

УДК 633.174:631.54

ЯКІСНИЙ СКЛАД ЗЕРНА СОРГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

Каленська С.М. – д.с-г.н., професор, член-кореспондент

Національної академії аграрних наук України,

завідувач кафедри рослинництва,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Найденко В.М. – аспірант,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У роботі наведені дані впливу елементів технології вирощування на показники якісного складу зерна сорго, оскільки саме за їх дотримання можна значно поліпшити якісні показники сорго зернового, не збільшуючи в цілому витрати на технологію вирощування. Отримані результати проведених досліджень свідчать про те, що основний вплив на формування протеїну чинить фактор норми азотних добрив (52%), а ширина міжрядь та гібрид впливають на 32 та 9% відповідно. Проаналізувавши частку впливу факторів на вміст крохмалю в зерні сорго, з'ясовано, що найбільший вплив чинить фактор гібриду (44%), а норма застосування азотних добрив – 21% та ширина міжрядь 20% відповідно. Визначення вмісту жиру залежно від варіантів досліду показали тенденційність до підвищення його залежно від збільшення ширини міжрядь та підвищення рівня азотного удобрення. Основними факторами, що впливали на вміст клітковини в зерні сорго, були фактори гібриду (45%) та ширини міжрядь (31%).

Ключові слова: сорго зернове, гібриди, ширина міжрядь, протеїн, якість.

Каленская С.М., Найденко В.М. Качественный состав зерна сорго в зависимости от элементов технологии выращивания

В работе приведены данные влияния элементов технологии выращивания на показатели качественного состава зерна сорго, так как именно при их соблюдении можно существенно улучшить качественные показатели сорго зернового, не увеличивая в целом затраты на технологию выращивания. Полученные результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что основное влияние на формирование протеина оказывает фактор нормы азотных удобрений (52%), а ширина междурядий и гибрид влияют на 32% и 9% соответственно. Проанализировав долю влияния факторов на содержание крахмала в зерне сорго, установлено, что наибольшее влияние оказывает фактор гибрида (44%), а норма применения азотных удобрений – 21% и ширина междурядий 20% соответственно. Определение содержания жира в зависимости от вариантов опыта показали тенденцию к повышению его в зависимости от увеличения ширины междурядий и повышения уровня внесения азотных удобрений. Основными факторами, которые влияли на содержание клетчатки в зерне сорго, были факторы гибрида (45%) и ширины междурядий (31%).

Ключевые слова: сорго зерновое, гибриды, ширина междурядий, протеин, качество.

Kalenskaya S.M., Naidenko V.M. Quality grain sorgo depending on elements of growing technology

The work presents data about effects of growing technology elements on indicators of qualitative composition of sorghum grains, because by reference them it is possible significantly improve quality indicators of sorghum grain without increasing the overall cost of growing technology. Results of research indicate that factor of nitrogen fertilizers (52%) has the main influence on protein formation, and inter-row spacing and hybrid affect by 32 and 9%, respectively. With analyzing share of factors influence on starch content in sorghum grain, factor of hybrid (44%) has the biggest influence, and dose of nitrogen fertilizers application is 21% and inter-row spacing is 20%, respectively. Determination of fat content, depending on variants of experiment, showed a tendency to its increasing with increasing inter-row spacing and level of nitrogen fertilizer. The main factors, which influenced on fiber content in sorghum grain were hybrid (45%) and inter-row spacing (31%).

Key words: grain sorghum, hybrids, row width, protein, quality.

Постановка проблеми. Як правило, питання необхідності збільшення обсягів та ефективності виробництва зерна продовольчих культур, в тому числі й сорго зернового, в Україні вирішується шляхом підвищення врожайності, проте разом із завданням зі збільшення валових зборів існує не менш важлива проблема – підвищення якості зерна [1–5]. Адже саме за рахунок застосування окремих елементів технології вирощування сорго зернового можна суттєво поліпшити його якісні показники, не збільшуючи в цілому витрати на технологію вирощування [6–8].

Як харчова рослина сорго заслужено посідає третє місце після пшениці та рису [9–10]. Так, у зерні сорго зернового в середньому міститься: до 80% крохмалю; 12–14% білка; 3,5–4,5% жиру; 2,4–4,8% клітковини; 1,2–3,2% золи [11]. Тому для переробки на крупу, борошно та крохмаль надзвичайно важливим завданням є отримання якісної продукції [12].

Без застосування мінеральних добрив нереально отримати високоякісне зерно навіть за рахунок максимально якісного виконання решти агротехнічних операцій [13–15], адже мінеральні добрива є одним із найбільш дієвих засобів підвищення врожайності і покращення якості зерна сорго зернового [16]. Причому в загальному комплексі впливу мінеральних добрив найбільшу частку впливу на якість чинять азотні добрива [17].

Аналіз сучасного стану у виробництві свідчить: дефіцит азоту в ґрунті поглиблюється у зв'язку з великим виносом його культурами, втратами під час мінералізації органічної речовини післязливних залишків, унаслідок несвочасного і неякісного обробітку ґрунту. Так, на дослідних ділянках, де ми виконували дослідження, ґрунт високозабезпечений рухомими сполуками фосфору та калію і дуже низько забезпечений легкогідролізованим азотом [18]. А отже, для забезпечення високого вмісту білка і клейковини в зерні необхідно досягти й утримувати бездефіцитний баланс поживних речовин, зокрема азоту, в ґрунті [19–20].

Постановка завдання. Мета досліджень – установити сортові особливості формування якісного складу зерна сорго зернового залежно від ширини міжрядь та норм удобрення азотними добривами.

Матеріали та методика досліджень

Досліди виконували у 2015–2017 рр. в ТОВ «Біотех ЛТД», Бориспільського району Київської області.

Схема досліду: **фактор А. Гібриди сорго зернового:** Лан 59, Бургто, Брігто; **фактор Б. Норма удобрення азотними добривами:** $N_{60}P_{60}K_{60}$ (контроль), $N_{60}P_{60}K_{60} + N_{20}$, $N_{60}P_{60}K_{60} + N_{40}$, $N_{60}P_{60}K_{60} + N_{60}$; **фактор В. Ширина міжрядь:** 35 см, 50 см, 70 см.

Дозу добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ вносили в ґрунт восени, а навесні, перед сівбою сорго, додатково застосовували азотні добрива відповідно до схеми досліду.

ґрунт дослідного поля високозабезпечений рухомими сполуками фосфору та калію і дуже низько забезпечений легкогідролізованим азотом. Темно-сірий опідзолений на лесовидних суглинках, вміст гумусу 2,8%, легкогідролізованого азоту – 37,8 мг/кг, фосфору – 305 мг/кг, калію – 342 мг/кг. Ємність поглинання – 27,9 мг-екв./100 г, гідролітична кислотність – 2,6 мг-екв./100 г, ступінь насичення основами – 86,3 %, рН сольове – 6,0.

Кліматичні умови зони проведення досліджень помірно-теплі, помірно-зволожені та загалом сприятливі для вирощування сорго зернового. Так, сума активних температур становить 2500 – 2600°C, а близько 75% опадів випадає в період вегетації сільськогосподарських культур, що забезпечує одержання задовільних урожаїв.

Дослідження виконували відповідно до методики дослідної справи, а статистичний аналіз проводили дисперсійним методом.

Таблиця 1

Якісний склад зерна сорго зернового залежно від впливу елементів технології вирощування, середнє за 2015-2017 рр.

Гібрид	Ширина міжрядь, см	Норма добрив, кг/га	Вміст на абсолютну суху речовину, %			
			протеїн	крохмаль	жир	клітковина
Лан 59	35	$N_{60} P_{60} K_{60} + N_0$	10,49	75,53	3,22	2,40
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{20}$	10,57	75,45	3,22	2,38
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{40}$	10,86	75,37	3,27	2,24
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{60}$	10,96	75,23	3,34	2,53
	50	$N_{60} P_{60} K_{60} + N_0$	10,60	75,39	3,35	2,77
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{20}$	10,67	75,33	3,33	2,76
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{40}$	11,16	75,13	3,42	2,63
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{60}$	11,42	74,73	3,43	2,81
	70	$N_{60} P_{60} K_{60} + N_0$	10,98	75,50	3,39	2,48
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{20}$	11,05	75,43	3,40	2,44
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{40}$	11,54	74,83	3,42	2,91
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{60}$	11,66	74,28	3,50	2,84
Брігга F1	35	$N_{60} P_{60} K_{60} + N_0$	10,77	73,56	3,14	1,93
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{20}$	10,83	73,50	3,15	2,02
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{40}$	10,95	73,37	3,13	2,06
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{60}$	11,19	73,07	3,16	2,08
	50	$N_{60} P_{60} K_{60} + N_0$	10,80	73,61	3,21	2,38
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{20}$	10,87	73,53	3,21	2,37
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{40}$	11,19	73,28	3,22	2,31
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{60}$	11,58	73,16	3,24	2,48
	70	$N_{60} P_{60} K_{60} + N_0$	10,96	72,95	3,25	2,09
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{20}$	11,03	72,88	3,26	2,08
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{40}$	11,43	73,21	3,31	1,85
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{60}$	11,67	72,57	3,35	2,18
Бурго F1	35	$N_{60} P_{60} K_{60} + N_0$	10,70	73,59	3,63	2,16
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{20}$	10,77	73,47	3,66	2,16
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{40}$	11,19	73,53	3,64	2,13
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{60}$	11,28	73,24	3,71	2,47
	50	$N_{60} P_{60} K_{60} + N_0$	10,92	73,27	3,69	2,72
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{20}$	10,98	73,18	3,68	2,72
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{40}$	11,41	73,13	3,73	2,61
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{60}$	11,62	72,62	3,79	2,73
	70	$N_{60} P_{60} K_{60} + N_0$	11,12	73,04	3,71	2,45
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{20}$	11,51	72,95	3,70	2,39
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{40}$	11,88	72,70	3,78	2,84
		$N_{60} P_{60} K_{60} + N_{60}$	11,83	72,58	3,79	2,68
HIP _{0,05}			0,16	0,31	0,13	0,15

Виклад основного матеріалу дослідження. Результати визначення якісного складу зерна сорго зернового залежно від впливу елементів технології вирощування наведено в таблиці 1.

Якщо аналізувати вміст протеїну в зерні сорго, то в середньому по досліді він був 11,12%, а також варто відмітити, що на контрольних варіантах без застосування додаткової дози азотних добрив його вміст був мінімальним по всіх варіантах досліді та гібридах. А от застосування додаткового внесення азоту в нормах від N_{20} до N_{60} сприяло послідовному збільшенню вмісту протеїну в зерні.

Варто сказати, що аналогічні закономірності були отримані й іншими дослідниками. Так, за даними П.В. Климович (2007), на вміст протеїну в зерні переважно впливали азотні добрива [21]. Так, якщо прибавка вмісту протеїну від внесення $P_{90}K_{90}$ становила в середньому за три роки досліджень 0,3%, то внесення N_{30} на цьому ж фоні збільшило цей показник у два рази – на 0,7% при вмісті на контролі без добрив 9,8%, а подальше підвищення дози азоту суттєво збільшувало вміст протеїну в зерні сорго на 1,2–2,7%.

У гібриді Лан 59 максимальний вміст протеїну в зерні був на варіантах ширини міжрядь 50 см та норми застосування добрив $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{60}$ – 11,42% та 70 см і норм застосування азотних добрив N_{40} та N_{60} – 11,54 та 11,66% відповідно. Аналогічні закономірності по збільшенню вмісту протеїну в зерні сорго зернового були отримані нами і для гібридів Бригга F1 та Бургго F1.

За результатами проведеного дисперсійного аналізу, нами були визначені частки впливу факторів на вміст протеїну в зерні сорго (рис. 1). Встановлено, що максимальний вплив на формування цієї ознаки чинить фактор норми азотних добрив (52%), а ширина міжрядь та гібрид впливають на 32 та 9% відповідно.

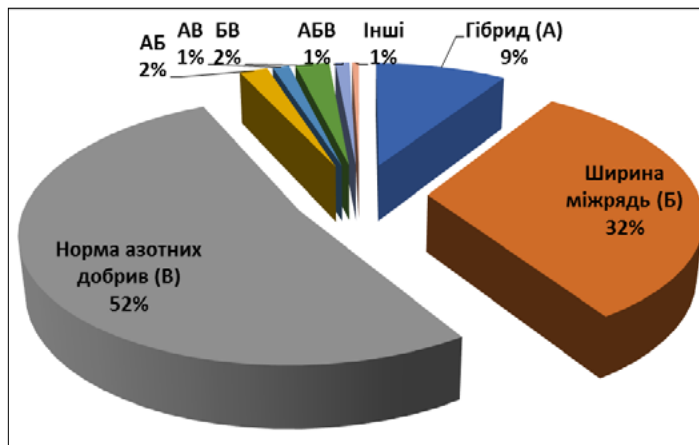


Рис. 1. Частка впливу факторів на вміст протеїну в зерні сорго

Наступним важливим якісним показником є вміст крохмалю в зерні сорго. Крохмаль ($C_6H_{10}O_5$)_n відноситься до високомолекулярних полісахаридів амілози і амілопектину та нагромаджується в результаті фотосинтезу як запасна форма вуглеводів. А тому, з чисто теоретичної точки зору, не повинен значно залежати від забезпеченості азотними добривами рослин, оскільки у своїй структурі, на відміну від протеїнів, не містить азоту.

У середньому по досліді вміст крохмалю був на рівні 73,84%, а в гібриду Лан 59 – 75,18%, Бригга F1 – 73,22 та Бургго F1 – 73,11%.

Взагалі, на контрольних варіантах без додаткового застосування азотних добрив ми відмічали дещо більші значення вмісту крохмалю, порівняно з варіантами із внесенням N_{20-60} , однак у загальному підсумку ці відхилення перебувають у межах похибки досліду ($HP_{0,05}$) та носять тенденційний характер.

Якщо проаналізувати частку впливу факторів на вміст крохмалю в зерні сорго (рис. 2), то найбільший вплив чинить фактор гібриду (44%), а норма застосування азотних добрив – 21% та ширина міжрядь 20% відповідно.

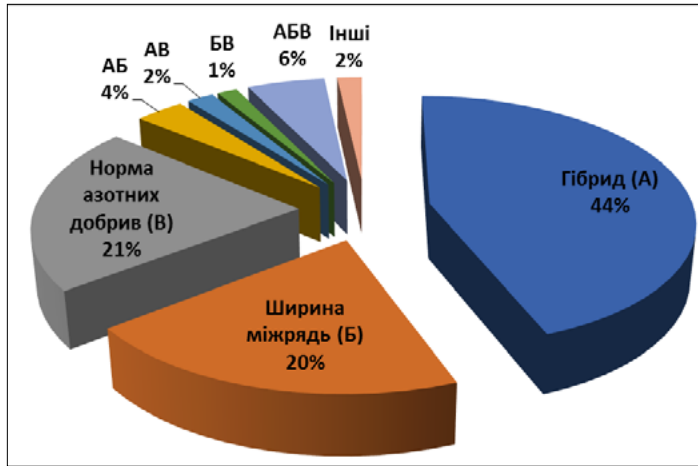


Рис. 2. Частка впливу факторів на вміст крохмалю в зерні сорго

За результатами визначення вмісту в зерні сорго зернового жиру ми встановили, що в середньому по досліді цей показник був 3,43%, а от в гібриду Лан 59 – 3,36%, Брігга F1 – 3,22 та Бургго F1 – 3,71%.

Визначення вмісту жиру залежно від варіантів досліді показали тенденційність до підвищення його залежно від збільшення ширини міжрядь та підвищення рівня азотного удобрення. Однак у цілому отримані нами відхилення перебувають у межах похибки досліду ($HP_{0,05}$).

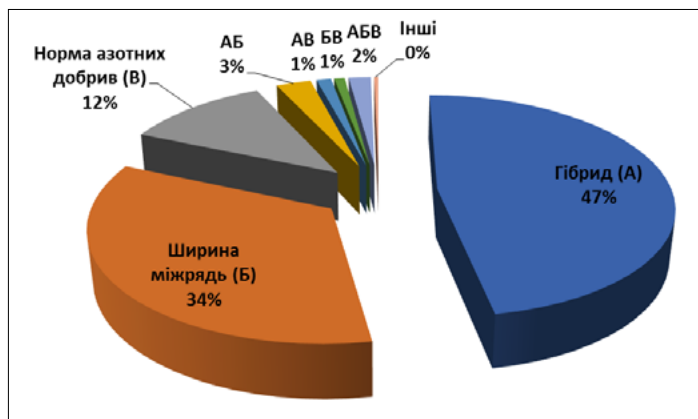


Рис. 3. Частка впливу факторів на вміст жиру в зерні сорго

Аналогічні дані отримано в дослідженнях Господаренко Г.М., Климович П.В., (2006) які показали, що спостерігається лише тенденція підвищення вмісту жиру в зерні сорго зернового в разі збільшення дози внесення азотних добрив на фосфорно-калійному фоні [22].

Визначення частки впливу факторів на вміст жиру в зерні сорго (рис. 3) по суті підтвердили наші висновки стосовно незначного впливу рівня азотного добрива. Так, основний вплив на дану ознаку відзначався за порівняння різних гібридів (47%) та ширини міжрядь (34%).

Що стосується ширини міжрядь, то за збільшення її до 70 см кількість синтезованих у зерні сорго жирів зростає, оскільки, ймовірно, надходить більше сонячної енергії, необхідної рослинам для синтезу одних із найбільш енергозатратних сполук.

Рослинна клітковина в зерні сорго представлена в основному частинами оболонок рослинних клітин та в середньому по досліді її вміст становить 2,42%, а от в гібриду Лан 59 – 2,60%, Бригга F1 – 2,15% та Бургго F1 – 2,50%.

Вміст клітковини в гібриду Лан 59 на варіантах максимального застосування азотного добрива порівняно з контролем був більше на 0,04-0,36% залежно від ширини міжрядь. В гібриду Бригга F1 – 0,09-0,16%, а в гібриду Бургго F1 – 0,01-0,30% відповідно.

За даними П.В. Климович (2007), внесення азотних добрив забезпечило збільшення вмісту клітковини на 0,13–0,31% у порівнянні з вмістом у варіанті без добрив (1,83%), але внесення високих доз азоту не сприяло підвищенню величини цього показника і вміст її залишався на оптимальному рівні.

На рисунку 4 надано результати визначення частки впливу факторів на вміст клітковини в зерні сорго.

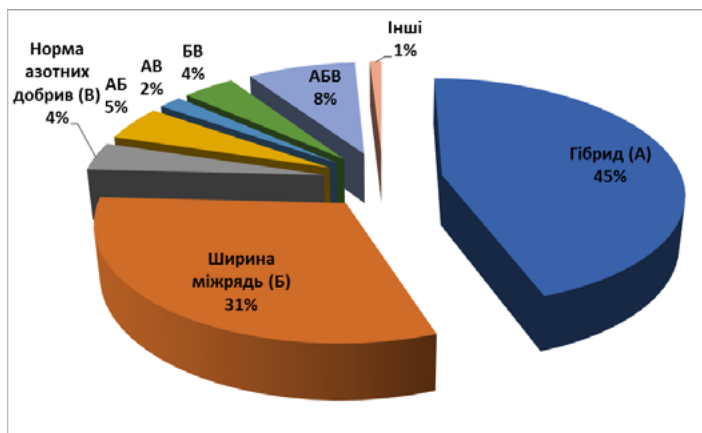


Рис. 4. Частка впливу факторів на вміст клітковини в зерні сорго

Основними факторами, що впливали на формування цієї ознаки, були фактори гібриду (45%) та ширини міжрядь (31%).

Висновки і пропозиції. Отримані результати проведених досліджень свідчать про те, що вміст протеїну в зерні сорго в середньому по досліді був 11,12%, причому на контрольних варіантах без застосування додаткової дози азотних добрив його вміст був мінімальним по всіх варіантах досліді та гібридах. Також з'ясовано, що застосування додаткового внесення азоту в нормах від N_{20} до N_{60} сприяло

послідовному збільшенню вмісту протеїну в зерні. Вміст крохмалю в середньому по досліді був на рівні 73,84%. Встановлено, що на контрольних варіантах без додаткового застосування азотних добрив відмічено дещо більші значення вмісту крохмалю, порівняно з варіантами з внесенням $N_{20,60}$, однак у загальному підсумку ці відхилення перебувають у межах похибки досліді ($HP_{0,05}$) та носять тенденційний характер.

Визначення вмісту в зерні сорго зернового жиру показало, що в середньому по досліді цей показник був 3,43%, та залежно від варіантів досліді мало місце підвищення його залежно від збільшення ширини міжрядь та підвищення рівня азотного удобрення. Вміст рослинної клітковини в зерні сорго в середньому по досліді становить 2,42%, а от в гібриду Лан 59 – 2,60%, Брігга F1 – 2,15% та Бургго F1 – 2,50% та зростав на варіантах максимального застосування азотного добрива порівняно з контролем у гібриду Лан 59 на 0,04-0,36%, у гібриду Брігга F1 – 0,09-0,16%, а в гібриду Бургго F1 – 0,01-0,30% залежно від ширини міжрядь відповідно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Каленська С.М., Гриннюк І.П. Особливості росту і розвитку рослин сорго залежно від видових, сортових особливостей та удобрення культури в умовах Правобережного Лісостепу України : зб. наук. праць Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2013. Вип. 17. Т. 1. С. 359–363.
2. Каленська С.М. Збагачення рослинного біорізноманіття – шлях до подолання викликів людству. *Цілі сталого розвитку третього тисячоліття: виклики для університетів наук про життя* : матеріали Міжнар. науково-практичної конференції. Київ, 2018. Т. 2. 231–234.
3. Prospects of sorghum (*sorghum moench*) bioenergetic potential in Ukraine / S. Kalenska et al. Proceedings of the Intern. Scientific Conference «Rural Development 2013: Innovations and Sustainability», 28–29. 11. 2013, Kaunas : Akademija. V. 6. Issue 3. ISSN 1822-3230. P. 60–64.
4. Enrichment of field crops biodiversity in conditions of climate changing / S. Kalenska et al. 9th International Conference on Biosystems Engineering: Book Of Abstracts, May 9–11, 2018, Tartu, Estonia. Estonian University of Life Sciences. P. 98.
5. Sorghum Improvement for Yield doi: 10.2134/agronmonogr58.2014.0055. Agronomy Monographs, Sorghum: State of the Art and Future Perspectives, 58.
6. Кравцов В.А., Котова Н.М. Сорго – перспективная культура для кормопроизводства. *Кукуруза и сорго*. 2004. № 6. С. 21–22.; С. 21–22; Обаян А.С., Коломиец Н.Я. Сорго выгодная культура. *Земледелие*. 2006. № 4. С. 31.
7. Metodika selekciijnogo eksperimentu (u roslinnictvi). Method of selection experiment (in plant growing) / E.R. Ermantraut et.al. Harkiv, 2014. (in Ukrainian).
8. Practical Morphology of Grain Sorghum and Implications for Crop Management. doi:10.2134/agronmonogr58.2014.0061. Agronomy Monographs, Sorghum: State of the Art and Future Perspectives, 58.
9. Гурский Н.Г. Посевные и урожайные качества сорговых культур в зависимости от репродукции и сроков уборки семенников. *Кукуруза и сорго*. 1996. № 2. С. 4–6.
10. Возобновляемые растительные ресурсы / Д. Шпаар и др. Санкт-Петербург-Пушкин, 2006. Т. 1. 415 с.
11. Каленська С.М., Гриннюк І.В., Каленський В.П. Соргові культури як джерело цінної сировини для виробництва біопалива : мат. наукової конф. Бот. сад ім. Гришка: «Біологічні ресурси і новітні біотехнології виробництва біопалива», 9–11 вересня 2014. Київ. С. 33–36.

12. Богата В.Ф., Бабенко І.О., Просвірна М.С. Вплив строків сівби на урожай зернового сорго та його якість. *Степове землеробство*. 1980. № 14. С. 51–53.
13. Вплив сортових особливостей та мінерального живлення на урожайність і вуглеводний склад цукрового сорго / О.М. Ганженко та ін. *Цукрові буряки*. 2011. № 5. С. 14–16.
14. Тохтаров В.П. Сорго: предшественник, удобрение, обработка почвы. *Кукуруза и сорго*. 2004. № 5. С. 22–24.
15. Бурдига В.М. Формування продуктивності сорго зернового та соризу залежно від строку і способу сівби в умовах Лісостепу Західного: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.09. Вінницький нац. аграрний унт. Вінниця, 2013. 20 с.
16. Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету / редкол.: А.Ф. Головчук (відп. ред.) та ін. Умань, 2009. Вип. 71. Ч. 1: Агрономія. 256 с.
17. Господаренко Г.М., Климович П.В. Особливості удобрення сорго зернового в Правобережному Лісостепу : мат. Міжнар. наук.-практ. конф. «Сучасний стан ґрунтового покриву України та шляхи забезпечення його сталого розвитку на початку 21-го століття». Харків. 2006. С. 205–207. (закладання дослідів, збір даних, написання статті).
18. Климович П.В. Вплив азотних добрив на врожайність сорго зернового : мат. Всеукр. наук. конф. мол. уч. Умань. 2006. С. 29–30.
19. Каленська С.М., Гринюк І.П. Вплив доз мінеральних добрив та сортових особливостей на вихід цукру та біостанолу із сорго цукрового в умовах Правобережного Лісостепу України : зб. наук. праць Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2012. Вип. 15. С. 207–211.
20. Климович П.В. Продуктивність сорго зернового у Правобережному Лісостепу України залежно від удобрення. *Агрохімія і ґрунтознавство* : міжвідомч. тем. наук. зб. Спец. вип. до V з'їзду УТГА (липень 2006 р., м. Київ). Харків, 2006. Книга 3. С. 64–65.
21. Климович П.В. Особливості засвоєння основних елементів живлення сорго зерновим : мат. Всеукр. наук. конф. мол. уч. Умань, 2007. С. 83.; Климович П.В. Реакція сорго зернового на азотні добрива : мат. наук. конф. Уманського ДАУ. Умань, 2007. С. 69–70.
22. Господаренко Г.М., Климович П.В. Реакція сорго зернового на удобрення на чорноземі опідзоленому / зб. наук. пр. Луганського НАУ. 2006. № 69 (92). С. 20–25 (закладання дослідів, обробка даних).