

АГРОНОМИЯ

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Научная статья
УДК 633.853.483 (470.40)
doi: 10.28983/asj.y2024i10pp4-11

Формирование урожайности сортов горчицы сарептской в зависимости от нормы высева в лесостепи Среднего Поволжья

Вера Александровна Гущина, Анна Сергеевна Лыкова, Юлия Алексеевна Прохорова
Пензенский государственный аграрный университет, г. Пенза, Россия
e-mail: guschina.v.a@pgau.ru

Аннотация. В последнее время горчица приобретает все большую актуальность и всеобщий интерес, поскольку является универсальной многоцелевой культурой. Для реализации биологического потенциала новых сортов горчицы в определенных условиях необходимо совершенствовать технологию возделывания. Экспериментальная работа по изучению новых сортов горчицы и оптимизации нормы высева проводилась в 2022–2023 гг. на лугово-черноземной почве коллекционного участка ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ. В среднем за два года полевая всхожесть снижалась с 81,0 % при норме высева 1,0 млн всхожих семян на 1 га до 78,7 % при большей норме (3,0 млн семян на 1 га), сохранность растений составила 73,0 и 62,5 %, или 64,6 и 132,8 растения на 1 м² соответственно. Оптимальное количество растений в количестве 101,9–120,3 на 1 м² формируется в посевах с нормами высева 2,0 и 2,5 млн семян на 1 м². У сорта Первотаровская густота посевов составила 94,0–115,3 на 1 м², у Валенты 98,0–112,8 на 1 м² с количеством ветвей на растении 3,9–3,7 и 4,3–3,9 шт. соответственно. На каждом растении образовалось 45,5–50,4 стручка, в которых заложилось 14,3–16,0 крупных и выполненных семян. Масса 1000 шт. достигала 3,64 и 3,36 г соответственно. Максимальный биологический потенциал для условий Среднего Поволжья проявили сорта Первотаровская (2,33 т/га) и Валента (2,25 т/га) с нормой высева 2,5 млн всхожих семян на 1 га.

Ключевые слова: семенная продуктивность; масса 1000 семян; всхожесть; сохранность; сорт; норма высева

Для цитирования: Гущина В. А., Лыкова А. С., Прохорова Ю. А. Формирование урожайности сортов горчицы сарептской в зависимости от нормы высева в лесостепи Среднего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2024. № 10. С. 4–11. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i10pp4-11>.

AGRONOMY

Original article

Yield formation of Chinese mustard varieties depending on seeding rate in the forest-steppe of the Middle Volga region

Vera A. Gushchina, Anna S. Lykova, Yulia A. Prokhorova
Penza State Agrarian University, Penza, Russia
e-mail: guschina.v.a@pgau.ru

Abstract. Recently, mustard has become increasingly relevant and of general interest, as it is a universal multi-purpose crop. To realize the biological potential of new mustard varieties under certain conditions, it is necessary to improve the cultivation technology. Experimental work on the study of new mustard varieties and optimization of the seeding rate was carried out in 2022–2023 on the meadow-chernozem soil of the collection site of the Penza State Agrarian University. On average, over two years, field germination decreased from 81.0 % at a seeding rate of 1.0 mln of viable seeds per 1 ha to 78.7 % at a higher rate (3.0 million of viable seeds per 1 ha), the survival of plants was 73.0 and 62.5 %, or 64.6 and 132.8 plants per 1 m², respectively. The optimal number of plants: 101.9–120.3 per 1 m² is in crops with seeding rates of 2.0 and 2.5 mln of seeds per 1 m². In the Pervotarovskaya variety, their density was 94.0–115.3 per 1 m², in Valenta 98–112.8 per 1 m² with the number of branches on



the plant of 3.9–3.7 and 4.3–3.9 pcs., respectively. Each plant formed 45.5–50.4 pods, which contained 14.3–16.0 large and full seeds. The weight of 1000 pcs. reached 3.64 and 3.36 g, respectively. The varieties Pervotarovskaya (2.33 t/ha) and Valenta (2.25 t/ha) had the maximum biological potential for the conditions of the Middle Volga region with a seeding rate of 2.5 million of viable seeds per 1 ha.

Keywords: seed productivity; weight of 1000 seeds; germination; survivability; variety; seeding rate

For citation: Gushchina V. A., Lykova A. S., Prokhorova Yu. A. Yield formation of Chinese mustard varieties depending on seeding rate in the forest-steppe of the Middle Volga region. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal*. 2024;(10):4–11. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i10pp4-11>.

Введение. Территория России расположена в нескольких климатических поясах, что дает возможность выращивать самые разнообразные виды масличных культур. В 2023 г. наблюдалось сокращение площади возделывания масличных культур с 18,728 млн до 17,612 млн га. В частности, посеы подсолнечника уменьшились на 303 тыс. га (с 10,121 млн до 9,818 млн га), сои на 121 тыс. га (с 3,507 млн до 3,628 млн га), рапса на 234 тыс. га (с 2,343 млн до 2,109 млн га). При этом посевная площадь горчицы увеличилась почти в два раза: с 431 тыс. га до 245 тыс. до 431 тыс. га [12]. В последнее время горчица приобретает актуальность и вызывает всеобщий интерес, поскольку является универсальной многоцелевой культурой, которую выращивают для масличных, кормовых, сидеральных, лекарственных и фиторемедиационных целей. В России из всего разнообразия сортов горчицы наибольшее предпочтение отдают горчице сарептской (*Brassica juncea* (L.) Czern.), поскольку она наиболее адаптирована к условиям произрастания [9, 16], в том числе и к недостаточно влажному климату Среднего Поволжья. В настоящее время горчица сарептская постепенно распространяется и в Европе для производства авиационного биотоплива, поскольку в горчичном масле, на долю которого в семенах приходится до 47 %, содержится достаточно большое количество эруковой кислоты, характеризующейся высокой теплотворной способностью [7, 8, 18].

Горчичное масло является источником незаменимых аминокислот ω -3 и ω -6, которые не синтезируются организмом человека, но необходимы для полноценного развития [2, 4, 15], поэтому пользуется большой популярностью в пищевой и фармацевтической промышленности. Кроме того, горчичное масло широко используют в парфюмерии и при производстве текстильных и лакокрасочных изделий [3, 6, 16].

Благодаря способности культуры быстро формировать высокую урожайность зеленой массы с содержанием белка до 35,0 %, жира до 11,0 % и клетчатки до 9,0 %, ее включают в осеннее звено зеленого конвейера для крупного рогатого скота при позднелетнем посеве. Этот срок посева позволяет избежать повреждения растений крестоцветными вредителями и при этом обеспечить животных высокобелковыми кормами [17]. После уборки семян оставшаяся солома перерабатывается в биоэтанол [15, 19].

В виде сидерального удобрения горчица играет большую роль при воспроизводстве плодородия почвы. Это связано с формированием большой биомассы, заделка которой по объему равноценна внесению 20 т навоза на 1 га, что эквивалентно 100 кг/га нитратного азота [2]. В медицине жмых используется для производства горчичников [17].

Таким образом, интерес к данной культуре увеличивается с каждым годом, что и обуславливает цель научной работы: подбор сортов горчицы сарептской, адаптированных к условиям Среднего Поволжья, и выявление оптимальной нормы высева для обеспечения максимальной семенной продуктивности.

Материалы и методы. Экспериментальные работы проводили в 2022–2023 гг. на лугово-черноземной почве коллекционного участка ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ в соответствии с методическими указаниями Б. А. Доспехова (1985) [5], Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [11] и методикой проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами [10]. Почва участка характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса в пахотном горизонте 3,7–3,8 % по И. В. Тюрину (ГОСТ 26213-91), щелочногидролизующего азота 79,4–81,1 мг/кг почвы по Корнфилду, подвижного фосфора 37,3–39,8 и обменного калия 80,3–82,5 мг/кг почвы по В. Ф. Чирикову в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-91), pH 5,4–5,5 (ГОСТ 26483-85).

Для изучения использовали шесть сортов горчицы: Люкс, Алиса, Валента, Горлинка, Пervotarovskaya и Сигма, в качестве контроля – сорт Люкс, районированный с 2007 г., остальные занесены в Государственный реестр селекционных достижений и допущены к использованию во всех зонах возделывания культуры в 2019 и 2020 гг. Схема опыта предусматривает изучение пяти норм





высева: 1,0; 1,5; 2,0 (контроль); 2,5; 3,0 млн всхожих семян на га. Площадь участков составляет 4 м², учетная – 2 м², размещение рендомизированное. Повторность опыта шестикратная, предшественник – горох, способ посева рядовой, глубина заделки семян 2–3 см.

Результаты исследований. Погодные условия в годы проведения эксперимента были благоприятными. Весной 2022 г. во время закладки эксперимента сумма выпавших осадков и температура практически соответствовали норме, что позволило провести посев 29 апреля. На второй год исследований обильные дожди задержали посев на 5 дней. Температура во время закладки опыта была выше в два раза, чем в предыдущем году, что сократило период «посев – всходы» на два дня.

При пониженном температурном режиме в 2022 г. (8,3 °С при норме 12,0 °С) и избыточном увлажнении всхожесть в среднем составила 76,1 % (таблица 1). На следующий год при

Таблица 1 – Полевая всхожесть и сохранность растений в зависимости от сорта и нормы высева

Table 1 – Field germination and preservation of plants depending on the variety and seeding rate

Сорт	Норма высева, млн семян/га	Полевая всхожесть, %			Сохранность, %			Количество растений перед уборкой, шт./м ²		
		2022 г.	2023 г.	среднее	2022 г.	2023 г.	среднее	2022 г.	2023 г.	среднее
Люкс (контроль)	1,0	75,2	87,7	81,5	68,5	73,1	70,8	60,9	70,5	65,7
	1,5	75,8	85,2	80,5	62,4	67,8	65,1	70,1	92,3	81,2
	2,0 (контроль)	75,4	82,4	78,9	60,3	71,9	66,1	82,2	130,3	106,2
	2,5	75,4	84,5	79,9	58,1	68,6	63,3	93,2	156,5	124,9
	3,0	74,4	85,2	79,8	58,1	62,7	60,4	97,7	170,8	134,2
Среднее по сорту		75,3	85,0	80,1	61,5	68,8	65,1	80,8	124,1	102,4
Алиса	1,0	76,8	83,0	79,9	83,0	75,1	79,0	69,3	62,3	65,8
	1,5	74,8	82,2	78,5	74,2	70,9	72,6	85,5	93,3	89,4
	2,0	76,6	81,9	79,2	66,5	70,7	68,6	103,0	115,8	109,4
	2,5	75,2	82,4	78,8	60,2	69,2	64,7	111,8	142,5	127,1
	3,0	75,3	82,3	78,8	60,0	60,0	60,0	114,3	155,5	134,9
Среднее по сорту		75,8	82,4	79,1	68,8	69,2	69,0	96,8	113,9	105,3
Валента	1,0	75,8	85,5	80,6	72,6	76,6	74,6	55,1	65,5	60,3
	1,5	75,6	82,2	78,9	62,8	79,8	71,3	63,0	98,3	80,6
	2,0	76,4	84,5	80,4	62,1	75,3	68,7	68,7	127,3	98,0
	2,5	75,7	86,5	81,1	63,5	80,1	71,8	80,1	145,5	112,8
	3,0	75,3	80,3	77,8	60,1	71,2	65,7	88,1	171,5	129,8
Среднее по сорту		75,7	83,8	79,8	64,2	76,6	70,4	71,0	121,6	96,3
Горлинка	1,0	77,9	83,0	80,4	87,8	72,4	80,1	75,8	66,0	70,9
	1,5	77,8	83,8	80,8	68,9	68,2	68,6	85,8	91,3	88,5
	2,0	75,4	82,4	78,9	69,4	70,0	69,7	106,3	118,3	112,3
	2,5	76,2	85,3	80,8	63,7	65,1	64,4	109,3	144,3	126,8
	3,0	75,2	81,3	78,3	60,0	60,0	60,0	120,1	154,3	137,2
Среднее по сорту		76,5	83,2	79,8	70,0	67,1	68,6	99,4	114,8	107,1
Первотаровская	1,0	79,8	85,7	82,8	66,5	70,1	68,3	57,9	67,3	62,6
	1,5	76,1	85,8	81,0	59,6	68,2	63,9	60,3	93,5	76,9
	2,0	77,8	82,4	80,1	63,6	65,8	64,7	74,2	113,8	94,0
	2,5	77,7	81,4	79,6	63,0	71,4	67,2	85,2	145,3	115,2
	3,0	75,8	81,0	78,4	63,1	68,8	66,0	93,3	170,5	131,9
Среднее по сорту		77,5	83,2	80,4	63,2	68,9	66,0	74,2	118,1	96,1
Сигма	1,0	77,0	84,1	80,6	64,1	66,4	65,3	60,9	64,3	62,6
	1,5	75,7	81,8	78,8	61,6	64,6	63,1	65,2	87,3	76,2
	2,0	74,5	80,3	77,4	62,2	65,3	63,8	72,1	111,5	91,8
	2,5	75,1	83,0	79,1	61,5	68,1	64,8	80,9	149,3	115,1
	3,0	75,9	81,3	78,6	58,3	67,8	63,0	86,2	171,8	129,0
Среднее по сорту		75,7	82,1	78,9	61,5	66,5	64,0	73,1	116,8	94,9
Среднее по норме высева	1,0	77,1	84,8	81,0	73,7	72,3	73,0	63,3	66,0	64,6
	1,5	76,0	83,5	79,7	64,9	69,9	67,4	71,6	92,6	82,1
	2,0	76,0	82,3	79,2	64,0	69,8	66,9	84,4	119,5	101,9
	2,5	75,9	83,9	79,9	61,7	70,4	66,0	93,4	147,2	120,3
	3,0	75,3	81,9	78,6	60,0	65,1	62,5	99,9	165,7	132,8

ГТК 2,7 она была выше на 7,1 %, среди изучаемых сортов наибольшей всхожестью отличался сорт Люкс (85,0 %). На 1,2 % уступал сорт Валента, на 1,8 % – сорта Горлинка и Первотаровская, на 2,7 % – сорта Сигма и Алиса. При этом все показатели были в пределах ошибки опыта, поскольку для посева использовались семена высоких категорий. Норма высева значительного влияния на полевую всхожесть не оказала, но наибольшая была при посеве горчицы с нормой 1,0 млн всхожих семян (84,8 %), наименьшая всхожесть была при посеве 3,0 млн семян/га (81,9 %). С нормами высева от 1,5 до 2,5 млн семян/га всхожесть была практически одинаковой (82,3–83,9 %).

Аналогичная закономерность по нормам высева наблюдалась и в 2022 г. Среди сортов наибольшая всхожесть была у сорта Первотаровская (77,5 %), у сорта Горлинка она ниже лишь на 1,0 %. У других сортов всхожесть снизилась до 75,3 %. Следует отметить, что всходы в этом году были неравномерными. Растения даже с одной парой настоящих листьев обгоняли в росте более поздние всходы, хотя они между собой не конкурировали. Но в последующие фазы роста вторые оказались под пологом первых. Незначительное количество осадков (11,2 мм) в период «образование розетки листьев – цветение» при ГТК 0,33 повлияло на снижение сохранности растений, которая составила в среднем за год 64,9 % в сравнении с 69,5 % в 2023 г. Это соответствовало 82,5 и 118,0 растениям на 1 м².

Высокая сохранность растений на 2-й год исследований связана с дружными всходами и более равномерными осадками в период вегетации. При максимальной сохранности растений 72,3 % с нормой высева 1,0 млн семян/га количество растений составило 66 шт./м², при посеве 3,0 млн семян/га на момент уборки осталось 165,7 шт./м², хотя сохранность была наименьшей (65,1 %).

Среди сортов в 2023 г. более устойчивым оказался сорт Валента, сохранность которого в среднем составила 76,6 %, наибольшая (80,1 %) отмечалась при норме высева 2,5 млн семян/га. Этому показателю соответствовало 145,5 растений на 1 м² перед уборкой. При такой же норме высева у сорта Первотаровская с сохранностью 71,4 % количество растений перед уборкой было аналогичным.

В среднем за два года полевая всхожесть горчицы сарептской снижалась с 81,0 % при меньшей норме высева до 78,7 % при большей норме. Сохранность растений подобна полевой всхожести и при норме высева 1,0 млн семян/га она составила 73,0 %, или 64,6 шт./м², при норме 3,0 млн семян/м² – 62,5 %, или 132,8 шт./м².

Наиболее оптимальное количество растений перед уборкой (101,9 и 120,3 шт./м²) формируются в посевах горчицы с нормами высева 2,0 млн и 2,5 млн семян/м² соответственно.

При культивировании любой сельскохозяйственной культуры особое значение имеет сорт, способный обеспечивать до 40 % урожая [8], а также ее норма высева. У капустных культур одним из основных элементов структуры урожая является количество ветвей, сформировавшихся на стебле, которое, в свою очередь, зависит от площади питания растений. На загущенных посевах первого года исследований ветвистость стеблей была ниже. Количество стеблей в посевах с нормой 3,0 млн семян/га составило 3,1 шт./растение, в разреженных – 5,2 шт./растение. Ветвление стеблей в 2023 г. немного уступало предыдущему году, но это связано с большей густотой растений, которая превышала густоту в 2022 г. на 2,7–5,7 шт./м² (таблица 2).

В 2022 г. среди сортов большей ветвистостью обладал сорт Валента (5,1 шт./растение). У сорта Первотаровская количество ветвей меньше на 1,4 шт./растение, поскольку густота растений выше на 3,2 шт./м².

На следующий год исследований, напротив, при густоте растений 118,1 шт./м² у сорта Первотаровская количество ветвей составило 4,3 шт./растение в сравнении с 3,8 шт./растение при густоте 121,6 шт./м² у сорта Валента. В среднем за два года при одинаковой густоте 96,3 шт./м² на растении горчицы формируется 4,0–4,5 ветви первого порядка.

Важнейшим показателем семенной продуктивности крестоцветных культур в структуре урожая является количество стручков на растении и их обсемененность.

В первый год исследований в среднем на одном растении формируется 48,2 стручка, в каждом из которых насчитывается 16,3 семян. От меньшей нормы высева к большей количество стручков снижается с 53,2 до 45,1 шт., семян в стручке с 17,2 до 15,0 шт. Практически одинаковые показатели были у горчицы с нормами высева 2,5 млн и 2,0 млн семян/га, которые составили 45,9–46,6 и 16,1–16,3 шт. соответственно.



Таблица 2 – Элементы структуры урожая горчицы сарептской

Table 2 – Elements of the structure of the Chinese mustard yield

Сорт	Норма высева, млн семян/га	Количество, шт.								
		Ветвей 1-го порядка на 1 растение			Стручков на растении			Семян в стручке		
		2022 г.	2023 г.	среднее	2022 г.	2023 г.	среднее	2022 г.	2023 г.	среднее
Люкс(контроль)	1,0	5,5	5,0	5,3	53,0	47,2	50,1	16,8	17,6	17,2
	1,5	5,0	4,5	4,8	50,0	40,5	45,3	16,5	17,1	16,8
	2,0 (контроль)	4,2	3,3	3,8	44,0	31,7	37,9	16,4	16,7	16,6
	2,5	3,3	4,0	3,7	42,0	29,1	35,6	16,3	16,4	16,4
	3,0	3,0	2,7	2,9	40,0	26,7	33,4	15,9	15,2	15,6
Среднее по сорту		4,2	3,9	4,1	45,8	35,0	40,4	16,4	16,6	16,5
Алиса	1,0	4,0	4,1	4,1	33,2	40,4	36,8	20,6	15,8	18,2
	1,5	3,8	3,6	3,7	30,1	36,8	33,5	20,1	15,8	18,0
	2,0	3,5	3,1	3,3	27,6	34,3	31,0	19,2	14,6	16,9
	2,5	3,2	3,0	3,1	26,8	32,1	29,5	19,1	13,2	16,2
	3,0	3,0	2,7	2,9	28,4	30,3	29,4	16,9	11,1	14,0
Среднее по сорту		3,5	3,3	3,4	29,2	34,8	32,0	19,2	14,1	16,6
Валента	1,0	6,3	5,1	5,7	62,0	47,0	54,5	15,0	16,1	15,6
	1,5	5,6	4,0	4,8	60,3	43,1	51,7	14,5	14,2	14,4
	2,0	5,0	3,6	4,3	59,8	40,3	50,1	14,3	14,0	14,2
	2,5	4,5	3,2	3,9	58,0	37,1	47,6	14,0	14,0	14,0
	3,0	4,0	3,2	3,6	56,1	32,1	44,1	13,4	13,1	13,3
Среднее по сорту		5,1	3,8	4,5	59,2	39,9	49,6	14,2	14,3	14,3
Горлинка	1,0	4,2	3,5	3,9	47,8	42,1	45,0	18,1	19,4	18,8
	1,5	3,6	4,5	4,1	44,7	35,2	40,0	17,5	18,4	18,0
	2,0	3,4	3,0	3,2	38,2	32,1	35,2	17,3	17,5	17,4
	2,5	3,1	4,0	3,6	39,5	30,0	34,8	17,0	16,1	16,6
	3,0	3,0	2,3	2,7	38,4	28,7	33,6	15,2	15,4	15,3
Среднее по сорту		3,5	3,5	3,5	41,7	33,6	37,7	17,0	17,4	17,2
Первотаровская	1,0	5,1	5,3	5,2	59,4	44,5	52,0	15,1	17,6	16,4
	1,5	4,2	4,7	4,5	57,2	40,2	48,7	14,9	17,0	16,0
	2,0	3,5	4,3	3,9	50,9	37,3	44,1	14,5	16,0	15,3
	2,5	3,0	4,3	3,7	50,0	35,1	42,6	14,0	14,7	14,4
	3,0	2,8	3,0	2,9	48,8	31,2	40,0	13,7	13,3	13,5
Среднее по сорту		3,7	6,2	4,9	53,3	57,3	55,3	14,4	27,8	21,1
Сигма	1,0	6,0	5,3	5,7	64,0	48,2	56,1	17,5	17,9	17,7
	1,5	5,2	4,3	4,8	60,7	45,3	53,0	17,0	16,3	16,7
	2,0	4,1	3,7	3,9	59,2	37,8	48,5	16,3	15,9	16,1
	2,5	4,0	3,0	3,5	58,9	36,3	47,6	16,2	14,5	15,4
	3,0	3,0	3,0	3,0	59,0	34,1	46,6	15,0	13,1	14,1
Среднее по сорту		4,5	3,9	4,2	60,4	40,3	50,4	16,4	15,5	16,0
Среднее по норме высева	1,0	5,2	4,7	5,0	53,2	44,9	49,1	17,2	17,4	17,3
	1,5	4,6	4,3	4,4	50,5	40,2	45,3	16,8	16,5	16,6
	2,0	4,0	3,5	3,7	46,6	35,6	41,1	16,3	15,8	16,1
	2,5	3,5	3,6	3,6	45,9	33,3	39,6	16,1	14,8	15,5
	3,0	3,1	2,8	3,0	45,1	30,5	37,8	15,0	13,5	14,3

В 2022 г. среди исследуемых сортов наибольшее количество стручков формировал сорт Сигма (60,4 шт./растение), количество семян в стручке 16,4 шт. Однако масса семян с растения уступала сортам Первотаровская и Валента на 0,41 г и составила 2,59 г. У сорта Люкс количество семян в стручке соответствовало сорту Сигма, хотя стручков на растении было на 14,6 шт. меньше. Следует отметить, что наибольшее количество семян в стручке образовалось у сорта Алиса (19,2 шт.), при этом число плодов на растении было минимальным – 29,2 шт., как и масса 1000 семян – 2,35 г, что свидетельствует о формировании самых мелких семян (рисунок 1). Самой высокой крупностью семян обладали сорта Валента (3,54 г) и Первотаровская (3,86 г).



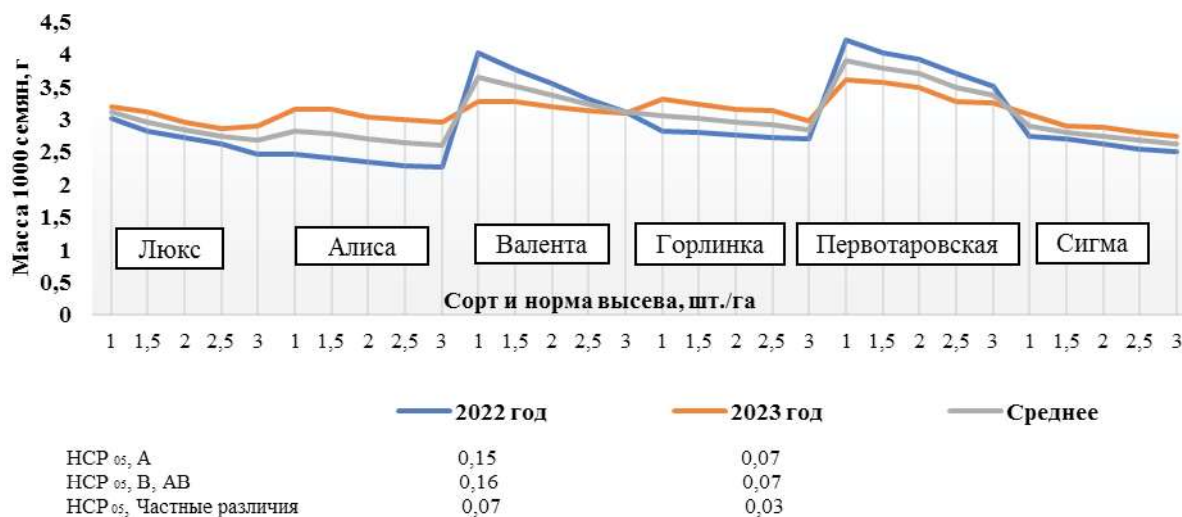


Рисунок 1 – Масса 1000 семян

Figure 1 – Weight of 1000 seeds

В 2023 г. в среднем на каждом растении завязалось 36,9 стручка с количеством семян 15,6 шт., что на 11,3 и 0,7 шт. соответственно меньше, чем в 2022 г. Изучаемый сорт Горлинка формировал хорошие показатели по количеству семян в стручке – 17,4 шт. Отмечено уменьшение данного показателя у других сортов до 14,1–16,6 шт. Наибольшей массой семян с растения характеризовался сорт Первотаровская (2,07 г), у которого сформировались самые крупные семена массой 3,42 г/1000 шт., а самые тяжеловесные (3,59 г) наблюдались на посевах с нормой высева 1,0 млн семян/га. Сорт Валента по крупности семян уступал сорту Первотаровская в среднем на 0,42 г и находился на уровне с сортом Горлинка – 3,18 и 3,15 г соответственно. Семена других сортов были мельче, масса 1000 шт. семян сорта Алиса составила 3,05 г, сорта Люкс – 3,00 г, сорта Сигма – 2,87 г. В среднем за год выход семян с растения был на 21,5 % меньше, чем в 2022 г., но густота выше на 35,6 растений/м². При меньшем количестве семян в стручке (15,6 шт.) масса 1000 шт. достигла 3,11 г в сравнении с 3,0 г в 2022 г., т.е. семена на второй год исследования были более выполнены, что привело к повышению урожайности на 0,17 т/га и составило 1,98 т/га (рисунок 2).

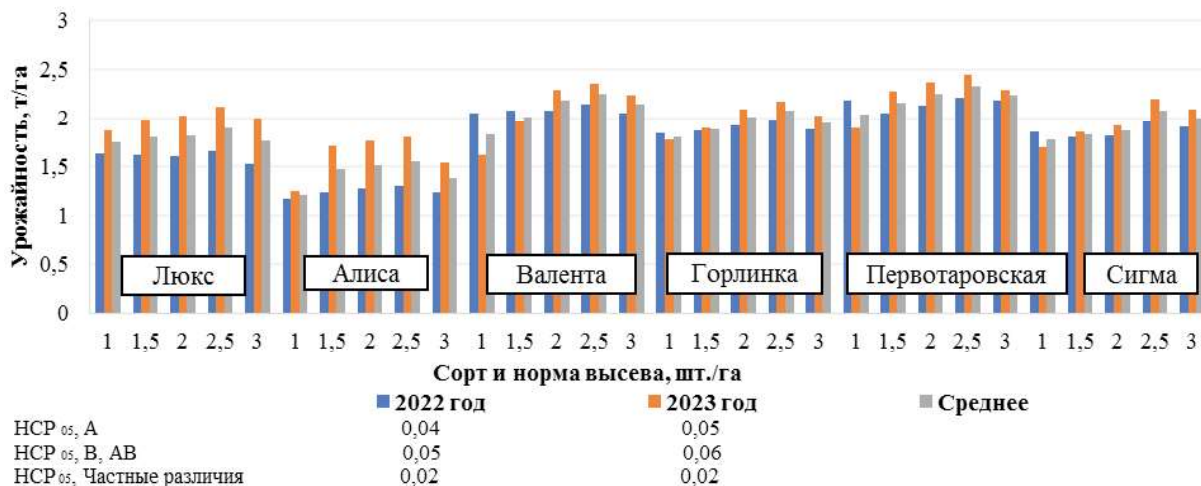


Рисунок 2 – Урожайность семян горчицы сарептской, т/га

Figure 2 – Yield of Chinese mustard seeds, t/ha

В среднем за два года густота растений в посевах сортов Сигма, Первотаровская и Валента составила 95,0–96,3 шт./м², количество стручков на растении 45,5–50,4 шт., в каждом из которых заложилось 14,3–16,0 семян. Однако по крупности семена сорта Сигма были на уровне с сортом Алиса – масса 1000 шт. составила 2,74 и 2,70 г соответственно. Сорта Первотаровская и Валента сформировали самые крупные и выполненные семена, у которых масса 1000 шт. достигала 3,64 и 3,36 г.





Урожайность сельскохозяйственных культур является важным условием обеспечения эффективности растениеводства. К основным элементам структуры урожая относятся индивидуальная продуктивность растений и их густота на единице площади.

В первый год закладки опытов (2022 г.) хорошую биологическую продуктивность показали сорта Первотаровская с урожайностью 2,21 т/га и сорт Валента с урожайностью 2,15 т/га при норме высева 2,5 млн семян/га. В среднем по опыту с данной нормой высева густота растений составила 93,4 шт./м², которая обеспечила выход семян 1,88 т/га. На 0,08 т/га снизилась урожайность при уменьшении нормы высева до 2,0 млн семян/га.

В 2023 г. сложились условия избыточного увлажнения (ГТК 1,5), что благоприятно повлияло на урожайность горчицы сорта Первотаровская. На делянках, где высевался данный сорт, была получена максимальная урожайность – 2,25 т/га. Не отмечено достоверного различия по урожайности семян среди сортов Люкс (2,0 т/га), Горлинка (1,99 т/га), Сигма (1,95 т/га). Минимальные значения урожайности получены на делянках, где высевали мелкосеменной сорт Алиса – 1,61 т/га.

Для условий Среднего Поволжья оптимальные условия для реализации биологического потенциала формировались на опытных участках с нормой высева 2,5 млн семян/га (2,18 т/га). Максимальная урожайность наблюдалась у сортов Первотаровская (2,44 т/га) и Валента (2,36 т/га). Незначительное снижение на 0,08 и 0,07 т/га наблюдали при норме высева 2,0 млн семян/га соответственно.

В среднем за два года максимальный биологический потенциал для условий Среднего Поволжья проявили сорта Первотаровская – 2,33 т/га и сорт Валента – 2,25 т/га с нормой высева 2,5 млн семян/га. Уменьшение нормы высева на 0,5 млн (2,0 млн семян/га) недостоверно снижало урожайность семян горчицы соответственно сортам на 0,08 и на 0,06 т/га.

Заключение. В среднем за два года полевая всхожесть горчицы сарептской снижалась с 81,0 % при норме высева 1,0 млн семян/га до 78,7 % при большей норме (3,0 млн семян/га), сохранность растений составила 73,0 % и 62,5 %, или 64,6 шт./м² и 132,8 шт./м² соответственно.

Наиболее оптимальное количество растений перед уборкой (101,9–120,3 шт./м²) формируется в посевах горчицы с нормами высева 2,0 млн и 2,5 млн семян/га. У сорта Первотаровская их количество составило 94,0–115,3 шт./м², у Валенты 98–112,8 шт./м² с количеством ветвей на растении 3,9–3,7 и 4,3–3,9 шт. соответственно. У сортов Сигма, Первотаровская и Валента на каждом растении образовалось 45,5–50,4 стручка, в которых заложились 14,3–16,0 семян. Однако по крупности семена сорта Сигма были на уровне сорта Алиса, массой 2,74 и 2,70 г/1000 шт. соответственно. Сорта Первотаровская и Валента сформировали самые крупные и выполненные семена массой 3,64 и 3,36 г/1000 шт. соответственно.

Максимальную урожайность семян горчицы обеспечил сорт Первотаровская (2,33 т/га) с нормой высева 2,5 млн семян/га, превышая на 0,08 т/га норму высева 2,0 млн. Семенная продуктивность сорта Валента составила 2,25 и 2,19 т/га соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние агрохимикатов на урожайность и качество сои при выращивании по технологии No-till / А. А. Низкодубова [и др.] // Аграрный научный журнал. 2021. № 12. С. 50–54. DOI 10.28983/asj.y2021i12pp50-54. EDN WMLSAN.
2. Выходцев В. А., Тулькубаева С. А., Тулаев Ю. В. Продуктивность горчицы сизой в зависимости от минерального питания и применения удобрений на черноземах южных Костанайской области // Наука и образование. 2023. № 2–2(71). С. 221–228.
3. Гущина В. А., Лыкова А. С., Королев А. С. Засоренность агроценоза горчицы белой в зависимости от агротехнических приемов в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2023. № 6. С. 12–17. DOI 10.28983/asj.y2023i6pp12-17. EDN SMTPTQ.
4. Гущина В. А., Прохорова Ю. А. Влияние нормы высева на засоренность агроценозов горчицы сарептской // Нива Поволжья. 2024. № 1(69). С. 1002. DOI 10.36461/NP.2024.69.1.004
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 308 с.
6. Козко А. А., Цицилин А. Н. Перспективы и проблемы возрождения лекарственного растениеводства в России // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2018. Т. 146. С. 18–25.
7. Корягин Ю. В., Кошеляев В. В., Кухарев О. Н. Влияние предпосевной обработки семян микробиологическими удобрениями на продуктивность чечевицы // Нива Поволжья. 2023. № 3(67). С. 1009. DOI 10.36461/NP.2023.67.3.010. EDN JVFHXD.
8. Кошеляев В. В., Сальников В. И., Кошеляева И. П. Оценка сортов озимой пшеницы при различных уровнях минерального питания // Нива Поволжья. 2019. № 2(51). С. 23–28. EDN ORXVIE.
9. Лукомец В. М., Зеленцов С. В., Кривошлыков К. М. Перспективы и резервы расширения производства масличных культур в Российской Федерации // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2015. № 4 (164). С. 81–102.



10. Лукомец В. М. Инновационные технологии возделывания масличных культур / под общ. ред. В. М. Лукомца. Краснодар, 2017. 259 с.
11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 3. М.: Колос, 1972. 239 с.
12. Посевные площади под масличными культурами в РФ сократились. Режим доступа: <https://oleoscope.com/news/posevnyye-ploshhadi-pod-maslichnymi-kulturami-v-rf-sokratilis>; дата обращения: 01.06.2024.
13. Прахова Т. Я., Таишев Н. Р. Влияние foliarной обработки микроудобрениями на продуктивность горчицы белой в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2023. № 11. С. 114–121. DOI 10.28983/asj.y2023i11pp114-121. EDN IZEWGD.
14. Прохорова Ю. А., Гущина О. А. Продуктивность горчицы сарептской сорта Валента в лесостепной зоне Среднего Поволжья // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: Междунар. науч.-практ. конф. Пенза: РИО ПГАУ, 2023. С. 4–8.
15. Ростова Е. Н. Семенная продуктивность и эффективность выращивания разных видов горчицы в степной зоне Крыма // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2021. № 26(189). С. 59–67.
16. Сачивко Т. В., Босак В. Н., Пилук Я. Э. Особенности хозяйственно полезных признаков различных видов горчицы // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 2. С. 47–51.
17. Семенная продуктивность горчицы белой при использовании микроэлементных удобрений / А. С. Лыкова [и др.] // Инновационные идеи молодых – десятилетие науки и технологий: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. С. 40–43.
18. Турина Е. Л., Прахова Т. Я., Ефименко С. Г. Возделывание крамбе абиссинской (*Crambe Abyssinica* Hochst.) в условиях степного Крыма // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 2(18). С. 103–110. DOI 10.33952/2542-0720-2019-2-18-102-109.
19. Singh S., Sinha R., Kundu S. Role of organosolv pretreatment on enzymatic hydrolysis of mustard biomass for increased saccharification // Biomass Conversion and Biorefinery. 2021. Режим доступа: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s13399-020-01251-6.pdf>. DOI: 10.1007/s13399-020-01251-6.

REFERENCES

1. The influence of agrochemicals on the yield and quality of soybean when growing using No-till technology / Nizkodubova A. A., Kamenev R. A., Solodovnikov A. P., Letuchy A. V. *Agrarian Scientific Journal*. 2021;(12):50–54. (In Russ.).
2. Vykhodtsev V. A., Tulkubayeva S.A., Tulayev Y.V. Productivity of mustard gray depending on mineral nutrition and the use of fertilizers on the chernozems of the southern Kostanay region. *Scientific and Practical Journal*. 2023; 2–2(71): 221–228. (In Russ.).
3. Gushchina V. A., Lykova A. S., Korolev A. S. Infestation of white mustard agroecosystem, depending on agricultural practices in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. *Agrarian Scientific Journal*. 2023;(6):12–17. (In Russ.).
4. Gushchina V. A., Prokhorova Yu. A. The influence of the seeding rate on weed infestation of brown mustard agroecosystems. *Niva Povolzh'â*. 2024;1(69):1002 (In Russ.).
5. Dospikhov B. A. Methodology of Field Experience. Moscow, 1985. 351 p. (In Russ.).
6. Kozko A. A., Tsitsilin A. N. Prospects and problems of revival of medicinal crop production in Russia. *Works of the State Nikit. Botan. Gard*. 2018;(146):18–25. (In Russ.).
7. Koryagin Yu. V., Koshelyaev V. V., Kukharev O. N. The effect of pre-sowing seed treatment with microbiological fertilizers on productivity of lentils. *Niva Povolzh'â*. 2023;3(67):1009. (In Russ.).
8. Koshelyaev V. V., Salnikov V. I., Koshekyeva I. P. Assessment of winter wheat varieties at different levels of mineral nutrition. *Niva Povolzh'â*. 2019;2(51):23–28. (In Russ.).
9. Lukomets V. M., Zelentsov S. V., Krivoshlykov K. M. Outlook and reserves the expansion of oil crops production in the Russian Federation. *Maslichnye Kultury*. 2015;4(164):81–102. (In Russ.).
10. Lukomets V. M. Innovative technologies in cultivation of oil crops. Краснодар, 2017. 259 p. (In Russ.).
11. The methodology of the state variety testing of agricultural crops. Issue 3. Moscow, 1972. 239 p. (In Russ.).
12. The crop production area under oilseeds in the Russian Federation has decreased. Available at: <https://oleoscope.com/news/posevnyye-ploshhadi-pod-maslichnymi-kulturami-v-rf-sokratilis>; date of reference: 01.06.2024. (In Russ.).
13. Prakhova T. Ya., Taishev N. R. Influence of foliar treatment with microfertilizers on the productivity of white mustard in forest-steppe conditions of the Middle Volga region. *Agrarian Scientific Journal*. 2023;(11):114–121. (In Russ.).
14. Prokhorova Y. A., Gushchina O. A. Productivity of Sarepta mustard variety Valenta in the forest-steppe zone of the Middle Volga region. *International Scientific Conference*. Penza, 2023;(1):4–8. (In Russ.).
15. Rostova Ye. N. Productivity of seed and efficiency of growing different types of mustard in the steppe zone of the Crimea. *Transactions of Taurida Agricultural Science*. 2021;26(189):59–67. (In Russ.).
16. Sachivko T. V., Bosak V. N., Pilyuk Ya. E. Features of economically useful signs of various types of mustard. *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2020;(2):47–51. (In Russ.).
17. Seed productivity of white mustard when using trace element fertilizers / A. S. Kyakova, A. S. Korolev, I. A. Gridasov, M. A. Volodkin. *International Scientific Conference*. Penza, 2023;(1):40–43. (In Russ.).
18. Turina E. L., Prakhova T. Ya., Efimenko S. G. *Crambe Abyssinica* Hochst. cultivation in the steppe Crimea. *Taurida Herald of the Agrarian Sciences*. 2019;2(18):103–110. (In Russ.).
19. Singh S., Sinha R., Kundu S. Role of organosolv pretreatment on enzymatic hydrolysis of mustard biomass for increased saccharification. *Biomass Conversion and Biorefinery*. 2021. Available at: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s13399-020-01251-6.pdf>. DOI: 10.1007/s13399-020-01251-6.

Статья поступила в редакцию 01.04.2024; одобрена после рецензирования 03.06.2024; принята к публикации 13.06.2024.
The article was submitted 01.04.2024; approved after reviewing 01.04.2024; accepted for publication 01.04.2024