

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СРОКАХ И СПОСОБАХ ПОДКОРМКИ РАСТЕНИЙ

Хакимов Роберт Абзалетдинович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.С. Немцева

433315, Ульяновская обл., Ульяновский р-н, пос. Тимирязевский, ул. Институтская, 19, e-mail: robert.khakimov@mail.ru

Ключевые слова: озимая пшеница (*Triticum aestivum* L.), удобрения, урожайность, качество зерна, экономика.

Исследования по оценке действенности припосевного и послепосевного применения минеральных удобрений при возделывании озимой пшеницы Марафон по чистому пару с нормой высева 5 млн. шт./га проводили в условиях Среднего Поволжья. Научную работу выполняли в 2017-2021 гг. на выщелоченном тяжелосуглинистом черноземе со следующими показателями почвенного плодородия: рН солевой вытяжки – 6,3-6,5 ед., содержание гумуса (по Тюрину) – 6,5 %, подвижных форм фосфора и калия (по Чирикову) – 185-216 и 80-85 мг/кг соответственно. Схема опыта включала исследование следующих вариантов: припосевное сложное удобрение (фактор А) – 1. $N_0P_0K_0$, 2. $N_{32,5}P_{32,5}K_{32,5}$; азотная подкормка (фактор В) – 1. N_0 , 2. N_{34} осенью, 3. N_{34} весной с сеялкой с сошниками, 4. N_{34} рано весной, 5. N_{34} рано весной + N_{34} в фазе трубкования, 6. N_{34} рано весной + N_{34} в фазе трубкования + N_{15} в фазе колошения. Дефицит продуктивной влаги во время посева не позволил получить дружные всходы (полнота всходов 80,9-84,1%). Частые колебания температуры воздуха и количество осадков в течение вегетации негативно сказались на сохранности растений (48,2-56,8%). Наибольшая урожайность (4,64 т/га) зерна образовалась на фоне посева озимой пшеницы с одновременным внесением в рядки азотоса ($N_{32,5}P_{32,5}K_{32,5}$) и дробной подкормки азотными удобрениями ($N_{34}+N_{34}+N_{15}$) по вегетации растений, который превзошел контрольный вариант (3,23 т/га) на 43,65%. Максимальное содержание клейковины (33,3%) и протеина (14,2%) обеспечил вариант дробной ($N_{34}+N_{34}$) подкормки аммиачной селитрой на фоне применения сложных удобрений при посеве. Экономически более выгодным оказался посев озимой пшеницы с одновременным внесением сложных удобрений и однократная весенняя подкормка растений (уровень рентабельности 143,0 % при себестоимости 4120 руб./т).

Введение

Озимая пшеница - самая распространенная зерновая культура, возделываемая в условиях Среднего Поволжья. В структуре посевных площадей Ульяновской области ее доля занимает около 45%. Большой спрос на озимую пшеницу определен обширным использованием зерна в кондитерской промышленности и производстве концентрированных кормов для животных [1,2].

Пластичность и высокое сортовое разнообразие культуры дают потенциал возделывать на разных почвах и повышать площади ее посевов [3,4].

В поддержании высокой продуктивности почвы для получения зерна хорошего качества важную роль отводят системе удобрений [5,6,7]. Использование удобрений в разные фазы развития растений и способов их внесения зависит от условий среды [8,9].

По результатам исследований В.Е. Торикова и др. осенняя подкормка озимых по эффективности не уступает ранневесенней. Она создает условия для лучшего укоренения и кущения растений и обеспечивает повышение устойчи-

вости озимой пшеницы к неблагоприятным условиям в зимний период. Ранневесеннюю подкормку необходимо проводить, чтобы усилить побегообразование растений, так как в фазу кущения растений в зависимости от условий закладывается определенное число члеников колоса. Последующую подкормку посевов нужно проводить в начале выхода растений в трубку, так как 60% азота растения потребляют в период выход в трубку – колошение. Позднюю подкормку растений - в период формирования зерновки для повышения качества зерна [10,11].

Таким образом, в связи с изменяющимися погодными климатическими условиями в последние годы изучение оптимальных доз и сроков подкормки азотными удобрениями в разные сроки вегетации растений на фоне припосевных удобрений, позволяющее решить вопросы эффективности применения минеральных удобрений в получении высококачественного зерна, представляется актуальным [12,13].

Цель наших исследований заключалась в изучении влияния минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в разные фазы ее развития.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в Ульяновском НИИСХ (2017-2021 гг.). Схема опыта включала следующие варианты:

I. Припосевное удобрение (Фактор А): 1. $N_0P_0K_0$ (контроль), 2. $N_{32.5}P_{32.5}K_{32.5}$. II. Послепосевное удобрение (Фактор В): 1. N_0 (контроль), 2. N_{34} поздней осенью с «Амазоне», 3. N_{34} весной с сеялкой, 4. N_{34} рано весной с «Амазоне», 5. N_{34} рано весной + N_{34} в фазу начала трубкувания с «Амазоне», 6. N_{34} рано весной + N_{34} в фазу начала трубкувания с «Амазоне» + N_{15} в фазу колошения мочевиной.

Почва опытного участка выщелоченный тяжелосуглинистый чернозем с содержанием гумуса (по Тюрину) – 6,5%. Гидролитическая кислотность – 6,3-6,5, обеспеченность фосфором – 185-215 и обменным калием – 80-85 мг на 1 кг почвы.

Объектом исследования была озимая пшеница. Посев проводили в оптимальной срок (в 1 декаде сентября) сеялкой СЗТ-3,6 с нормой высева 5,0 млн. всхожих семян на гектар с одновременным внесением в рядки сложных удобрений по адаптивной технологии возделывания культуры в условиях Среднего Поволжья [14]. В качестве сложных удобрений при посеве применялась азофоска с содержанием $N_{15}P_{15}K_{15}$. Подкормки аммиачной селитрой NH_4NO_3 поздней осенью и весной проводились навесным оборудованием «Амазоне», сеялкой с сошниками при достижении спелости почвы. Подкормку мочевиной в фазе колошения растений проводили согласно принятой схеме опыта.

На посевах озимой пшеницы в течение вегетации для борьбы с сорной растительностью, с болезнями и вредителями проводили фоновые обработки.

Полевой опыт – трехфакторный, размещение делянок – систематическое, повторность вариантов – трехкратная, учетная площадь делянки – 85 м². Фенологические наблюдения и лабораторные анализы выполняли по общепринятой методике [15]. Учет урожайности проводили прямым способом (Сампо-500), с дальнейшим расчетом полученных данных к стандартным показателям (14% влажности и 100% чистоте зерна). Экспериментальные данные обрабатывались методами дисперсионного и корреляционного анализа [16].

В опытах высевали среднеранний (241-346 дней) сорт озимой пшеницы Марафон. Сорт был создан в ГНУ ВНИИ зерновых культур им. И.Г. Калиненко и включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по 7 и 9 регионам РФ в 2009 году как ценная пшеница. Разновидность – лютесценс. Сорт - высокопродуктивный. Масса 1000 зёрен - 35-46 г [17].

В 2017 году в период подготовки почвы в августе (за месяц выпало 36,8 мм осадков) и проведения посевных работ в сентябре (за месяц выпало 36,8 мм) метеорологические условия были неблагоприятными из-за недостаточного количества осадков. Это приводило к снижению продуктивной влаги в почве до 9,1 мм в 0-10 см слое, что сдерживало появление всходов (рис. 1).

Выпавшие осадки (6,9 мм при норме 20 мм) в третьей декаде сентября и обильные (+29 мм к норме) в октябре в сочетании с оптимальной температурой (+1,0 °С к норме) обеспечили в этот период хорошее развитие растений. 20 октября отмечали прекращение осенней вегетации изучаемой культуры. Растения перед ухо-

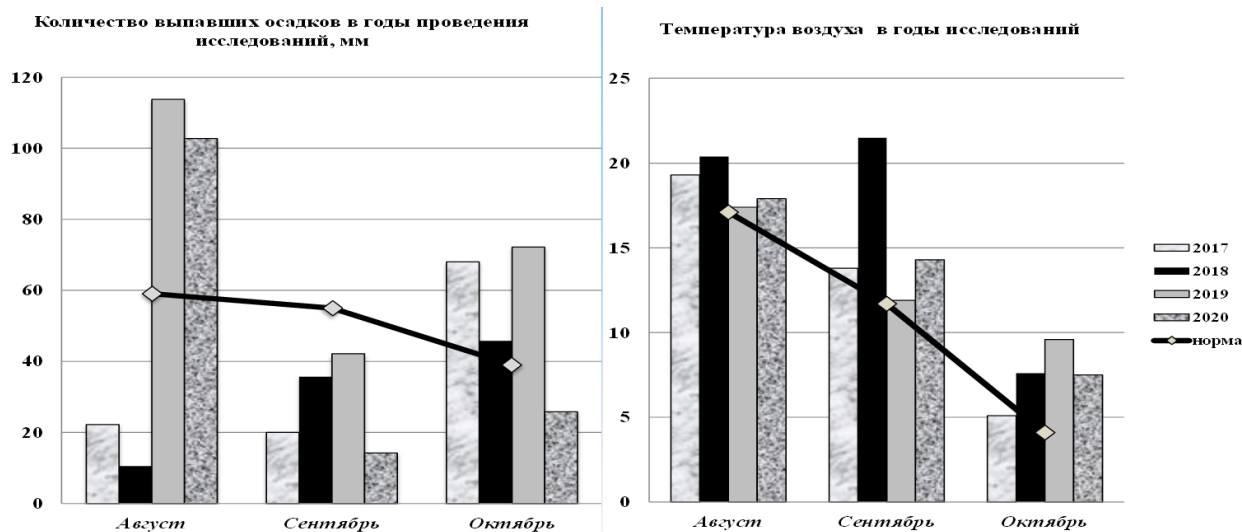


Рис. 1 - Метеорологические условия в период закладки полевых опытов

дом в зиму находились в хорошем состоянии. Климатические условия в зимний период покоя (декабрь-февраль: 106,7 мм при норме 73 мм и -9,0 °С при норме -10,0 °С) и возобновления вегетации (апрель: 84,5 мм при норме 29 мм и 5,6 °С при норме 5,8 °С) озимой пшеницы были удовлетворительными.

Снижение количества осадков в мае (-54,5%), в июне (-34,0%) и сильный ветер привели к иссушению почвы и образованию корки. В июле были хорошие условия для налива зерна. ГТК за апрель-июль месяцы составил 0,9.

В 2018 году также во время подготовки почвы и закладки опыта (с 23 июля по 14 сентября) было сухо и тепло. В период посева озимой пшеницы запасы влаги в слое 0-10 см составили только 2,2 мм (табл. 2). Выпавшие осадки во второй половине сентября (+18,9 мм к норме) и умеренные в октябре (+6,7 мм к норме) положительно влияли на накопление продуктивной влаги в почве. Кущение растений в октябре проходило при хорошей влагообеспеченности (+6,7 мм) почвы и температуре (+3,5 °С) воздуха. Условия для зимовки озимой пшеницы были оптимальные. Количество осадков составило 238,8% от нормы, температура была на +3,0 °С выше многолетних значений. Весенняя вегетация началась в начале апреля. Частые колебания температуры воздуха весной (апрель, май) и отсутствие осадков (-54,3% от нормы) с сильными ветрами привели к иссушению почвы и гибели растений. Отсутствие осадков (-57,3% от нормы) и жаркая погода (выше 34 °С) в июне приводило к ранней спелости зерна озимой пшеницы. ГТК за апрель-июль составил 0,6.

В третий год (2019) подготовки почвы, начиная со 2^{ой} декады августа по 1^{ую} декаду сентября количество выпавших осадков составило лишь 17,4% к норме, устанавливалась атмосферно-почвенная засуха. Несмотря на эти явления погоды, посев изучаемой культуры провели 10 сентября, приурочивая к предстоящим осадкам в ближайшие дни. Со второй декады сентября начались дожди (+2,7 мм выше нормы) и при оптимальной температуре (+0,9 °С) воздуха успешно появились всходы. В октябре было тепло, температура воздуха в отдельные дни прогревалась до +22 °С, а также выпавшие обильные осадки (185 %) в этот период содействовали лучшему развитию растений. Теплая погода (до +17 °С) длилась до третьей декады ноября, вегетация озимой пшеницы продолжалась до наступления холодов. Аномально теплая погода продолжалась в течение зимы (-6,8 при норме -10 °С)

и весны (+3,4 °С от нормы) с обилием выпавших осадков (154,8% от нормы). В связи с теплой погодой весенняя вегетация озимой пшеницы началась раньше среднемноголетних значений на три недели. Состояние растений было хорошее. Период образования зерна (июнь) проходил в оптимальных условиях по температуре (17,9 °С при норме 18,2 °С) и влаге (121,8 мм, или 203% от нормы), полегание при этом не отмечалось. В июле преобладала жаркая (+3 °С выше нормы) и сухая (менее 18% от нормы) погода, вследствие которой были сформированы щуплые зерна в колосе. ГТК за апрель-июль составил 1,2.

В 2020 году погодные условия в период посева (03.09.) озимой пшеницы сложились крайне неблагоприятные. Влажность почвы в слое 0-10 см составляла едва 6 мм (табл. 2). Это привело к гибели наклюнувшихся проростков. Выпавшие осадки во 2^{ой} половине октября на 152% выше нормы и теплая погода выше среднемноголетних значений на 4,3 °С положительно сказались на развитии озимой пшеницы. Первая половина ноября была теплой (+6...8 °С), во второй половине несколько похолодало, прекратилась осенняя вегетация растений. В первой половине декабря было холодно (-20...23 °С). Во второй половине выпал снег (27,4 мм), и морозы несколько ослабели. В январе отмечались незначительные колебания температуры и выпадение снега по декадам. В первой декаде отмечались сильные снегопады (+360% от нормы) при мягкой погоде (-6,8 °С при норме -10,4 °С). Во второй декаде также выпадали мощные снегопады (+395% от нормы), температурный режим снижался до 32 °С. В третьей декаде января произошло увеличение температуры воздуха на 5,5 °С больше многолетней нормы. Оттепели продолжались в течение первой декады февраля, выпали осадки в виде мокрого снега и дождя (27,3 мм при норме 6,0 мм). Во второй и третьей декадах было прохладно (-17,0 °С при норме -10,1 °С) с обилием выпавших осадков (+278,5% от нормы). К концу зимы содержание сахара в узлах кущения озимой пшеницы находилось в норме (23,5 %), состояние растений хорошее. В апреле было теплее многолетних значений на 6,8 °С. Озимые рано возобновили весеннюю вегетацию. В мае месяце также было теплее на 5,4 °С. Высокая температура до +35 °С содействовала быстрому испарению почвенной влаги и образованию корки на поверхности почвы. Высокая температура сохранялась в течение всего июня и июля. Она поднималась до 36 °С. Отмечались сильные суховеи, что привело к возникно-

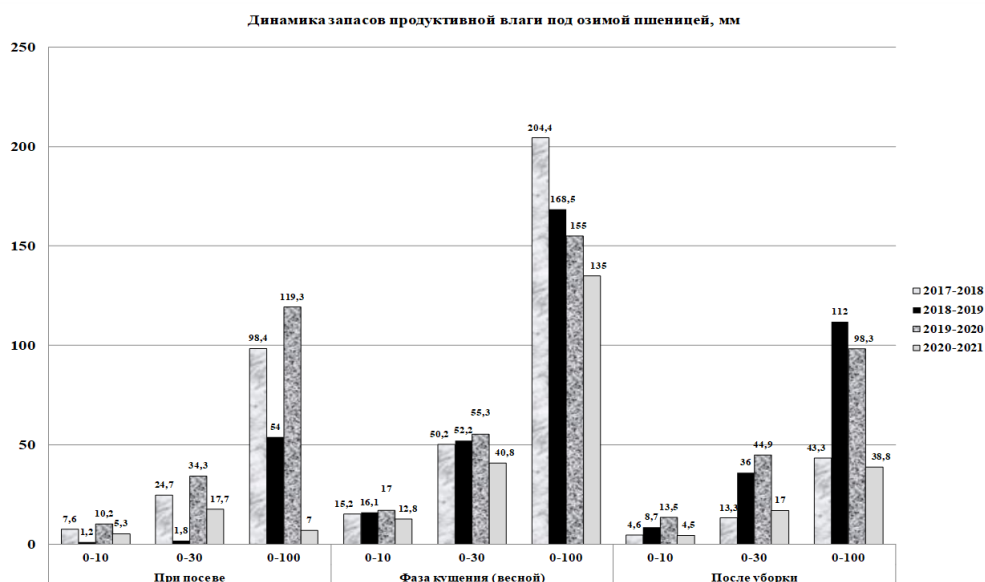


Рис. 2 - Динамика запасов продуктивной влаги под озимой пшеницей, мм.

вению опасного агрометеорологического явления «засуха атмосферная». Озимая пшеница не смогла результативно пройти фазы образования и налива зерна. Встречались череззерница в колосе и щуплость зерна. ГТК за апрель-июль составил 0,7 [18].

Результаты исследований

Ведущее место среди факторов, влияющих на жизнь растений, принадлежит влаге. Для формирования высококачественного урожая нужно, чтобы растения были обеспечены необходимым количеством почвенной влаги в течение всей вегетации. Поэтому возделывание озимой пшеницы по лучшим предшественникам играет значительную роль в накоплении и рациональном употреблении влаги.

В наших исследованиях содержание продуктивной влаги определяли непосредственно в день посева, весной в период возобновления вегетации и уборки урожая. В период посева наименьшее количество (2,2-5,9 мм) влаги в слое 0...10 см были в 2018 и 2020 годах (рис. 2).

Особенно сильно это проявилось в 2018 году, когда запасы влаги в пахотном слое составляли лишь 19,3 мм, что задерживало появление дружных всходов.

В 2017 и 2019 гг. закладки опытов, выпавшие осадки после посева в количестве 9,1 и 10,6 мм благоприятно действовали на появление всходов. Весной за счет таяния снега и обильных осадков (174,1-291,4% от нормы) в апреле влажность пахотного слоя составляла в пределах 42,8-57,8 мм, в метровом слое 150,7-212,0 мм.

В период уборки озимой пшеницы в 2018 и 2021 гг. почва была совершенно иссушена из-за отсутствия дождей и жаркой погоды (0-30 см - 20,5 и 38,0 мм, 0-100 см - 57,7 и 144,9 мм), в 2019 и 2020 гг. - влажной (0-30 см - 36,0 и 44,9 мм, 0-100 см - 98,3 и 179,4 мм).

В связи с засухой в период посева озимой пшеницы всходы появились на 8-12 день в зависимости от года закладки полевых опытов. Наименьшее количество растений в среднем за четыре года сформировалось на 3 варианте (404,6 шт./м²), рядковое внесение азофоски при посеве повышало ее значение на 2,6% (табл. 1).

В благоприятные годы (2017 и 2019 гг.) количество всходов было больше (430,5-459,0 шт./м²) благодаря лучшей обеспеченности почвы влагой. Проведение осенней подкормки NH₄NO₃ приводило к небольшому увеличению количества (на 5,9 шт./м²) растений в сравнении с контролем, также увеличение (на 8,1 шт./м²) отмечалось и на фоне применения азофоски при посеве. Полнота всходов в среднем за четыре года на контрольном фоне (N₀P₀K₀) составила 80,9-83,0%, на удобренном фоне (N_{32,5}P_{32,5}K_{32,5}) – 82,4-84,1%. Весенние дробные внесения азотных удобрений в ходе вегетации озимой пшеницы привели к наибольшей сохранности (50,8-56,8%) растений к уборке в сравнении с контрольным фоном (48,2-49,1%).

Применение азофоски при посеве показало неоднозначное воздействие на урожайность зерна изучаемой культуры. В среднем наименьшая урожайность (3,23 т/га) зерна была получе-

Таблица 1

Полнота и сохранность растений в зависимости от способов и сроков применения минеральных удобрений (2017-2021 гг.)

Послепосевное удобрение (Фактор В) *	Припосевное удобрение (Фактор А)							
	$N_0P_0K_0$				$N_{32,5}P_{32,5}K_{32,5}$			
	Количество растений на 1 м ² , шт.		Полнота всходов, %	Сохранность растений, %	Количество растений на 1 м ² , шт.		Полнота всходов, %	Сохранность растений, %
	полные всходы	перед уборкой			полные всходы	перед уборкой		
1	405,4	195,4	81,1	48,2	412,3	202,5	82,4	49,1
2	411,3	202,3	82,3	49,2	420,4	214,6	84,1	51,0
3	404,6	205,6	80,9	50,8	419,5	220,3	83,9	52,5
4	413,3	210,5	82,6	50,9	415,9	223,6	83,2	53,8
5	413,3	212,0	82,6	51,3	413,0	225,8	82,6	54,7
6	415,3	223,3	83,0	53,8	417,3	237,0	83,4	56,8

* примечание: послепосевное удобрение: 1. N_0 (контроль), 2. N_{34} поздней осенью с «Амазопа», 3. N_{34} весной с сеялкой, 4. N_{34} рано весной с «Амазопа», 5. N_{34} рано весной + N_{34} в фазу начала трубкования с «Амазопа», 6. N_{34} рано весной + N_{34} в фазу начала трубкования с «Амазопа» + N_{15} ОП-3000 (здесь и в табл. 2 и 6).

Таблица 2

Урожайность озимой пшеницы в зависимости от способов и сроков применения минеральных удобрений, т/га (2018-2021 гг.)

Фон удобрений, кг/га д.в.		Урожайность зерна, т/га						
Припосевное удобрение, (Фактор А)	Послепосевное удобрение (Фактор В) *	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее	прибавка к абсолютному контролю	
							т/га	%
$N_0P_0K_0$	1	3,29	1,26	5,59	2,78	3,23	-	-
	2	3,47	1,39	6,42	3,16	3,61	+0,38	11,8
	3	3,39	1,36	6,60	3,03	3,60	+0,37	11,5
	4	3,45	1,73	6,74	3,30	3,81	+0,58	18,0
	5	3,51	2,01	6,95	3,55	4,01	+0,78	24,2
	6	3,46	2,83	7,27	3,67	4,31	+1,08	33,4
	среднее	3,43	1,76	6,60	3,25	3,76	+0,53	16,4
$N_{32,5}P_{32,5}K_{32,5}$	1	3,51	1,56	5,97	2,99	3,51	+0,28	8,7
	2	3,55	1,76	6,57	3,33	3,80	+0,57	17,7
	3	3,59	2,08	6,65	3,27	3,90	+0,67	20,7
	4	3,57	2,29	6,89	3,42	4,04	+0,81	25,1
	5	3,60	2,56	7,03	3,64	4,21	+0,98	30,3
	6	3,77	3,01	7,44	3,72	4,49	+1,26	39,0
	среднее	3,60	2,21	6,76	3,40	3,99	+0,76	23,5
НСР05	Варианты	0,42	0,23	0,45	0,20	0,18		
	Фактор А	$F_\phi < F_{0,5}$	0,09	$F_\phi < F_{0,5}$	0,08	0,07		
	Фактор В	$F_\phi < F_{0,5}$	0,16	0,32	0,14	0,13		
	Взаимосвязь АВ	$F_\phi < F_{0,5}$	0,23	$F_\phi < F_{0,5}$	$F_\phi < F_{0,5}$	$F_\phi < F_{0,5}$		
Точность опыта, %		4,01	3,94	2,31	2,05	1,60		

на на абсолютном контроле (табл. 2). При внесении $N_{32,5}P_{32,5}K_{32,5}$ продуктивность повысилась относительно контрольного фона на 0,28 т/га.

Использование азотных подкормок также привело к повышению урожайности (3,60-4,31 т/га) зерна сравнительно контрольного варианта (3,23 т/га). Менее эффективными оказались подкормки растений сеялкой (3,60 т/га) и разбрасывателем (Amazone) осенью (3,61 т/га) в дозе N_{34} кг/га д.в. Дробная азотная подкормка ($N_{34}+N_{34}+N_{15}$) растений по вегетации была более эффективной (4,31 т/га). На фоне сложных удобрений при посеве ($N_{32,5}P_{32,5}K_{32,5}$) подкормка азотными удобрениями способствовала увеличению урожайности на 17,6-39,0% по сравнению с абсолютным контролем (3,23 т/га).

К основным элементам структуры урожайности зерна относятся количество продуктивных стеблей и составляющие элементы колоса (количество зерен в 1 колосе и его масса), а для формирования наибольшей урожайности зерна озимой пшеницы необходимо иметь на 1 м² около 500-600 шт. продуктивных стеблей. На увеличение их количества положительное влияние оказывают минеральные удобрения в технологии возделывания изучаемой культуры [14,19, 20].

В наших исследованиях на контроле коли-

чество продуктивных колосьев составило 256,1 шт./м². Применение азофоски ($N_{32,5}P_{32,5}K_{32,5}$) при посеве (269,5 шт./м²) со следующей подкормкой растений по вегетации (285,8-311,8 шт./м²) их численность увеличило на 5,2-21,8 %, где наибольшее значение (311,8 шт./м²) было получено на высоком фоне использования удобрений (табл. 3).

Минимальное число зерен в 1 колосе (33,7 шт.) и их масса (1,28 г) образовались на контроле. Посев с применением сложных удобрений ($N_{32,5}P_{32,5}K_{32,5}$) в рядки и подкормка азотными удобрениями в разные этапы развития растений приводили к росту их количества (34,8-37,2 шт.) и массы (1,33-1,51 г.) на 3,3-10,4% и 3,9-18,0% соответственно. Наибольшее количество зерен (37,2 шт.) и их масса (1,51 г) сформировалось на варианте дробного применения азотной подкормки растений ($N_{34}+N_{34}+N_{15}$).

Некорневая подкормка растений азотными удобрениями на фоне использования азофоски при посеве содействовала увеличению массы зерна (39,0-40,6 г) на 2,4-6,6% по сравнению с контрольным фоном (38,1 г).

Хлебопекарное качество и питательная ценность муки зависит от содержания количества сырой клейковины и белка в зерне пшеницы [21].

Таблица 3.

Структура урожая озимой пшеницы в зависимости от способов и сроков применения минеральных удобрений (в ср. за 2018-2021 гг.)

Послепосевное удобрение (Фактор В) *	Урожайность, т/га	Число продуктивных стеблей, шт./м ²	Кол-во зерен в 1 колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г	Масса 1000 зерен, г
Припосевное удобрение $N_0P_0K_0$ (Фактор А)					
1 N_0 (контроль)	3,23	256,1	33,7	1,28	38,1
2 N_{34} N_{34} поздней осенью с «Amazone»	3,61	278,5	34,6	1,34	38,9
3 N_{34} весной с сеялкой	3,60	276,4	34,7	1,37	39,4
4 N_{34} рано весной с «Amazone»	3,81	278,6	34,9	1,38	39,5
5 N_{34} рано весной + N_{34} в фазу начала трубкования с «Amazone»	4,01	292,5	35,5	1,41	39,7
6 N_{34} рано весной + N_{34} в фазу начала трубкования с «Amazone» + N_{15} ОП-3000	4,31	301,1	36,5	1,46	40,1
Припосевное удобрение $N_{32,5}P_{32,5}K_{32,5}$ (Фактор А)					
1 N_0 (контроль)	3,51	269,5	34,8	1,33	38,4
2 N_{34} поздней осенью с «Amazone»	3,80	285,8	35,3	1,38	39,0
3 N_{34} весной с сеялкой	3,90	293,5	35,2	1,39	39,6
4 N_{34} рано весной с «Amazone»	4,04	293,9	35,5	1,41	39,8
5 N_{34} рано весной + N_{34} в фазу начала трубкования с «Amazone»	4,21	303,9	36,1	1,44	40,0
6 N_{34} рано весной + N_{34} в фазу начала трубкования с «Amazone» + N_{15} ОП-3000	4,49	311,8	37,2	1,51	40,6

Таблица 4.

Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от применения минеральных удобрений, %

Послепосевное удобрение (Фактор В)	Припосевное удобрение (Фактор А)			
	Содержание клейковины		Содержание протеина	
	$N_0 P_0 K_0$	$N_{32,5} P_{32,5} K_{32,5}$	$N_0 P_0 K_0$	$N_{32,5} P_{32,5} K_{32,5}$
1 N_0 (контроль)	29,0	31,2	13,0	13,8
2 N_{34} поздней осенью с «Amazone»	30,9	31,7	13,5	13,7
3 N_{34} весной с сеялкой	30,4	31,9	13,3	13,7
4 N_{34} рано весной с «Amazone»	31,8	32,4	13,7	13,9
5 N_{34} рано весной + N_{34} в фазу начала трубкования с «Amazone»	30,6	33,3	13,3	14,2
6 N_{34} рано весной + N_{34} в фазу начала трубкования с «Amazone» + N_{15} ОП-3000	30,4	32,0	13,3	13,8

Таблица 5.

Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы

Послепосевное удо- брение (Фактор В)	Урожай т/га	Производствен- ные затраты, руб./га	Стоимость продукции, руб./га	Условно- чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабель- ность, %
Припосевное удобрение $N_0 P_0 K_0$ (Фактор А)						
1	3,23	14439	32300	17861	4470	123,7
2	3,61	16372	36100	19728	4540	120,5
3	3,60	16070	36000	19930	4460	124,0
4	3,81	16457	38100	21643	4320	131,5
5	4,01	17424	40100	22676	4350	130,1
6	4,31	19109	43100	23991	4430	125,5
Припосевное удобрение $N_{32,5} P_{32,5} K_{32,5}$ (Фактор А)						
1	3,51	14615	35100	20485	4160	140,2
2	3,80	16508	38000	21492	4340	130,2
3	3,90	19756	39000	19244	5070	97,4
4	4,04	16626	40400	23774	4120	143,0
5	4,21	21065	42100	21035	5000	99,9
6	4,49	23806	44900	21094	5300	88,6

По данным ГОСТ 9353–90 зерно пшеницы высшего класса должно содержать не менее 36% сырой клейковины, 1 - 32%, 2 - 28%, 3 - 23% и 4 класса 18%.

В наших исследованиях наименьшие показатели качества зерна за период проведения исследований были получены на контрольном фоне (клейковина 29,0% и белок 13,0%), соответствующие второму классу (табл. 4).

Применение азотной подкормки на этом фоне позволило повысить качество зерна на 1,4-2,8%, но не превысило второй класс. Припосевное внесение сложных удобрений ($N_{32,5} P_{32,5} K_{32,5}$) приводило к увеличению содержания клейковины (31,2%) и белка (13,8%) в зерне на 2,2 и 0,8% соответственно в сравнении с абсолютным контролем. Применение азотной подкормки

весной разбросным способом в разные этапы развития растений на фоне сложных удобрений приводило к повышению качества зерна (32,0-33,3%) озимой пшеницы до первого класса. Самые высокие показатели были получены на фоне ранневесенней подкормки и в фазу трубкования растений (N_{34} + N_{34} весной) и составили 33,3% и 14,2%. Подкормка мочевиной в фазе колошения растений не приводила к увеличению качества зерна.

В настоящее время залогом успешного развития отрасли растениеводства является получение прибыли при возделывании любой культуры [22].

По результатам наших исследований самая низкая себестоимость (4120 руб./т) и высокая рентабельность (143,0%) зерна обеспечил

вариант весенней подкормки растений аммиачной селитрой (N_{34}) на фоне применения азофоски ($N_{32,5}P_{32,5}K_{32,5}$) при посеве (табл. 5).

Некоторое экономическое снижение (4160 руб./т и 140,2% соответственно) отмечалось на контрольном варианте из-за низкой урожайности озимой пшеницы. На этом же фоне снижение экономических показателей продолжалось за счет увеличения количества подкормок ($N_{34} + N_{34} + N_{15}$) во время вегетации и увеличения производственных затрат (23806 руб./га) и привело к росту себестоимости зерна (5300 руб./т) и снижению рентабельности (88,6%).

Наименьший условно-чистый доход (17861 руб./га) обеспечил контрольный вариант из-за низкой урожайности (3,23 т/га) озимой пшеницы. Увеличение условно-чистого дохода зависело от урожайности изучаемой культуры, где наибольшее значение этого показателя (23991 руб./га) было достигнуто при высокой дозе применения азотной подкормки. На контрольном фоне также самая низкая себестоимость (4320 руб.) одной тонны зерна и высокая рентабельность (131,5%) были получены при весенней подкормке (N_{34}) растений.

Обсуждение

Припосевное внесение азофоски позволило увеличить урожайность озимой пшеницы на 0,28 т/га (8,7%) и содержание клейковины на 2,2% в сравнении с контрольным фоном (29,0%). Также применение внекорневой подкормки в разные сроки вегетации растений обеспечило увеличение урожайности (на 17,7-39,0%) относительно абсолютного контроля 3,23 т/га. Самая низкая эффективность азотной подкормки обеспечивалась при осенней подкормке растений (3,80 т/га), некоторое ее увеличение отмечалось при весенней подкормке растений сеялкой (3,90 т/га). Дробное применение азотной подкормки в течение весенней вегетации ($N_{34} + N_{34} + N_{15}$) приводило к наибольшей сохранности растений к уборке, увеличению количества колосков на единице площади, озерненности и его массе. Урожайность при этом увеличивалась на 39,0% в сравнении с абсолютным контролем (3,23 т/га). Припосевное внесение сложных удобрений и ранневесенняя подкормка аммиачной селитрой (N_{34}) обеспечивали низкую себестоимость (4120 руб./т) зерна. Наибольший условно-чистый доход (23991 руб./га) показал контрольный вариант на фоне применения аммиачной селитры ($N_{34} + N_{34} + N_{15}$) по разным фазам развития растений.

Заключение

Таким образом, для получения высококачественной урожайности зерна озимой пшеницы

Марафон следует высевать ее с внесением в рядки сложных удобрений и последующей весенней подкормкой азотными удобрениями. Хорошие результаты обеспечиваются при проведении дробной подкормки азотными удобрениями в разные фазы развития растений ($N_{34} + N_{34} + N_{15}$), как при рядковом внесении сложных удобрений при посеве, так и без рядковых удобрений.

Библиографический список

1. Вошедский, Н. Н. Особенности влияния отдельных технологических приёмов на водопотребление и урожайность новых сортов озимой пшеницы в Ростовской области / Н. Н. Вошедский, В. А. Кулыгин // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36, № 9. – С. 26-31. – DOI 10.53859/02352451_2022_36_9_26. – EDN GDJHIN.
2. Хакимов, Р. А. Формирование урожайности озимой пшеницы по занятому пару в зависимости от уровня минерального питания / Р. А. Хакимов, С. А. Никифорова, Н. В. Хакимова // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35, № 2. – С. 33-40. – DOI 10.24411/0235-2451-2021-10205. – EDN PUAELN.
3. Сортимент озимой мягкой пшеницы для центрального региона России с повышенным потенциалом продуктивности и качества / Б. И. Сандухадзе, Г. В. Кочетыгов, М. И. Рыбакова [и др.] // Вестник Орловского государственного аграрного университета. - 2012. - № 3 (36). - С. 16–19.
4. Шарипова, Р. Б. Влияние предшественников и сроков посева на перезимовку и урожайность озимой пшеницы в изменяющихся условиях регионального климата / Р. Б. Шарипова, Р. А. Хакимов, Н. В. Хакимова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2020. - Т. 15, № 2(58). - С. 66–71. - DOI: 10.12737/2073-0462-2020-66-71.
5. Новичихин, А. М. Применение минеральных удобрений и регуляторов роста растений при возделывании озимой пшеницы / А. М. Новичихин, Л. А. Пискарева, Е. Г. Бочарникова // Центральный научный вестник. – 2018. - Т. 3, № 20(61). – С. 28-30.
6. Кузина, Е. В. Изменение урожайности озимой пшеницы и качества зерна в зависимости от способов основной обработки почвы и уровня удобрённости / Е. В. Кузина, А. И. Якунин // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 11. – С. 24-29.
7. Влияние длительного применения удобрений на показатели роста, урожайность и качество зерна озимой пшеницы / С. Х. Дзанагов, Т. К. Лазаров, Б. С. Калоев [и др.] // Агрехимия. – 2019. – № 4. – С. 31-38. – DOI 10.1134/S0002188119020066. – EDN TKFTVC.

8. Korolev, V. A. Changes in the fertility of a leached chernozem under different primary tillage technologies / V. A. Korolev, A. I. Gromovik, O. K. Borontov // Eurasian Soil Science. - 2016. - Vol. 49, No 1. - P. 95–101.
9. Chwil, S. Effects of foliar feeding under different soil fertilization conditions on the yield structure and quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) / S. Chwil // Acta Agrobotanica. Soc. Botanicorum Poloniae. Lublin. - 2014. - Vol. 67(4). - P. 135–144.
10. Продуктивность и качество сортов озимой пшеницы на Брянщине / В. Е. Торигов [и др.] // Зерновые культуры. – 2001. - № 2. - С. 23-24.
11. Эффективность ресурсосберегающих приемов возделывания озимой пшеницы в условиях Центрально-Чернозёмного региона / И. И. Гуреев, А. В. Гостев, Л. Б. Нитченко [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36, № 6. – С. 55-60. – DOI 10.53859/02352451_2022_36_6_55. – EDN EMBHIN.
12. Araki, H. Waterlogging and hypoxia have permanent effects on wheat root growth and respiration / H. Araki, M. A. Hossain, T. Takahashi // Journal of Agronomy and Crop Science. - 2012. - Vol. 198, No 4. - P. 264–275.
13. Consequences and mitigation strategies of abiotic stresses in wheat (*Triticum aestivum* L.) under the changing climate / A. Hossain, M. Skalicky, M. Brestic [et al.] // Agronomy. – 2021. – Vol. 11, No 2. – DOI 10.3390/agronomy11020241.
14. Адаптивно-ландшафтная система земледелия: коллективная монография / А. В. Дозоров, В. А. Исайчев, С. Н. Никитин. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2017. - 448 с.
15. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: ООО «Группа Компаний Море», 2019. – Вып. 1. – 384 с.
16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки). 5 издание, перераб. и допол. Стереотип изд. М.: Альянс, 2014. – 351 с.
17. Сорта и гибриды ФГБНУ «АНЦ «Донской» : каталог / Н. Е. Самофалова, О. В. Скрипка, Д. М. Марченко [и др.] ; ФГБНУ Аграрный научный центр Донской. – Воронеж : ООО Издат-Черноземье, 2021. – 142 с. – ISBN 978-5-6043878-1-8.
18. Немцев, С. Н. Агроклиматические ресурсы, их изменение и экологические ограничения вегетационного периода Ульяновской области / С. Н. Немцев, Р. Б. Шарипова // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35, № 3. – С. 10-14. – DOI 10.24411/0235-2451-2021-10302. – EDN RPFOLW.
19. Структура урожая и продуктивность сортов озимой пшеницы при выращивании на планируемую урожайность / Васин В.Г., Васин А.В., Фадеев С.В., Фадеева Е.С. // Известия самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №4. С.3-8
20. Продуктивность звеньев севооборотов с озимой пшеницей и приемы совершенствования агротехнологий в условиях лесостепи Поволжья / А.Л. Тойгильдин, М.И. Подсевалов, И.А. Тойгильдина, Д.Э. Аюпов, В.Н. Остин // Нива Поволжья. - 2021. - №1 (58). - С. 42-51.
21. Effect of pre-harvest sprouting on physicochemical changes of proteins in wheat / S. Simsek, J. Ohm, H. Lu, M. Rugg, W. Berzonsky, M. Alamri, M. Mergoum // J. Sci. Food Agric. – 2014. - Vol. 94. - P. 205-212.
22. Власов, В. Г. Влияние элементов технологии на водопотребление и эффективность возделывания яровой мягкой пшеницы / В. Г. Власов, Л. Г. Захарова, С. А. Никифорова // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 9. – С. 13-18. – DOI 10.28983/asj.y2021i9pp13-18. – EDN FQTMPR.

YIELD AND QUALITY OF WINTER WHEAT GRAIN IN CASE OF DIFFERENT SOWING TIMES AND FERTILIZATION METHODS

R. A. Khakimov

Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ulyanovsk Research Institute of Agriculture named after N.S. Nemtsev, Institutskaya st., 19, Timiryazevsky v., Ulyanovsk district, Ulyanovsk region, 433315, Russian Federation

Keywords: winter wheat (*Triticum aestivum* L.), fertilizers, yield, grain quality, economics.

Research on assessment the effectiveness of pre-sowing and post-sowing application of mineral fertilizers when cultivating winter wheat of Marathon variety on pure fallow with a seeding amount of 5 million pcs./ha was carried out in the conditions of the Middle Volga region. Scientific work was carried out in 2017-2021 on leached heavy loamy black soil with the following parameters of soil fertility: pH of salt extract - 6.3-6.5 units, humus content (according to Tyurin) - 6.5%, mobile forms of phosphorus and potassium (according to Chirikov) -185-216 and 80-85 mg/kg, respectively. The experimental scheme included study of the following variants: pre-sowing complex fertilizer (factor A) – 1. $N_0P_0K_0$, 2. $N_{32.5}P_{32.5}K_{32.5}$; nitrogen fertilizing (factor B) – 1. N_0 , 2. N_{34} in autumn, 3. N_{34} in spring with a seeder with coulters, 4. N_{34} in early spring, 5. N_{34} in early spring + N_{34} in the booting phase, 6. N_{34} in early spring + N_{34} in the booting phase + N_{15} in the heading phase. The lack of productive moisture during sowing did not allow to obtain successful shoots (total germination 80.9-84.1%). Frequent fluctuations in air temperature and precipitation during the growing season negatively affected the survivability of plants (48.2-56.8%). The highest grain yield (4.64 t/ha) was obtained in case of sowing winter wheat with simultaneous application of azofoska ($N_{32.5}P_{32.5}K_{32.5}$) and fractional fertilization with nitrogen fertilizers ($N_{34}+N_{34}+N_{15}$) into the rows during plant vegetation, which exceeded the control variant (3.23 t/ha) by 43, 65%. The maximum content of gluten

(33.3%) and protein (14.2%) was provided in the variant of fractional ($N_{34}+N_{34}$) fertilization with ammonium nitrate in case of usage of complex fertilizers during sowing. Sowing winter wheat with simultaneous application of complex fertilizers and single spring fertilization of plants turned out to be more economically profitable (profitability level of 143.0% at a cost of 4120 rubles/t).

Bibliography:

1. Voshedsy, N. N. Features of the influence of individual technological methods on water consumption and yield of new varieties of winter wheat in Rostov region / N. N. Voshedsy, V. A. Kulygin // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. – 2022. – V. 36, № 9. – P. 26–31. – DOI 10.53859/02352451_2022_36_9_26. – EDN GDJHH.
2. Khakimov, R. A. Formation of winter wheat yield on occupied fallow depending on the level of mineral nutrition / R. A. Khakimov, S. A. Nikiforova, N. V. Khakimova // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. – 2021. – V. 35, № 2. – P. 33–40. – DOI 10.24411/0235-2451-2021-10205. – EDN PUAELN.
3. Assortment of winter soft wheat for the central region of Russia with increased productivity and quality potential / B. I. Sandukhadze, G. V. Kochetygov, M. I. Rybakova [et al.] // *Vestnik of Oryol State Agrarian University*. – 2012. – № 3 (36). – P. 16–19.
4. Sharipova, R. B. The influence of forecrops and sowing dates on overwintering and yield of winter wheat in changing conditions of the regional climate / R. B. Sharipova, R. A. Khakimov, N. V. Khakimova // *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. – 2020. – V. 15, № 2(58). – P. 66–71. – DOI: 10.12737/2073-0462-2020-66-71.
5. Novichikhin, A. M. Application of mineral fertilizers and plant growth regulators in cultivation of winter wheat / A. M. Novichikhin, L. A. Piskareva, E. G. Bocharnikova // *Central Scientific Vestnik*. – 2018. – V. 3, № 20(61). – P. 28–30.
6. Kuzina, E. V. Changes in yield of winter wheat and grain quality depending on the methods of primary soil tillage and fertilization level / E. V. Kuzina, A. I. Yakunin // *Agricultural Scientific Journal*. – 2016. – № 11. – P. 24–29.
7. The influence of long-term usage of fertilizers on growth parameters, yield and grain quality of winter wheat / S. Kh. Dzanagov, T. K. Lazarov, B. S. Kaloev [et al.] // *Agrochemistry*. – 2019. – № 4. – P. 31–38. – DOI 10.1134/S0002188119020066. – EDN TKFTVC.
8. Korolev, V. A. Changes in the fertility of a leached black soil under different primary tillage technologies / V. A. Korolev, A. I. Gromovik, O. K. Borontov // *Eurasian Soil Science*. – 2016. – Vol. 49, № 1. – P. 95–101.
9. Chwil, S. Effects of foliar feeding under different soil fertilization conditions on the yield structure and quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) / S. Chwil // *Acta Agrobotanica. Soc. Botanicorum Poloniae. Lublin*. – 2014. – Vol. 67(4). – P. 135–144.
10. Productivity and quality of winter wheat varieties in Bryansk region / V. E. Torikov [et al.] // *Grain crops*. – 2001. – № 2. – P. 23–24.
11. The effectiveness of resource-saving methods for cultivation of winter wheat in the conditions of the Central Black Soil region / I. I. Gureev, A. V. Gostev, L. B. Nitchenko [et al.] // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. – 2022. – V. 36, № 6. – P. 55–60. – DOI 10.53859/02352451_2022_36_6_55. – EDN EMBHIN.
12. Araki, H. Waterlogging and hypoxia have permanent effects on wheat root growth and respiration / H. Araki, M. A. Hossain, T. Takahashi // *Journal of Agronomy and Crop Science*. – 2012. – Vol. 198, № 4. – P. 264–275.
13. Consequences and mitigation strategies of abiotic stresses in wheat (*Triticum aestivum* L.) under the changing climate / A. Hossain, M. Skalicky, M. Brestic [et al.] // *Agronomy*. – 2021. – Vol. 11, № 2. – DOI 10.3390/agronomy11020241.
14. Dozorov, A.V. Adaptive landscape farming system: collective monograph / A. V. Dozorov, V. A. Isaichev, S. N. Nikitin. – Ulyanovsk: Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 2017. – 448 p.
15. Methodology for state variety testing of agricultural crops. – M.: OOO "Group of Companies More", 2019. – Issue. 1. – 384 p.
16. Dospehov B. A. Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing). 5th edition, revised and upgr. Stereotype ed. M.: Alliance, 2014. 351 p.
17. Nemtsev, S. N. Agroclimatic resources, their changes and environmental limitations of the growing season of Ulyanovsk region / S. N. Nemtsev, R. B. Sharipova // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. – 2021. – V. 35, № 3. – P. 10–14. – DOI 10.24411/0235-2451-2021-10302. – EDN RPFOLW.
18. Crop structure and productivity of winter wheat varieties when grown for the planned yield / V.G. Vasin, A.V. Vasin, S.V. Fadeev, E.S. Fadeeva // *Bulletin Samara State Agricultural Academy*, 4, 3–8 (in Russ.). doi: 10.55471/19973225_2022_7_4_3
19. Productivity of winter wheat crop rotations and methods of agricultural technologies improvement in the forest-steppe conditions of the Volga region / A.L. Toigildin, M.I. Podsevalov, I.A. Toigildina, D.E. Ayupov // *Volga Region Farmland*. – 2021. – № 1 (58). – P. 42–51.
20. Effect of pre-harvest sprouting on physicochemical deposits of proteins in wheat / S. Simsek, J. Ohm, H. Lu, M. Rugg, W. Berzonsky, M. Alamri, M. Mergoum // *J. Sci. Food Agric*. – 2014. – Vol. 94. – P. 205–212.
21. Vlasov, V. G. Influence of technology elements on water consumption and efficiency of cultivation of spring soft wheat / V. G. Vlasov, L. G. Zakharova, S. A. Nikiforova // *Agrarian scientific journal*. – 2021. – № 9. – P. 13–18. – DOI 10.28983/asj.y2021i9pp13-18. – EDN FQTMPR.