азотный режим в почве в ранневесенний период. Наиболее высокий прирост урожайности озимой пшеницы от подкормки по всем изучаемым предшественникам (в пределах 0,38–1,38 т/га) получен в условиях влажного года с холодной зимой независимо от дозы удобрения, внесённого при посеве культуры. В годы с тёплой зимой эффективность азотной подкормки находилась в прямой отрицательной зависимости от запасов нитратного азота в метровом слое почвы с коэффициентом корреляции 0,48–0,75. Влияние, оказываемое на урожайность озимой пшеницы рядкового применения азотного удобрения, внесённого осенью при посеве культуры, более значимо, чем ранневесенней подкормки. Это связано с большим количеством растительных остатков, требующих для своего разложения улучшения азотного режима почвы уже с первых фаз роста и развития растений.

Литература

1. Система земледелия нового поколения Ставропольского края: монография / В.В. Кулинцев, Е.И. Годунова, Л.И. Желнакова [и др.]. Ставрополь: Изд-во Ставропольского гос. аграрного ун-та АГРУС, 2013. 520 с.
2. Дридигер В.К., Шаповалова Н.Н. Климатические, почвенные и экономические предпосылки внедрения системы земледелия без обработки почвы в Ставропольском крае // Бюллетень Ставропольского научно-исследовательского института сельского хозяйства. 2014. № 6. С. 58–68.
3. Беляева О.Н. Система No-till и её влияние на доступность азота почв и удобрений: обобщение опыта // Земледелие. 2013. № 7. С. 16–18.
4. Система земледелия Краснодарского края. Методические рекомендации. Краснодар, 2009. 268 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп., и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
6. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970. 487 с.
7. Рекомендации по научно обоснованному уходу за посевами озимой пшеницы для повышения урожайности зерна и его качества / В.В. Кулинцев, Е.И. Годунова, И.В. Нешин [и др.] / Ставропольский НИИСХ. Ставрополь, 2014. 32 с.
8. 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.

Эффективность использования новых видов органических и минеральных удобрений на озимой пшенице и нуте в условиях Оренбургского Предуралья

***А.П. Долматов**, к.с.-х.н., **И.В. Васильев**, к.с.-х.н., **А.П. Томин**, аспирант, **С.Н. Литовкин**, магистрант, **М.В. Удоденко**, магистрант, ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ*

Помимо использования в агрохимии традиционных элементов питания, таких как азот, фосфор и калий, актуальным является использование ещё магния и серы, положительный эффект от которых установлен не только на обеднённых этими элементами почвах, но и на чернозёмах.

В качестве магнийсодержащих удобрений чаще всего используется сульфат магния (эпсомит) – быстродействующее удобрение, содержащее 17,7 % оксида магния и 13,5 % серы, а также примесь – хлорид натрия.

Применение сернокислого магния в форме эпсомита в среднем повышает урожай сельскохозяйственных культур на 20 % [1, 2].

Исследования, проведённые в условиях степной зоны Южного Урала, показывают, что внесение элементов питания в виде некорневых подкормок является эффективным агроприёмом [3, 4]. Особый интерес вызывают некорневые подкормки магнийсодержащими удобрениями в баковой смеси с азотными удобрениями [5].

В настоящее время промышленное птицеводство занимает важное место в структуре АПК. С увеличением объёмов производства на птицефабриках возрастает и выход птичьего помёта, являющегося ценным органическим удобрением. В связи с этим его утилизация может решить две главные проблемы: охрану окружающей среды и повышение почвенного плодородия. Из множества способов утилизации в данной работе рассмотрен способ с применением термофильных бактерий, используя которые получено органическое удобрение ЛАФ-58. Данное удобрение способствует накоплению протеина в зернобобовых культурах, в частности в нуте [6].

Материал и методы исследования. Полевые опыты проводили на территории опытного поля Оренбургского ГАУ, расположенного в 15 км восточнее города Оренбурга на правом берегу реки Урала, на юго-восточной окраине Оренбургского Предуралья, на чернозёме южном.

Содержание гумуса в слое почвы 0–25 см опытного участка колеблется от 3,1 до 4,5 %. Почвы обеспечены в средней степени фосфором (19–28 мг/кг почвы); в средней и повышенной степени (217–400 мг/кг почвы) обеспечены подвижным калием, в очень низкой и низкой степени – нитратным азотом (2,3–7,0 мг/кг почвы).

Объектом исследования в опыте с применением азотного удобрения и эпсомита являлась озимая пшеница сорта Колос Оренбуржья. Осенью 2016 и 2017 гг. был заложен полевой опыт с кристаллическим сульфатом магния (эпсомитом) на озимой пшенице по следующей схеме (вариантам): I – контроль (без удобрений); II – некорневая подкормка N_{20} (аммиачная селитра); III – некорневая подкормка сульфатом магния (5 кг/га); IV – некорневая подкормка сульфатом магния (5 кг/га) + N_{20} (аммиачная селитра).

Обработку посевов проводили в фазу кущения растений озимой пшеницы.

Объектом исследования в опыте с использованием различных норм основного внесения органического удобрения ЛАФ-58 под нут являлся районированный сорт Краснокутский-36. Осенью 2017 и 2018 гг. был заложен полевой опыт с органическим удобрением ЛАФ-58 по схеме, которая включала шесть вариантов: 1 – контроль (без удобрений); 2 – 1,0 т/га (ЛАФ-58); 3 – 1,5 т/га (ЛАФ-58); 4 – 2,0 т/га (ЛАФ-58); 5 – 2,5 т/га (ЛАФ-58); 6 – 3,0 т/га (ЛАФ-58). В качестве контроля служил вариант опыта, где не применялось органическое удобрение. Во 2-м варианте вносили удобрение ЛАФ-58 под основную обработку почвы – глубокое рыхление, в норме 1,0 т/га. В 3-м и последующих вариантах норма внесения составляла 1,5; 2,0; 2,5 и 3,0 т/га соответственно.

Урожайность зерна озимой пшеницы и нута учитывали поделяночно методом прямого комбайнирования с последующим взвешиванием зерна. Урожайные данные после приведения к 100 %-ной чистоте и стандартной влажности подвергали статистической обработке методом дисперсионного анализа [7] с помощью ЭВМ. Уборку урожая проводили комбайном Terrion-2010. Аминокислотный состав белка нута определяли по ГОСТу Р55569-13. Анализы проведены в испытательном центре ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН.

Агротехника возделывания озимой пшеницы в опыте – общепринятая в Центральной зоне Оренбургской области. Агротехника возделывания нута имела некоторые особенности: глубокое рыхление проводилось осенью после уборки яровой пшеницы агрегатом Case IH EcoloTiger 530C на глубину 35 см. Весной проводилось закрытие влаги прутковой бороной BrandtCommander 7000 и предпосевная культивация ОПО-4.25. Посев осуществлялся сеялкой DMC Primera 6001. Норма высева нута составляла 0,9 млн шт. всхожих семян на 1 га, что соответствовало весовой норме высева 210 кг/га.

Результаты исследования. В условиях 2016 – 2017 гг. озимой пшеницей на контрольном варианте сформирована урожайность в 51,6 ц/га (табл. 1). Используемый в опыте кристаллический эпсомит в чистом виде практически не влиял на урожайность зерна озимой пшеницы.

В первый год исследования азотные удобрения, применяемые в качестве некорневой подкормки, способствовали увеличению урожайности озимой пшеницы на 3,8 ц/га по сравнению с контролем. Во второй год, наоборот, урожайность на этом варианте снизилась на 2,8 ц/га в связи с неблагоприятными условиями увлажнения осеннего периода. Использование азотных удобрений в баковой смеси с сульфатом магния позволило получить существенную прибавку урожайности – 13,8 ц/га в 2017 г. и 2,1 ц/га в 2018 г. Такой эффект можно объяснить явлением, которое в агрохимии носит название синергизм, когда суммарный эффект влияния от двух удобрений превышает сумму влияния каждого из удобрений.

Урожайность зерна нута в опыте с использованием органического удобрения ЛАФ-58 зависела от нормы его внесения (табл. 2). Наибольшая урожайность отмечена на варианте с нормой внесения 2 т/га. В среднем за два года исследования она составила 10,9 ц/га. Дальнейшее увеличение нормы внесения ЛАФ-58 приводило к снижению урожайности основной продукции нута.

В настоящее время существует проблема обеспечения животноводства высококачественными, сбалансированными по питательным веществам кормами. Недостаток переваримого протеина в кормовом рационе ведёт к значительному перерасходу кормов и удорожанию животноводческой продукции.

Наиболее эффективным способом улучшения качества зерна является применение удобрений. В связи с этим особый интерес вызывает накопление в зерне нута белка в зависимости от внесения органического удобрения ЛАФ-58. Применяемые в опыте удобрения в норме 2 т/га способствовали повышению содержания белка на 5,2 % по сравнению с контрольным вариантом. Однако содержание белка не даёт полную характеристику полноценности корма по этому показателю, поскольку в зависимости от аминокислотного состава он по-разному удовлетворяет потребности животного организма. В связи с этим нами проведён анализ на содержание аминокислот в зерне нута на варианте без удобрений (контроль) и на варианте с нормой внесения ЛАФ-58, равной 2 т/га (табл. 3).

При определении биологической ценности белка мы делали упор на метод, основанный

1. Урожайность зерна озимой пшеницы Колос Оренбуржья в зависимости от раздельного и совместного внесения азотного удобрения и эпсомита (2017–2018 гг.)

Вариант	Средняя урожайность, ц/га	Урожайность по годам, ц/га	
		2017	2018
I – контроль	37,2	51,6	22,7
II – N_{20}	37,7	55,4	19,9
III – сульфат магния, 5 кг/га	37,6	52,3	22,9
IV – сульфат магния, 5 кг/га + N_{20}	45,1	65,4	24,8
$НСР_{05}$, ц/га	–	2,6	2,1

2. Урожайность зерна нута в зависимости от осеннего внесения различных норм ЛАФ-58, ц/га (2018–2019 гг.)

Вариант	Средняя урожайность за 2 года, ц/га	Урожайность по годам, ц/га	
		2018	2019
1. Контроль	7,5	5,2	9,7
2. ЛАФ-58, 1,0 т/га	8,4	6,5	10,2
3. ЛАФ-58, 1,5 т/га	10,0	8,7	11,3
4. ЛАФ-58, 2,0 т/га	10,9	9,3	12,4
5. ЛАФ-58, 2,5 т/га	8,5	6,1	10,9
6. ЛАФ-58, 3,0 т/га	8,2	5,4	11,0
$НСР_{05}$, ц/га	1,8–2,0		

3. Аминокислотный состав зерна нута в зависимости от применения органического удобрения ЛАФ-58, 2018 г.

Аминокислота	Содержание аминокислот, %		
	контроль	вариант 4,2 т/га	белок куриного яйца
Аргинин	6,57	7,15	6,53
Лизин	5,60	6,60	7,25
Фенилаланин	5,00	5,70	5,41
Лейцин-изолейцин	9,35	10,90	14,01
Метионин	1,40	1,00	3,03
Валин	3,45	3,60	6,85
Треонин	3,50	3,80	4,46
Массовая доля белка, %	19,3	24,5	13,0
Биологическая ценность белка, %	73,1	77,1	100

на сравнении аминокислотного состава исследуемого белка со стандартом, в качестве которого используется аминокислотный состав белка куриного яйца [8], при этом в расчёте учитывались только незаменимые аминокислоты. Каждая незаменимая аминокислота исследуемого варианта опыта выражается в процентном отношении к содержанию этой аминокислоты в белке куриного яйца. Полученные проценты всех незаменимых аминокислот суммируются и делятся на число взятых для расчёта аминокислот, что и принимается за показатель биологической ценности.

Показатель биологической ценности белка в нашем эксперименте зависел от применения органического удобрения, которое на 4,0 % повысило данный показатель по сравнению с контролем.

Одним из основных критериев экономической эффективности возделывания культуры является получение чистой прибыли. Наибольший условный доход на 1 га (9542 руб.) получен на варианте с использованием органического удобрения при норме внесения 1,5 т/га. Он превосходил контрольный вариант на 340 руб.

Как показали экономические расчёты, все варианты опыта с озимой пшеницей рентабельны. Наибольший условный доход и уровень рентабельности получен на варианте с использованием совместного внесения изучаемых в опыте удобрений.

Выводы. В фазу кущения озимой пшеницы необходимо проводить некорневую подкормку баковой смесью сульфата магния (5 кг/га) и азотными удобрениями (аммиачная селитра, 20 кг/га д.в.). Такой приём обеспечивает прибавку урожая в благоприятные по увлажнению годы более 10 ц/га по сравнению с контрольным вариантом (без применения минеральных удобрений).

Перед основной обработкой под нут в условиях Оренбургского Предуралья необходимо вносить органическое удобрение ЛАФ-58 в норме 2 т/га. Такой приём обеспечивает прибавку урожая в 2,7–4,1 ц/га и дополнительный сбор белка.

Расчёт экономической эффективности показал, что наибольший условный доход и уровень рентабельности при некорневой подкормке озимой пшеницы аммиачной селитрой и эпсомитом получен на варианте с их совместным внесением. При основном внесении ЛАФ-58 под нут наибольший условный доход – 9542 руб/га был получен на варианте с нормой его внесения, равной 1,5 т/га.

Литература

1. Методические рекомендации по применению сульфата магния в сельскохозяйственном производстве. ФГБНУ ВНИИ агрохимии. М., 2017. 27 с.
2. Мазаева М.М. Магниевое питание растений и магниевые удобрения: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 1967. 42 с.
3. Абаимов В.Ф., Щукин В.Б. Продуктивность посева и качество зерна озимой пшеницы при некорневых подкормках азотом и микроэлементами // Зерновые культуры. 1997. № 2. С. 17–18.
4. Харитонова С.В., Щукин В.Б., Павлова О.Г. Влияние внекорневого внесения микроэлементов и азотных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях степной зоны Южного Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. № 1. С. 8–11.
5. Долматов А.П., Васильев И.В. Эффективность сульфата магния в ресурсосберегающих технологиях возделывания зерновых культур на южных черноземах Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 1 (69). С. 26–28.
6. Долматов А.П., Томин А.П., Удоденко М.В. Урожайность и качество зерна нута в зависимости от различных норм органического удобрения «ЛАФ-58» в условиях Оренбургского Предуралья // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК: матер. междунар. науч.-практич. конф. в рамках XXIX междунар. специализир. выставки «Агрокомплекс-2019». Ч. 1. Уфа, 2019. С. 89–93.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
8. Кукреш Л.В., Рышкель И.В. Оценка белка зернобобовых культур по амино-кислотному составу // Вестник НАН Беларуси. 2008. № 1. С. 36–40.