

Научная статья

УДК 633.112.6:631.53.048(571.13)

doi: 10.34655/bgsha.2024.76.3.002

Определение оптимальной нормы высева полбы в южной лесостепи Омской области

Руслан Васильевич Топеха, Николай Александрович Рендов, Екатерина Викторовна Некрасова, Светлана Ивановна Мозылева

Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, Омск, Россия.
Автор, ответственный за переписку: Светлана Ивановна Мозылева, si.mozyleva@omgau.org.

Аннотация. Изучение норм высева полбы сорта Руно в условиях южной лесостепной зоны Омской области проводилось в 2021-2023 годах на лугово-черноземной среднетяжелой малогумусовой почве. Полба в севообороте высевалась после яровой мягкой пшеницы, идущей по чистому пару. Схема опыта включала четыре варианта с нормой высева полбы: 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 млн всхожих двузернянок на гектар и два фона питания: без удобрений и с внесением аммофоса ($N_{12}P_{52}$) одновременно с посевом дисковой сеялкой на глубину 5-6 см. Повторность в опыте четырехкратная, площадь деланки 60 м² (2х30). В фазу кущения культуры посевы обрабатывали гербицидом Пума Плюс, КЭ – 1,4 л/га с нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га. Засоренность посевов полбы была выше в вариантах с внесением удобрения. Доля сорных растений с увеличением нормы высева снижалась на неудобренном фоне с 9,73 до 9,05 % , в вариантах с внесением аммофоса – с 10,85 до 9,96 %. Варианты с нормой высева 3,0 млн отличались меньшей степенью засоренности. Наибольший уровень урожайности зерна полбы был получен при высева 2 млн всхожих зерен на гектар (на неудобренном фоне – 2,14 т/га, на фоне внесения аммофоса – 2,26 т/га). Снижение нормы высева до 1,5 млн или увеличение количества высеянных семян до 2,5 и 3,0 млн приводило к снижению урожайности зерна полбы. Наименьшее количество влаги на формирование 1 т зерна полба расходовала также при посеве 2,0 млн всхожих зерен на гектар.

Ключевые слова: полба, норма высева, урожайность зерна, доля сорняков, коэффициент водопотребления.

Original article

Determination of the optimal seeding rate of spelt in the southern forest-steppe of the Omsk Region

Ruslan V. Topekha, Nikolay A. Rendov, Ekaterina V. Nekrasova, Svetlana I. Mozyleva

Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia

Corresponding author: S. Mozyleva, si.mozyleva@omgau.org.

Abstract. The study of seeding rates of the Runo spelt variety under the conditions of the southern forest-steppe zone of the Omsk region was carried out in 2021-2023 on meadow-chnozemic medium-thick low-humus soil. During the crop rotation, spelt was sown after spring

soft wheat, which followed the complete fallow. The experiment included four options with spelt seeding rates equaled to 1.5; 2.0; 2.5; 3.0 million of germinating two-grain seeds per hectare and two nutrient status: without fertilizers and with the application of ammophos ($N_{12}P_{52}$) simultaneously with sowing with a disk seeder to a depth of 5-6 cm. The experiment was replicated four times, plot area was 60 m² (2x30). During the tillering phase, the crops were treated with the herbicide of Puma Plus - 1.4 l/ha with a working fluid consumption rate of 200 l/ha. The infestation of spelt crops was higher in the variants with fertilizer application. The proportion of weeds with an increase in seeding rate decreased on an unfertilized ground from 9.73 to 9.05%, in variants with the addition of ammophos from 10.85 to 9.96%. Options with a seeding rate of 3.0 million were characterized by a lower degree of infestation. The highest level of spelt grain yield was obtained when sowing 2 million germinating grains per hectare on an unfertilized ground - 2.14 t/ha and against the ground with ammophos application - 2.26 t/ha. Reducing the seeding rate to 1.5 million or increasing the number of seeds sown to 2.5 and 3.0 million led to a decrease in spelt grain yield. Spelt also consumed the least amount of moisture to form 1 ton of grain when sowing 2.0 million viable grains per hectare.

Keywords: spelt, seeding rate, grain yield, proportion of weeds, water consumption coefficient.

Введение. Проявление интереса к полбе в современных условиях связано с рядом причин. Это низкая степень поражения культуры ржавчиной и мучнистой росой по сравнению с мягкой пшеницей [1]. Это её нетребовательность к условиям возделывания, скороспелость, засухоустойчивость и холодостойкость [2]. Это превосходство над мягкой [3] и твердой пшеницей [4] в содержании в зерне белка. Продукты на основе полбы благотворно влияют на снижение избыточного веса [5], нормализацию сердечно-сосудистой системы [6], снижение угрозы возникновения онкологических заболеваний [7], повышение иммунитета организма человека [8].

Положительной стороной полбы отмечается её устойчивость к полеганию [9]. Более благоприятные условия для фотосинтетической деятельности на посевах полбы создаются при раннем сроке посева [10]. В отношении нормы высева полбы мнения расходятся. Так, для условий Предкамской зоны Республики Татарстан приводятся оптимальные показатели в 6 млн всхожих однозернянок на 1 га при всех уровнях питания [11]. Через несколько лет для этой же зоны уровень нормы высева снизили до 4 млн всхожих однозернянок [12]. В более засушливых условиях Нижнего Поволжья рекомендуется сеять 2,5 млн двузернянок на 1 га [13]. Позднее здесь же предлагают высевать 3,5 млн/га [14]. При этом необходимо учитывать, что значительная часть

кондиционных семян после посева может не формировать всходы [15].

В связи с этим **целью** наших исследований было определение оптимальной нормы высева полбы для условий южной лесостепной зоны Омской области.

Объекты и методика исследований. Исследования проводились в 2021-2023 гг. в условиях южной лесостепной зоны Омской области на базе учебно-опытного хозяйства ФГБОУ ВО Омский ГАУ. Почва опытного участка – лугово-чернозёмная среднемогучая малогумусовая среднесуглинистая. Посевы полбы располагались в севообороте: черный пар–пшеница–полба–пшеница. Изучались четыре нормы высева полбы сорта Руно: 1,5; 2,0; 2,5 и 3,0 млн всхожих двузернянок на гектар. Использованы 2 фона питания: без удобрений и внесение аммофоса ($N_{12}P_{52}$) при посеве полбы дисковой сеялкой. Глубина заделки семян 5-6 см. После посева прикатывание. Повторность в опыте четырехкратная, площадь делянки 60 м² (2x30). В фазу кущения полбы проводили опрыскивание гербицидом Пума Плюс, КЭ – 1,4 л/га с расходом рабочей жидкости 200 л/га.

Результаты исследований. В Омской области лимитирующим фактором получения продукции сельскохозяйственных культур является влага. Условия вегетационных периодов в годы исследований складывались не самым благоприятным образом по влагообеспеченности.

Условия этих лет колебались от острозасушливых (2021) до недостаточно увлажненных (2023). Увеличение нормы высева вело к росту расхода влаги. Для характеристики водного режима почвы в опытах определяли запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в 2 срока – при посеве и в период уборки урожая.

Запасы продуктивной влаги в годы наблюдений при посеве полбы, согласно градации Вадюнина А.Ф. (2016), соответ-

ствовали только удовлетворительному уровню (табл. 1). На данном этапе разница между вариантами опыта незначительная, так как влияние вариантов еще не отразилось на этих показателях. Содержание влаги в 2021 году колебалось от 94,6 до 102,7 мм, в 2022 г. – от 83,9 до 93,0 мм, в 2023 году содержание влаги было чуть выше по сравнению с предыдущими годами и составляло 110,9-117,9 мм.

Таблица 1 – Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы при посеве полбы, мм

Норма высева, млн шт./га	Фон удобрения	2021год	2022 год	2023 год	Среднее
1,5	0	99,9	83,9	117,1	100,3
	N ₁₂ P ₅₂	96,4	86,7	113,5	98,9
2,0	0	102,7	90,4	117,9	103,7
	N ₁₂ P ₅₂	94,7	89,1	111,6	98,5
2,5	0	99,1	91,7	110,9	100,6
	N ₁₂ P ₅₂	94,6	93,0	113,4	100,3
3,0	0	100,9	87,2	113,0	100,4
	N ₁₂ P ₅₂	95,5	88,1	113,0	98,6

К уборке урожая полбы обеспеченность почвы продуктивной влагой варьировала от плохого в 2022 г. (79,4-83,7 мм), до очень плохого уровня – 24,8-39,3 мм в 2021 и 2023 годах (табл. 2).

Полученные результаты запасов про-

дуктивной влаги в метровом слое почвы в зависимости от уровня питания не показали значительных различий между вариантами без применения удобрений и с внесением аммофоса.

Таблица 2 – Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы при уборке полбы, мм

Норма высева, млн шт./га	Фон удобрения	2021год	2022 год	2023 год	Среднее
1,5	0	39,3	79,4	27,4	48,7
	N ₁₂ P ₅₂	35,1	83,7	26,9	48,6
2,0	0	33,1	81,1	27,1	47,1
	N ₁₂ P ₅₂	28,3	80,5	26,9	45,2
2,5	0	30,4	82,0	26,4	46,3
	N ₁₂ P ₅₂	29,5	79,5	26,6	45,2
3,0	0	24,8	83,2	27,0	45,0
	N ₁₂ P ₅₂	27,6	83,0	27,6	46,1

Учет засоренности посевов полбы в 2021 и 2022 годах показал слабую степень засорения – доля сорных растений в агрофитоценозе находилась в пределах 10 % (табл. 3). При этом засоренность снижалась по мере увеличения количе-

ства высеванных семян полбы. На неудобренном фоне в 2021 году с 2,42 до 2,27% и в 2022 году – с 3,80 до 3,56 %. Подобная тенденция отмечается и на фоне внесения аммофоса, но с большей долей сорняков (на 0,38-1,07 %).

Таблица 3 – Доля сорных растений в агрофитоценозе полбы, %

Норма высева, млн шт./га	Фон удобрения	2021год	2022 год	2023 год	Среднее
1,5	0	2,42	3,80	22,96	9,73
	N ₁₂ P ₅₂	2,66	4,87	25,01	10,85
2,0	0	2,37	3,60	21,67	9,21
	N ₁₂ P ₅₂	2,57	4,58	23,67	10,27
2,5	0	2,28	3,59	21,60	9,16
	N ₁₂ P ₅₂	2,52	4,56	23,50	10,19
3,0	0	2,27	3,56	21,31	9,05
	N ₁₂ P ₅₂	2,50	3,94	23,44	9,96

В 2023 году ситуация с засоренностью посевов резко изменилась. Обильные осадки через несколько дней после применения гербицида вызвали массовые всходы сорняков, особенно мари белой и щирицы запрокинутой. В результате перед уборкой урожая полбы доля сорных растений в варианте с высевом 1,5 млн всхожих зерен на 1 га по неудобренному фону составила 22,96 % и с увеличением нормы высева снижалась всего на 1,65 %. Еще выше был уровень засорения в вариантах на фоне внесения аммофоса. Доля сорных растений варьировала от 23,44 до 25,01%.

В среднем за 3 года исследований доля сорного компонента при высеве

1,5 млн всхожих семян на 1 га по неудобренному фону составила 9,73 % и с увеличением нормы высева снижалась только до 9,05 %. На фоне внесения 1 ц аммофоса доля сорняков была выше на 1,12 % при минимальной норме высева и на 0,91 % при максимальной.

В зависимости от условий года урожайность полбы варьировала от 1,52 т/га в 2023 году при посеве 3,0 млн всхожих зерен на гектар на фоне без удобрений до 2,60 т/га в 2022 году при посеве 2,0 млн на фоне удобрений (табл. 4). Наибольший уровень урожайности обеспечивали посеvy с нормой высева 2 млн/га на обоих фонах питания.

Таблица 4 – Урожайность зерна полбы в зависимости от норм высева, т/га

Норма высева, млн шт./га	Фон удобрения	2021год	2022 год	2023 год	Среднее
1,5	0	2,22	1,92	1,58	1,91
	N ₁₂ P ₅₂	2,35	2,09	1,65	2,03
2,0	0	2,38	2,40	1,64	2,14
	N ₁₂ P ₅₂	2,49	2,60	1,68	2,26
2,5	0	2,22	2,05	1,58	1,95
	N ₁₂ P ₅₂	2,31	2,30	1,61	2,07
3,0	0	2,20	1,95	1,52	1,89
	N ₁₂ P ₅₂	2,26	2,21	1,58	2,02
НСР ₀₅		0,11	0,22	0,04	

Для оценки влияния запасов влаги на урожайность зерна полбы необходимо знать уровень расхода влаги на формирование 1 т зерна, т.е. коэффициент водопотребления (табл. 5).

Количество осадков за вегетационные периоды, в среднем, за 2021-2023 гг.

составили 1758 т/га. С учетом всех исходных данных оптимальным вариантом по расходу влаги на формирование 1 т зерна полбы оказалась норма высева 2 млн всхожих двузернянок на 1 га. На фоне с внесением при посеве аммофоса расход воды составил 1014 т, а на фоне без удоб-

Таблица 5 – Расчет коэффициента водопотребления полбы
(среднее за 2021-2023 годы)

Норма высева, млн шт./га	Фон удобрения	Запасы продуктивной влаги, т/га		Урожайность зерна, т/га	Коэффициент водопотребления
		при посеве	при уборке		
1,5	0	1003	487	1,91	1191
	N ₁₂ P ₅₂	989	486	2,03	1114
2,0	0	1037	471	2,14	1086
	N ₁₂ P ₅₂	985	452	2,26	1014
2,5	0	1006	423	1,95	1201
	N ₁₂ P ₅₂	1003	452	2,07	1115
3,0	0	1004	450	1,89	1223
	N ₁₂ P ₅₂	989	461	2,02	1132

рений – 1086 т. Как уменьшение нормы высева до 1,5 млн шт./га, так и увеличение до 2,5 и 3,0 млн шт./га приводило к большему расходованию влаги на формирование 1 т зерна полбы.

Заключение. В условиях южной лесостепной зоны Омской области оптималь-

ной нормой высева полбы сорта Руно является 2 млн всхожих двузернянок на 1 га. При минимальном уровне расхода влаги на формирование 1 т зерна урожайность здесь достигала 2,14 т/га на фоне без удобрений и 2,26 т/га при внесении 100 кг/га аммофоса.

Список источников

1. Полба – перспективная культура для органического земледелия / С.Д. Гилев [и др.] // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 4 (58). С. 6-11. EDN: UWFJHS. doi: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-6-11.
2. Воробейников Г.А., Кондрат С.В. Продуктивность полбы и мягкой яровой пшеницы при внесении возрастающих доз азотных удобрений // *Земледелие*. 2007. № 5. С. 30-31. EDN: IATJAD.
3. Исследование свойств полбы / С.В. Зверев [и др.] // *Хлебопродукты*. 2016. №1. С. 66-67. EDN: VDGNBZ.
4. Попова Н.М. Эколого-селекционная оценка образцов полбы // *Вестник Красноярского ГАУ*. 2017. №5. С. 15-20. EDN: ZDBAИH.
5. Haliano M., De Pasquale A. I faro: nuove acquisizioni in ambito pseventino e terapeutico // *In Atti del Canvegno «I faro, un cereale della Salute»*, Potenza. Bari. Italy. 1994. Pp. 67-81.
6. Mycotoxin profiles in the grain of Triticum monococcum, Triticum dicoccum and Triticum spelta after head infection with Fusarium culmorum / E. Suchowilska [et al.] // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2010. Vol. 90. № 4. Pp. 556-565. doi: 10.1002/jsfa.3844.
7. Крюкова Е.В. Влияние полевой муки на качество сдобного печенья // *Кондитерское производство*. 2014. № 3. С. 15-17. EDN: UWSQNP.
8. Использование древних видов пшеницы для укрепления иммунной системы детского организма / С.К. Темирбекова [и др.] // *Аграрный вестник Юго-Востока*. 2014. №1-2(10-11). С. 46-48. EDN: WELARZ.
9. Ценная зерновая культура полба / В.А. Тюнин [и др.] // *АПК России*. 2017. Т. 24. № 3. С. 649-654. EDN: ZXNBSJ.
10. Формирование стеблестоя, рост корневой системы и урожайность агрофитоценоза полбы (*Triticum dicoccum* Schrank.) в зависимости от агротехнических приемов возделывания / Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, Д.К. Зиннатуллин, В.В. Аксакова // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т.33. № 5. С. 21-25. EDN: SXBNRA. doi: 10.24411/0235-2451-2019-10505.
11. Петров С.В., Сержанов И.М., Шайхутдинов Ф.Ш. Формирование урожая яровой пшеницы *Dicoccum* (полба) в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан // *Зерновое хозяйство России*. 2014. № 6 (36). С. 31-38. EDN: TFAEOR.
12. Продуктивность пшеницы полбы сорта Руно при различных уровнях минерального питания, нормы высева и глубины заделки семян в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / Ф.Ш. Шайхутдинов [и др.] // *Вестник Казанского ГАУ*. 2017. Т.12. № 4-2 (47). С. 62-67. EDN: YRNREG. doi: 10.12737/article_5a844207309264.86486492.
13. Смутнев П.А., Маркова И.Н. Перспективы создания сортов яровой полбы для засушливых условий Нижнего Поволжья на основе использования мировой коллекции ВНИИР им. Н.И. Вавилова // *Научно-агрономический журнал*. 2019. №1(104). С. 45-48. EDN: FNBJGW.
14. Зеленев А.В., Смутнев П.А., Маркова И.Н. Создание перспективных сортов яровой полбы в Нижнем Поволжье // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2019. № 2 (54). С. 82-89. EDN: TPMATJ. doi: 10.32786/2071-9485-2019-02-9.

15. Evaluation of three wheat species (*Triticum aestivum* L., *T. spelta* L., *T. dicoccum* (Schrank) Schuebl) commonly used in organic cropping systems, considering selected parameters of technological quality / V. Petrenko [et al.] // *Romanian Agricultural Research*. 2018. No. 35. Pp. 255-264.

References

1. Gilev S.D. [et al.] Emmer wheat is a promising grain crop for organic agriculture. *Grain economy of Russia*. 2018;4(58):6-11 (In Russ.). doi: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-6-11
2. Vorobeynikov G.A., Kondrat S.V. Productivity of spelt and soft spring wheat when applying increasing doses of nitrogen fertilizers. *Agriculture*. 2007;5:30-31 (In Russ.).
3. Zverev S.V. [et al.] Investigation of the properties of spelt. *Bread products*. 2016;1:66-67 (In Russ.).
4. Popova N.M. Ecological and selection assessment of polba samples. *Bulletin KrasSAU*. 2017;5:15-20 (In Russ.).
5. Haliano M., De Pasquale A. I faro: nuove acquisizioni in ambito pseventino e terapeutico. In *Atti del Convegno «I faro, un cereale della Salute»*, Poterza. Bari. -Italy. 1994:67-81.
6. Suchowilska E. [et al.]. Mycotoxin profiles in the grain of *Triticum monococcum*, *Triticum dicoccum* and *Triticum spelta* after head infection with *Fusarium culmorum*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2010;90(4):556-565. doi: 10.1002/jsfa.3844.
7. Kryukova E.V. The influence of spelt flour on the quality of pastry. *Confectionery production*. 2014;3:15-17.
8. Temirbekova S.K. [et al.] Using of ancient wheat species to strengthen the immune system of children's body. *Agrarian Bulletin of the South-East*. 2014;1-2(10-11):46-48 (In Russ.).
9. Tyunin V.A. [et al.] Polba wheat as a valuable cereal crop. *Agroindustrial Complex of Russia*. 2017;24(3):649-654 (In Russ.).
10. Shaikhutdinov F.Sh., Serzhanov I.M., Zinnatullin D.K., Aksakova V.V. Effect of cultivation methods on the formation of plant density, the root system growth and the yield of emmer wheat agrocenosis (*Triticum dicoccum* Schrank). *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2019;33(5):21-25 (In Russ.). doi: 10.24411/0235-2451-2019-10505.
11. Petrov S.V., Serzhanov I.M., Shaikhutdinov F.S. Formation of spring emmer wheat (*Triticum dicoccum*) yield in the conditions of the Pre-Kamsk area of Tatarstan. *Grain economy of Russia*. 2014;6(36):31-38 (In Russ.).
12. Serzhanov I.M. [et al.] Productivity of wheat (polba) of Runo variety at variety levels of mineral nutrition, sowing norms and depth of seeds finishing in the Kama preckalm zone of the republic of Tatarstan. *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. 2017;4(47):63-67 (In Russ.). doi: 10.12737/article_5a844207309264.86486492.
13. Smutnev P.A., Markova I.N. The prospects for creating varieties of spring spelt for arid conditions of the Lower Volga region based on the basis of the world collection of the Vavilov VNIIR. *Scientific and agronomic Journal*. 2019;1(104):45-48 (In Russ.).
14. Zelenev A.V., Smutnev P.A., Markova I.N. Creation of promising varieties of spring spelt for arid in the Lower Volga region. *Proceedings of Lower Volga agro-university complex: science and higher education*. 2019;2(54):82-89 (In Russ.). doi: 10.32786/2071-9485-2019-02-9.
15. Petrenko V. [et al.] Evaluation of three wheat species (*Triticum aestivum* L., *T. spelta* L., *T. dicoccum* (Schrank) Schuebl) commonly used in organic cropping systems, considering selected parameters of technological quality. *Romanian Agricultural Research*. 2018;35:255-264.

Информация об авторах

Руслан Васильевич Топеха – аспирант кафедры агрономии, селекции и семеноводства, rv.topekha35.06.01z@omgau.org;

Николай Александрович Рендов - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства, na.rendov@omgau.org;

Екатерина Викторовна Некрасова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедрой агрономии, селекции и семеноводства, ev.nekrasova@omgau.org;

Светлана Ивановна Мозылева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра агрономии, селекции и семеноводства, si.mozyleva@omgau.org.

Information about the authors

Ruslan V. Topekha – graduate student, Chair of Agriculture and Plant-growing, rv.topekha35.06.01z@omgau.org;

Nikolay A. Rendov – Doctor of Science (Agriculture), Professor, Chair of Agriculture and Plant-growing, na.rendov@omgau.org;

Ekaterina V. Nekrasova – Candidate of Science (Agriculture), Associate professor, Head of Chair of Agriculture and Plant-growing, ev.nekrasova@omgau.org;

Svetlana I. Mozyleva – Candidate of Science (Agriculture), Associate professor, Chair of Agriculture and Plant-growing, si.mozyleva@omgau.org.

Статья поступила в редакцию 31.05.2024; одобрена после рецензирования 14.06.2024; принята к публикации 18.06.2024.

The article was submitted 31.05.2024; approved after reviewing 14.06.2024; accepted for publication 18.06.2024.