

Александр Васильевич Барановский

Луганский государственный аграрный университет, доцент кафедры земледелия и экологии окружающей среды, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Луганск, Луганская Народная Республика, lnau_sorgo2011@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОСЕВОВ ЗЕРНОВОГО СОРГО В ДОНБАССЕ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

По данным Луганского центра гидрометеорологии, за последние 12 лет (2008–2019 гг.) среднегодовая сумма активных температур (≥ 10 °С) превысила норму на 350 °С, температура воздуха возросла на 1,0 °С, а сумма атмосферных осадков снизилась на 53 мм. Актуальной задачей в условиях усиления засушливости климата становится увеличение площадей посева сверхзасухоустойчивой, жаростойкой и высокоурожайной культуры – зернового сорго. Цель исследований – установить влияние способов основной обработки почвы и минеральных удобрений на урожайность современного гибрида зернового сорго Спринт W. Полевые опыты проводились в 2018–2020 гг. на базе опытного поля Луганского национального аграрного университета в типичных почвенно-климатических условиях. Установлено, что наиболее целесообразным способом основной обработки почвы под культуру является глубокая отвальная вспашка плугом ПЛН-5-35 на 25–27 см. Это обеспечивает большее накопление продуктивной влаги к весне (на 7,4–7,0 %), снижение засоренности посевов (на 46,3–39,3 %) и массы сорняков (на 34,3–35,2 %), более высокий урожай зерна (на 0,53–0,63 т/га) за счет увеличения количества (на 14,5–20,1 %) и массы зерна с метелки (на 18,4–23,0 %) в сравнении с мелкой основной обработкой почвы дисковыми орудиями УДА-2,4 на 12–14 см. Применение минеральных удобрений ($N_{60}P_{40}$) повышало урожайность культуры при мелкой основной обработке почвы в среднем на 1,10 т/га (23,8 %), а по фону отвальной вспашки – на 1,00 т/га (19,0 %). На фоне отвальной вспашки удобрения обеспечили максимальную урожайность в опыте (6,25 т/га) за счет увеличения массы зерна с метелки на 6,4 г (15,5 %) и массы 1000 зерен на 2,4 г (14,4 %) в сравнении с неудобренным контролем.

Ключевые слова: зерновое сорго, удобрения, обработка почвы, фенология, засоренность, структурный анализ, урожайность.

Alexander V. Baranovsky

Lugansk State Agrarian University, Associate Professor at the Department of Agriculture and Environmental Ecology, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Lugansk, Lugansk People's Republic, lnau_sorgo2011@mail.ru

GRAIN SORGHUM HIGH PRODUCTIVITY FORMATION FEATURES UNDER DONBASS CHANGING CLIMATE CONDITIONS

According to the Lugansk Center for Hydrometeorology, over the past 12 years (2008–2019), the average annual sum of active temperatures (≥ 10 °C) exceeded the norm by 350 °C, the air temperature increased by 1.0 °C, and the amount of precipitation decreased by 53 mm. An urgent task in the conditions of increasing aridity of the climate is to increase the sowing area of a super-drought-resistant, heat-resistant and high-yielding crop – grain sorghum. The purpose of research is to establish the influence of the methods of basic tillage and mineral fertilizers on the yield of the modern hybrid of grain sorghum Sprint W. Field experiments were carried out in 2018–2020 on the basis of the experimental field of the Lugansk National Agrarian University in typical soil and climatic conditions. It has been established that the most expedient way of the main cultivation of the soil for cultivation is deep moldboard plowing with a PLN-

5-35 plow at 25–27 cm. This ensures a greater accumulation of productive moisture by spring (by 7.4–7.0 %), a decrease in weed infestation (by 46.3–39.3 %) and weed mass (by 34.3–35.2 %), more high grain yield (by 0.53–0.63 t/ha) due to an increase in the amount (by 14.5–20.1 %) and weight of grain per panicle (by 18.4–23.0 %) in comparison with shallow main tillage with disc implements UDA-2.4 by 12–14 cm. Application of mineral fertilizers ($N_{60}P_{40}$) increased the crop yield with shallow main tillage by an average of 1.10 t/ha (23.8 %), and in the background moldboard plowing – by 1.00 t/ha (19.0 %). Against the background of moldboard plowing, fertilizers ensured the maximum yield in the experiment (6.25 t/ha) due to an increase in the mass of grain from the panicle by 6.4 g (15.5 %) and the mass of 1000 grains by 2.4 g (14.4 %) versus uncomfortable controls.

Keywords: grain sorghum, fertilizers, soil cultivation, phenology, weediness, structural analysis, yield.

Введение. Последние 20–30 лет на планете происходит заметное потепление климата. Эта проблема затрагивает и степной регион Донбасса. По данным Луганского ЦГМ, за 12 лет (2008–2019 гг.) средняя сумма активных температур ($\geq 10^\circ\text{C}$) достигла 3500°C , что превысило климатическую норму на 350°C . Среднегодовая температура воздуха повысилась на $1,0^\circ\text{C}$ и составила $9,8^\circ\text{C}$, а сумма атмосферных осадков снизилась до 475 мм (на 53 мм), заметно возросли количество, длительность и интенсивность засух.

В условиях изменяющегося климата актуальной становится оптимизация полевых севооборотов путем расширения посевов сверхзасухоустойчивой, жаростойкой, солевыносливой, универсальной в использовании, высокоурожайной культуры – зернового сорго. Эта культура очень экономно расходует влагу на формирование единицы урожая и высоко отзывчива на применение минеральных удобрений. Многочисленными исследованиями ученых-аграриев разработаны оптимальные параметры минерального питания зернового сорго и установлены средние дозы удобрений для различных почвенно-климатических зон выращивания [1–7]. Наиболее оптимальными дозами минеральных удобрений для черноземных почв степной зоны Украины и Северного Кавказа являются $N_{60-90}P_{60-90}K_{30}$, а оптимальным сочетанием элементов минерального питания – $N_{60}P_{60}$. Добавление калия (K_{30}) к азотно-фосфорным удобрениям при урожайности зерна сорго 5,0 т/га не способствовало дальнейшему существованию росту урожая зерна. И только при урожайности зерна 80–100 ц/га возникает потребность вносить 40–60 кг/га калия. На предкавказских среднемощных карбонатных черноземах Ростовской области при использовании минеральных удобрений под зерновое сорго

наибольший эффект обеспечивает внесение $N_{40}P_{60}K_{40}$ [8].

Исследования, проведенные на черноземе обыкновенном Луганской области на базе Луганского НАУ (2008–2011 гг.), показали высокий эффект применения азотных удобрений под зерновое сорго. Изучение доз азотного удобрения (от N_{30} до N_{120} на фоне внесения P_{40}) показало, что наибольшую прибавку зерна (0,91 т/га, 18,6 %) обеспечила доза азота N_{60} [9].

При выращивании сорго большие разногласия среди ученых имеются по выбору наиболее эффективного способа основной обработки почвы.

В традиционной системе подготовки почвы под сорго главный элемент – зяблевая вспашка на глубину более 20 см. Но наиболее эффективная глубина вспашки, особенно при уплотненном почвенном горизонте и засорении многолетними сорняками – 27–30 см [2].

Для зернового сорго в условиях южной степи Украины заменять отвальную вспашку на 25–27 см плоскорезной (КПГ-250 на 25–27 см) или поверхностной (БДСТ-2,5 на 10–12 см) обработками нецелесообразно, так как повышается засоренность посевов и снижается урожай [10].

На предкавказских карбонатных черноземах в условиях интенсивного земледелия (при использовании удобрений, гербицидов и др.) при проведении основной обработки почвы замена отвальной вспашки на глубину 23–25 см культивацией на 12–14 см не снижает урожайность зернового сорго [11].

В аридных условиях Республики Калмыкия на светло-каштановых почвах наибольшая урожайность (2,47–2,53 т/га) у раннеспелых сортов зернового сорго Орловское и Состав получена в варианте плоскорезной обработки на глубину 20–22 см; у среднеспелых сортов Зерноградское 53 и Зерста 99 большой урожай зерна

(2,59–3,20 т/га) обеспечила зяблевая вспашка на 18–20 см [12].

В полевых опытах на выщелоченном черноземе (гумус – 6,2 %) в Западном Закамье Республики Татарстан в среднем за 2007–2009 гг. по отвальной вспашке на фоне расчетной дозы NPK урожай зернового сорго сорта Перспективное 1 составил 4,12 т/га, без удобрений – 2,15 т/га, а по мелкой обработке почвы КПШ-5 на фоне NPK – 3,80 т/га, без удобрений – 1,93 т/га [13].

В полевых опытах (1996–1998 гг.) на черноземах обыкновенных Северной Степи Украины (Днепропетровская область) лучшие условия для зернового сорго были по вспашке, в сравнении с мелкой обработкой почвы засоренность сорго снижалась в 1,4 раза, а урожайность возрастала до 5,32 т/га (на 12,0 %) [4]. Таким образом, получены противоречивые опытные данные.

Цель исследований. Выявить наиболее целесообразный способ основной обработки почвы под зерновое сорго на разных фонах минерального питания.

Материалы и методы исследований. В почвенно-климатических условиях Луганщины на черноземе обыкновенном на лессовидном суглинке (гумус в пахотном слое – 3,3–3,4 %) изучали влияние различных способов основной обработки почвы (мелкая – дискование УДА-2,4 на 12–14 см и глубокая – отвальная вспашка ПЛН-5-35 на 25–27 см) и фона минерального

удобрения ($N_{60}P_{40}$) на урожай современного высокоурожайного гибрида зернового сорго Спринт W. Исследования проводили по методике полевого опыта [14] на опытном поле Луганского ГАУ в 2018–2020 гг. Агротехника зернового сорго – общепринятая для условий области. Применяли оптимальные сроки сева сорго (при прогревании почвы на глубине заделки семян до 12–14 °С и достаточном увлажнении посевного слоя) и норму высева 350 тыс/га. После наступления фазы полных всходов проводили ручное формирование густоты растений на уровень 130–140 тыс/га. Опыт закладывали методом расщепленных делянок в 3–4 кратной повторности. Учетная площадь делянок I порядка – 105 м² (обработки почвы – фактор А), делянок II порядка – 30 м² (фон минерального питания – фактор В).

2018 г. был благоприятным, влагообеспеченным в I половине (табл. 1) до фазы цветения ($ГТК_{V-VII} = 1,01$) и крайне засушливым и жарким – во II половине вегетации до созревания ($ГТК_{VIII} = 0,13$). Сумма осадков за май–сентябрь – 220,9 мм (норма 279 мм). В 2019 г. были оптимальные условия для вегетации ($ГТК_{V-VII} = 1,08$, $ГТК_{VIII-IX} = 0,90$). Сумма осадков за май–сентябрь = 286,7 мм. 2020 г. был крайне неблагоприятный, засушливый ($ГТК_{V-VII} = 0,70$, $ГТК_{VIII-IX} = 0,00$). Сумма осадков – 121,3 мм (43,5 % нормы).

Таблица 1

Гидротермические показатели в период вегетации сорго (2018–2020 гг.)

Годы	V	VI	VII	VIII	IX	За вегетационный период
2018	0,81	1,20	0,72	0,13	0,72	0,60
2019	1,48	0,33	1,43	1,29	0,50	1,37
2020	1,44	0,08	0,58	0,01	0,00	0,40
Средние многолетние данные: 1986–2005 гг.	0,97	1,21	1,05	0,61	1,16	1,00

Результаты и их обсуждение. Способы основной обработки заметно влияли на влагонакопление почвы. По мелкой основной обработке в среднем за 3 года весенние запасы продуктивной влаги были (106,0 мм) заметно ниже,

чем по варианту отвальной вспашки, и при посеве (на 7,8 мм), и по всходам сорго (на 7,2 мм). А в период выметывания метелки – цветения по вспашке влаги было на 3,2 мм меньше, чем при мелкой обработке почвы (табл. 2).

**Динамика запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы
в период вегетации зернового сорго (2018–2020 гг.), мм**

Год	Дата сева	При посеве		Всходы		Цветение		Созревание	
		1	2	1	2	1	2	1	2
2018	30.04	129,0	136,5	85,2	91,3	37,9	33,8	8,4	7,8
2019	15.05	110,6	116,6	121,4	129,2	52,4	37,9	8,0	8,2
2020	25.05	78,5	88,3	101,6	109,2	51,5	60,7	6,7	7,5
Среднее		106,0	113,8	102,7	109,9	47,3	44,1	7,7	7,8

Примечание: 1 – 1-й вариант – мелкая обработка; 2 – 2-й вариант – глубокая вспашка.

Посевы сорго полностью контролировались от сорняков проведением до- и послевсходового боронований, 3-междурядных культиваций. Также в фазе кущения сорго вносили страховой гербицид Балерина, СЭ (0,4 л/га) для борьбы с

двудольными сорняками. Перед внесением гербицидов и проведением послевсходового боронования проводили учет засоренности посевов (табл. 3).

Таблица 3

**Засоренность посевов зернового сорго
в зависимости от изучаемых факторов (2018–2020 гг.)**

Фактор опыта		Засоренность посевов зернового сорго			
Основная обработка почвы	Фон минерального питания	Перед I культивацией		Перед уборкой урожая	
		Количество, шт/м ²	Воздушно-сухая масса, г/м ²	Количество, шт/м ²	Воздушно-сухая масса, г/м ²
Мелкая	Без удобрений	127,4	24,8	89,3	152,7
	N ₆₀ P ₄₀	108,2	17,9	65,7	118,5
Вспашка	Без удобрений	68,4	16,3	38,4	93,0
	N ₆₀ P ₄₀	65,7	11,6	43,1	69,3
НСР ₀₅		3,9	2,1	2,7	4,8

По фону осеннего мелкого дискового рыхления почвы на глубину 12–14 см засоренность посевов сорго была значительно выше, чем по отвальной вспашке: в начале вегетации – на 46,3 % в количественном и 34,3 % в весовом выражении, перед уборкой урожая соответственно – на 60,0 и 39,1 %.

На удобренных посевах и по мелкому рыхлению, и по фону отвальной вспашки число сорняков было практически на одном уровне с неудобренными посевами, но их сухая масса была заметно ниже (на 25,5–22,3 %). Преобладали однолетние злаковые сорняки – щетинник сизый, просо куриное (70–75 % от общего числа) и двудольные – виды щирицы, марь белая,

горец вьюнковый, амброзия полыннолистная и др. (20–25 %). Встречались многолетние корнеотпрысковые сорняки: осот розовый, осот полевой и вьюнок полевой (при уборке урожая их было не более 0,7–1,3 шт/м² при сухой массе – 0,7–8,0 г/м²).

За счет более мощного роста растений сорго по глубокой отвальной вспашке в 2018 г. полная спелость наступала на 2–3 дня позже (31 августа – 28 августа), чем на фоне мелкой обработки почвы. Период вегетации составил в первом случае 104–101 день, а на фоне отвальной вспашки – 106–104 дня (табл. 4). Также отмечено, что в 2018 г. вегетативный период (всходы–цветение) был наиболее благоприятным по ув-

лажнению и поэтому наиболее продолжительным (65–66 дней). А генеративный период (цветение – полная спелость), наоборот, самый короткий из-за сильной засухи в августе. Это резко снизило урожайность культуры (табл. 5, 6). В 2019 г. благоприятный гидротермический режим сложился на протяжении всей вегетации зернового сорго. По отвальной вспашке получен на 2 дня более продолжительный период вегетации культуры, чем по мелкому рыхлению. За счет

применения средней дозы минеральных удобрений ($N_{60}P_{40}$) созревание растений сорго ускорилось на 5 дней. Самый короткий период вегетации растения сорго имели в острозасушливом 2020 г. Причем применение удобрений ($N_{60}P_{40}$) на 2–3 дня удлиняло вегетацию зернового сорго. Созревание соргового агрофитоценоза по отвальной вспашке наступило на 2–3 дня раньше, чем по мелкому рыхлению.

Таблица 4

Сроки сева и длительность межфазных периодов развития растений зернового сорго (2018–2020 гг.), дней

Год	Вариант опыта		Посев	Посев – всходы	Всходы – цветение	Цветение – полная спелость	Период вегетации, дней
	Способы основной обработки почвы (фактор А)	Фон удобрения (фактор В)					
2018	Мелкое рыхление	Контроль	30.IV	19	66	38	104
		$N_{60}P_{40}$	30.IV	19	65	36	101
	Вспашка	Контроль	30.IV	19	66	40	106
		$N_{60}P_{40}$	30.IV	19	65	39	104
2019	Мелкое рыхление	Контроль	15.V	10	64	47	111
		$N_{60}P_{40}$	15.V	10	61	45	106
	Вспашка	Контроль	15.V	10	67	46	113
		$N_{60}P_{40}$	15.V	10	64	44	108
2020	Мелкое рыхление	Контроль	25.V	9	58	42	100
		$N_{60}P_{40}$	25.V	9	60	43	103
	Вспашка	Контроль	25.V	9	57	41	98
		$N_{60}P_{40}$	25.V	9	59	41	100

Удобрения и разноглубинные способы основной обработки почвы оказывали значительное влияние на зерновую продуктивность сорго (табл. 5). На удобренном фоне средняя масса зерна с метелок повышалась на 21,6–40,9 % в 2018 г., на 15,1–9,4 % в 2019 г. и на 22,4–30,9 % в 2020 г., а средняя масса метелок соответственно годам повышалась на 21,5–41,2; 12,6–7,5; 16,4–24,8 %. За годы опыта отмечена слабая корреляционная связь между урожайностью сорго и густотой продуктивных побегов

($r=0,14-0,34$). В связи с засушливыми условиями вегетации в опыте формировались одно-стеблевые растения сорго. При практически одинаковой густоте продуктивных побегов растений сорго по вариантам опыта (16–18 шт/м² в 2018 г., 13,5–14,5 шт/м² в 2019 г. и 11,0–12,5 шт/м² в 2020 г.) главным критерием роста урожайности культуры ежегодно было повышение массы зерна с метелки ($r = 0,98$) и массы 1000 зерен ($r = 0,93$).

**Влияние изучаемых факторов и погодных условий
на основные показатели структуры биологического урожая зернового сорго (2018–2020 гг.)**

Год	Вариант опыта		Масса снопа, г/м ²	Высота растений, см	Длина ножки метелки, см	Длина метелки, см	Масса зерна с метелки, г	Число зерен в метелке, шт.	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л
	Способы основной обработки почвы (фактор А)	Фон удобрений (фактор В)								
2018	Мелкое рыхление	Контроль	1082	99,7	11,0	23,5	29,6	1936	15,3	782
		N ₆₀ P ₄₀	1280	109,2	16,3	28,5	36,0	2250	16,0	779
	Вспашка	Контроль	1178	99,3	12,1	24,0	27,9	1824	15,3	788
		N ₆₀ P ₄₀	1444	105,8	12,4	30,9	39,3	2298	17,1	789
r*			0,994	0,739	0,442	0,963	0,897	0,835	0,935	0,344
2019	Мелкое рыхление	Контроль	1349	99,4	23,0	21,5	46,4	2522	18,4	771
		N ₆₀ P ₄₀	1717	91,8	14,0	22,7	53,4	2553	21,7	791
	Вспашка	Контроль	1540	96,0	20,4	20,9	51,9	2790	18,6	785
		N ₆₀ P ₄₀	1824	86,6	13,9	22,8	56,8	2459	22,9	795
r			0,998	-0,987	-0,961	0,793	0,976	-0,351	0,950	0,971
2020	Мелкое рыхление	Контроль	743	82,5	8,1	22,3	28,5	1876	15,2	778
		N ₆₀ P ₄₀	897	93,6	8,7	26,9	34,9	1970	17,1	780
	Вспашка	Контроль	810	83,7	8,9	25,3	35,6	2239	15,1	782
		N ₆₀ P ₄₀	1022	92,6	8,1	27,9	46,6	2589	18,0	789
r			0,974	0,839	0,760	0,982	0,943	0,807	0,879	0,864
Среднее за 2018–2020	Мелкое рыхление	Контроль	743	93,9	14,0	22,4	34,8	2111	16,3	777
		N ₆₀ P ₄₀	897	98,2	13,0	26,0	41,4	2258	18,3	780
	Вспашка	Контроль	810	93,0	13,8	23,4	38,5	2284	16,3	782
		N ₆₀ P ₄₀	1022	95,0	11,5	27,2	47,6	2449	19,3	789
r			0,983	0,461	-0,929	0,974	0,983	0,934	0,927	0,867

* r – коэффициент корреляции.

Это достигалось за счет применения удобрений и в меньшей мере – за счет замены мелкого рыхления на глубокую отвальную вспашку. Осенняя вспашка на фоне удобрений (N₆₀P₄₀) в сравнении с мелкой основной обработкой почвы способствовала увеличению массы зерна с метелки на 3,3–3,4–11,7 г (9,2–6,4–33,5 %), массы 1000 зерен – на 1,1–1,2–0,9 г (6,9–5,5–5,3 %). С ростом урожайности зерна длина ножки метелки заметно уменьшается (r = -0,93), а длина метелки увеличивается (r = 0,97).

Полегания растений данного гибрида сорго не отмечено. За счет сильнейшей засухи в августе 2018 и 2020 гг. масса 1000 зерен формиро-

валась вдвое ниже (15,3–17,1 и 15,1–18,0 г) оптимальных значений (30 г и более).

Учет урожая сорго подтвердил преимущество глубокой зяблевой вспашки в качестве основной обработки почвы (табл. 6). При выращивании сорго на фоне отвальной вспашки урожайность зерна была на 0,63–0,53 т/га (13,6–9,3 %) выше, чем по мелкой основной обработке дисковыми орудиями. Минеральные удобрения при допосевном внесении (N₆₀P₄₀) в среднем за 2018–2020 гг. повышали урожай культуры по мелкой обработке на 1,10 т/га (23,8 %), а по глубокой отвальной вспашке – на 1,00 т/га (19,0 %).

**Урожайность зернового сорго в зависимости от способов основной обработки почвы
и минеральных удобрений (2018–2020 гг.), т/га**

Вариант опыта		Урожайность по годам			Средняя
Способы основной обработки почвы (фактор А)	Фон удобрения (фактор В)	2018 г.	2019 г.	2020 г.	
Мелкая обработка почвы (12–14 см)	Без удобрений	4,15	6,55	3,17	4,62
	N ₆₀ P ₄₀ до посева	4,96	7,81	4,39	5,72
Отвальная вспашка (25–27 см)	Без удобрений	4,56	7,18	4,01	5,25
	N ₆₀ P ₄₀ до посева	5,42	8,28	5,05	6,25
НСР ₀₅ общая, т/га		0,29	0,24	0,45	0,46
НСР ₀₅ фактора А, т/га		0,20	0,17	0,32	
НСР ₀₅ фактора В, т/га		0,17	0,14	0,26	
S \bar{x} , %		1,95	1,01	3,30	

Выводы. Отвальная вспашка на глубину 25–27 см – наиболее целесообразный и выгодный способ основной обработки почвы при выращивании зернового сорго и в сравнении с мелкой обработкой (на 12–14 см) обеспечивает большее накопление продуктивной влаги в метровом слое почвы в ранневесенний период (на 7,4–7,0 %), значительное снижение числа сорняков (на 46,3–39,3 %) и их массы (на 34,3–35,2 %), особенно в фазу кущения – наиболее гербакритический период для сорго; формирование существенно более высокой урожайности (на 0,53–0,63 т/га) за счет роста озерненности (на 14,5–20,1 %) и массы зерна с метелки (на 18,4–23,0 %).

Неудобренные посевы в большей степени (на 17,7–35,3 %) зарастали сорняками на фоне мелкой основной обработки почвы и имели практически одинаковую засоренность по фону отвальной вспашки. За счет улучшения минерального питания растений урожайность сорго повышалась на фоне мелкой основной обработки почвы в среднем на 1,10 т/га (23,8 %), а по фону отвальной вспашки – на 1,00 т/га (19,0 %). Рост урожая зерна происходил за счет увеличения массы зерна с метелки (на 3,9 г, или 11,2 %, по мелкой обработке и на 6,4 г, или 15,5 %, по вспашке) и повышения массы 1000 зерен (на 1,7 г, или 10,4 %, – по мелкой обработке и на 2,4 г, или 14,4 %, – по вспашке).

Список источников

1. Олексенко Ю.Ф. Прогрессивная технология возделывания сорго. Киев: Урожай, 1986. 80 с.
2. Исаков Я.И. Сорго. М.: Россельхозиздат, 1982. 134 с.
3. Шепель Н.А. Сорго. Волгоград: Комитет по печати, 1994. 448 с.
4. Красненков С.В. Вплив способів основного обробітку ґрунту на врожайність зернового сорго // Бюл. Інституту зернового господарства. 1999. № 9. С. 38–40.
5. Володин А.Б., Капустин С.И., Даниленко Ю.П. Рекомендации по возделыванию сорго на зерно, силос и зеленый корм в Ставропольском крае. Саратов: Амирит, 2015. 32 с.
6. Рекомендации по возделыванию сорго зернового, сахарного и суданской травы / В.В. Ковтунов, Н.А. Ковтунова, С.И. Горпиниченко [и др.]. Саратов: Амирит, 2018. 28 с.
7. Малиновский Б.Н. Сорго на Северном Кавказе. Ростов-н/Д, 1992. 208 с.
8. Бельтюков Л.П. Сорт, технология, урожай. Ростов-н/Д: Книга, 2002. 176 с.
9. Baranovsky Aleksander Vasilevich, Kapustin Sergey Ivanovich, Kapustin Andrey Sergeevich, Kosogova Tatyana Mikhailovna The effect of nitrogen fertilizers on the productivity of grain sorghum // Bioscience Research. 2020. 17 (1). P. 228–234.
10. Щербаков В.Я. Зерновое сорго. Киев; Одесса: Виц. шк., 1983. 192 с.
11. Алабушев А.В. Адаптивная технология выращивания сорго зернового в засушливой зоне Северного Кавказа. Ростов-н/Д: Книга, 2000. 192 с.

12. Чернова Е.Г., Дедов А.А. Формирование продукционного процесса агроценоза *Sorghum bicolor* (L.) Moench. на светлокаштановых почвах Республики Калмыкия // COLLOQUIUM-JOURNAL. (Польша) 2019. № 24-2 (48). С. 21–26.
13. Фомин В.Н., Нафиков М.М., Валиев И.З. Урожайность сорго в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений в условиях лесостепи Поволжья // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 2. С. 25–27.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
7. Malinovskij B.N. Sorgo na Severnom Kavkaze. Rostov-n/D, 1992. 208 s.
8. Bel'tyukov L.P. Sort, tehnologiya, urozhaj. Rostov-n/D: Kniga, 2002. 176 s.
9. Baranovsky Aleksander Vasilevich, Kapustin Sergey Ivanovich, Kapustin Andrey Sergeevich, Kosogova Tatyana Mikhailovna The effect of nitrogen fertilizers on the productivity of grain sorghum // Bioscience Research. 2020. 17 (1). P. 228–234.
10. Scherbakov V.Ya. Zernovoe sorgo. Kiev; Odessa: Visch. shk., 1983. 192 s.
11. Alabushev A.V. Adaptivnaya tehnologiya vyraschivaniya sorgo zernovogo v zasushlivoj zone Severnogo Kavkaza. Rostov-n/D: Kniga, 2000. 192 s.

References

1. Oleksenko Yu.F. Progressivnaya tehnologiya vzdelyvaniya sorgo. Kiev: Urozhaj, 1986. 80 s.
2. Isakov Ya.I. Sorgo. M.: Rossel'hozizdat, 1982. 134 s.
3. Shepel' N.A. Sorgo. Volgograd: Komitet po pečati, 1994. 448 s.
4. Krasnenkov S.V. Vpliv sposobiv osnovnogo obrabotku gruntu na vrozhajnist' zernovogo sorgo // Byul. Institutu zernovogo gosudarstva. 1999. № 9. S. 38–40.
5. Volodin A.B., Kapustin S.I., Danilenko Yu.P. Rekomendacii po vzdelyvaniyu sorgo na zerno, silos i zelenyj korm v Stavropol'skom krae. Saratov: Amirit, 2015. 32 s.
6. Rekomendacii po vzdelyvaniyu sorgo zernovogo, saharного i sudanskoj travy / V.V. Kovtunov, N.A. Kovtunova, S.I. Gorpinichenko [I dr.]. Saratov: Amirit, 2018. 28 s.
12. Chernova E.G., Dedov A.A. Formirovanie produkcionnogo processa agroцenoza *Sorghum bicolor* (L.) Moench. na svetlo-kashtanovyh pochvah Respubliki Kalmykiya // COLLOQUIUM-JOURNAL. (Pol'sha) 2019. № 24-2 (48). S. 21–26.
13. Fomin V.N., Nafikov M.M., Valiev I.Z. Urozhajnost' sorgo v zavisimosti ot sposobov osnovnoj obrabotki pochvy i udobrenij v usloviyah lesostepi Povolzh'ya // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2012. № 2. S. 25–27.
14. Dospehov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.

