднанні з умовами навколишнього середовища, сприятливими для реалізації біологічного потенціалу. В той же час регіони Полісся України не можуть забезпечити формування високого рівня продуктивності рослинами сорго зернового порівняно з іншими агрокліматичними зонами України, а отже промислове вирощування його в цих регіонах ризиковане.

Використана література

1. Макаров Л. Х. Соргові культури. Херсон : Айлант, 2006. 264 с.
2. Федорчук М. І., Коковіхін С. В., Каленська С. М. та ін. Науково-теоретичні засади та практичні аспекти формування еколого-безпечних технологій вирощування та переробки сорго в степовій зоні України. Херсон, 2017. 208 с.
3. Безручко О. І., Джулай Н. П. Поповнення ринку сортів рослин України: сорго звичайне (двокольорове) (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). *Plant Var. Stud. Prot.* 2012. № 3. С. 45–51. doi: 10.21498/2518-1017.3(17).2012.58830
4. Рудник-Іващенко О. І., Сторожик Л. І. Стан і перспективи соргових культур в Україні. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2011. Вип. 10. С. 198–206.
5. FAO STAT Crops statistics. 2019. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

6. Семенова І. Г. Просторово-часовий розподіл посух в Україні в умовах майбутньої зміни клімату. *Фізична географія та геоморфологія*. 2015. Вип. 1. С. 144–150.
7. Державна служба статистики України. URL: www.ukrstat.gov.ua
8. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability Parameters for Comparing Varieties. *Crop Sci.* 1966. Vol. 6, Iss. 1. P. 36–40. doi: 10.2135/cropsci1966.0011183x000600010011x
9. Shapiro S. S., Wilk M. B. An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika*. 1965. Vol. 52, No. 3/4. P. 591–611. doi: 10.2307/2333709
10. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті STATISTICA 6.0. Київ : ПоліграфКонсалтинг, 2007. 55 с.

References

1. Makarov, L. Kh. (2006). *Sorhovi kultury* [Sorghum crops]. Kherson: Ailant. [in Ukrainian]
2. Fedorchuk, M. I., Kokovikhin, S. V., Kalenska, S. M., Rakhmetov, D. B., Fedorchuk, V. H., Filipova, I. N., ... Panfilova, A. V. (2017). *Naukovo-teoretychni zasady ta praktychni aspekty formuvannia ekolooho-bezpechnykh tekhnolohii vyroshchuvannia ta pererobky sorho v stepovii zoni Ukrainy* [Scientific-theoretical foundations and practical aspects of formation of ecologically safe technologies of cultivation and processing of sorghum in the steppe zone of Ukraine]. Kherson: N.p. [in Ukrainian]
3. Bezruchko, O. I., & Dzhulai, N. P. (2012). Market of varieties in Ukraine: Sorghum vulgaris, bicolor (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). *Plant Var. Stud. Prot.*, 3, 45–51. doi: 10.21498/2518-1017.3(17).2012.58830
4. Rudnyk-Ivashchenko, O. I., & Storozhyk, L. I. (2011). Status and prospects of sorghum crops in Ukraine. *Visnyk centru naukovooho zabezpechennja APV Harkivs'koi oblasti* [Bulletin of the Center for Science Provision of Agribusiness in the Kharkiv region], 10, 198–206. [in Ukrainian]
5. *FAO STAT Crops statistics*. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
6. Semenova, I. G. (2015). The spatial and temporal distribution of droughts in Ukraine under the future climate changes. *Fizychna heohrafiya ta heomorfologiya* [Physical geography and geomorphology], 1, 144–150.
7. *State Statistics Service of Ukraine*. Retrieved from www.ukrstat.gov.ua [in Ukrainian]
8. Eberhart, S. A., & Russell, W. A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, 6(1), 36–40. doi: 10.2135/cropsci1966.0011183x000600010011x
9. Shapiro, S. S., Wilk, M. B. (1965). An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika*, 52(3/4), 591–611. doi: 10.2307/2333709
10. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi STATISTICA 6.0* [Statistical analysis of agronomic study data in the Statistica 6.0 software suite]. Kyiv: PolihrafKonsaltnykh. [in Ukrainian]

УДК 633.174

Присяжнюк О. І.*, **Сторожик Л. І.**, **Завгородня С. В.** Екологічна пластичність сорго зернового // *Новітні агротехнології*. 2019. № 7. URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/204818>.

*Інститут біоенергетических культур и сахарной свеклы НААН України, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03110, Украина, *e-mail: ollpris@gmail.com*

Цель. Провести оценку экологической пластичности сорго зернового при выращивании в разных регионах Украины. **Методы.** Математико-статистические: определение стабильности и пластичности по методике Эбергарда–Рассела. **Результаты** Исследовано, что высокий уровень урожайности сорго зернового присущ регионам Степи, в максимальной степени пригодным для выращивания этой культуры: Днепропетровская, Донецкая, Запорожская, Кировоградская, Луганская, Николаевская, Одесская и Херсонская области. Хорошие показатели обеспечивают регионы, относящиеся к Лесостепной зоне Украины – Винницкая, Киевская, Полтавская, Харьковская и Черкасская области. Большая вариабельность урожайности в период с 2000 по 2004 годы была в условиях Днепропетровской, Донецкой, Запорожской, Луганской, Николаевской, Одесской, Харьковской и Черкасской областей, а очень большая – соответственно в Киевской, Кировоградской, Полтавской, Херсонской и Черниговской областях. А вот в период времени с 2005 по 2009 годы большая вариация отмечена в Донецкой, Запорожской, Луганской, Николаевской, Одесской, Сумской, Харьковской, Херсонской, Черкасской и Черновицкой областях, и очень большая вариабельность была в Винницкой, Полтавской и Хмельницкой областях. Также в период с 2010 по 2014 годы большие значения вариабельности урожайности были в Днепропетровской, Запорожской, Киевской, Кировоградской, Луганской, Николаевской, Одесской, Сумской, Харьковской, Херсонской, Черкасской областях, а вот очень

большая вариация – только в Хмельницкой области. Анализ временного интервала с 2015 по 2016 годы показывает большие значения вариабельности урожайности в таких регионах как Днепропетровская, Донецкая, Запорожская, Киевская, Николаевская и Черкасская области, и очень большую вариабельность в Винницкой и Житомирской областях. **Выводы.** По результатам проведенных исследований традиционно сорго зерновое выращивают в условиях Степи: Днепропетровская, Донецкая, Запорожская, Кировоградская, Луганская, Николаевская, Одесская и Херсонская области, а также Лесостепи Украины: Винницкая, Киевская, Полтавская, Харьковская и Черкасская области. Установлено, что высокой пластичностью урожайности сорго и формированием условий, способствующих хорошей реализации его биологического потенциала среди степных регионов, характеризуются Днепропетровская, Луганская и Кировоградская области, а в Лесостепи Украины лучшие условия выращивания для сорго зернового состоят в Киевской и Черкасской областях.

Ключевые слова: сорго зерновое; урожайность; площади выращивания; валовой сбор.

UDC 633.174

Prysiazniuk, O. I., Storozhyk, L. I., & Zavorodnia, S. V. (2019). Ecological plasticity of grain sorghum. *Novitni agrotehnologii* [Advanced agritechnologies], 7. Retrieved from <http://jna.bio.gov.ua/article/view/204818>. [in Ukrainian]

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine,

**e-mail: ollpris@gmail.com*

Purpose. To assess the ecological plasticity of grain sorghum productivity for cultivation in different regions of Ukraine. **Methods.** Mathematical and statistical: determination of stability and plasticity by the method of Eberhart–Russell. **Results.** It is investigated that the high level of grain sorghum yield is inherent in the steppe regions, most suitable for growing this crop: Dnipropetrovsk, Donetsk, Zaporizhzhia, Kirovohrad, Luhansk, Mykolaiv, Odesa and Kherson regions. Good indicators are provided by the regions belonging to the Forest-Steppe Zone of Ukraine, such as Vinnytsia, Kyiv, Poltava, Kharkiv and Cherkasy regions. High variability of yield in the period from 2000 to 2004 was under the conditions of: Dnipropetrovsk, Donetsk, Zaporizhzhia, Luhansk, Mykolaiv, Odesa, Kharkiv and Cherkasy regions, and very large respectively: Kyiv, Kirovohrad, Poltava, Kherson and Chernihiv regions. But in the period from 2005 to 2009 a large variation was observed in: Donetsk, Zaporizhzhia, Luhansk, Mykolaiv, Odesa, Sumy, Kharkiv, Kherson, Cherkasy and Chernivtsi regions, and a very large variability was in: Vinnytsia, Poltava and Khmelnytsky regions. Also in the period from 2010 to 2014, large values of yield variability were in: Dnipropetrovsk, Zaporizhzhia, Kyiv, Kirovohrad, Luhansk, Mykolaiv, Odesa, Sumy, Kharkiv, Kherson, Cherkasy, but a very large variation only in Khmelnytskyi region. The analysis of the time interval from 2015 to 2016 shows large values of yield variability in such regions as Dnipropetrovsk, Donetsk, Zaporizhzhia, Kyiv, Mykolaiv and Cherkasy and very large variability in: Vinnytsia and Zhytomyr regions. **Conclusions.** According to the results of research, grain sorghum is traditionally grown in the steppe: Dnipropetrovsk, Donetsk, Zaporizhzhia, Kirovohrad, Luhansk, Mykolaiv, Odesa and Kherson regions, as well as the Forest-Steppe of Ukraine: Vinnytsia, Kyiv, Poltava, Kharkiv and Cherkasy regions. It is established that Dnipropetrovsk, Luhansk and Kirovohrad regions are characterized by high plasticity of sorghum yield and formation of conditions that promote good realization of its biological potential among steppe regions, and in Forest-Steppe Zone of Ukraine the best growing conditions for grain sorghum are in Kyiv and Cherkasy regions.

Keywords: grain sorghum; yield; growing areas; gross harvest.

Надійшла / Received 15.10.2019

Погоджено до друку / Accepted 25.11.2019