

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Т.А. Барковская, О.В. Гладышева, к.с.-х.н., Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ИСА-филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ) 390502, Россия, Рязанская область, Рязанский район, с. Подвязье, ул. Парковая, 1, тел.8(4912)266231, E-mail: podvyaze@bk.ru

Приведены результаты исследований по влиянию различных уровней минеральных удобрений на особенности формирования хлебопекарных и технологических свойств зерна у разноплановых по качественным характеристикам сортов яровой пшеницы при возделывании на темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве. Выявлена сортовая специфика на минеральное питание. Установлено, что при использовании минерального фона и внесении азотных удобрений в разные фазы развития растений у сортов Агата, РИМА, Арсея отмечалось увеличение содержания белка в зерне на 0,86-1,38 % относительно контроля. У сорта Агата в варианте $N_{64}P_{64}K_{64} + N_{30}$ выявлено увеличение содержания клейковины в муке на 2,5 %, седиментации на 12,5, силы муки на 14,1 %, относительно контроля. Сорт Маэстро обладает невысоким потенциалом качественных показателей зерна, в частности имеет пониженную седиментацию 37-43 мл, невысокую силу муки 183-224 е.а. Небольшой объемный выход хлеба и уровень минерального питания мало влияли на изменение его показателей качества.

Ключевые слова: яровая пшеница, удобрения, сорт, седиментация, сила муки, объемный выход хлеба.

Для цитирования: Барковская Т.А., Гладышева О.В. Влияние минерального питания на хлебопекарные качества зерна яровой пшеницы // Плодородие. – 2025. – №3. – С. 21-25. DOI: 10.25680/S19948603.2025.144.05.

Стратегией развития зернового комплекса до 2035 г. предусмотрено увеличение объема производства зерновых культур, в частности доли высококачественной пшеницы [1]. Этому способствуют создание сильных и ценных сортов пшеницы, а также совершенствование технологий возделывания культуры [2-8].

По мнению многих исследователей, содержание белка и клейковины в зерне, а также его мукомольно-хлебопекарные качества в первую очередь зависят от генотипа и являются ценнейшими хозяйственно-биологическими признаками сорта. Сорт с хорошей наследственностью по технологическим качествам всегда и в любых условиях проявляет совокупность своих качеств, а сорт с генетически низкими (неудовлетворительными) показателями качества даже в хороших условиях возделывания не может дать высококачественного зерна [9-11].

Почвенно-климатические ресурсы Центрального Нечерноземья, в том числе Рязанской области, в целом соответствуют биологическим требованиям, предъявляемым к возделыванию яровой пшеницы [12].

Экскурс в историю показывает, что наибольшие площади в нашем регионе под этой культурой были в 80-х годах прошлого века, они доходили до 189,5 тыс. га и составляли 10,3% всей посевной площади. В начале 2000-х годов яровую пшеницу практически перестали возделывать в Рязанской области, её площади занимали от 4 до 10 тыс. га. В последнее десятилетие сельхозпроизводители Рязанской области стали проявлять больший интерес к яровой пшенице и её посевы расширяются, в настоящее время под ней занято более 150 тыс. га [13].

На полях Рязанской области выращивают более 25 сортов. Среди них 1 сильный и 13 ценных по качеству зерна. Увеличение посевных площадей под высокоурожайными ценными и сильными по качеству зерна сортами и оптимизация агротехники с учетом естественного плодородия почвы могут способствовать увеличению производства зерна высших классов по качеству.

Цель исследований – выявить особенности формирования хлебопекарных и технологических показателей

у сортов яровой пшеницы в зависимости от уровня минерального питания.

Новизна исследований заключается в сравнительной характеристике качества зерна сортов яровой пшеницы при внесении различных доз удобрений для рекомендаций при производстве.

Методика. Настоящая работа является продолжением исследований по влиянию минеральных удобрений на урожайность сортов яровой пшеницы [14].

Зерно пяти сортов яровой мягкой пшеницы: Лада, Агата, РИМА, Арсея, Маэстро, районированных по Центральному региону и полученное в опытах 2019-2021 г. в лаборатории селекции и первичного семеноводства ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, было исследовано на качественные показатели и хлебопекарные свойства.

Схема опыта. 1-й вариант – $N_0P_0K_0$ (контроль); 2-й вариант – $N_{64}P_{64}K_{64}$ (перед посевом); 3-й вариант – $N_{64}P_{64}K_{64}$ (перед посевом) + N_{30} (в фазе начала кущения); 4-й вариант – $N_{64}P_{64}K_{64}$ (перед посевом) + N_{30} (в фазе начала кущения) + N_{15} (выход в трубку).

Почва участка – темно-серая лесная тяжелосуглинистая с содержанием органического вещества 5,60%, $pH_{\text{сол.}}$ 4,88 ед., количество подвижного фосфора – 378 мг/кг почвы, подвижного калия – 275,0 почвы, азота нитратного – 4,14, азота аммонийного – 4,43 мг/кг, обменного магния – 2,16 ммоль/100 г почвы.

В опыте использовали удобрения – азофоску ($N_{16}P_{16}K_{16}$) и аммиачную селитру (N_{34}).

Общая площадь опыта 1392 м², площадь учетной деланки 10 м², повторность – 4-кратная.

По данным Госкомиссии, сорта Лада, Агата и Арсея по качеству отнесены к ценным, РИМА – к сильным пшеницам, Маэстро – филлер. Технологическую оценку и пробную лабораторную выпечку проводили в ФГБУ «Центр оценки безопасности и качества продукции агропромышленного комплекса»: натура зерна (ГОСТ 10840-2017), масса 1000 зерен (ГОСТ ISO 520-2014), стекловидность (ГОСТ 10987-1987), число падения (ГОСТ 27676-1988), седиментация по методу Зелени (ГОСТ ISO 5529-2013), содержание белка в зерне (ГОСТ 10846-1991), количество

клейковины в муке и ее качество (ГОСТ 27839-2013), реологические свойства теста с применением альвеографа (ГОСТ ISO 51415-1999) и фаринографа (ГОСТ ISO 5530-1-2013), объёмный выход хлеба (ГОСТ 27669-1988).

Зерно у образцов для анализа качественных показателей подработано на решетках 2,2 мм.

Анализируемое зерно выращивалось в различных метеорологических условиях. Уровень влагообеспеченности растений в вегетационный период 2019 г. характеризовался критическим дефицитом влаги и повышенными температурами воздуха. Метеоусловия 2020 г. характеризовались обильными осадками с резкими колебаниями среднесуточных температур. Первая половина вегетации 2021 г. прошла в умеренно-прохладных условиях с достаточным количеством влаги, вторая половина – в экстремально жарких условиях, превышающих средне-многолетние значения на 9,6° С.

Результаты и их обсуждение. У изучаемых сортов яровой пшеницы за три года испытаний стекловидность полученного зерна во всех вариантах составляла 50 %, различий между сортами и агрофонами не выявлено.

Натура зерна по сортам, по данным таблицы 1, на контроле и по фонам минерального питания была выше базисной нормы в 750 г/л, которая определена ГОСТом

9353-2016 на зерно для продовольственных и технических целей.

Натура зерна у сортов Лада, РИМА и Арсея по фонам удобрений в сравнении с контрольным вариантом практически не изменялась. При этом у сорта Агата на минеральном фоне наблюдалась тенденция к увеличению натуры зерна по отношению к контролю, наибольшей она была в варианте ($N_{64}P_{64}K_{64}$) + N_{30} + N_{15} . У сорта Маэстро, наоборот, с использованием удобрений произошло снижение натуры зерна на 0,9-1,3 %.

Масса 1000 зерен по сортам и вариантам была высокой – более 35 г. Самый низкий показатель отмечен у сорта Арсея, наибольший у сорта Агата. Увеличение массы 1000 зёрен оптимизирует технологические свойства зерна, в исследованиях минеральные удобрения в основном способствовали повышению этого показателя. Так, на минеральном фоне ($N_{64}P_{64}K_{64}$) увеличилась масса 1000 зерен у всех сортов на 0,8-5,0 %. В вариантах с азотными подкормками в разные фазы развития, в частности в фазе кущения при дозе азота N_{30} , масса 1000 зерен сортов превышала контроль на 2,2-6,1 % и в фазе выхода в трубку при дозе N_{30} + N_{15} – на 0,3-6,1 %. Наиболее отзывчивым был сорт Маэстро, во всех вариантах опыта у него отмечалось увеличение показателя более, чем на 1,8 г относительно контроля.

1. Характеристика сортов яровой пшеницы по физическим свойствам и белково-клейковинному составу зерна (в среднем за 2019-2021 г.)

Вариант	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Седиментация, мл	Число падения в сек	Белок (зерно), %	Клейковина (в муке), %	Качество клейковины, ед. ИДК
<i>Лада</i>							
$N_0P_0K_0$ (К)	775±0,09	37,5±0,09	54±0,58	317±18,2	14,38±0,09	30,0±0,58	77±1,73
$N_{64}P_{64}K_{64}$	775±2,89	38,0±0,06	55±0,58	332±15,0	15,49±0,12	34,0±0,87	75±2,89
$N_{64}P_{64}K_{64}$ + N_{30}	776±2,41	39,0±0,03	58±0,58	324±27,1	16,18±0,26	34,5±1,16	75±0,33
$N_{64}P_{64}K_{64}$ + N_{30} + N_{15}	776±4,05	38,3±0,35	54±3,5	321±20,5	15,93±0,14	34,0±1,16	77±0,58
НСР ₀₅	5,91	0,64	5,9	17,8	0,51	0,96	6,6
<i>Агата</i>							
$N_0P_0K_0$ (К)	765±5,20	38,0±0,84	48±0,88	418±18,8	15,52±0,03	32,5±0,29	74±2,89
$N_{64}P_{64}K_{64}$	772±1,73	38,9±0,52	52±4,34	414±32,4	16,38±0,18	33,5±1,45	75±2,97
$N_{64}P_{64}K_{64}$ + N_{30}	770±2,89	39,1±0,49	54±2,00	446±30,1	16,43±0,03	35,0±0,88	74±0,58
$N_{64}P_{64}K_{64}$ + N_{30} + N_{15}	776±2,61	39,5±0,64	49±2,90	413±28,9	16,38±0,04	35,0±0,58	82±3,18
НСР ₀₅	5,12	0,37	5,1	20,7	0,32	1,7	4,4
<i>РИМА</i>							
$N_0P_0K_0$ (К)	762±4,62	37,1±0,43	59±0,88	337±32,4	15,0±0,03	30,0±0,58	72±0,33
$N_{64}P_{64}K_{64}$	761±2,61	38,1±0,49	59±0,33	360±27,5	16,21±0,18	35,0±1,16	72±1,45
$N_{64}P_{64}K_{64}$ + N_{30}	760±3,76	38,1±0,49	57±2,61	334±26,0	16,38±0,07	33,5±0,29	74±0,58
$N_{64}P_{64}K_{64}$ + N_{30} + N_{15}	760±4,34	37,2±0,03	54±2,03	357±19,4	16,26±0,20	31,5±0,07	74±2,61
НСР ₀₅	3,1	0,87	5,5	18,5	0,28	1,7	5,2
<i>Арсея</i>							
$N_0P_0K_0$ (К)	774±3,47	35,8±0,23	50±3,47	337±12,7	14,88±0,07	30,5±0,29	72±1,73
$N_{64}P_{64}K_{64}$	770±1,16	36,1±0,69	52±3,18	327±12,4	15,59±0,29	33,0±0,58	77±2,31
$N_{64}P_{64}K_{64}$ + N_{30}	771±0,33	36,6±0,40	52±4,05	348±20,5	16,08±0,25	33,5±0,87	76±2,31
$N_{64}P_{64}K_{64}$ + N_{30} + N_{15}	772±0,33	36,5±0,67	52±3,45	357±25,2	16,15±0,03	32,0±0,09	75±0,88
НСР ₀₅	7,1	2,1	1,3	21,5	0,44	1,29	7,3
<i>Маэстро</i>							
$N_0P_0K_0$ (К)	776±2,74	36,2±0,26	37±0,91	334±27,0	15,0±0,37	27,5±0,79	72±2,04
$N_{64}P_{64}K_{64}$	767±4,50	38,0±0,92	40±1,15	319±17,6	15,08±0,01	28,5±0,49	73±0,01
$N_{64}P_{64}K_{64}$ + N_{30}	766±1,73	38,4±0,78	41±1,70	321±30,5	15,37±0,22	29,0±0,01	72±0,57
$N_{64}P_{64}K_{64}$ + N_{30} + N_{15}	769±0,41	38,4±0,76	43±3,49	340±7,8	15,15±0,76	29,5±0,28	75±0,87
НСР ₀₅	7,24	1,61	5,77	34,2	0,85	1,22	3,92

Масса 1000 зерен находится в умеренной взаимосвязи с показателями: число падения ($r=0,429\pm0,21$), содержание белка в зерне ($r=0,441\pm0,21$), количество клейковины в муке ($r=0,446\pm0,21$), время образования теста ($r=0,415\pm0,21$), водопоглощение ($r=0,517\pm0,20$).

Высокая натура зерна и одновременно высокая масса 1000 зёрен обеспечивают наибольший выход муки – в проводимых исследованиях таким сочетанием обладал сорт Лада.

Одним из наиболее объективных показателей качества зерна можно считать седиментацию, чем она выше, тем выше качество зерна. Седиментация в 40-60 ед., как правило, характерна для пшеницы с умеренно-высоким содержанием белка. При седиментации ниже 40 ед. мука не может использоваться для хлебопечения без добавления муки сильных пшениц.

Наибольшая седиментация была у сортов РИМА, Лада, Арсея – от 50 до 59 мл, наименьшая у сорта Маэстро – 37-43 мл.

Минеральный фон ($N_{64}P_{64}K_{64}$) + N_{30} способствовал некоторому увеличению седиментации по сравнению с контрольным вариантом, за исключением сорта РИМА. Однако, в целом существенно не увеличивал её, в частности у сорта Маэстро с наименьшей седиментацией изменение было незначительным.

В проведенных исследованиях седиментация тесно коррелирует с клейковиной в муке ($r=0,697\pm0,17$), силой муки ($r=0,628\pm0,18$), водопоглощением ($r=0,600\pm0,19$) и находится в средней зависимости от содержания белка ($r=0,417\pm0,21$), времени образования теста ($r=0,493\pm0,21$), устойчивости теста ($r=0,563\pm0,19$), объемного выхода хлеба ($r=0,534\pm0,20$).

Минеральный фон не явно влиял на изменение числа падения, которое в целом по сортам было высокое – от 317 с до 446 с, наибольшим показателями обладал сорт Агата – выше 413 с.

Показатель имеет сильную взаимосвязь с силой муки ($r=0,734\pm0,16$), водопоглощением ($r=0,736\pm0,16$), отношением упругости теста к растяжимости (P/L) ($r=0,821\pm0,13$) и умеренную – с содержанием белка в зерне ($r=0,528\pm0,20$) и клейковины в муке ($r=0,473\pm0,21$).

Содержание белка в зерне по сортам на контроле варьировало. На удобренном фоне ($N_{64}P_{64}K_{64}$) значения возрастали на 0,08-1,21 %, при этом самое высокое накопление сырого белка отмечено у сильного сорта РИМА. Наиболее значительное влияние на содержание белка в зерне оказали подкормки азотом в фазы кушения (N_{30}) и выхода в трубку (N_{30+15}), увеличение составляло 0,15-1,55 %. Лучшие отреагировали на дополнительный азот сорта Лада, РИМА, Арсея, менее отзывчивым был сорт Маэстро.

Отмечена тесная сопряженность между количеством протеина и клейковиной в муке ($r=0,784\pm0,15$), силой муки ($r=0,666\pm0,18$), средняя степень зависимости с

водопоглощением ($r=0,570\pm0,19$), отношением упругости теста к растяжимости (P/L) ($r=0,540\pm0,20$), формоустойчивостью ($r=0,525\pm0,20$).

Количество клейковины в муке у сортов Лада, Агата, РИМА, Арсея и её качество на контроле и минеральном фоне соответствовали первоклассному зерну сильных пшениц. Сорт Маэстро по содержанию клейковины уступал другим сортам во всех вариантах. Использование минерального фона и внесение азотных удобрений в разные фазы развития сортов способствовало повышению клейковины в муке на 1,0-5,0 %. Реакция сортов на дополнительное внесение азота была неодинаковой, у сорта Агата отмечалось наибольшее увеличение содержания клейковины в муке – на 1,5 % относительно минерального фона ($N_{64}P_{64}K_{64}$).

Содержание клейковины в муке находилось в прямой корреляционной зависимости с силой муки ($r=0,758\pm0,15$), максимально избыточным давлением ($r=0,619\pm0,19$), водопоглощением ($r=0,788\pm0,15$), устойчивостью теста ($r=0,668\pm0,18$).

Сорта характеризовались также по реологическим свойствам теста. Среди них такой важный показатель как сила муки, который в контрольных вариантах составлял 183-391 е.а. Наибольшая сила муки была у сортов Агата, РИМА, Арсея, что характеризует их сортовые особенности.

На основании данных таблицы 2 установлено, что минеральный фон ($N_{64}P_{64}K_{64}$) способствовал увеличению данного показателя на 6,8-22,4 %. Однако, при увеличении поступления азота в разные фазы яровой пшеницы отмечалось снижение силы муки относительно варианта 2 ($N_{64}P_{64}K_{64}$), за исключением варианта $N_{64}P_{64}K_{64} + N_{30}$ у сорта Агата, где прибавка достигала 2,3 %.

2. Характеристика сортов яровой пшеницы по показателям реологических свойств теста и хлебопекарных достоинств муки (в среднем за 2019-2021 г.)

Вариант	Сила муки, е.а.	P/L*	Водопоглощение, %	Степень разжижения, ед.ф.	Формоустойчивость, мм	Объемный выход хлеба, см ³
Лада						
$N_0P_0K_0$ (К)	280±12,14	0,29±0,10	59,8±0,52	14,5±6,07	0,41±0,03	404±3,01
$N_{64}P_{64}K_{64}$	304±1,16	0,32±0,03	58,8±0,20	20,0±6,36	0,42±0,03	422±2,89
$N_{64}P_{64}K_{64} + N_{30}$	308±8,09	0,39±0,02	59,9±0,49	19,5±8,96	0,42±0,06	389±2,61
$N_{64}P_{64}K_{64} + N_{30} + N_{15}$	291±12,14	0,40±0,01	58,9±0,20	20,5±8,96	0,41±0,07	384±4,05
НСР ₀₅	37,3	0,03	1,41	5,49	0,08	60,2
Агата						
$N_0P_0K_0$ (К)	391±4,34	0,6±0,04	60,9±0,84	18±2,03	0,46±0,03	397±5,20
$N_{64}P_{64}K_{64}$	436±8,09	0,5±0,02	61,8±0,12	15±2,61	0,47±0,04	385±4,05
$N_{64}P_{64}K_{64} + N_{30}$	446±36,4	0,87±0,01	63,3±0,03	15±7,23	0,50±0,01	376±13,01
$N_{64}P_{64}K_{64} + N_{30} + N_{15}$	432±35,8	0,71±0,02	62,0±0,55	20±4,05	0,49±0,02	379±0,88
НСР ₀₅	59,9	0,08	1,59	8,05	0,05	17,8
РИМА						
$N_0P_0K_0$ (К)	350±15,61	0,6±0,04	57,9±0,26	29±3,76	0,43±0,01	392±13,01
$N_{64}P_{64}K_{64}$	374±6,36	0,48±0,02	59,4±0,64	18±0,33	0,48±0,03	374±0,02
$N_{64}P_{64}K_{64} + N_{30}$	374±2,31	0,45±0,02	59,5±0,23	16±2,03	0,52±0,02	396±6,07
$N_{64}P_{64}K_{64} + N_{30} + N_{15}$	369±19,36	0,52±0,05	58,6±0,23	20±4,62	0,51±0,02	393±2,89
НСР ₀₅	51,4	0,11	0,68	7,5	0,04	28,9
Арсея						
$N_0P_0K_0$ (К)	340±4,92	0,47±0,02	57,6±0,49	45±4,62	0,48±0,01	399±3,18
$N_{64}P_{64}K_{64}$	363±8,09	0,47±0,02	58,2±0,41	34±6,94	0,46±0,01	405±5,49
$N_{64}P_{64}K_{64} + N_{30}$	362±2,89	0,44±0,02	57,7±0,30	26±3,47	0,56±0,02	389±6,94
$N_{64}P_{64}K_{64} + N_{30} + N_{15}$	347±7,23	0,51±0,01	57,7±0,20	23±0,06	0,54±0,02	376±4,27
НСР ₀₅	23,3	2,6	0,04	16,1	0,06	11,7
Маэстро						
$N_0P_0K_0$ (К)	183±8,66	0,33±0,10	55,1±0,58	36±12,22	0,47±0,01	371±3,76
$N_{64}P_{64}K_{64}$	224±0,82	0,28±2,88	55,1±0,62	39±1,19	0,47±0,01	357±2,31
$N_{64}P_{64}K_{64} + N_{30}$	219±6,92	0,32±0,01	55,5±0,35	37±10,64	0,45±0,01	364±3,18
$N_{64}P_{64}K_{64} + N_{30} + N_{15}$	208±15,51	0,27±0,01	55,4±0,41	47±13,31	0,43±0,01	381±11,56
НСР ₀₅	21,8	0,02	0,55	8,4	0,04	19,7

*Отношение упругости теста к растяжимости.

Сильная взаимосвязь отмечена с водопоглощением ($r=0,853\pm0,12$), отношением упругости теста к растяжимости (P/L) ($r=0,831\pm0,13$), максимально избыточным давлением ($r=0,931\pm0,09$).

Водопоглощение, время образования теста, стабильность свойств теста во время замеса связаны с содержанием белка и позволяют определить целевое назначение зерна и муки. Чем выше водопоглотительная способность муки, тем больше выход теста, а, следовательно, и наибольший выход хлеба даст такая мука. По водопоглотительной способности имеются некоторые различия между сортами: наименьшая у Маэстро – около 55 %, у него же и наименьший объёмный выход хлеба – 357-381 см³, наибольшая у муки сорта Агата – 60 % на контроле с некоторым увеличением по фону минеральных удобрений с объёмным выходом хлеба 376-397 см³. Фон минеральных удобрений не влиял на водопоглотительную способность муки сортов Лада, Арсея, Маэстро.

Соотношение максимально избыточного давления (упругости) к растяжимости теста (P/L) было на очень слабом уровне у сортов Лада и Маэстро, оно варьировало от 0,27 до 0,40 е.ф. У сорта Агата данный показатель с применением подкормок увеличивался и составлял 0,71-0,87 е.ф., что соответствует параметрам пшеницы, наиболее ценной по качеству.

Значение разжижения теста в среднем по вариантам варьировало от 14,5 е.ф. (Лада) до 47 е.ф. (Маэстро) и соответствовало требованиям для сильных пшениц. Однако, минеральный фон и подкормки азотным удобрением не однозначно изменяли этот показатель по сортам. На фоне $N_{64}P_{64}K_{64}$ у сорта Лада разжижение теста увеличилось на 37,9 % и далее по вариантам не менялось, у сорта Маэстро оно увеличивалось по вариантам на 2,8-30,5 %, у сортов РИМА и Арсея, наоборот, снижалось по вариантам на 31,0-44,8 и 24,4-48,9 % соответственно. Сорт Агата был достаточно стабилен по этому показателю по вариантам минерального питания.

Степень разжижения теста имела отрицательную среднюю зависимость от содержания белка в зерне ($r=-0,572\pm0,19$), клейковины в муке ($r=-0,693\pm0,17$), седиментации ($r=-0,656\pm0,18$), силы муки ($r=-0,635\pm0,18$), числа падения ($r=-0,446\pm0,21$).

По формоустойчивости теста выделились сорта Агата, РИМА, Арсея, дополнительные подкормки азотом в фазах кущения и выход в трубку увеличивали этот показатель относительно минерального фона ($N_{64}P_{64}K_{64}$) на 4,3-6,4; 6,3-8,3 и 17,4-21,7 % соответственно.

Выводы. На основании проведенного анализа следует отметить, что сорт яровой пшеницы Маэстро обладает невысоким потенциалом качества зерна, в частности имеет пониженную седиментацию – 37-43 мл, невысокую силу муки – 183-224 е.а. Небольшие объёмный выход хлеба и уровень минерального питания мало влияли на улучшение качества и не соответствовали ценным пшеницам.

В результате технологической и хлебопекарной оценки сортов яровой пшеницы выявлена сортовая отзывчивость на минеральное питание.

Современные сорта Агата, РИМА, Арсея стабильно формировали хорошие качественные показатели во всех вариантах опыта, хотя и проявляли свои особенности на фон минерального удобрения и подкормки. Следует отметить, что при дробном внесении азота во всех вариантах у сортов Агата, РИМА, Арсея отмечалось увеличение содержания белка в зерне на 0,86-1,38 %

относительно контроля. У сорта Агата в варианте $N_{64}P_{64}K_{64} + N_{30}$ выявлено увеличение содержания клейковины в муке на 2,5 %, седиментации на 12,5, силы муки на 14,1 % в сравнении с контролем.

Проведенный анализ качества зерна не умаляет достоинств сорта Маэстро, который районирован по Центральному региону и дает здесь устойчивые показатели филлера. Он всего лишь показывает, что ценная совокупность качественных показателей зерна в одном сорте – это наследственный признак, передающийся от родителей генотипу.

Установлена тесная корреляционная зависимость между показателями: содержанием белка в зерне с клейковиной в муке ($r=0,784\pm0,15$), силой муки с водопоглощением ($r=0,853\pm0,12$), отношением упругости теста к растяжимости (P/L) ($r=0,831\pm0,13$), максимально избыточным давлением (P) ($r=0,931\pm0,09$), числом падения ($r=0,734\pm0,16$), числом падения с водопоглощением ($r=0,736\pm0,16$), отношением упругости теста к растяжимости (P/L) ($r=0,821\pm0,13$).

Данная информация может быть полезна при разработке сортовых технологий возделывания для получения зерна с высокими показателями качества и рекомендаций производству в условиях Нечерноземной зоны.

Литература

1. Долгосрочная стратегия развития зернового комплекса Российской Федерации до 2035 года. Росстат. <http://static.government.ru/media/files/y1lpA0ZfdMCFaTNBKGff1cXeU412yAx.pdf>
2. Барковская Т.А., Гладышева О.В., Кокорева В.Г. Сравнительный анализ нового сорта яровой мягкой пшеницы Арсея с районированными сортами // Зерновое хозяйство России. – 2022. – № 1(79). – С. 30-34. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-30-34.
3. Кумаков В.А. Биологические основы возделывания яровой пшеницы по интенсивной технологии. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 103 с.
4. Сычёв В.Г., Шафран С.А. Прогноз плодородия почв Нечерноземной зоны в зависимости от применения удобрений // Плодородие. – 2019. – № 2. – С. 22-25. DOI: 10.25680/S19948603.2019.107.07
5. Милащенко Н.З., Шкуркин С.И., Чернова Л.С., Трушкин С.В. Экологически безопасная интенсификация зональных технологий для увеличения производства продовольственного зерна пшеницы // Плодородие. – 2021. – № 4. – С. 63-65. DOI: 10.25680/S19948603.2021.121.19
6. Завалин А.А. Проблемы и пути решения развития земледелия // Земледелие. – 2024. – № 2. – С. 25-29. DOI: 10.24412/0044-3913-2024-2-25-29
7. Кирюшин В.И. Система научно-инновационного обеспечения технологий адаптивно-ландшафтного земледелия // Земледелие. – 2022. – № 2. – С. 3-7. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-2-3-7.
8. Гладышева О.В., Свирина В.А., Черногаев В.Г. Влияние удобрений и севооборотов с многолетними травами на продуктивность и качество яровой пшеницы // Плодородие. – 2023. – № 4. – С. 61-65. DOI: 10.25680/S219948603.2023.133.15.
9. Сандухадзе Б.И. Селекция озимой пшеницы на продуктивность и качество сортов / Б.И. Сандухадзе, М.И. Рыбакова, А.В. Осипова и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 2. – С. 14-19.
10. Беркутова Н.С. Методы оценки и формирование качества зерна: монография / Н.С. Беркутова. – М.: Росагропромиздат, 1991. – 206 с.
11. Барковская Т.А., Гладышева О.В. Сортовые особенности формирования урожайности и технологических показателей качества зерна у сорта яровой пшеницы Агата в зависимости от уровня влагообеспеченности // Зерновое хозяйство России. – 2020. – № 4. – С. 9-13. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-9-13
12. Сальников С.В., Туников Г.М., Полянский С.Я. Система ведения агропромышленного производства Рязанской области / Сальников С.В. – Рязань: Рязанская ГСА, 1999. – 258 с.
13. Рязанская область в цифрах. Крат. стат. сб./ Рязаньстат. Рязань, 2024. – 169 с. <http://62.rosstat.gov.ru>
14. Барковская Т.А., Гладышева О.В., Кокорева В.Г. Влияние минеральных удобрений на урожайность сортов яровой пшеницы Центрального Нечерноземья // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – № 23. – С. 239-247. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.2.239-247

**T.A. Barkovskaya, O.V. Gladysheva, Ph.D. in Agricultural Sciences,
Institute of Seed Production and Agricultural Technologies – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal
Scientific Agroengineering Center VIM” (ISA-branch of FGBNU FNAC VIM)
390502, Russia, Ryazan region, Ryazan district, village Podvyazye, st. Parkovaya, 1, tel.8(4912)266231, E-mail: podvyaze@bk.ru**

The article presents the results of studies on the effect of different levels of mineral fertilizers on the features of the formation of baking and technological properties of grain in spring wheat varieties with different quality characteristics when grown on dark gray forest heavy loamy soil. The variety specificity for mineral nutrition was revealed. It was found that when using a mineral background and introducing nitrogen fertilizers at different stages of plant development, the Agata, RIMA, and Arsey varieties showed an increase in protein content in grain by 0.86-1.38% relative to the control. In the Agata variety in the (N64P64K64)+N30 variant, an increase in gluten content in flour by 2.5%, sedimentation by 12.5, and flour strength by 14.1% was revealed relative to the control. The Maestro variety has a low potential for grain quality indicators, in particular, it has low sedimentation of 37-43 ml, low flour strength of 183-224 EA. The small volumetric yield of bread and the level of mineral nutrition had little effect on the change in its quality indicators.
Keywords: spring wheat, fertilizers, variety, sedimentation, flour strength, volumetric yield of bread.

УДК 635.658

DOI: 10.25680/S19948603.2025.144.06

СИМБИОТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОРТОВ ЧЕЧЕВИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

**Н.А. Поползухина, ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. Столыпина»,
А.Ж. Саурбаев, Л.В. Омелянюк, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»
644008, г. Омск, Институтская площадь д. 1, Россия, e-mail: popolzuxinana@mail.ru
644012, г. Омск, пр. Королёва, д. 26, Россия**

Исследования проводились в 2020-2022 г. Годы проведения исследований были контрастными. Установлено, что максимальное количество клубеньков у сортов чечевицы образуется в фазе ветвления. Наиболее крупные клубеньки формировались на корнях растений к фазе цветения, в этот период показатели ОСП и АСП были максимальными, соответственно, 367 и 294 (кг·сут)/га. Наиболее высоким клубенькообразованием характеризовались сорта Нива 95 и Импреза. Показатели ОСП и АСП за вегетацию составили, соответственно, 912 и 729 (кг·сут)/га у сорта Нива 95; 683 и 547 (кг·сут)/га у сорта Импреза.

Ключевые слова: чечевица, сорт, количество и масса азотфиксирующих клубеньков, общий и активный симбиотический потенциал.

Для цитирования: Поползухина Н.А., Саурбаев А.Ж., Омелянюк Л.В. Симбиотическая эффективность сортов чечевицы в условиях южной лесостепи Западной Сибири// Плодородие. – 2025. – №3. – С. 25-28.
DOI: 10.25680/S19948603.2025.144.06.

Микробная фиксация азота осуществляется за счет солнечной энергии и позволяет избежать огромных затрат на энергетическое сырье. Кроме того, микробиологическая фиксация атмосферного азота является экологически безопасным способом обеспечения растений доступным азотом, при котором принципиально невозможно загрязнять почву, воду и воздух. Среди культур, используемых в сельском хозяйстве, важное значение имеют бобовые, которые характеризуются способностью вступать в симбиоз с клубеньковыми бактериями и ассимилировать молекулярный азот воздуха [1-3].

Чечевица является ценной продовольственной культурой. Это пища высокой диетической пользы, как правило, заменяет белок животного происхождения и становится все более привлекательной. Она одна из наиболее распространенных зернобобовых культур в мире. Основными производителями зерна чечевицы являются Канада, Индия, Австралия, Турция. Согласно оценке Росстата, в 2022-2023 г. Россия произвела рекордный за последние шесть лет объем зернобобовых – 4,6 млн т. В структуре российского производства зернобобовых культур на долю чечевицы ежегодно приходится 4–6%. В 2022-2023 г. ее производство увеличилось на 46,4% (+81,8 тыс. т) и составило 257,9 тыс. т [4].

Важнейшей биологической особенностью чечевицы, как и других бобовых культур, является её способность в симбиозе с клубеньковыми бактериями (*Rhizobium*) удовлетворять свои потребности в азоте на 50–70 % за счёт фиксации азота из воздуха. Кроме того, чечевица не имеет строгой избирательности к другим видам клубеньковых бактерий, как например, горох, чина, кормовые бобы, вика, которые обладают высокой вирулентностью, конкурентоспособностью, но меньшей эффективностью [5].

Ценность биологической азотфиксации определяется рядом критериев. С одной стороны, она может стать решением проблемы растительного белка, а полученная продукция культур, способных к биоазотфиксации, имеет высокие кормовые и пищевые показатели, безопасна для человека и животных. С другой стороны, применение биологической азотфиксации атмосферного воздуха способствует ослаблению антропогенного «давления» на окружающую среду, обеспечивает главное условие энергосберегающих технологий в растениеводстве – экономии ископаемой энергии на единицу продукции и снижение ее себестоимости. И наконец, посевы бобовых и зернобобовых культур, активно фиксирующих азот воздуха, способствуют решению проблемы