

## Оцінювання продуктивності різних сортів соризу (*Sorghum orysoïdum*)

В. І. Войтовська<sup>1</sup>, Л. І. Сторожик<sup>1</sup>, В. В. Любич<sup>2</sup>, О. В. Яланський<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна

<sup>2</sup>Уманський національний університет садівництва, вул. Інститутська, 1, м. Умань, 20305, Україна,  
e-mail: LyubichV@gmail.com

<sup>3</sup>Інститут зернових культур НААН України, вул. В. Вернадського, 25, м. Дніпро, 49009, Україна

**Мета.** Установити особливості формування продуктивності (урожайність, вміст білка та клейковини і розрахунковий вихід біоетанолу) різних сортів соризу. **Методи.** Експериментальні дослідження проводили впродовж 2019–2021 рр. на Дослідному полі Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України (Ксаверівка друга, Білоцерківський р-н, Київська обл.). Урожайність визначали прямим комбайнуванням поділянково, вміст білка та крохмалю – методом інфрачервоної спектроскопії, можливий вихід біоетанолу – за вмістом крохмалю. **Результати.** У середньому за роки досліджень найвищу врожайність відзначено в сорту ‘Факел’ – 10,93 т/га, найнижчу – у ‘Геліос’ та ‘Салют’ – 7,97 та 8,82 т/га відповідно. Урожайність решти сортів становила 9,38–9,82 т/га, при цьому індекс стабільності, залежно від сорту, змінювався від 0,77 до 0,90. Найвищий вміст білка в насінні виявлено в сорту ‘Самаран б’ (14,0%), найнижчий – в ‘Октан’ (12,7%) та ‘Меркурій’ (12,4%). У решти сортів соризу цей показник становив від 13,1 до 13,9%. Індекс стабільності вмісту білка при цьому був високим – 0,91–0,97. Установлено, що вирощування сортів соризу ‘Європа’, ‘Титан’, ‘Самаран б’ і ‘Факел’ дає змогу отримати найбільший розрахунковий вихід біоетанолу – 4027–4630 кг/га. Найменшим цей показник був у сорту ‘Геліос’ – 2846 кг/га. Для решти сортів цей показник був на рівні 3378–3861 кг/га. Слід зазначити, що зерно всіх сортів соризу після збирання врожаю необхідно досушувати, оскільки його вологість навіть за сприятливіших погодних умов становить 16,2–21,4%. **Висновки.** Продуктивність соризу значною мірою змінюється залежно від сорту та погодних умов. Усі сорти забезпечували високу врожайність – 7,97–10,93 т/га. Для виробництва продовольчого зерна зі вмістом білка 13,1–13,8% рекомендовано використовувати сорти соризу ‘Кварц’, ‘Геліос’, ‘Салют’ та ‘Одеський 302’. Для виробництва продовольчого зерна (частка білка 13,9–14,2%) та отримання високого виходу біоетанолу (3478–5265 л/га) необхідно використовувати сорти ‘Європа’, ‘Титан’, ‘Самаран б’ і ‘Факел’.

**Ключові слова:** сорго рисозерне; урожайність; вміст білка; вміст крохмалю; біоетанол; вологість зерна.

### Вступ

Сорго [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] – добре пристосована зернова культура, яку вирощують у тропічних, субтропічних і помірних кліматичних поясах світу. Такими властивостями характеризується й сорго рисозерне (*Sorghum orysoïdum*), оскільки фенотипово дуже подібне до останнього. Сьогодні зерно

сорго – основа раціону для мільйонів людей у напіваридних регіонах Азії та Африки [1]. У 2019 р. посіви сорго займали у світі понад 40 млн га за врожайності приблизно 14 т/га, а валове виробництво становило 57,89 млн т [2]. Зерно сорго – перспективна сировина для круп’яного [3] і кондитерського виробництва [4].

Порівняно з іншими чинниками, найбільше на врожайність сорго впливають погодні умови [5, 6], при цьому реакція культури на елементи агротехнології змінюється залежно від сорту [7, 8]. У разі задовільних або добрих погодних умов, значною мірою зростає значення адаптивності сорту або гібрида сорго [9].

Урожайність сорго зернового залежно від використаної агротехнології варіює від 5,04 до 6,05 т/га [10], вміст білка – від 8,2 до 9,8%. Є чимало факторів, що призводять до

Viktorija Voitovska

<https://orcid.org/0000-0001-5538-461X>

Larysa Storozhyk

<https://orcid.org/0000-0003-1587-1477>

Vitalii Liubych

<https://orcid.org/0000-0003-4100-9063>

Oleksandr Yalanskyi

<https://orcid.org/0000-0002-6686-4165>

такого варіювання, включно з пошкодженням шкідниками, розвитком у посівах культури збудників хвороб та бур'янів [11]. В умовах зі сприятливими чинниками довкілля та високим агрофоном, продуктивний потенціал сорго є досить значним [12]. За даними Afzal et al. [13], для запобігання виробничим відмінностям між основними й дослідними посівами сорго необхідний вищий рівень застосування азотних добрив. До подібного висновку дійшли й інші вчені [14]. Очевидно, що для високої реалізації потенціалу продуктивності застосування добрив має одне з вирішальних значень.

У дослідженнях А. Я. Рекарсік та А. Л. Jacobson [15], урожайність зерна різних гібридів сорго змінювалась від 2,95 до 9,13 т/га за умови застосування заходів захисту посівів від шкідливих організмів. Це свідчить про широкий діапазон формування продуктивності культури залежно від сортових особливостей. Для виробництва біоетанолу зазвичай використовують сорго цукрове. У дослідженнях [16] високим вважається вихід біоетанолу на рівні 980–1060 л/га залежно від гібрида сорго цукрового.

Отже, вивчення питання формування врожаю зерна *Sorghum orysoïdum* висвітлено не достань. Тому дослідження формування технологічних властивостей зерна різних сортів сорго є актуальними.

*Мета досліджень* – установити особливості формування продуктивності (урожайність, вміст білка та клейковини і розрахунковий вихід біоетанолу) різних сортів сорго.

### Матеріали та методика досліджень

Експериментальні дослідження проводили впродовж 2019–2021 рр. на дослідному полі Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України (с. Ксавєрівка друга, Білоцерківський р-н, Київська обл.), що знаходиться в межах регіону нестійкого зволоження Правобережної частини Лісостепу.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем, що за своїм механічним складом належить до крупнопилувато-середньосуглинкових. Вміст органічної частини ґрунту становить від 2,1 до 4,0%, а глибина гумусованих горизонтів – 100–120 см. За агрохімічними показниками ґрунти слабкокислі з наближенням до нейтральних (рН від 6,48 до 7,22). Ємність поглинання, або ж сума увібраних основ змінюється від 255 до 395 мг-екв/кг ґрунту, вміст лужногідролізованого азоту в орному шарі становить 134–350 мг/кг, рухомих форм фосфору – 130–380 мг/кг, обмінного калію – 84–

122 мг/кг ґрунту. Серед основних джерел надходження вологи перше місце займають атмосферні опади, а на другому місці перебувають ґрунтові води, внаслідок їх близького залягання до поверхні ґрунту.

У досліді після пшениці озимої вирощували сорти сорго 'Геліос', 'Салют', 'Титан', 'Меркурій', 'Одеський 302', 'Європа', 'Кварц', 'Самаран 6', 'Октан', 'Факел', які створено в Україні. Оригігатор – Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення (м. Одеса). Загальна площа дослідної ділянки – 35 м<sup>2</sup>, облікова – 20 м<sup>2</sup>.

Урожайність визначали поділянковим прямим комбайнуванням. Вміст білка та крохмалю в зерні визначали методом інфрачервоної спектроскопії, використовуючи ІК спектрометр Infratek 1241. Вологість зерна визначали відповідно до ДСТУ ISO 712:2015. Розрахунок можливого виходу біоетанолу здійснювали на підставі вмісту крохмалю (коефіцієнт перерахунку – 0,637). Індекс стабільності визначали за такою формулою [18]:

$$SE = \frac{HE}{LE},$$

де *HE* та *LE* – найбільша та найменша величини прояву ознаки відповідно.

Статистичну обробку даних проводили однофакторним дисперсійним аналізом [17]. Дисперсійним аналізом підтверджували або спростовували «нульову гіпотезу». Для цього визначали значення коефіцієнта «*p*», який показував імовірність відповідної гіпотези. У разі, якщо *p* < 0,05, «нульова гіпотеза» спростовувалась, а вплив чинника був достовірним.

### Результати досліджень

Вирощування сорго забезпечувало формування високої врожайності (табл. 1). Проте цей показник змінювався залежно від сорту культури. Зокрема, найвищу врожайність відзначено в сорту 'Факел' – 10,93 т/га, найнижчу – у 'Геліос' та 'Салют' – 7,97 та 8,82 т/га відповідно. Урожайність решти сортів становила 9,38–9,82 т/га, при цьому індекс стабільності, залежно від сорту, змінювався від 0,77 до 0,90.

Найбільшу врожайність зерна сорго формувало у 2019 р. – залежно від сорту від 9,12 до 10,95 т/га, у 2021 р. – від 8,56 до 12,36 т/га. Найменші показники відзначено у 2020 р. – від 7,38 до 9,87 т/га. Причиною формування меншої врожайності у 2020 р. був дефіцит опадів: за період травень–вересень випало 237 мм опадів. У 2021 р. за цей період випало 316 мм опадів. Крім того, у 2020 р. за період січень–квітень випало 108 мм опадів, а у 2021 р. – 178 мм.

Таблиця 1

## Урожайність зерна різних сортів соризу, т/га

Сорт	Рік проведення досліджень						Середнє за три роки		Індекс стабільності	
	2019		2020		2021					
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
'Геліос'	9,12	8,37	8,07	7,38	12,92	8,56	10,04	8,10	0,62	0,86
'Салют'	9,54	9,04	8,24	7,79	12,69	9,84	10,16	8,89	0,65	0,79
'Титан'	10,21	9,46	9,58	8,89	14,13	9,86	11,31	9,40	0,68	0,90
'Меркурій'	9,89	9,22	9,24	8,64	13,69	10,19	10,94	9,35	0,67	0,85
'Одеський 302'	10,36	9,77	9,12	8,57	13,87	10,37	11,12	9,57	0,66	0,83
'Європа'	10,28	9,78	9,22	8,80	13,87	10,48	11,12	9,69	0,66	0,84
'Кварц'	10,69	10,16	9,43	8,94	13,98	10,49	11,37	9,86	0,67	0,85
'Самаран б'	9,14	8,84	8,15	7,94	12,90	11,60	10,06	9,46	0,63	0,68
'Октан'	10,57	9,81	9,79	9,10	14,34	10,54	11,57	9,82	0,68	0,86
'Факел'	10,95	10,49	9,87	9,49	14,72	12,36	11,85	10,78	0,67	0,77
НІР <sub>0,05</sub>	0,46	0,40	0,41	0,39	0,54	0,52	–	–	–	–

**Примітка.** 1 – урожайність зерна за фактичної вологості, 2 – урожайність зерна в перерахунку на 14% вологості.

Формування високої врожайності зерна соризу у 2021 р. також зумовлено вищою вологістю зерна порівняно з 2020-м (табл. 2). Зокрема, у 2021 р. цей показник змінювався від 22,7 до 43,0% залежно від сорту. Найнижчу вологість зерна отримано за вирощування сортів 'Самаран б' – 22,7% і 'Факел' – 27,8%. Найвищу вологість мало зерно сортів 'Титан' – 40,0% і 'Геліос' – 43,0%. У 2020 р. вологість зерна змінювалась від 16,2 до 21,4%, а у 2019 р. – від 16,8 до 21,1%, проте

вказана вище тенденція зберігалась. Індекс стабільності при цьому був на рівні 0,50–0,71. Довший період вегетації і дефіцит вологи у 2020 р. сприяли формуванню нижчої вологості зерна соризу. Коротший вегетаційний період і більша кількість опадів у 2021 р. забезпечили формування зерна з найвищою вологістю. Такі особливості соризу необхідно враховувати під час його агротехнології, оскільки зерно з цією вологістю потрібно досушувати.

Таблиця 2

## Вологість зерна різних сортів соризу під час збирання врожаю, %

Сорт	Рік проведення досліджень			Середнє за три роки	Індекс стабільності
	2019	2020	2021		
'Самаран б'	16,8	16,2	22,7	18,6	0,71
'Факел'	17,6	17,3	27,8	20,9	0,62
'Салют'	18,5	18,7	33,3	23,5	0,56
'Європа'	18,2	17,9	35,0	23,7	0,51
'Кварц'	18,3	18,5	35,5	24,1	0,52
'Одеський 302'	18,9	19,2	35,7	24,6	0,54
'Меркурій'	19,8	19,6	36,0	25,1	0,54
'Октан'	20,2	20,1	36,8	25,7	0,55
'Титан'	20,3	20,2	40,0	26,8	0,51
'Геліос'	21,1	21,4	43,0	28,5	0,50
НІР <sub>0,05</sub>	0,8	0,9	1,5	–	–

У середньому за три роки досліджень, найвищий уміст білка в зерні виявлено в сортів 'Самаран б' (14,0%), 'Титан' та 'Європа' – 13,9%, найнижчий – в 'Октан' (12,7%) і 'Меркурій' (12,4%) (табл. 3). У решти сортів соризу цей показник становив від 13,1 до 13,8%. Індекс стабільності вмісту білка при цьому був високим – 0,91–0,97. Уміст білка у 2020 р. був вищим порівняно з 2019 і 2021 рр. Очевидно це зумовлено погодними умовами впродовж вегетаційного періоду соризу.

Найбільший розрахунковий вихід білка був у сорту 'Факел' – 1456 кг/га в середньо-

му за три роки досліджень (табл. 4). Найменшим він був за вирощування сорту 'Геліос' – 1065 кг/га. Збір білка на рівні 1309–1358 кг/га отримано за вирощування сортів соризу 'Титан', 'Одеський 302' і 'Самаран б'. Найбільший розрахунковий вихід білка отримано у 2019 р. завдяки формуванню вищої врожайності зерна культури. Індекс стабільності був у межах 0,70–0,94.

У середньому за три роки досліджень, уміст крохмалю в зерні соризу змінювався від 55,9 до 70,1% (табл. 5). Найвищі його показники формували сорти 'Самаран б' –

Таблиця 3

## Уміст білка в зерні різних сортів соризу, %

Сорт	Рік проведення досліджень			Середнє за три роки	Індекс стабільності
	2019	2020	2021		
'Меркурій'	12,6	12,8	11,7	12,4	0,91
'Октан'	12,8	12,9	12,3	12,7	0,95
'Кварц'	13,2	13,4	12,7	13,1	0,95
'Геліос'	13,4	13,6	12,5	13,2	0,92
'Салют'	13,4	13,6	13,0	13,3	0,96
'Факел'	13,5	13,9	13,2	13,5	0,95
'Одеський 302'	13,9	14,1	13,5	13,8	0,96
'Титан'	14,0	14,1	13,7	13,9	0,97
'Європа'	14,0	14,2	13,5	13,9	0,95
'Самаран 6'	14,1	14,2	13,8	14,0	0,97
НІР <sub>0,05</sub>	0,5	0,6	0,5	–	–

Таблиця 4

## Розрахунковий вихід білка з урожаю зерна різних сортів соризу, кг/га

Сорт	Рік проведення досліджень			Середнє за три роки	Індекс стабільності
	2019	2020	2021		
'Геліос'	1122	1004	1070	1065	0,94
'Меркурій'	1162	1106	1192	1153	0,93
'Салют'	1211	1059	1279	1183	0,83
'Октан'	1256	1174	1296	1242	0,91
'Кварц'	1341	1198	1332	1290	0,90
'Титан'	1324	1253	1351	1309	0,93
'Одеський 302'	1358	1208	1400	1322	0,86
'Самаран 6'	1246	1127	1601	1325	0,70
'Європа'	1369	1250	1415	1345	0,88
'Факел'	1416	1319	1632	1456	0,81
НІР <sub>0,05</sub>	60	59	61	–	–

69,2% і 'Титан' – 67,9%, найнижчий – 'Геліос' – 55,9%, 'Меркурій' – 56,1 і 'Кварц' – 59,7%. Індекс стабільності при цьому був у

межах 0,98–0,99. Вищі показники вмісту крохмалю було відзначено у 2020 р., нижчі – у 2019 і 2021 рр.

Таблиця 5

## Частка крохмалю в зерні різних сортів соризу, %

Сорт	Рік проведення досліджень			Середнє за три роки	Індекс стабільності
	2019	2020	2021		
'Геліос'	55,8	55,7	56,3	55,9	0,99
'Меркурій'	55,9	55,7	56,8	56,1	0,98
'Кварц'	59,6	59,4	60,1	59,7	0,99
'Октан'	61,6	61,3	62,1	61,7	0,99
'Одеський 302'	62,4	62,1	63,5	62,7	0,98
'Салют'	64,3	64,0	64,6	64,3	0,99
'Європа'	65,2	65,1	66,0	65,4	0,99
'Факел'	66,4	66,1	66,9	66,5	0,99
'Титан'	67,9	67,6	68,1	67,9	0,99
'Самаран 6'	69,1	68,8	69,7	69,2	0,99
НІР <sub>0,05</sub>	3,0	2,9	3,1	–	–

Найбільший розрахунковий вихід крохмалю отримано за вирощування сорту соризу 'Факел' – 7302 кг/га (табл. 6), найменший – у 'Геліос' – 4533 кг/га. Розрахунковий вихід крохмалю на рівні 6001–6718 кг/га забезпечувало вирощування сортів соризу 'Одеський 302', 'Октан', 'Європа', 'Титан' і 'Самаран 6' за індексу стабільності 0,68–0,90. Найбільший збір крохмалю отримано у

2021 р. завдяки формуванню вищої врожайності та вмісту крохмалю, натомість у 2019 і 2020 рр. він був на 17–32% меншим.

Установлено, що розрахунковий вихід біоетанолу з 1 т зерна змінювався залежно від сорту соризу (табл. 7). Найбільший його вихід отримано в сортів 'Самаран 6' і 'Титан' – 441 і 433 кг/т зерна відповідно. Найменший вихід біоетанолу забезпечували сорти 'Геліос' –

Таблиця 6

**Розрахунковий вихід крохмалю з урожаю зерна  
різних сортів соризу, кг/га**

Сорт	Рік проведення досліджень			Середнє за три роки	Індекс стабільності
	2019	2020	2021		
‘Геліос’	4670	4111	4819	4533	0,85
‘Меркурій’	5154	4812	5788	5251	0,83
‘Салют’	5813	4986	6357	5719	0,78
‘Кварц’	6055	5310	6304	5890	0,84
‘Одеський 302’	6096	5322	6585	6001	0,81
‘Октан’	6043	5578	6545	6055	0,85
‘Європа’	6377	5729	6917	6341	0,83
‘Титан’	6423	6010	6715	6383	0,90
‘Самаран б’	6108	5463	8085	6552	0,68
‘Факел’	7364	6273	8269	7302	0,76
НІР <sub>0,05</sub>	254	210	375	–	–

356 кг/т, ‘Меркурій’ – 358, ‘Кварц’ – 380 і ‘Октан’ – 393 кг/га за індексу стабільності 0,99–0,99. Розрахунковий вихід біоетанолу мало відрізнявся за роками досліджень.

Таблиця 7

**Розрахунковий вихід біоетанолу з урожаю зерна  
різних сортів соризу, л/т зерна**

Сорт	Рік проведення досліджень			Середнє за три роки	Індекс стабільності
	2019	2020	2021		
‘Геліос’	355	355	359	356	0,99
‘Меркурій’	356	355	362	358	0,98
‘Кварц’	380	378	383	380	0,99
‘Октан’	392	390	396	393	0,99
‘Одеський 302’	397	396	404	399	0,98
‘Салют’	410	408	412	410	0,99
‘Європа’	415	415	420	417	0,99
‘Факел’	447	421	426	431	0,99
‘Титан’	433	431	434	433	0,99
‘Самаран б’	440	438	444	441	0,99
НІР <sub>0,05</sub>	20	19	21	–	–

У результаті проведених розрахунків встановлено, що для сортів соризу ‘Титан’, ‘Самаран б’, ‘Степовий’ і ‘Факел’ отримано найбільший розрахунковий вихід біоетанолу – 4069–4650 кг/га (табл. 8). Проте високу стабільність його виходу за роки досліджень

отримано за вирощування сортів ‘Європа’, ‘Титан’ і ‘Факел’ – 0,76–0,90. Найменший вихід біоетанолу отримано в сорту ‘Геліос’ – 2888 кг/га. У решти сортів цей показник був на рівні 3346–3856 кг/га.

Таблиця 8

**Розрахунковий вихід біоетанолу з урожаю зерна  
різних сортів соризу, л/га**

Сорт	Рік проведення досліджень			Середнє за три роки	Індекс стабільності
	2019	2020	2021		
‘Геліос’	2971	2620	3073	2888	0,85
‘Меркурій’	3282	3067	3689	3346	0,83
‘Салют’	3706	3178	4054	3646	0,78
‘Кварц’	3861	3379	4018	3753	0,84
‘Одеський 302’	3879	3394	4189	3821	0,81
‘Октан’	3846	3549	4174	3856	0,85
‘Європа’	4059	3652	4402	4038	0,83
‘Титан’	4096	3832	4279	4069	0,90
‘Самаран б’	3890	3478	5150	4173	0,68
‘Степовий’	4291	3823	4717	4277	0,81
‘Факел’	4689	3995	5265	4650	0,76
НІР <sub>0,05</sub>	168	160	198	–	–

## Висновки

У результаті проведених досліджень установлено, що показники якості соризу змінюється залежно від сорту та погодних умов. Усі досліджені сорти мали високу врожайність, яка становила 7,97–10,93 т/га. Для виробництва продовольчого зерна з умістом білка 13,1–13,8 % рекомендовано використовувати сорти соризу ‘Кварц’, ‘Геліос’, ‘Салют’ та ‘Одеський 302’. Для виробництва продовольчого зерна (уміст білка – 13,9–14,2%) та отримання біоетанолу (3652–5265 л/га) доцільно використовувати сорти ‘Європа’, ‘Титан’, ‘Самаран 6’ і ‘Факел’. Слід зазначити, що зерно всіх сортів соризу після збирання врожаю необхідно досушувати, оскільки його вологість навіть за сприятливіших погодних умов становить 16,2–21,4%.

## Використана література

- Mundia C. W., Secchi S., Akamani K., Wang G. A regional comparison of factors affecting global sorghum production: the case of North America, Asia and Africa's Sahel. *Sustainability*. 2019. Vol. 11, Iss. 7. Article 2135. doi: 10.3390/su11072135
- FAOSTAT. (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome: FAOSTAT.
- Любич В. В. Сучасні досягнення круп'яного виробництва. *Вісник Уманського НУС*. 2021. № 1. С. 78–82. doi: 10.31395/2310-0478-2021-1-71-76
- Любич В. В., Войтовська В. І., Крижанівський В. Г., Третьякова С. О. Формування біохімічної складової борошна із зерна різних гібридів соризу. *Вісник Уманського НУС*. 2021. № 1. С. 66–70. doi: 10.31395/2310-0478-2021-1-66-70
- Davis K. F., Chhatre A., Rao N. D. et al. Sensitivity of grain yields to historical climate variability in India. *Environmental Research Letters*. 2019. Vol. 14, Iss. 6. Article 064013. doi: 10.1088/1748-9326/ab22db
- Abdelhalim T. S., Abdelhalim N. S., Kamal N. M. et al. Exploiting the potential of Sudanese sorghum landraces in biofortification: physicochemical quality of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) landraces. *Food Chemistry*. 2021. Vol. 337. Article 127604. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.127604
- Егген М., Оздоган М., Зайчик В. et al. Vulnerability of sorghum production to extreme, sub-seasonal weather under climate change. *Environmental Research Letters*. 2019. Vol. 14. Article 045005. doi: 10.1088/1748-9326/aafe19
- Ocheing G., Nguyi K., Wamalwa L. N. et al. Novel sources of drought tolerance from landraces and wild sorghum relatives. *Crop Science*. 2020. Vol. 61, Iss. 1. P. 104–118. doi: 10.1002/csc2.20300
- Patil J. V., Reddy P. S., Prabhakar U. A. V. et al. History of post-rainy season sorghum research in India and strategies for breaking the yield plateau. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. 2014. Vol. 74, Iss. 3. P. 271–285. doi: 10.5958/0975-6906.2014.00845.1
- Zhou Y., Huang J., Li Z. et al. Yield and Quality in Main and Ratoon Crops of Grain Sorghum Under Different Nitrogen Rates and Planting Densities. *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 12. Article 778663. doi: 10.3389/fpls.2021.778663
- Alderfasi A. A., Selim M. M., Alhammad B. A. Evaluation of plant densities and various irrigation regimes of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) under low water supply. *Journal of Water Resource and Protection*. 2016. Vol. 8, Iss. 01. P. 1–11. doi: 10.4236/jwarp.2016.81001
- Al-Taweel S. K., Najm E. S., Cheyed S. H. et al. Response of sorghum varieties to the ratoon cultivation 1-Growth characteristics. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. Vol. 870. Article 012030. doi: 10.1088/1757-899X/870/1/012030
- Afzal M., Ahmad A., Ahmad A. H. Effect of nitrogen on growth and yield of sorghum forage (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench Cv.) under three cuttings system. *Cercetari Agronomice in Moldova*. 2012. Vol. 45, Iss. 4. P. 57–64. doi: 10.2478/v10298-012-0065-y
- Cai H. Y., Tabien R. E., Xu D. Z. et al. Grain quality and yield of rice in the main and ratoon harvests in the southern U.S. *Journal of Agricultural Science*. 2019. Vol. 11, No. 15. P. 1–15. doi: 10.5539/jas.v11n15p1
- Pekarcik A. J., Jacobson A. L. Evaluating Sugarcane Aphid, *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae), Population Dynamics, Feeding Injury, and Grain Yield Among Commercial Sorghum Varieties in Alabama. *Journal of Economic Entomology*. 2021. Vol. 114, Iss. 2. P. 757–768. doi: 10.1093/jee/toab013
- Oyier M. O., Owuochi J. O., Oyoo M. E. et al. Effect of Harvesting Stage on Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Genotypes in Western Kenya. *Scientific World Journal*. 2017. Article 8249532. doi: 10.1155/2017/8249532
- Поперечний А. М., Потапов В. О., Корнійчук В. Г. Моделювання процесів та обладнання харчових виробництв. Київ : Центр учбової літератури, 2012. 312 с.

## References

- Mundia, C. W., Secchi, S., Akamani, K., & Wang, G. (2019). A regional comparison of factors affecting global sorghum production: the case of North America, Asia and Africa's Sahel. *Sustainability*, 11(7), Article 2135. doi: 10.3390/su11072135
- FAOSTAT. (2019). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Rome: FAOSTAT.
- Liubych, V. V. (2021). Modern achievements of cereal production. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 1, 78–82. doi: 10.31395/2310-0478-2021-1-71-76 [In Ukrainian]
- Liubych, V. V., Voitovska, V. I., Kryzhanivskiy, V. H., & Tretiakova, S. O. (2021). Formation of the biochemical component of flour from grain of different hybrids of rice. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 1, 66–70. doi: 10.31395/2310-0478-2021-1-66-70 [In Ukrainian]
- Davis, K. F., Chhatre, A., Rao, N. D., Singh, D., & De Fries, R. (2019). Sensitivity of grain yields to historical climate variability in India. *Environmental Research Letters*, 14(6), Article 064013. doi: 10.1088/1748-9326/ab22db
- Abdelhalim, T. S., Abdelhalim, N. S., Kamal, N. M., Mohamed, E. E., & Hassan, A. B. (2021). Exploiting the potential of Sudanese sorghum landraces in biofortification: physicochemical quality of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) landraces. *Food Chemistry*, 337, Article 127604. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.127604
- Егген, М., Оздоган, М., Зайчик, В., Адеме, Д., Фотль, Ж., & Симане, В. (2019). Vulnerability of sorghum production to extreme, sub-seasonal weather under climate change. *Environmental Research Letters*, 14, Article 045005. doi: 10.1088/1748-9326/aafe19
- Ocheing, G., Nguyi, K., Wamalwa, L. N., Manyasa, E., Muchira, N., & Nyamongo, D. (2020). Novel sources of drought tolerance from landraces and wild sorghum relatives. *Crop Science*, 61(1), 104–118. doi: 10.1002/csc2.20300
- Patil, J. V., Reddy, P. S., Prabhakar, U. A. V., Sunil, G., and Ganapathy, K. N. (2014). History of post-rainy season sorghum research in India and strategies for breaking the yield plateau. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 74(3), 271–285. doi: 10.5958/0975-6906.2014.00845.1
- Zhou, Y., Huang, J., Li, Z., Wu, Y., Zhang, J., & Zhang, Y. (2022). Yield and Quality in Main and Ratoon Crops of Grain Sorghum Under Different Nitrogen Rates and Planting Densities. *Frontiers in Plant Science*, 12, Article 778663. doi: 10.3389/fpls.2021.778663

11. Alderfasi, A. A., Selim, M. M., & Alhammad, B. A. (2016). Evaluation of plant densities and various irrigation regimes of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) under low water supply. *Journal of Water Resource and Protection*, 8(01), 1–11. doi: 10.4236/jwrp.2016.81001
12. Al-Taweel, S. K., Najm, E. S., Cheyed, S. H., Cheyed, S. H., & Snaa, Q. (2020). Response of sorghum varieties to the ratoon cultivation 1-Growth characteristics. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 870, Article 012030. doi: 10.1088/1757-899X/870/1/012030
13. Afzal, M., Ahmad, A., & Ahmad, A. H. (2012). Effect of nitrogen on growth and yield of sorghum forage (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench Cv.) under three cuttings system. *Cercetari Agronomice in Moldova*, 45(4), 57–64. doi: 10.2478/v10298-012-0065-y
14. Cai, H., Tabien, R. E., Xu, D., Harper, C. L., Samford, J., Yang, Y., You, A., Samonte, S. O. P. B., Holgate, L., & Jiao, C. (2019). Grain quality and yield of rice in the main and ratoon harvests in the southern U.S. *Journal of Agricultural Science*, 11(15), 1–15. doi: 10.5539/jas.v11n15p1
15. Pekarcik, A. J., & Jacobson, A. L. (2021). Evaluating Sugarcane Aphid, *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae), Population Dynamics, Feeding Injury, and Grain Yield Among Commercial Sorghum Varieties in Alabama. *Journal of Economic Entomology*, 114(2), 757–768. doi: 10.1093/jee/toab013
16. Oyier, M. O., Owuochi, J. O., Oyoo, M. E., Cheruiyot, E., Mulianga, B., & Rono, J. (2017). Effect of Harvesting Stage on Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Genotypes in Western Kenya. *Scientific World Journal*, Article 8249532. doi: 10.1155/2017/8249532
17. Poperechnyi, A. M., Potapov, V. O., & Korniiichuk, V. H. (2012). *Modeliuvannia protsesiv ta obladnannia kharchovykh vyrobnytstv* [Modeling of processes and equipment of food production]. Kyiv: Tsentru uchbovoi literatury. [In Ukrainian]

UDC 631.559-021.465+-047.44:631.526.3:633.179

**Voitovska, V. I.<sup>1</sup>, Storozhyk, L. I.<sup>1</sup>, Liubych, V. V.<sup>2</sup>, & Yalanskyi, O. V.<sup>3</sup>** (2022). Evaluation of productivity of different varieties of soryz (*Sorghum orysooidum*). *Plant Varieties Studying and Protection*, 18(1), 50–56. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.1.2022.257587> [In Ukrainian]

<sup>1</sup>Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine

<sup>2</sup>Uman National University of Horticulture, 1 Instytutaska St., Uman, Cherkasy region, 20305, Ukraine, e-mail: LyubichV@gmail.com

<sup>3</sup>Institute of Grain Crops, NAAS of Ukraine, 25 V. Vernadskoho St., Dnipro, 49009, Ukraine

**Aim.** To establish the features of productivity formation (yield, protein and gluten content and estimated yield of bioethanol) of different varieties of soryz. **Methods.** Experimental studies were conducted during 2019–2021 at the Experimental Field of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets of the National Academy of Sciences of Ukraine (Ksaverivka 2, Bila Tserkva District, Kyiv Region). Yields were determined by direct combining in sections, protein and starch content by infrared spectroscopy, and possible bioethanol yield by starch content. **Results.** On average, over the years of research, the highest yields were observed in the cultivar 'Fakel' – 10.93 t/ha, the lowest – in 'Helios' and 'Saliut' – 7.97 and 8.82 t/ha, respectively. The yield of other varieties was 9.38–9.82 t/ha, while the stability index, depending on the cultivar, varied from 0.77 to 0.90. The highest protein content in seeds was found in the variety 'Samaran 6' (14.0%), the lowest – in 'Oktan' (12.7%) and 'Mercurii' (12.4%). In other varieties of soryz this figure ranged from 13.1 to 13.9%. The stability index of the protein content

was high – 0.91–0.97. It was found that the cultivation of soryz varieties 'Evropa', 'Tytan', 'Samaran 6' and 'Fakel' allows to obtain the highest estimated yield of bioethanol – 4027–4630 kg/ha. The lowest indicator was in the variety 'Helios' – 2846 kg/ha. For other varieties, this figure was at the level of 3378–3861 kg/ha. It should be noted that the grain of all soryz varieties must be dried after harvest, as its humidity, even in more favorable weather conditions is 16.2–21.4%. **Conclusions.** Soryz productivity varies greatly depending on the variety and weather conditions. All varieties provided high yields – 7.97–10.93 t/ha. For the production of food grain with a protein content of 13.1–13.8%, it is recommended to use varieties of 'Kvarts', 'Helios', 'Saliut' and 'Odeskyi 302'. For the production of food grain (protein share 13.9–14.2%) and obtaining a high yield of bioethanol (3478–5265 l/ha) it is necessary to use varieties 'Evropa', 'Tytan', 'Samaran 6' and 'Fakel'.

**Keywords:** rice grain sorghum; crop capacity; protein content; starch content; bioethanol; grain moisture.

Надійшла / Received 15.04.2022

Погоджено до друку / Accepted 10.05.2022