DOI 10.33952/2542-0720-2020-4-24-183-194
УДК 631.8:633.11«324»:631.5

Шаповалова Н. Н., Воропаева А. А., Менькина Е. А., Галушко Н. А., Ахмедшина Д. А.

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ И ПРЯМОМ ПОСЕВЕ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ В УСЛОВИЯХ СТАВРОПОЛЬЯ

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»

Реферат. *Проблему снижения продуктивности культур в переходный период от классической технологии возделывания к технологии без обработки почвы (no-till) можно решить путем наиболее эффективного применения удобрительных средств. Цель исследования – изучить влияние минеральных удобрений на урожай и качество зерна озимой пшеницы при прямом посеве в условиях Ставрополья. Исследования проводили в 2015–2019 гг. на экспериментальном поле ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». Озимую пшеницу высевали в двух технологиях возделывания с разными системами обработки почвы по предшественникам горох и подсолнечник. Удобрения вносили в рядки при посеве культуры и проводили поверхностную подкормку N_{52} методом расщепления делянок. Варианты припосевного внесения удобрений: 1. Без удобрений; 2. N_6P_{26}; 3. $N_{12}P_{52}$; 4. $N_{24}P_{104}$; 5. $N_{52}P_{52}$; 6. $N_{52}P_{52}K_{52}$; 7. N_{52}; 8. $N_{104}P_{52}K_{52}$. В третий год прямого посева (2017–2019 гг.) озимая пшеница показала высокую отзывчивость на припосевное внесение всех доз удобрений. Прибавка урожайности по гороху варьировала в пределах 0,76–3,06 т/га, по подсолнечнику – 0,51–2,75 т/га. По обоим предшественникам самая высокая и стабильная урожайность отмечена при внесении в рядки $N_{104}P_{52}K_{52}$: по гороху – 6,89 т/га и по подсолнечнику – 5,92 т/га. Отдача от 1 кг д.в. удобрения составила 14,7 и 13,2 кг зерна. Использование этой дозы удобрения минимизировало потери урожайности в сравнении с первым годом возделывания пшеницы без обработки почвы и с классической технологией. При этом формировалось зерно третьего и четвертого класса с более высоким содержанием сырой клейковины по сравнению с другими дозами удобрений: по гороху – на 1,6–9,8 % и по подсолнечнику – на 1,1–11,5 %. Азотная подкормка сыграла существенную роль в повышении сбора зерна лишь по подсолнечнику (прибавка в среднем – 0,21–0,86 т/га).*

Ключевые слова: *прямой посев, озимая пшеница (Triticum vulgare L.), минеральные удобрения, припосевное внесение удобрений, азотная подкормка, качество зерна.*

Введение

Одним из радикальных способов восстановления естественного плодородия агрогенных почв является переход от общепринятой (классической) технологии возделывания культур с рекомендуемой системой обработки почвы к технологии прямого посева в необрабатываемую почву, которая в мировой практике сельскохозяйственного производства получила название no-till [1]. В нашей стране эту технологию нередко называют «природоподобной», поскольку в её основе лежит сохранение и накопление пожнивных растительных остатков [2–4]. В Ставропольском крае по этой технологии возделывают культуры на площади, составляющей примерно десятую часть от общей посевной (в пределах 300 тыс. га). К факторам, ограничивающим её дальнейшее распространение, относится высокая вероятность снижения урожайности культур в переходный период, который может продолжаться пять и более лет [5–8]. При этом большое значение имеет не только

снижение величины, но и качества получаемой продукции. В разных технологиях важную роль в повышении продуктивности каждого гектара посева играют минеральные удобрения. Посредством удобрений в верхнем слое создается оптимальный режим питания растений и повышается плодородие почвы, необходимое для полной реализации потенциала урожайности современных интенсивных сортов сельскохозяйственных культур [9–13]. Однако в технологии без обработки почвы применение высоких доз удобрений, главным образом фосфорных и калийных, сопряжено с рядом трудностей, заключающихся в невозможности использования основного способа внесения. Вследствие этого значительное количество удобрений приходится вносить при посеве культуры, что может существенно увеличить концентрацию почвенного раствора и негативно сказаться на прорастании семян и росте растений в начальный этап развития. Для классической технологии возделывания культур вопросы рационального и наиболее эффективного применения минеральных удобрений под разные культуры севооборота в различных почвенно-климатических условиях изучены достаточно полно (дозы, соотношение элементов питания, сроки, способы внесения), поскольку старт таким исследованиям был дан ещё в восьмидесятые годы прошлого столетия в период интенсивной химизации сельского хозяйства. Более активное освоение новой для нашей страны технологии без обработки почвы началось в двухтысячные годы в связи с существенным ростом затрат на горюче-смазочные материалы. В отсутствии отечественных научных разработок аграрии использовали опыт зарубежных стран (Аргентины, Бразилии, США, Канады) с их специфическими условиями ведения сельскохозяйственного производства. Это обусловило то, что далеко не всегда достигнутая урожайность соответствовала планируемым показателям, и одной из причин этого могло стать неэффективное применение удобрительных средств. Вместе с тем, планируемые дозы удобрений, сочетание элементов питания, способ внесения при складывающихся метеоусловиях должны быть основаны на данных полевого опыта. В условиях Ставропольского края взаимосвязь продуктивности озимого поля и удобрений в технологии no-till исследована мало, поэтому решение этой проблемы крайне важно для аграриев, планирующих перейти на эту технологию и свести к минимуму потери в сборе зерна.

Цель исследования – изучить агрохимические приемы повышения урожайности озимой пшеницы при прямом посеве в условиях неустойчивого увлажнения Ставрополья.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2015–2019 гг. в стационаре, заложенном на черноземе обыкновенном среднемощном тяжелосуглинистом. Опытный участок расположен на Ставропольской возвышенности в условиях неустойчивого увлажнения с годовой суммой осадков 551 мм и гидротермическим коэффициентом 0,9–1,1. Среднегодовые показатели температуры воздуха и суммы активных температур составляют 9,6 °С и 3300 °С соответственно [14]. Почва в слое 0–20 см характеризуется нейтральной реакцией среды – $pH_{вод.}$ = 6,9; содержание гумуса – 3,55 %, подвижных форм P_2O_5 и K_2O (по Мачигину) – 17–20 и 214–220 мг/кг соответственно. Количество $N\text{-}NO_3$ (по Грандваль-Ляжу) перед посевом пшеницы после гороха не превышало 12,3 мг/кг почвы, после подсолнечника – 6,6 мг/кг почвы.

В опыте изучали прямой посев и классическую технологию с обработкой почвы, рекомендуемой под каждую культуру в этой сельскохозяйственной зоне. Озимую пшеницу сорта Бунчук высевали после гороха и подсолнечника. При посеве культуры использовали простое (азотное) и сложные удобрения, содержащие в своем составе два (азотно-фосфорное) и три основных питательных элемента

(азотно-фосфорно-калийное или, как общепринято его называть, полное минеральное удобрение). В качестве удобрений применяли аммиачную селитру, аммофос (12:52), сульфоаммофос (20:20) с содержанием элементарной серы 14 % и нитроаммофоску (16:16:16). В ранневесенний период проводили внекорневую подкормку аммиачной селитрой способом расщепления делянок. Схема вариантов опыта с припосевным внесением удобрений при посеве озимой пшеницы следующая: 1. Без удобрений (контроль); 2. N_6P_{26} (0,5 ц/га аммофоса); 3. $N_{12}P_{52}$ (1,0 ц/га аммофоса); 4. $N_{24}P_{104}$ (2,0 ц/га аммофоса); 5. $N_{52}P_{52}$ (2,6 ц/га сульфоаммофоса); 6. $N_{52}P_{52}K_{52}$ (3,25 ц/га нитроаммофоски); 7. N_{52} (1,5 ц/га аммиачной селитры); 8. $N_{104}P_{52}K_{52}$ (3,25 ц/га нитроаммофоски + 1,5 ц/га аммиачной селитры). Варианты 1–8 и 9–16 совпадают по дозам припосевного внесения удобрения, на варианты 9–16 дополнительно наложена подкормка N_{52}.

Прямому посеву озимой пшеницы (сеялка «Gimetal») предшествовала обработка сорной растительности и проросших семян предшествующих культур (падалицы) гербицидом сплошного действия «Тотал 480» в дозе 2,5–3,0 л/га. В технологии с рекомендуемой системой обработки почвы после уборки гороха выполняли дискование в два следа на глубину 10–12 см и предпосевную культивацию на 6–8 см; после уборки пропашных предшественников – дискование в два следа на глубину 8–10 см. В период вегетации озимой пшеницы посевы обрабатывали против сорной растительности, болезней и вредителей по технологии, рекомендованной для зоны проведения исследований. Опыт имеет трёхкратную повторность в пространстве. Размер делянки – 5,5 × 24 м. Варианты опыта располагаются ярусами. Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом (ГОСТ 28268-89) перед посевом озимой пшеницы и в начале весенней вегетации. Урожайность учитывали прямым обмолотом малогабаритным комбайном «Сампо-130» и в последующем пересчитывали на стандартную влажность 14 % [15]. Учетная площадь – 40 м^2. Оценку зерновой продукции проводили в лаборатории качества зерна Центра с использованием инфракрасного анализатора «Спектран-119 М» и диафаноскопа. Массовую долю сырой клейковины определяли в соответствии с ГОСТ 54478-2011, общую стекловидность – ГОСТ 10987-76 и влажность зерна – ГОСТ 13586.5-93. Полученные результаты обработаны математическим методом дисперсионного анализа данных с использованием программы AgCStat-Excel.

В статье приведены данные по влиянию удобрений на урожай и качество зерна озимой пшеницы в третий год возделывания культур по прямому посеву, а также проведено сравнение полученной средней урожайности (2016–2019 гг.) с урожайностью в первый год посева в необработанную почву (2014–2017 гг.).

Годы исследований характеризовались близкой к среднемноголетнему значению 9,6 °С (2016–2017 гг.) или повышенной среднегодовой температурой воздуха 10,1–11,5 °С (остальные годы). Наибольшие различия наблюдали в годовой сумме осадков. Так, в 2014–2015, 2017–2018 и 2018–2019 гг. отмечали недостаток осадков в сравнении со среднемноголетним показателем в пределах 43–100 мм, а в 2015/16 и 2016/17 сельскохозяйственных годах – избыток в 78–98 мм. В целом по метеорологическим условиям 2014/15 сельскохозяйственный год можно отнести к засушливому с влажной весной; 2015/16 г. – к влажному с теплой зимой; 2016/17 г. – к влажному с прохладной осенью и холодной зимой; 2017/18 – к засушливому с теплой и очень влажной зимой; 2018/19 – к крайне засушливому, но с суммой зимних осадков в пределах нормы. В течение всего периода исследований наблюдали ранний срок возобновления вегетации (температуры в марте на 1,0–2,5 °С выше нормы), а также повышенный температурный режим и достаточное количество

осадков в период весеннего развития озимой пшеницы (исключение – весна 2019 г.), что как правило повышает отзывчивость растений на удобрения, особенно азотные [9]. В 2014–2018 гг. в период весенне-летней вегетации озимой пшеницы (апрель–июнь) значения ГТК по Селянинову находились в пределах 1,33–1,86, а в наиболее засушливом 2018/19 сельскохозяйственном году величина этого показателя не превышала 0,46 при среднемноголетнем значении (1981–2010 гг.) 1,41.

Результаты и их обсуждение

В условиях неустойчивого увлажнения главным аргументом в пользу освоения новых технологий является способность почвы к накоплению и сохранению влаги – определяющему фактору достижения высокой урожайности сельскохозяйственных культур. Сравнение влажности почвы в посевах озимой пшеницы при разных технологиях возделывания показало, что во все годы исследования по обоим предшественникам запасы продуктивной влаги, как в период сева озимой пшеницы (слой 0–20 см), так и во время возобновления весенней вегетации (слой 0–100 см) при прямом посеве были равны или несколько больше (на 1–11 и 12–23 мм), чем в варианте общепринятой технологией (таблица 1). Самое значительное отличие технологий по запасам накопленной влаги наблюдали по обоим предшественникам в весенний период в наиболее засушливом 2018/19 сельскохозяйственном году – 18–23 мм.

Таблица 1 – Наличие продуктивной влаги в почве в посевах озимой пшеницы при разных системах обработки почвы, мм

Предшествующая культура	Сельско-хозяйственный год	В период сева в слое 0–20 см		В период возобновления весенней вегетации в слое 0–100 см	
		рекомендуемая	прямой посев третьего года	рекомендуемая	прямой посев третьего года
Горох	2016/17	32	35	148	156
	2017/18	23	29	166	169
	2018/19	11	13	150	168
Подсолнечник	2016/17	19	30	142	161
	2017/18	29	30	163	175
	2018/19	5	13	155	178
$НСР_{05}$ для частных средних		5,5 ($F_{факт.}$= 31,5; $F_{табл.}$= 2,8)		17,4 ($F_{факт.}$= 3,94; $F_{табл.}$= 2,8)	
$НСР_{05}$ по фактору «предшественник»		2,2 ($F_{факт.}$= 8,4; $F_{табл.}$= 4,8)		$F_{факт} < F_{табл}$	
$НСР_{05}$ по фактору «год»		2,8 ($F_{факт.}$=138,8; $F_{табл.}$= 3,9)		8,7 ($F_{факт.}$= 9,1; $F_{табл.}$= 3,9)	
$НСР_{05}$ по фактору «технология возделывания»		2,2 ($F_{факт.}$= 24,8; $F_{табл.}$= 4,8)		7,1 ($F_{факт.}$= 18,5; $F_{табл.}$= 4,8)	

Важным критерием при выборе технологии наряду с возможностью влаго-, ресурсо- и почвосбережения служит достижение высокой продуктивности культур. Одним из основных приемов повышения урожайности и качества продукции является применение удобрений, эффективность которых зависит от почвенно-климатических и погодных условий, предшествующей культуры, вида, дозы, сочетания элементов питания, способа и срока внесения [9].

По результатам наших исследований средняя урожайность озимой пшеницы в контроле (без удобрений) в третий год применения прямого посева составила по гороху 3,83 т/га и по подсолнечнику – 3,17 т/га (таблица 2, 3).

По зернобобовому предшественнику прибавка от удобрений, внесённых при посеве культуры, варьировала в достаточно больших пределах – от 0,76 до 3,06 т/га (см. таблицу 2). Самый высокий урожай зерна сформировался при использовании полного минерального удобрения (содержит в своем составе три основных элемента питания: азот, фосфор и калий) с удвоенной, в сравнении с фосфором, дозой азота –

$N_{104}P_{52}K_{52}$, наименьший – при внесении удобрения с преимущественным содержанием фосфора – $N_{6-12}P_{26-52}$.

Таблица 2 – Влияние удобрений на урожайность озимой пшеницы при возделывании без обработки почвы по предшественнику горох

Доза при посеве, кг д.в./га	Доза подкормки кг д.в./га	Урожайность по сельскохозяйственным годам, т/га			Среднее за три года, т/га	C_V*, %	Доля удобрений в урожае, %	Средняя прибавка от внесения удобрений		
		2016/17	2017/18	2018/19				в рядки, т/га	подкормки, т/га	от 1 кг д.в., кг
0	0	3,75	4,73	3,02	3,83	22				
N_6P_{26}		4,26	5,03	4,52	4,60	9	17	0,77		24,2
$N_{12}P_{52}$		4,22	5,24	4,30	4,59	12	17	0,76		11,8
$N_{24}P_{104}$		4,82	6,30	4,94	5,35	15	28	1,52		11,9
$N_{52}P_{52}$		5,83	6,32	4,58	5,58	16	31	1,75		16,8
$N_{52}P_{52}K_{52}$		5,85	6,82	5,32	6,00	13	36	2,17		13,9
N_{52}		5,48	7,10	3,71	5,43	31	29	1,60		30,8
$N_{104}P_{52}K_{52}$		6,74	7,52	6,42	6,89	8	44	3,06		14,7
0	N_{52}	3,20	4,40	3,44	3,68	17	−4		−0,15	−2,9
N_6P_{26}		4,55	6,15	4,90	5,20	16	26	1,52	0,60	16,3
$N_{12}P_{52}$		5,32	5,41	4,82	5,18	6	26	1,50	0,59	11,7
$N_{24}P_{104}$		4,58	6,56	5,93	5,69	18	33	2,01	0,34	10,3
$N_{52}P_{52}$		4,98	7,15	5,47	5,87	19	35	2,19	0,29	13,1
$N_{52}P_{52}K_{52}$		5,64	7,44	5,07	6,05	20	37	2,37	0,05	10,7
N_{52}		5,08	6,61	3,21	4,97	34	23	1,29	−0,46	10,9
$N_{104}P_{52}K_{52}$		6,05	7,38	5,97	6,47	12	41	2,79	−0,43	10,1
$НСР_{05}$		0,94	0,68	0,91	0,90			0,36	$F_{факт.} < F_{табл.}$	

Примечание. * *коэффициент вариации урожайности за 2017–2019 гг.*

Применение при посеве других видов и доз удобрительных средств обеспечило повышение урожайности культуры в среднем на 1,52–2,17 т/га. Внесение полного удобрения ($N_{52-104}P_{52}K_{52}$) способствовало формированию не только самой высокой, но и наиболее стабильной по годам прибавки урожайности – от 2,09 до 3,40 т/га. Варьирование урожайности не превышало 8–13 %. Наибольшим колебанием (C_V = 31 %) характеризовалась урожайность озимой пшеницы при внесении в рядки одного азотного удобрения – N_{52}. Так, во влажных условиях 2016/17 и 2017/18 сельскохозяйственных годов повышение урожайности от внесения одного азота (N_{52}) составило 1,73–2,37 т/га, а в засушливом сезоне 2018/19 года – лишь 0,69 т/га. Максимальная отдача от возрастающих доз фосфорного удобрения, напротив, зафиксирована в засушливых условиях 2018/19 года (1,28–1,92 т/га).

При прямом посеве озимой пшеницы по гороху прирост урожайности в основном получен благодаря рядковому внесению удобрений. Влияние подкормки на урожай было не достоверным. Однако в вариантах с преобладанием фосфора ($N_{6-24}P_{26-104}$) азотная подкормка повысила эффективность его использования растениями и увеличила прибавку от рядкового внесения аммофоса в среднем на 0,49–0,75 т/га или в 1,3–2,0 раза.

Доля удобрений в урожае (отношение прибавки урожайности относительно контроля к урожайности, полученной при внесении этого удобрения) варьировала в больших пределах – от 17 до 44 %. Прирост сбора зерна от применения единицы действующего вещества удобрения во всех вариантах опыта был достаточно высокий (на уровне мировых стандартов – 9 и более кг [16]), но он также сильно зависел от вида и дозы удобрения, варьируя от 10,1 до 30,8 кг. Наибольшая отдача

(30,8 кг) получена от 1 кг азота, внесённого в виде аммиачной селитры при посеве озимой пшеницы, наименьшая – при совместном применении комплексных удобрений и азотной подкормки (10,1–11,7 кг).

Урожайность озимой пшеницы после подсолнечника при прямом посеве в необработанную почву без удобрений была ниже, чем по гороху – в среднем на 0,66 т/га (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние удобрений на урожайность озимой пшеницы при возделывании без обработки почвы по предшественнику подсолнечник

Доза при посеве, кг д.в./га	Доза подкормки, кг д.в./га	Урожайность по годам, т/га			Среднее за три года, т/га	C_V*, %	Доля удобрений в урожае, %	Средняя прибавка от внесения удобрений		
		2016/17	2017/18	2018/19				в рядки, т/га	подкормки, т/га	от 1 кг д.в., кг
0	0	3,19	2,22	4,10	3,17	30				
N_6P_{26}		2,86	2,81	5,36	3,68	40	14	0,51		15,8
$N_{12}P_{52}$		2,85	3,08	5,58	3,84	39	17	0,67		10,4
$N_{24}P_{104}$		3,26	3,24	5,84	4,11	36	23	0,94		7,4
$N_{52}P_{52}$		3,52	3,55	5,61	4,23	28	25	1,06		10,2
$N_{52}P_{52}K_{52}$		3,96	4,20	5,74	4,63	20	32	1,46		9,4
N_{52}		3,70	4,49	3,91	4,03	10	21	0,86		16,6
$N_{104}P_{52}K_{52}$		5,22	6,45	6,10	5,92	11	47	2,75		13,2
0	N_{52}	3,12	3,79	3,08	3,33	12	5		0,16	3,1
N_6P_{26}		4,16	5,14	4,32	4,54	12	30	1,21	0,86	16,3
$N_{12}P_{52}$		3,97	5,35	4,33	4,55	15	30	1,22	0,71	11,9
$N_{24}P_{104}$		3,25	5,78	4,18	4,40	29	28	1,07	0,29	6,9
$N_{52}P_{52}$		4,78	5,93	4,33	5,01	16	37	1,68	0,79	11,8
$N_{52}P_{52}K_{52}$		4,93	6,82	4,54	5,43	22	42	2,10	0,80	10,9
N_{52}		4,40	5,42	2,90	4,24	30	25	0,91	0,21	10,3
$N_{104}P_{52}K_{52}$		5,50	8,25	4,67	6,14	31	48	2,81	0,22	11,4
$НСР_{05}$		0,80	0,85	0,60	0,78			0,32	0,16	

Примечание. ** коэффициент вариации урожайности за годы исследований.*

Удобрения при рядковом способе внесения способствовали увеличению сбора зерна на 0,51–2,75 т/га, что на 0,26–0,74 т/га ниже, чем по зернобобовому предшественнику. Положительная реакция озимой пшеницы на рядковое удобрение по подсолнечнику оказалась слабее, чем по гороху, что связано, скорее всего, с нехваткой легкоусвояемого азота, повышающей коэффициент использования других элементов питания из удобрений. При этом варьирование урожайности по годам исследования было более значительным, чем по гороху – от 10 до 40 %. Это свидетельствует о тесной взаимосвязи эффективности удобрений и погодных условий, что заметно усложняет прогноз возможной отдачи от удобрений. Максимальная отзывчивость на припосевное внесение удобрения, также как и по гороху, зафиксирована при внесении самой высокой дозы полного удобрения – $N_{104}P_{52}K_{52}$ (2,75 т/га), минимальная – в вариантах преимущественного внесения фосфора в виде аммофоса – 0,51–0,67 т/га. Это показывает первостепенное значение азота в достижении высокой урожайности озимой пшеницы в технологии без обработки почвы, что хорошо согласуется с данными, полученными другими исследователями [7, 10, 12, 17]. Доля припосевного внесения удобрения в урожае культуры находилась в пределах 14–47 %. В повышении сбора зерна по предшественнику подсолнечник существенную роль сыграла азотная подкормка. При внесении при посеве удобрений с равным или более низким отношением азота к

фосфору (N_6P_{26}, $N_{12}P_{52}$, $N_{52}P_{52}$, $N_{52}P_{52}K_{52}$) азотная подкормка увеличила урожайность культуры в среднем на 0,71–0,86 т/га. При этом отдача от припосевного удобрения также возросла в 1,4–2,4 раза (на 0,55–0,70 т/га). Наибольшая урожайность (5,43–6,14 т/га) получена в вариантах опыта с применением полного удобрения с двойной и тройной по отношению к фосфору дозой азота – $N_{104}P_{52}K_{52}$ (5,92 т/га), $N_{52}P_{52}K_{52}$+N_{52} (5,43 т/га) и $N_{104}P_{52}K_{52}$+N_{52} (6,14 т/га). Средний прирост зерна от применения 1 кг д.в. удобрения составил 10,9–13,2 кг. В сумме было внесено от 208 до 260 кг/га д.в. удобрения, из которых на долю азота приходилось 50–60 %.

Почти во всех вариантах опыта на каждый килограмм д.в. удобрения было получено больше 9 кг зерна (9,4–16,6 кг). Исключение составил вариант с двойной дозой фосфора – $N_{24}P_{104}$ (7,4 кг). Самый высокий прирост сбора зерна от 1 кг д.в. удобрения, как и по предшественнику горох, отмечен при внесении при посеве только азота в дозе N_{52} (16,6 кг), а также от применения 0,5 ц/га аммофоса в дополнении с подкормкой – N_6P_{26} + N_{52} (16,3 кг).

В третий год прямого посева без обработки почвы урожайность озимой пшеницы по обоим предшественникам в сравнение с первым годом снизилась как на контроле, так и на большинстве удобренных вариантов: по гороху – в среднем на 0,45–1,77 и по подсолнечнику – на 0,60–1,54 т/га (таблица 4).

Таблица 4 – Средняя урожайность озимой пшеницы в первый (2014–2017 гг.) и третий (2016–2019 гг.) годы прямого посева, т/га

Доза при посеве, кг д.в./га	Доза под-кормки, кг д.в./га	По предшественнику горох			По предшественнику подсолнечник		
		1-й год	3-й год	разность между третьим и первым годом	1-й год	3-й год	разность между третьим и первым годом
0	0	5,07	3,83	−1,24	4,02	3,17	−0,85
$N_{12}P_{52}$		6,22	4,59	−1,63	5,11	3,83	−1,28
$N_{24}P_{104}$		6,67	5,36	−1,31	5,62	4,11	−1,51
$N_{52}P_{52}$		6,23	5,58	−0,65	5,77	4,23	−1,54
$N_{52}P_{52}K_{52}$		6,70	6,00	−0,70	5,97	4,63	−1,34
N_{52}		5,21	5,43	0,22	5,08	4,03	−1,05
$N_{104}P_{52}K_{52}$		6,63	6,89	0,26	6,52	5,92	−0,60
0	N_{52}	5,45	3,68	−1,77	4,36	3,33	−1,03
$N_{12}P_{52}$		6,62	5,18	−1,44	5,39	4,55	−0,84
$N_{24}P_{104}$		6,14	5,69	−0,45	5,90	4,40	−1,50
$N_{52}P_{52}$		6,50	5,87	−0,63	6,03	5,01	−1,02
$N_{52}P_{52}K_{52}$		5,98	6,05	0,07	6,22	5,43	−0,79
N_{52}		5,64	4,97	−0,67	5,32	4,24	−1,08
$N_{104}P_{52}K_{52}$		6,12	6,47	0,35	6,22	6,14	−0,08
$НСР_{05}$		0,23 т/га ($F_{факт.}$= 33,1; $F_{табл.}$= 3,9)			0,24 т/га ($F_{факт.}$= 74,0; $F_{табл.}$= 3,9)		

Лишь внесение по зернобобовому предшественнику полного удобрения с двойной и тройной дозой азота по отношению к фосфору ($N_{104}P_{52}K_{52}$ и $N_{104}P_{52}K_{52}$+N_{52}) позволило не только достичь уровня первого года, но и превысить его на 0,26–0,35 т/га. По подсолнечнику также только применение самой высокой дозы рядкового удобрения с подкормкой ($N_{104}P_{52}K_{52}$+N_{52}) способствовало получению урожайности на уровне первого года.

Сравнение урожайности озимой пшеницы в третий год прямого посева с урожайностью в технологии с рекомендуемой системой обработки почвы показало существенное преимущество рыхления почвы при использовании практически всех видов и доз удобрений по обоим предшественникам. Различия в урожайности между технологиями при внесении одинаковых доз удобрений по предшественнику горох

находились в пределах 0,18–1,32 т/га; по подсолнечнику – 0,27–1,16 т/га. Практически равный по величине урожай (с несущественной разностью 0,07–0,08 т/га) сформировался лишь при внесении по зернобобовому предшественнику $N_{52}P_{52}K_{52}$ и $N_{52}P_{52}+N_{52}$; по подсолнечнику – $N_{104}P_{52}K_{52}$. Достигнуть более высокой урожайности озимой пшеницы (на 0,16–0,35 т/га) при прямом посеве без обработки почвы по сравнению с традиционной технологией возможно только при размещении её после гороха и с внесением в рядки N_{52} или $N_{104}P_{52}K_{52}$ (таблица 5).

Таблица 5 – Сравнение урожайности озимой пшеницы при прямом посеве и в технологии с рекомендуемой обработкой почвы, т/га (среднее за 2016–2019 гг.)

Доза рядкового удобрения, кг д.в./га	Доза подкормки, кг д.в./га	По предшественнику горох		По предшественнику подсолнечник	
		рекомендуемая	прямой посев третьего года	рекомендуемая	прямой посев третьего года
0	0	4,43	3,83	4,03	3,17
N_6P_{26}		5,22	4,60	3,95	3,68
$N_{12}P_{52}$		5,91	4,59	4,50	3,83
$N_{24}P_{104}$		6,15	5,36	4,55	4,11
$N_{52}P_{52}$		6,10	5,58	4,95	4,23
$N_{52}P_{52}K_{52}$		5,92	6,00	5,33	4,63
N_{52}		5,08	5,43	4,83	4,03
$N_{104}P_{52}K_{52}$		6,74	6,89	6,00	5,92
0	N_{52}	4,95	3,68	4,57	3,44
N_6P_{26}		5,41	5,20	5,30	4,73
$N_{12}P_{52}$		5,81	5,18	5,59	4,84
$N_{24}P_{104}$		5,99	5,69	6,11	4,98
$N_{52}P_{52}$		5,80	5,87	6,27	5,13
$N_{52}P_{52}K_{52}$		6,32	6,05	6,29	5,68
N_{52}		5,14	4,97	5,32	4,16
$N_{104}P_{52}K_{52}$		7,12	6,47	6,77	6,46
$НСР_{05}$		0,16 т/га ($F_{факт.}$= 40,3; $F_{табл.}$= 3,9)		0,15 т/га ($F_{факт.}$= 133,9; $F_{табл.}$= 3,9)	

К важным показателям технологических свойств и пищевой ценности зерна относится содержание сырой клейковины. Значения этого показателя находились в тесной зависимости от метеорологических условий года и питательного режима почвы (вида и дозы удобрения). В обеих изучаемых технологиях и по обоим предшественникам зерно с наибольшим содержанием клейковины (27,0–31,3 %) сформировалось в 2018/19 сельскохозяйственном году с засушливым периодом весенне-летней вегетации при внесении в рядки $N_{104}P_{52}K_{52}$ (таблица 6). За весь период исследований в обеих технологиях по предшественнику горох применение при посеве этой дозы удобрения, а также N_{52}, позволило получать зерно более высокого класса качества в сравнении с контролем и другими вариантами удобрений. При этом прослеживалась тенденция к тому, что во влажный год (2016/17) массовая доля сырой клейковины в зерне была выше при прямом посеве культуры (на 0,7–5,9 %), а в засушливый год (2018/19) – в классической технологии с обработкой почвы (на 1,5–5,7 %). По подсолнечнику вероятность получения зерна с высокими показателями качества существенно ниже, чем по гороху, особенно при прямом посеве культуры. Вместе с тем, применение при посеве N_{52}, $N_{52}P_{52}K_{52}$ и $N_{104}P_{52}K_{52}$ также способствовало в отдельные годы формированию зерна с более высоким классом качества (III, IV класс). В вегетационный сезон 2018/19 года зерно с высоким содержанием сырой клейковины не соответствовало требованиям II класса из-за низких показателей общей стекловидности – 47,2–49,2 %. Во все годы исследования в обеих технологиях и по обоим предшественникам независимо от вида и дозы удобрения общая стекловидность зерна была ниже 60 %.

За весь период исследований наиболее низкие показатели качества зерна отмечены в 2017/18 сельскохозяйственном году, хотя по количеству выпавших осадков и температурному режиму этот год не был экстремальным – очень влажным или очень сухим. Существенному снижению содержания клейковины в зерне способствовали крайне неблагоприятные условия репродуктивного периода. В июне налив зерна проходил при температурах, превышающих климатическую норму на 3,3 °С и при полном отсутствии осадков. К тому же перед уборкой выпали осадки ливневого характера. Это привело в большинстве вариантов опыта к формированию зерна V класса качества. Как было отмечено выше, даже в таких неблагоприятных условиях лишь внесение при посеве $N_{104}P_{52}K_{52}$ или N_{52} позволило получить продовольственное зерно IV класса с массовой долей сырой клейковины 18,1–22,8 %.

Таблица 6 – Массовая доля сырой клейковины в зерне при разных технологиях возделывания озимой пшеницы, %

Технология	Доза удобрения при посеве, кг д.в./га	По предшественнику горох			По предшественнику подсолнечник		
		2016/17 г.	2017/18 г.	2018/19 г.	2016/17 г.	2017/18 г.	2018/19 г.
Рекомендуемая	0	19,2	13,2	26,9	17,9	16,4	22,0
	N_6P_{26}	19,8	15,0	24,1	18,4	14,2	19,8
	$N_{12}P_{52}$	18,7	13,0	23,6	19,1	16,9	20,3
	$N_{24}P_{104}$	18,9	13,7	25,4	17,7	13,8	21,2
	$N_{52}P_{52}$	20,2	13,0	25,8	16,6	14,6	23,4
	$N_{52}P_{52}K_{52}$	20,5	15,9	25,6	16,8	15,3	25,7
	N_{52}	23,6	20,2	28,8	17,4	20,1	28,7
	$N_{104}P_{52}K_{52}$	23,6	22,8	30,4	19,0	21,2	31,3
Прямой посев без обработки почвы	0	20,6	15,5	21,5	18,7	7,4	22,9
	N_6P_{26}	21,4	12,8	20,0	17,8	9,1	21,8
	$N_{12}P_{52}$	19,4	11,9	18,3	17,7	10,5	22,0
	$N_{24}P_{104}$	22,9	12,2	19,7	16,7	6,0	21,3
	$N_{52}P_{52}$	22,5	14,4	21,3	17,0	10,3	22,5
	$N_{52}P_{52}K_{52}$	26,4	15,4	22,7	19,7	10,3	24,3
	N_{52}	24,6	22,0	27,0	18,5	15,4	25,4
	$N_{104}P_{52}K_{52}$	25,6	21,5	28,9	19,5	18,1	27,0
$НСР_{05}$ по технологиям	0,97	$F_{факт} < F_{табл}$	0,98	$F_{факт} < F_{табл}$	1,83	$F_{факт} < F_{табл}$	
$НСР_{05}$ по дозам удобрений	1,93	2,49	1,96	$F_{факт} < F_{табл}$	3,66	1,98	

Выводы

Результаты исследований показали высокую отзывчивость озимой пшеницы на припосевное применение минеральных удобрений в третий год возделывания культур в технологии прямого посева без обработки почвы на черноземе обыкновенном Ставропольского края. Прибавка урожайности по сравнению с контролем без применения удобрений по предшественнику горох варьировала в пределах от 0,76 до 3,06 т/га; по подсолнечнику – от 0,51–2,75 т/га. В технологии прямого посева по обоим предшественникам наибольшую и стабильную урожайность (коэффициент вариации 8–11 %) обеспечило внесение в рядки $N_{104}P_{52}K_{52}$ – 6,89 и 5,92 т/га соответственно. Применение этой дозы удобрения способствовало формированию урожайности озимой пшеницы на уровне первого года прямого посева и технологии с рекомендуемой системой обработки почвы. При этом формировалось зерно III и IV класса качества с более высоким содержанием сырой клейковины по сравнению с другими дозами удобрений: по гороху – на 1,6–

9,8 % и по подсолнечнику – на 1,1–11,5 %. По обоим предшественникам влияние азотного удобрения, внесённого в рядки при посеве культуры, оказалось сильнее действия ранневесенней подкормки. В технологии прямого посева азотная подкормка сыграла существенную роль в повышении урожайности культуры лишь по предшественнику подсолнечник, прибавка в среднем составила 0,21–0,86 т/га. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности применения повышенных доз минеральных удобрений, особенно азотных, на начальном этапе возделывания озимой пшеницы без обработки почвы даже по зернобобовому предшественнику.

Литература

1. Derpsch R., Friedrich T., Kassam A., Li H. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits // J. Agricultural and Biological Engineering. 2010. Vol. 3. P. 1–25.
2. Соколов М. С., Глинушкин А. П., Спиридонов Ю. Я., Торопова Е. Ю., Филипчук О. Д. Технологические особенности почвозащитного ресурсосберегающего земледелия (в развитие концепции ФАО) // Агрохимия. 2019. № 5. С. 3–20. DOI: 10.1134/S000218811905003X.
3. Kudeyarov V. N. Soil-Biogeochemical Aspects of Arable Farming in the Russian Federation // Soil Science. 2019. No. 1. P. 109–121. DOI: 10.1134/S0032180X1901009X.
4. Байбеков Р.Ф. Природоподобные технологии – основа стабильного развития земледелия // Земледелие. 2018. № 2. С. 5–8. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10201.
5. Wall P. Experiences with crop residue cover and direct seeding in the Bolivian highlands // Mountain Research and Development. 1999. Vol. 19. No. 4. P. 313–317.
6. Дридигер В. К. Опыт внедрения технологии прямого посева в Аргентине // Сборник трудов Международной конференции «Инновационные пути развития агропромышленного комплекса: задачи и перспективы». Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2012. С. 191–206.
7. Быкин А. В., Бордюжа Н. П., Тарасенко А. В. Оптимизация азотного питания кукурузы на зерно при консервативных способах обработки почвы // Агрохимический вестник. 2014. № 2. С. 32–34.
8. Чевердин Ю. И., Сапрыкин С. В., Пшеничная И. А. Влияние минимизации приемов основной обработки почвы на плотность сложения чернозема сегрегационного и урожайность озимой пшеницы // Агрохимия. 2018. № 10. С. 12–26. DOI: 10.1134/S000218811810006X.
9. Сычёв В. Г., Шафран С. А. Агрохимические свойства почв и эффективность минеральных удобрений. М.: ВНИИА, 2013. 296 с.
10. Malhi S. S., Nyborg M., Goddard T., Puurveen D. Long-term tillage, straw management and N fertilization effects on quantity and quality of organic C and N in a Black Chernozem soil // Nutr. Cycl. Agroecosyst. 2011. Vol. 90. P. 227–241.
11. Шустикова Е. П., Шаповалова Н. Н. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественника, минеральных удобрений и условий увлажнения в длительном полевом опыте на черноземе обыкновенном // Агрохимия. 2012. № 7. С. 48–56.
12. Zavalin A. A., Dridiger V. K., Belobrov V. P., Yudin S. A. Nitrogen in chernozems with traditional processing technology and direct sowing (review) // Soil science. 2018. No. 2. P.1506–1516. DOI: 10.1134/S0032180X18120146.
13. Kiryushin V. I. Management of soil fertility and productivity of agrocenoses in adaptive landscape systems of agriculture // Soil science. 2019. No. 9. P. 1130-1139. DOI: 10.1134/S0032180X19070062.
14. Удовыдченко В. И., Петрова Л. Н., Дридигер В. К., Антонов С. А., Андрианов Д. Ю., Дзыбов Д. С., Кравцов В. В., Ерошенко Ф. В., Куприченко М. Т., Ковтун В. И., Кузыченко Ю. А., Шустикова Е. П., Хрипунов А. И., Шаповалова Н. Н., Чертов В. Г., Володин А. Б., Комаров Н. М., Лапенко Н. Г., Галушко Н. А., Давидянц Э. С., Чапцев А. Н., Чапцева Т. В., Шлыкова Т. Д., Браткова Л. Г., Чумакова В. В., Общия Е. Н., Багринцева В. Н., Ходжаева Н. А., Федотов А.А., Нешин И. В Система земледелия нового поколения Ставропольского края: монография. Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет АГРУС, 2013. 520 с.
15. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
16. Сычёв В. Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. М.: РАН, 2019. С. 7.
17. Беляева О. Н. Система No-till и её влияние на доступность азота почв и удобрений: обобщение опыта // Земледелие. 2013. № 7. С. 16–18.

References

1. Derpsch R., Friedrich T., Kassam A., Li H. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits // J. Agricultural and Biological Engineering. 2010. Vol. 3. P. 1–25.

2. Sokolov M. S., Glinushkin A. P., Spiridonov Yu. Ya., Toropova E. Yu., Filipchuk O. D. Technological features of soil protection resource-saving agriculture (in development of the FAO concept) // Agrohimia. 2019. No. 5. P. 3–20. DOI: 10.1134/S000218811905003X.

3. Kudeyarov V. N. Soil-biogeochemical aspects of arable farming in the Russian Federation // Soil Science. 2019. No. 1. P. 109–121. DOI: 10.1134/S0032180X1901009X.

4. Baibekov R. F. Nature-like technologies is the basis for sustainable development of agriculture // Zemledelie. 2018. No. 2. P. 5–8. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10201.

5. Wall P. Experiences with crop residue cover and direct seeding in the Bolivian highlands // Mountain Research and Development. 1999. Vol. 19. No. 4. P. 313–317.

6. Drydiger V. K. Experience in the introduction of direct sowing technology in Argentina // Collection of works of the International Conference “Innovative Ways for the Development of the Agro-Industrial Complex: Challenges and Prospects”. Zernograd: Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of FSBEI HE “Don State Agrarian University” in Zernograd, 2012. P. 191–206.

7. Bykin A. V., Bordyuzha N. P., Tarasenko A. V. Optimization of nitrogen nutrition of corn at direct sowing //Agrochemical herald. 2014. No. 2. P. 32–34.

8. Cheverdin Yu. I., Saprykin S. V., Pshenichnaya I. A. Effect of minimization of main soil tillage methods on bulk density of segregated chernozem and winter wheat yield // Agrohimia. 2018. No.10. P. 12–26. DOI: 10.1134/S000218811810006X.

9. Sychev V. G., Shafran S. A. Agrochemical properties of soils and efficiency of mineral fertilizers. Moscow: VNIIA, 2013. 296 p.

10. Malhi S. S., Nyborg M., Goddard T., Puurveen D. Long-term tillage, straw management and N fertilization effects on quantity and quality of organic C and N in a Black Chernozem soil // Nutr. Cycl. Agroecosyst. 2011. Vol. 90. P. 227–241.

11. Shustikova E. P., Shapovalova N. N. The yield of winter wheat depending on the predecessor, mineral fertilizers and humidification conditions in a long field experience on ordinary chernozem // Agrohimia. 2012. No. 7. P. 48–56.

12. Zavalin A. A., Dridiger V. K., Belobrov V. P., Yudin S. A. Nitrogen in chernozems with traditional processing technology and direct sowing (review) // Soil science. 2018. No. 2. P.1506–1516. DOI: 10.1134/S0032180X18120146.

13. Kiryushin V. I. Management of soil fertility and productivity of agrocenoses in adaptive landscape systems of agriculture // Soil science. 2019. No. 9. P. 1130–1139. DOI: 10.1134/S0032180X19070062.

14. Udovydchenko V. I., Petrova L. N., Dridiger V. K., Antonov S. A., Andrianov D. Yu., Dzybov D. S., Kravtsov V. V., Eroshenko F. V., Kuprichenko M. T., Kovtun V. I., Kuzychenko Yu. A., Shustikova E. P., Khripunov A. I., Shapovalova N. N., Chertov V. G., Volodin A. B., Komarov N. M., Lapenko N. G., Galushko N. A., Davidyants E. S., Chaptsev A. N., Chaptseva T. V., Shlykova T. D., Bratkova L. G., Chumakova V. V., Obshchiya E. N., Bagrintseva V. N., Khodzhaeva N. A., Fedotov A. A., Neshin I. V., Kulintsev V. V., Godunova E. I., Zhelnakova L. I. System of agriculture of the new generation of the Stavropol Territory: monograph. Stavropol: Publishing house of the Stavropol State Agrarian University AGRUS, 2013. 520 p.

15. Dospekhov B. A. Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.

16. Sychev V. G. The current state of soil fertility and the main aspects of its regulation. Moscow: RAS, 2019. P. 7.

17. Belyaeva O. N. System No-till system and its influence on availability of soil nitrogen and fertilizers: generalization of the experience // Zemledelie. 2013. No.7. P. 16–18.

UDC 631.8:633.11«324»:631.5

Shapovalova N. N., Voropaeva A. A., Galushko N. A., Menkina E. A, Akhmedshina D. A.

YIELD AND QUALITY OF WINTER WHEAT GRAIN ON THE BACKGROUND OF FERTILIZERS AND DIRECT SOWING ON ORDINARY CHERNOZEM UNDER STAVROPOL CONDITIONS

Summary. *The problem of reducing crop yields during the transition from classical technology of cultivation to the technology without tillage (no-till) can be solved by the most effective use of fertilizers. The purpose of the research was to study the influence of mineral fertilizers on the yield and quality of winter wheat grain under direct sowing in the Stavropol Territory. Studies were carried out in 2015-2019 on the experimental field of the North Caucasus Federal Agricultural Research Centre. Winter wheat was sown using two cultivation techniques for growing crops with and without*

disturbing the soil through tillage. Preceding crops – pea and sunflower. Fertilizers were added to the rows simultaneously with the Triticum vulgare L. sowing; topsoil dressing was carried out using N_{52} according to the method of splitting dividers. Options (amount of fertilizers added to the rows): 1. Without fertilizers; 2. N_6P_{26}; 3. $N_{12}P_{52}$; 4. $N_{24}P_{104}$; 5. $N_{52}P_{52}$; 6. $N_{52}P_{52}K_{52}$; 7. N_{52}; 8. $N_{104}P_{52}K_{52}$. In the third year of direct sowing (2017–2019), winter wheat showed high responsiveness to the addition of all doses of fertilizers in rows. The yield increase in case of pea being preceding crop varied between 0.76-3.06 t/ha; sunflower – 0.51–2.75 t/ha. $N_{104}P_{52}K_5$ contributed to the highest and most stable yield – 6.89 t/ha and 5.92 t/ha after pea and sunflower, respectively. The increase from 1 kg of the active substance of the fertilizer was 14.7 and 13.2 kg of grain. The use of this dose of fertilizer minimized crop losses compared to the first year of wheat cultivation using no-till farming and classical agricultural technique. At the same time, the 3rd and 4th class grain was formed. Higher content of raw gluten compared to other doses of fertilizers was noted likewise: 1.6–9.8 % (preceding crop – pea) and 1.1–11.5 % (preceding crop – sunflower) more. Nitrogen fertilization played a significant role in increasing yields only after sunflower (the average increase was 0.21–0.86 t/ha).

Keywords: *direct sowing, winter wheat (Triticum vulgare L.), mineral fertilizers, fertilizers in rows, nitrogen feeding, grain quality.*

Шаповалова Надежда Николаевна, заведующая лабораторией почвоведения и агрохимии, научный сотрудник, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»; 356241, Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 49; e-mail: schapovalova.nadejda@yandex.ru.

Воропаева Анастасия Анатольевна, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»; 356241, Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 49; e-mail: kerya008@rambler.ru.

Галушко Наталия Алексеевна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией качества зерна, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»; 356241, Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 49; e-mail: natasotka@mail.ru.

Менькина Елена Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории почвоведения и агрохимии, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»; 356241, Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 49; e-mail: zzigen@list.ru.

Ахмедшина Дарья Андреевна, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»; 356241, Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 49; e-mail: dariaxmed@gmail.com.

Shapovalova Nadezhda Nikolaevna, researcher, head of the Laboratory of soil science and agrochemistry, FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre” (North Caucasus FARC); 49, Nikonova str., Mikhaylovsk, Stavropol territory, 356241, Russia; e-mail: schapovalova.nadejda@yandex.ru.

Voropaeva Anastasia Anatolievna, junior researcher, FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre” (North Caucasus FARC); 49, Nikonova str., Stavropol territory, 356241, Russia; e-mail: kerya008@rambler.ru.

Galushko Natalia Alekseevna, Cand. Sc. (Biol.), leading researcher, head of the grain quality Laboratory, FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre” (North Caucasus FARC); 49, Nikonova str., Stavropol territory, 356241, Russia; e-mail: natasotka@mail.ru.

Menkina Elena Aleksandrovna, Cand. Sc. (Agr.), senior researcher, FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre” (North Caucasus FARC); 49, Nikonova str., Stavropol territory, 356241, Russia; e-mail: zzigen@list.ru

Akhmedshina Darya Andreevna, junior researcher, FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre” (North Caucasus FARC); 49, Nikonova str., Stavropol territory, 356241, Russia; e-mail: dariaxmed@gmail.com.

Дата поступления в редакцию – 21.07.2020.
Дата принятия к печати – 05.09.2020