

ВЛИЯНИЕ ДОЗ И СРОКОВ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Хакимов Роберт Абзалетдинович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур

Никифорова Светлана Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур

Хакимова Наталья Валентиновна, научный сотрудник отдела селекции

Ульяновский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН,

433315, Ульяновская обл., Ульяновский район, п. Тимирязевский, ул. Институтская, 19;

Тел.: 8(84254)34-1-32; e-mail: ulniish@mail.ru

Ключевые слова: озимая пшеница, минеральные удобрения, сроки и дозы применения, качество урожая, урожайность

На опытном поле Ульяновского НИИСХ в 2016-2019 гг. проведены исследования с целью определения эффективности стартовых доз минеральных удобрений, а также азотных подкормок на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы Марафон. В исследованиях установлены оптимальные сроки проведения азотных подкормок и дозы минеральных удобрений. Погодные условия за годы исследований были контрастными, что позволило оценить отзывчивость озимой пшеницы на минеральные удобрения в условиях различной влагообеспеченности. Наибольшую эффективность показали варианты с внесением азотной подкормки в дозе 34 кг/га в весенний период по тало-мерзлой почве, что позволило дополнительно получить 0,51 т/га и, наоборот, наименьшую – в осенний период (+0,16 т/га). Максимальный урожай зерна озимой пшеницы (3,72 т/га) формировался при посеве ее с одновременным внесением в рядки 45,5 кг/га сложных удобрений на фоне дробного внесения аммиачной селитры весной в фазу кущения и трубкования растений в количестве 34 кг/га и подкормки в фазу колошения мочевиной в дозе 15 кг/га. Корреляционный анализ показал положительную тесную зависимость между элементами структуры урожая озимой пшеницы в зависимости от различных доз и способов внесения минеральных удобрений и азотных подкормок ($r=0,82-0,96$). Наибольшее содержание протеина (в среднем 14,1%) и клейковины (33,0%) обеспечивал контрольный фон без применения рядковых удобрений. Применение сложных удобрений при посеве приводило к незначительному снижению количества протеина (14%) и клейковины (до 32,4-32,9%). Больше влияние на данные показатели оказали азотные подкормки.

Введение

Озимая пшеница является одной из основных, наиболее продуктивных сельскохозяйственных культур в лесостепи Среднего Поволжья, ежегодно занимая в структуре посевных площадей не менее 20-25 %. Одним из важнейших условий повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы является своевременное внесение расчетных доз минеральных удобрений на протяжении всего периода вегетации растений. В свою очередь, эффективность используемых удобрений можно увеличить, применяя различные способы предпосевной обработки почвы, предшественников, создавая условия для формирования высококачественного урожая зерна [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Несомненно, главенствующая роль как в вопросах сохранения и воспроизводства почвенного плодородия, так и поддержания высокой продуктивности земледелия и получения продукции хорошего качества принадлежит, прежде всего, системе удобрений [7]. Во всех

регионах при возделывании озимой пшеницы придают большое значение применению минеральных удобрений, эффективность сроков и способов внесения которых неодинакова в зависимости от почвенно-климатических условий.

В научной литературе существуют противоречивые исследования о наиболее целесообразных способах и сроках применения минеральных удобрений. Ряд ученых придает большое значение внекорневому внесению удобрений и рекомендует вносить минеральные удобрения под озимую пшеницу «одновременно с посевом в рядки» или производить «раннюю весеннюю подкормку азотными удобрениями» [8, 9]. В других исследованиях показано, что самые высокие прибавки зерна пшеницы получены на вариантах с совместным применением удобрений при посеве и проведением подкормки растений в фазу кущения - выход в трубку [10]. Существует мнение, что эффективность ранневесенней азотной подкормки озимой пшеницы в большей степени предопределяется

погодными условиями, чем дозой азота и способом внесения удобрений, но по экономической эффективности поверхностный способ внесения аммиачной селитры имеет неоспоримое преимущество перед прикорневым [11].

Кроме того, большинство ученых, изучающих азотные подкормки, отмечает их положительное влияние на урожайность и качество зерна пшеницы. При этом часть исследователей сообщает о влиянии только на урожайность или только на качество зерна [12].

В исследованиях Потушанского В.А. и др. [2] было установлено, что применение азотных удобрений дробно (под культивацию 30, в осеннюю подкормку 30 и некорневую подкормку 30 кг/га д.в.) дозой 90 кг/га д.в. обеспечивало прибавку урожая зерна по чистому пару 6,4; по гороху – 9,6; по однолетним травам – 8,9 и по сидеральному пару – 13,5 ц/га. Осенняя подкормка посевов азотными удобрениями дозой 30 кг/га д.в. и некорневая подкормка таким же количеством по эффективности равнозначны внесению под культивацию 45 кг/га и осенней подкормке такой же дозой.

Таким образом, в конкретных почвенно-климатических условиях требуется уточнение параметров применения удобрений. На основании этого была определена цель исследований – изучить влияние сроков, способов применения и доз минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья.

Представленная работа является составной частью научно-исследовательских работ отдела земледелия и технологий возделывания с.-х. культур Ульяновского НИИСХ: «Изучить влияние элементов технологий возделывания на урожайность и качество зерна новых сортов озимой пшеницы».

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в 2016 - 2019 гг. на опытном поле Ульяновского НИИСХ. Предшественником озимой пшеницы был чистый пар. Под предпосевную культивацию внесены расчетные дозы минеральных удобрений согласно схеме опыта. Для посева озимой пшеницы с одновременным внесением сложных удобрений в рядки использовали зернотуковую сеялку СЗТ-3,6. Учетная площадь делянки составляла 85 м², повторность трехкратная, расположение делянок систематическое. Нормы высева семян – 5 млн. всхожих зерен на гектар. Посев проводили 11 сентября.

Опыт высевался по следующей схеме: I. Применение сложных удобрений при посеве (Фактор А): 1. N₀P₀K₀ (контроль), 2. N_{32,5}P_{32,5}K_{32,5}, 3. N_{45,5}P_{45,5}K_{45,5}. II. Подкормка посевов азотными удобрениями (Фактор В): 1. N₀P₀K₀ (контроль), 2. поздняя осенняя подкормка NH₄NO₃ в дозе 34 кг/га д.в., 3. весенняя подкормка NH₄NO₃ в дозе 34 кг/га д.в. (сеялкой с сошниками при достижении спелости почвы), 4. весенняя подкормка NH₄NO₃ в дозе 34 кг/га д.в. (по таломерзлой почве), 5. дробное внесение NH₄NO₃ весной по таломерзлой почве и в фазу начала трубкования в дозе по 34 кг/га д.в. (68 кг/га д.в.), 6. дробное внесение NH₄NO₃ весной по таломерзлой почве и в фазу начала трубкования в дозе по 34 кг/га д.в. (68 кг/га д.в.) + подкормка CO(NH₂)₂ в фазу колошения в дозе 15 кг/га д.в.

Технология возделывания озимой пшеницы – адаптивная [13]. В качестве сложных удобрений применялась азофоска с содержанием N₁₅P₁₅K₁₅, азотные подкормки проводились аммиачной селитрой и мочевиной.

Наблюдения, учеты и анализы проводили в соответствии с методикой полевого опыта по Б.А. Доспехову [14].

Полевые опыты проведены на черноземе выщелоченном среднемощном тяжелосуглинстом со следующими показателями почвенного плодородия: гумус (по Тюрину) – 6,5%, рН солевой вытяжки – 6,3-6,5, P₂O₅ – 185-215, K₂O – 80-85 мг на 1 кг почвы.

Объектом исследования был сорт озимой пшеницы Марафон, который районирован в Средневолжском регионе в 2009 г. Сорт создан ВНИИ зерновых культур им. И.Г. Калининко. Разновидность – лютесценс. Среднеранний (241-346 дней) ценный сорт пшеницы с хорошими хлебопекарными качествами, сочетающий высокий потенциал продуктивности и устойчивость к полеганию [15,16]. Высота растений 61-86 см. В год проявления признака сорт отличается засухоустойчивостью. Зимостойкость выше средней. Сорт отличается устойчивостью к полеганию. Умеренно восприимчив к бурой ржавчине и септориозу, восприимчив к твердой головне и снежной плесени. Устойчив к пыльной головне и мучнистой росе.

По данным наблюдений агрометеорологического поста Тимирязевский в 2016 году в августе во время наступления сева озимых культур отмечалась почвенная засуха вследствие недостатка осадков в течение всего месяца (выпало всего 10 – 15% от многолетних данных), продолжительность бездождевого периода достигла

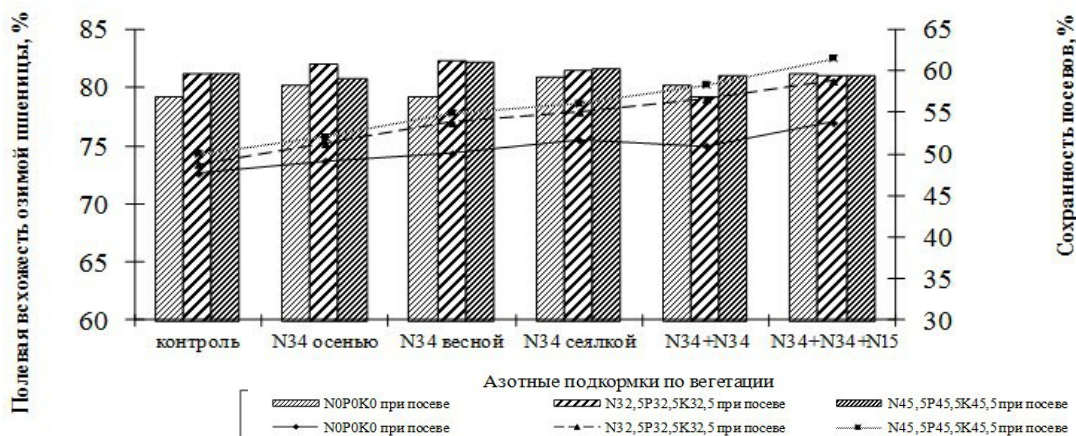


Рис. 1 – Влияние минеральных удобрений на полевую всхожесть и сохранность растений озимой пшеницы (среднее за 2017-2019 гг.)

сорока дней. В сентябре эффективные дожди (всего выпало 108,0 мм при норме 55,0 мм) прекратили засуху и создали оптимальные условия для сева и роста озимых. При достаточном и оптимальном увлажнении почвы растения развивались и прошли закалку. С середины 10 октября по 15 апреля озимые находились в состоянии покоя. Условия перезимовки были удовлетворительными. Vegetационный период 2017 года характеризовался прохладной и дождливой весенне-летней погодой, засушливой – в августе и сентябре. В июле наблюдался умеренно теплый температурный режим, с рекордным количеством осадков 163 мм (281% от нормы), причем основное количество месячных осадков июля выпало за два дня – 5-6 июля (134,6 мм). Сумма активных температур 2411°C, за счет жарких августа и сентября месяцев, оказалась близкой к средним многолетним значениям. Гидротермический коэффициент составил 1,4 при норме 1,0.

Метеорологические условия 2017 - 2018 гг. имели отклонения относительно среднемноголетних показателей как по количеству выпавших осадков, так и по ходу суточной температуры. В период посева (11 сентября) было тепло и сухо. За месяц выпало всего 20 мм осадков при норме 55 мм, но выпавшие дожди 8 сентября в количестве 11 мм пополнили запасы продуктивной влаги перед посевом озимой пшеницы [17, 18]. Запасы продуктивной влаги в период посева озимой пшеницы были удовлетворительными: в пахотном слое почвы содержалось 25,6-33,4 мм, полуметровом от 59,6 мм до 84,9 мм, в метровом 125,3-161,5 мм. Несмотря на резкие перепады температуры в зимний и весенний периоды, метеорологические условия для зимовки и возобновления озимой пшеницы были хорошими, гибель растений составила в пределах

10-15 %. В период вегетации почти два месяца не было эффективных дождей. Запасы продуктивной влаги резко снизились, наблюдались агрометеорологические явления – почвенная засуха и суховеи категории «опасное явление». Сумма осадков вегетационного периода 2018 года за май-сентябрь месяцы составила 129 мм при норме 307. Гидротермический коэффициент составил 0,5 при норме 1,0 [12].

Агроклиматические условия 2018-2019 гг. также были недостаточно благоприятными для посевов озимой пшеницы. Продолжительная засуха перед посевом озимых затрудняла подготовку и проведение осеннего сева. Прошедшие дожди во второй декаде сентября улучшили влагообеспеченность почвы. Однако выпавшие осадки на сухую почву и высокая температура воздуха приводили к сильному испарению влаги. Всего за сентябрь выпало 35,7 мм осадков при норме 55,0 мм. Запасы продуктивной влаги в период сева озимой пшеницы были неудовлетворительными из-за отсутствия осадков и высоких температур (в слое залегания семян (0-10 см) содержание продуктивной влаги было минимальным (4,2 мм), в слое 0-30 см – 19,3 мм. В связи с аномальными погодными условиями в осенний и весенний периоды вегетации озимой пшеницы (недостаток влаги осенью и быстрый сход снега и жаркая солнечная погода в начале возобновления вегетации озимых, весенние продолжительные заморозки от -2°C до -9,5°C с 15 по 23 апреля) привели к снижению числа продуктивных стеблей и урожайности озимой пшеницы, особенно на фонах без применения удобрений.

Сумма осадков вегетационного периода 2019 года за апрель-август месяцы составила 234 мм при норме 307. Гидротермический коэффициент составил 1,1 при норме 1,0.

Таблица 1

Урожайность зерна озимой пшеницы Марафон в зависимости от сроков применения минеральных удобрений (среднее за 2017-2019 гг.)

Фон	Сроки внесения азотных подкормок (фактор В)	Урожайность зерна, т/га					
		дозы удобрений при посеве (фактор А)			сред. по фону	прибавка к контролю	
		$N_{0,0}P_{0,0}K_{0,0}$	$N_{32,5}P_{32,5}K_{32,5}$	$N_{45,5}P_{45,5}K_{45,5}$		± т/га	%
1	Без удобрений	2,28	2,54	2,69	2,50	-	-
2	N34 поздно осенью	2,43	2,66	2,90	2,66	+0,16	6,5
3	N34 весной сеялкой	2,38	2,84	3,05	2,76	+0,26	10,3
4	N34 по тало-мерзлой почве	2,59	2,93	3,51	3,01	+0,51	20,4
5	N34 по тало-мерзлой почве + N34 трубкавание	2,76	3,08	3,60	3,15	+0,65	25,9
6	N34 по тало-мерзлой почве + N34 трубкавание + N15 колошение	3,14	3,39	3,72	3,42	+0,92	36,7
Среднее по фону		2,60	2,91 (+0,31)	3,24 (+0,64)			

		2017	2018	2019
НСР05	Варианты	0,4 т/га	0,45 т/га	0,21 т/га
	Фактор А (удобрение при посеве)	0,15 т/га	0,18 т/га	0,09 т/га
	Фактор В (подкормки)	0,28 т/га	0,26 т/га	0,12 т/га
	Точность опыта	p = 3,82%	p = 4,24%	p = 3,41%

Результаты исследований

Проведенные исследования показали, что при посеве озимой пшеницы Марафон всходы появлялись через 8-9 дней. Применение сложных удобрений при посеве по фонам в количестве 32,5 и 45,5 кг/га д.в. не повлияло на количество всходов и оно варьировало от 396,0 до 411,8 шт./м². Полнота всходов растений была на уровне 79,2-82,4 % (рис. 1).

Сохранность растений к уборке равнялась 47,7-61,6 %. Наибольшую сохранность растений (61,6%) обеспечивал вариант, где были внесены в рядки сложные удобрения в количестве 45,5 кг/га д.в. На этом варианте также были проведены две весенние подкормки аммиачной селитрой и внекорневая подкормка мочевиной.

Согласно полученным результатам исследований установлено, что при возделывании озимой пшеницы Марафон на фоне использования сложных удобрений при посеве по всем вариантам прослеживается повышение продуктивности культуры в зависимости от увеличения количества применяемых азотных удобрений (табл. 1).

Внесение при посеве стартовых доз минеральных удобрений позволило увеличить урожайность культуры в среднем по фону $N_{32,5}P_{32,5}K_{32,5}$ на 0,31 т/га (11,9%), по фону $N_{45,5}P_{45,5}K_{45,5}$ – на 0,64 т/га (24,6 %). Азотные подкормки в зависимости от сроков применения также показали различную эффективность – от

0,16 до 0,92 т/га (6,5-36,7%) относительно варианта без применения подкормок, причем менее эффективным было внесение азота поздней осенью, что, по-видимому, связано с потерями азота в зимне-весенний период.

Наилучшие условия для роста и развития растений сложились при возделывании озимой пшеницы с одновременным внесением в рядки 45,5 кг/га д.в. сложных удобрений на фоне дробного внесения аммиачной селитры весной в количестве по 34 кг/га д.в. в фазу кущения и трубкавания растений и при подкормке мочевиной в дозе 15 кг/га д.в. в фазу колошения, что позволило получить наибольшую прибавку урожая (на 1,03 т/га или 38,2% выше контроля).

При возделывании озимой пшеницы на фоне дробного внесения аммиачной селитры весной в количестве по 34 кг/га д.в. в фазу кущения и трубкавания растений урожайность зерна была ниже на 0,12-0,31 т/га относительно варианта с дополнительной подкормкой мочевиной в дозе N15 в фазу колошения.

Анализ структуры урожая озимой пшеницы (табл. 2) подтвердил эффективность применения высоких доз минеральных удобрений при возделывании озимой пшеницы, которые способствовали формированию большего количества продуктивных стеблей (227-258,5 шт./м²) по отношению к контролю (196 шт./м²), количество зерна в одном колосе (34,6-38,0 шт., на контроле 33,3 шт.) и его массы

Таблица 2

Структура урожая озимой пшеницы Марафон в зависимости от сроков применения минеральных удобрений (среднее за 2017-2019 гг.)

Фоны удобрений	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Высота растений, см	Количество зерна в 1 колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Выравненность, %
NPK 0 (контроль)							
1	196,0	62,3	33,3	1,22	36,7	759,4	94,5
2	218,5	63,2	34,2	1,28	37,5	763,7	95,1
3	210,5	63,2	34,1	1,30	38,2	764,6	95,5
4	207,5	63,4	33,9	1,30	38,4	765,1	95,4
5	227,0	63,0	34,6	1,33	38,4	766,1	95,5
6	236,8	62,9	35,8	1,40	39,1	768,6	95,9
среднее	216,0	63,0	34,3	1,30	38,0	764,6	95,3
NPK 32,5 (при посеве)							
1	210,3	63,6	34,5	1,28	37,1	762,0	94,9
2	218,5	64,3	34,9	1,33	37,7	764,2	94,9
3	239,8	64,6	34,9	1,34	38,4	765,3	95,5
4	231,8	64,5	35,1	1,35	38,5	766,0	95,2
5	246,5	64,3	35,6	1,38	38,7	767,4	95,8
6	256,3	65,0	37,3	1,48	39,6	768,6	95,8
среднее	233,9	64,4	35,4	1,36	38,3	765,6	95,4
NPK 45,5 (при посеве)							
1	221,5	63,5	34,2	1,28	37,7	762,6	95,3
2	227,0	64,4	35,3	1,35	38,2	764,5	95,9
3	234,5	65,2	35,4	1,36	38,6	765,1	95,3
4	248,3	65,4	36,6	1,41	38,6	765,8	96,0
5	251,3	64,3	38,0	1,48	38,8	767,6	95,6
6	258,5	64,6	38,0	1,50	39,4	768,8	95,2
среднее	240,2	64,6	36,2	1,40	38,6	765,7	95,6

(1,33-1,50 г, на контроле 1,22).

Снижение количества подкормок приводило к уменьшению количества и массы 1000 зерен в одном колосе. Отсутствие стартовых удобрений и азотных подкормок на контроле способствовало недобору урожайности озимой пшеницы. Это было связано с тем, что растения не смогли хорошо развиться и обеспечить оптимальную густоту в вегетационный период, посева озимой пшеницы на абсолютном контроле имели наименьшую сохранность и кустистость растений.

При определении выравненности зерна отмечена тенденция к повышению показателя относительно увеличения доз азотных подкормок, причем наибольшие показатели отмечены на вариантах с внесением N34 по тало-мерзлой почве + N34 трубкавание, а также N34 по тало-мерзлой почве + N34 трубкавание + N15 колошение на фоне стартового удобрения в норме $N_{45,5} P_{45,5} K_{45,5}$. На данных вариантах отмечены наибольшие показатели натуры зерна (767,6 – 768,8 г/л), что на 8,2-9,4 г/л выше относительно

варианта без азотных подкормок (759,4 г/л).

Корреляционный анализ между элементами структуры урожая озимой пшеницы (табл. 3) в зависимости от изучаемых факторов показал положительную зависимость продуктивности культуры от числа продуктивных стеблей ($r=0,94$), количества и массы зерна с 1 колоса ($r=0,96$) и массы 1000 зерен ($r=0,82$). Масса зерна с колоса зависела от его количества в колосе ($r=0,98$), натуры зерна ($r=0,95$) и выравненности ($r=0,72$), свидетельствующем о том, что под влиянием удобрения формировалось более тяжеловесное и выполненное зерно.

Результаты химических анализов зерна показали, что наибольшее содержание протеина (14,3-14,4 %) и клейковины (33,5-33,6 %) получено при дробном внесении аммиачной селитры (по 34 кг/га д.в.) как отдельно, так и совместно с подкормкой растений мочевиной (15 кг/га д.в.) в фазу колошения. Снижение доз применения удобрений в подкормку приводило к понижению содержания протеина

Таблица 3

Матрица коэффициентов корреляции между урожайностью озимой пшеницы и элементами его структуры в зависимости от изучаемых факторов

Показатель	Урожайность, т/га	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Высота растений, см	Количество зерна в 1 колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Выравненность, %
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,00							
2	0,94**	1,00						
3	0,69**	0,72**	1,00					
4	0,96**	0,91**	0,64**	1,00				
5	0,96**	0,93**	0,64**	0,98**	1,00			
6	0,82**	0,85**	0,55*	0,78**	0,89**	1,00		
7	0,79**	0,84**	0,47	0,78**	0,88**	0,95**	1,00	
8	0,57**	0,63**	0,41	0,49*	0,58*	0,72**	0,67**	1,00

*- значимо на уровне 5%, **- значимо на уровне 1%

Таблица 4

Показатели качества зерна озимой пшеницы в зависимости от сроков применения минеральных удобрений (среднее за 2017-2019 гг.)

Содержание, %	Фоны удобрений							
	при посеве	в подкормку						среднее
		1	2	3	4	5	6	
клейковины	N ₀ P ₀ K ₀	31,7	33,1	32,9	33,6	33,4	33,4	33,0
	N _{32,5} P _{32,5} K _{32,5}	32,4	31,8	32,0	32,8	34,3	34,0	32,9
	N _{45,5} P _{45,5} K _{45,5}	32,4	31,6	32,5	32,0	32,8	33,4	32,4
среднее		32,2	32,2	32,5	32,8	33,5	33,6	
протеина	N ₀ P ₀ K ₀	13,7	14,2	14,1	14,2	14,2	14,3	14,1
	N _{32,5} P _{32,5} K _{32,5}	13,9	13,6	13,8	14,0	14,6	14,2	14,0
	N _{45,5} P _{45,5} K _{45,5}	13,9	13,6	14,0	13,8	14,0	14,6	14,0
среднее		13,8	13,8	14,0	14,0	14,3	14,4	

(13,6-14,2 %) и клейковины (31,6-32,9 %) в зерне озимой пшеницы Марафон. Наименьшие значения показателя белка и клейковины были получены на абсолютном контроле (13,7% и 31,7 % соответственно) (табл. 4).

В среднем по фону применения рядковых удобрений содержание белка в зерне находилось на одном уровне (14,0-14,1 %), содержание клейковины с увеличением доз рядкового удобрения было несколько ниже контроля (32,4-32,9 %, на контроле 33,0%), что связано с увеличением продуктивности культуры на данном фоне. Таким образом, на качество зерна озимой пшеницы большее влияние оказали азотные подкормки в течение вегетации культуры по сравнению с рядковым удобрением.

В исследованиях установлена прямая положительная корреляционная зависимость между содержанием протеина (x) и сырой клейковины (y) в зерне в зависимости от изучаемых факторов, которая описывается уравнением: $y=2,496x-2,263$ ($R^2=0,84$), которое показывает, что увеличение содержания протеина в зерне

озимой пшеницы на 1 % приводит к повышению содержания клейковины в среднем на 2,5 %.

При расчете экономической эффективности возделывания озимой пшеницы с применением минеральных удобрений установлено, что наибольший условно-чистый доход (13,2 тыс. руб./га) и высокая рентабельность производства (72,2 %) были достигнуты без применения стартовых сложных удобрений на фоне трехкратной азотной подкормки в течение вегетации культуры. Себестоимость 1 центнера зерна составила 581 рубль за счет наибольшей урожайности зерна (3,14 т/га) (табл. 5).

Отмечалось увеличение себестоимости зерна (675 руб./ц) при однократной подкормке посевов озимой пшеницы в ранневесенний период с помощью сеялки, при этом снижение условно-чистого дохода и рентабельности производства к лучшему варианту составило с 9,1 до 7,7 тыс. руб./га и от 66,8 до 48,1% соответственно.

Применение сложных удобрений при посеве озимой пшеницы в количестве 32,5

Таблица 5

Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от предшественников и сроков применения минеральных удобрений

Фоны	Урожайность т/га	Производственные затраты, тыс. руб./га	Стоимость продукции, тыс. руб./га	Условно-чистый доход, тыс. руб./га	Себестоимость, руб./ц	Рентабельность, %
Фон: NPK 0 при посеве						
1	2,28	13,7	22,8	9,1	600	66,8
2	2,43	15,5	24,3	8,8	638	56,7
3	2,38	16,1	23,8	7,7	675	48,1
4	2,59	15,6	25,9	10,3	601	66,3
5	2,76	17,4	27,6	10,2	631	58,4
6	3,14	18,2	31,4	13,2	581	72,3
Фон: NPK 32,5 при посеве						
1	2,54	17,3	25,4	8,1	681	46,9
2	2,66	19,1	26,6	7,5	719	39,2
3	2,84	19,8	28,4	8,6	696	43,8
4	2,93	19,2	29,3	10,1	656	52,4
5	3,08	21,1	30,8	9,7	684	46,2
6	3,39	21,8	33,9	12,1	644	55,2
Фон: NPK 45,5 при посеве						
1	2,69	19,3	26,9	7,6	718	39,2
2	2,90	21,2	29,0	7,8	731	36,9
3	3,05	21,8	30,5	8,7	715	39,8
4	3,51	21,4	35,1	13,7	611	63,8
5	3,60	23,2	36,0	12,8	646	54,8
6	3,72	24,0	37,2	13,2	644	55,3

и 45,5 кг/га д.в. без дополнительных азотных подкормок приводило к еще большему снижению условно-чистого дохода и рентабельности производства зерна по всем фонам применения минеральных удобрений.

Значительное снижение экономических показателей происходило при проведении подкормки озимой пшеницы поздней осенью разбрасывателем и сеялкой с сошниками весной, т.к. на данных вариантах прибавка урожая к контролю была наименьшей. На этих фонах наряду с увеличением производственных затрат себестоимость зерна увеличивалась до 638-731 руб./ц с соответствующим снижением рентабельности возделывания культуры.

Обсуждение

Сроки, способы применения и дозы минеральных удобрений оказывают большое влияние на продуктивность озимой пшеницы. Применение стартовых доз минеральных удобрений при посеве позволило повысить продуктивность культуры в среднем по фону $N_{32,5} P_{32,5} K_{32,5}$ на 0,31 т/га (11,9 %), по фону $N_{45,5} P_{45,5} K_{45,5}$ – на 0,64 т/га (24,6 %). В зависимости от сроков применения азотные подкормки также показали различную

эффективность – от 0,16 до 0,92 т/га (6,5-36,7%) относительно варианта без применения подкормок. Высокую эффективность показывают азотные подкормки посевов озимой пшеницы по тало-мерзлой почве, что позволяет дополнительно получить 0,51 т/га, наименьшую – при осеннем внесении (+0,16 т/га).

Все это говорит о необходимости применения стартовых доз минеральных удобрений и азотных подкормок в технологии возделывания озимой пшеницы. Отзывчивость озимой пшеницы на действие удобрений проявляется в увеличении сохранности растений и количества продуктивных стеблей, озерненности колоса и его массы. Применение минеральных удобрений экономически эффективно. Наибольший условно-чистый доход (13,2 тыс. руб./га) и высокая рентабельность производства (72,2%) получены без применения стартовых сложных удобрений на фоне трехкратной азотной подкормки в течение вегетации культуры.

Заключение

Таким образом, в технологии возделывания озимой пшеницы применение стартовых доз минеральных удобрений, а также азотных

подкормок в течение вегетации культуры является необходимым агроприемом. Наибольшую эффективность показывают азотные подкормки, проводимые в три срока: первая – весной по тало-мерзлой почве аммиачной селитрой в дозе 34 кг/га д.в., вторая – аммиачной селитрой в дозе 34 кг/га д.в. в фазу трубкования, третья – мочевиной в дозе 15-17 кг/га д.в. в фазу колошения, независимо от фона рядкового удобрения.

Библиографический список

1. Памятка по выращиванию озимой и яровой пшеницы повышенного качества в региональный фонд области / М. И. Потушанская [и др.]. - Ульяновск, 1998. - 25 с.

2. Озимая пшеница в лесостепи Поволжья / В. А. Потушанский [и др.]. - Ульяновск, 2003. - 88 с.

3. Тупицын, В. Н. Влияние отдельных агроприемов на зимостойкость, урожайность и качество зерна озимой пшеницы и озимого ячменя в условиях лесостепи Среднего Поволжья: 06.01.09 - растениеводство: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Тупицын Василий Николаевич. Самарская ГСХА. - Кинель. - 2009. - 21 с.

4. Господаренко, Г. Н. Качество зерна пшеницы озимой после длительного (с 1965 г.) применения удобрений в полевом севообороте / Г. Н. Господаренко, В. В. Любич, Н. П. Матвиенко // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2018. – № 1-5(33). – С. 134-138.

5. Nitrogen fertilization improved water-use efficiency of winter wheat through increasing water-use during vegetative rather than grain fillin / L. L. Wang, J. A. Palta, W.Chen, Y. L. Chen, X. P. Deng // Agricultural water management. - 2018. - No 197. - P. 41-53. – URL : <https://scholar.google.com.ua/scholar?um=1&ie=UTF-8&lr&cites=6553857242138614843>

6. Оптимизация технологии возделывания озимой пшеницы и качества ее зерна / И. Ф. Тимергалиев [и др.] // Зерновое хозяйство. – 2003. – № 8. – С. 16-17.

7. 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.

8. Долгополова, Н. В. Влияние минеральных удобрений на зимостойкость озимой пшеницы в

зависимости от способов подкормки и сроков внесения / Н. В. Долгополова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 1. – С. 23-26.

9. Горянина, Т. А. Возделывание озимых зерновых культур в чернозёмной степи Среднего Поволжья / Т. А. Горянина, О. И. Горянин // Вестник ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 3. – С. 14-17.

10. Чекаев, Н. П. Эффективность применения технологии no-till при возделывании озимой и яровой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья / Н. П. Чекаев // Проблемы и перспективы развития агропромышленного производства. – 2017. - С. 166-178.

11. Изучение доз и способов ранневесенней подкормки озимой пшеницы на черноземе обыкновенном / А. Ф. Донцов, А. Н. Есаулко, М. С. Сигида, Д. А. Шевченко // Агрехимический вестник. – 2012. – № 6. – С. 22-24.

12. Zhuk, O. I. The productivity of winter wheat stems under different mineral nutrition / O. I. Zhuk // Factors in experimental evolution of organisms. - 2016. - No 18. - P. 85-88.

13. Адаптивно-ландшафтная система земледелия : коллективная монография. -Ульяновск : Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2017. - 448 с.

14. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

15. Сорта и гибриды / Н. Е. Самофалова [и др.] ; ФГБНУ «АНЦ Донской». - Воронеж, 2017. – 128 с.

16. Каталог сортов зерновых, зернобобовых и крупяных культур Ульяновского научно-исследовательского института сельского хозяйства / А. И. Захаров [и др.]. – Ульяновск, 2013. - 42 с.

17. Шарипова, Р. Б. Агрометеорологическая обусловленность растений в вегетационный период / Р. Б. Шарипова // Аграрная наука и образование на современном этапе развития : опыт, проблемы и пути их решения : материалы VIII Международной научно-практической конференции. -Ульяновск, 2017. - С. 330-335.

18. Шарипова, Р. Б. Агрометеорологические условия первой половины перезимовки озимых посевов и прогноз запасов продуктивной влаги в почве к началу весенне-полевых работ в 2018 году / Р. Б. Шарипова // Агромир Поволжья. – 2018. – № 1(29). – С. 41-43.

INFLUENCE OF DOSES AND TERMS OF APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS ON THE FORMATION OF WINTER WHEAT YIELD

Khakimov R.A., Nikiforova S.A., Khakimov N.V.
Ulyanovsk ARI – branch of SamRC RAS,

433315, Ulyanovsk region, Ulyanovsk district, Timiryazev village, Institutsкая street, 19;
Tel.: 8(84254)34-1-32; e-mail: ulniish@mail.ru

Key words: winter wheat, mineral fertilizers, terms and doses of application, crop quality, yield

In 2016-2019, research was conducted on the experimental field of the Ulyanovsk research Institute for the purpose of determining the effectiveness of starting doses of mineral fertilizers, as well as nitrogen fertilizing on the productivity and quality of winter wheat grain Marathon. Studies have established the optimal lead time of nitrogen fertilization and doses of mineral fertilizers. Weather conditions over the years of research were contrasting, which allowed us to assess the responsiveness of winter wheat to mineral fertilizers in conditions of different moisture availability. The most effective options were those with nitrogen fertilization at a dose of 34 kg/ha in the spring period on frozen soil, which allowed to obtain an additional 0.51 t/ha and, conversely, the lowest in the autumn period (+0.16 t / ha). The maximum yield of winter wheat (3.72 t / ha) is formed during the seeding with the simultaneous introduction of 45.5 kg/ha of complex fertilizers in the rows against fractional application of ammonium nitrate in spring during tillering and booting of plants in the amount of 34 kg/ha and top dressing in the phase of earing with urea at a dose of 15 kg/ha. Correlation analysis showed a positive close relationship between the elements of the structure of the winter wheat crop depending on different doses and methods of applying mineral fertilizers and nitrogen fertilizers ($r=0.82-0.96$). The highest content of protein (on average 14.1%) and gluten (33.0%) was provided on the control background without use of ordinary fertilizers. The use of complex fertilizers during seeding resulted in a slight decrease of amount of protein (by 14%) and gluten (up to 32.4-32.9%). Nitrogen fertilizer had a greater impact on these indicators.

Bibliography

1. Grain harvest may grow to 137.5 million tons by 2024: official site. – URL: <http://mcx.ru/press-service/news/sbor-zernovykh-mozhet-vyrasti-do-137-5-mln-tonn-k-2024-godu/> (reference date: 13.05.2020)
2. Territorial body of the Federal state statistics service in the Ulyanovsk region : official site. – URL : <https://uln.gks.ru/folder/40369> (reference date: 23.04.2020 г.)
3. Goryanin, O. I. Cultivation of field crops in the Middle Volga region / O. I. Goryanin. – Samara : Samara Scientific-research agricultural institute, 2019. – 345 p. (indicate ISBN)
4. Adaptive landscape system of agriculture of the Ulyanovsk region: monograph. – Ulyanovsk : SAU, 2017. - 448 p.
5. Sychev, V. G. Results and future development of agrochemistry / V. G. Sychev, E. N. Yefremov, V. A. Romanenkov // Problems of agrochemistry and ecology. - 2013. - № 4. - P. 11-16.
6. Sokolov, M. S. Soil improvement and biologization of agriculture are the most important factors for optimizing the ecological status of the agro-region (Belgorod experience) / M. S. Sokolov // Agrochemistry. - 2019. - № 11. - P. 3-16.
7. Kiryushin, V. I. Actual problems and contradictions of agriculture development / V. I. Kiryushin // Agriculture. - 2019. - № 3. - P. 3-7.
8. Morozov, V. I. Differentiation of agricultural systems and their practical development in the forest-steppe of the Volga region / V. I. Morozov / Differentiation of agricultural systems and fertility of Chernozem forest-steppe of the Volga region: a subject collection of scientific papers. - Ulyanovsk, 1996. - P. 12-31.
9. Dospekhov, B. A. Methods of field experience / B. A. Dospekhov. – Moscow : Agro industrial publishing house, 1985. - 351 p.
10. Kiryushin, B. D. Basics of scientific research in agronomical science / B. D. Kiryushin, R. R. Usmanov, I. P. Vasilyev. – Moscow : KolosS, 2009. - 398 p.
11. Asmus, A. A. Biologization of crop rotations and productivity of fallow links with winter wheat on leached chernozem of the Volga forest steppe : 06.01.01 – General agriculture and crop production: abstract of the dissertation for the degree of candidate of master of agriculture / Asmus Aleksandr Anatolyevich. – Kinel, 2009. – 20 p.
12. Nemtsev, N. S. Research to practice basis for improving crop rotation in the Volga forest-steppe / N. S. Nemtsev, V. A. Potushansky, A. I. Zakharov. - Ulyanovsk, 2000. - 150 p.
13. Potushansky, V. A. Winter wheat in the Volga forest-steppe / I. F. Timergaliev, S. N. Nemtsev. - Ulyanovsk, 2003. - 86 p.
14. Loshakov, V. G. Crop rotation and soil quality / V. G. Loshakov. – Moscow : ASIA, 2012. - 512 p.
15. Vyugin, S. M. Crop rotations in adaptive landscape agriculture of the Central region of Russia: monograph / S. M. Vyugin, G. V. Vyugina. – Smolensk : FSEI HVE «Smolensk SAA», 2014. – 133 c. (index ISBN)
16. Nemtsev, N. S. Scientific and practical basis of soil tilling in the Middle Volga region / N. S. Nemtsev. – Ulyanovsk : Ulyanovsk ARI, 2000. - 149 c. (index ISBN)
17. Kazakov, G. I. Soil cultivation in the Middle Volga region: monograph / G. I. Kazakov. – Samara : Samara SAA, 2008. – 251 p.
18. Kazakov, G. I. Ecologization and energy saving in agriculture of the middle Volga region: monograph / G. I. Kazakov, V. A. Milyutkin. – Samara, 2010. – 244 p.