

Влияние комплексных удобрений на рост, развитие и урожайность озимой пшеницы на черноземе обыкновенном карбонатном Ростовской области

Божков Д.В., Бирюкова О.А.

В однолетнем полевом опыте показана сравнительная эффективность двух видов комплексных удобрений – нитроаммофоски и комплексного удобрения, содержащего также серу и микроэлементы. Проанализировано влияние данных удобрений на рост и развитие растений озимой пшеницы, а также на урожай зерна и его качество. Кроме того, выявлены взаимосвязи между морфобиометрическими показателями озимой пшеницы и показателями почвенного плодородия.

Пшеница – наиболее ценная и распространенная зерновая культура. Ее значение как мировой продовольственной культуры будет постоянно возрастать, поскольку она представляет собой питательную и экономически выгодную сельскохозяйственную культуру, которую можно выращивать в очень широких и разнообразных условиях (Долгополова и др., 2009). Озимая пшеница обладает большими потенциальными возможностями по сравнению с яровыми зерновыми культурами, поскольку может использоваться для роста и развития два наиболее благоприятных по увлажнению периода – осень и весну (Найденов и др., 1994). Озимая пшеница требовательна к плодородию почвы. При урожае в 4 т/га зерна и 6 т/га соломы озимая пшеница выносит из почвы 153 кг N, 56 кг P₂O₅ и 96 кг K₂O (Губашиев, 2000; Хачидзе и др., 2010). Поскольку большая часть питательных веществ даже в черноземах находится в недоступной для растений форме, без внесения удобрений нельзя рассчитывать на повышение урожайности озимой пшеницы.

В настоящее время туковая промышленность выпускает широкий ряд комплексных минеральных удобрений, однако изучению их эффективности, особенно с учетом географических особенностей

различных регионов, уделяется недостаточно внимания. Целью настоящей работы было изучение эффективности применения комплексного удобрения, которое выпускалось компанией «Кемира», в сравнении с таким традиционно используемым сложным удобрением, как нитроаммофоска (НАФК) марки 16:16:16. В учхозе «Недвиговка» Южного федерального университета (Мясниковского района Ростовской области) в 2008-2009 гг. был проведен полевой опыт согласно следующей схеме: 1) Контроль, 2) N30P30K30 - НАФК, 3) N60P60K60 - НАФК, 4) N30P30K30 - «Кемира», 5) N60P60K60 - «Кемира». Состав изучавшегося в опыте комплексного удобрения «Кемира» представлен в **табл. 1**.

Общая площадь опыта – 1750 м², площадь делянки – 50 м², повторность – четырехкратная. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный среднесплодный карбонатный тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках. Исходная агрохимическая характеристика пахотного горизонта почвы дана в **табл. 2**. Удобрения вносились под основную обработку почвы (вспашка на глубину 25-27 см). Высеивался районированный в Ростовской области сорт озимой пшеницы Зерноградка 11 по чистому пару. Агротехника возделывания озимой пшеницы была общепринятой для зоны.

Данные по химическому составу растений обработаны с помощью интегрированной системы оперативной диагностики – ИСОД (Бирюкова, 2011). Результаты морфобиометрической диагностики необходимы при анализе данных химической диагностики, поскольку зависимость концентрации питательного элемента в растении от массы растения, так называемое «разбавление массой», имеет важное значение. Только сопоставление результатов этих двух видов растительной диагностики позволяет выявить роль минерального питания

Таблица 1. Содержание элементов питания в удобрении «Кемира»*.

Элемент	Содержание, %	Элемент	Содержание, %
Азот аммонийный (N-NH ₄)	3.6	Бор (В)	0.030
Азот нитратный (N-NO ₃)	5.3	Цинк (Zn)	0.010
Азот амидный	9.1	Медь (Cu)	0.010
Фосфор (P ₂ O ₅)	18.0	Железо (Fe)	0.015
Калий (K ₂ O)	18.0	Марганец (Mn)	0.014
Сера (S)	1.8	Молибден (Mo)	0.003

* В опыте для внесения в почву применялась марка удобрения «Кемира листовое».

Таблица 2. Исходная агрохимическая характеристика пахотного горизонта чернозема обыкновенного карбонатного.

Гумус	CaCO ₃	pH _{KCl}	N-NH ₄	N-NO ₃	Подвижный P (P ₂ O ₅)	Подвижный K (K ₂ O)
%			мг/кг почвы			
2.90	1.77	7.48	18.04	15.1	11.7	387

Примечание: подвижные формы фосфора и калия определялись по методу Мачигина.

Таблица 3. Высота озимой пшеницы по фазам развития и надземная масса 1 растения в фазу кущения.

Вариант опыта	Высота растений, см		Надземная масса 1 растения в фазу кущения, г	
	Фаза кущения	Фаза полной спелости	Сырая масса	Абсолютно сухая масса
Контроль	16.8	84.2	2.74	0.91
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ - НАФК	17.1	73.5	2.98	0.96
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ - НАФК	19.5	87.3	2.78	0.94
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ - «Кемира»	18.4	78.7	3.45	0.94
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ - «Кемира»	19.7	81.9	3.19	0.94
НСР _{0.05}	0.3	1.1	0.03	0.03

Таблица 4. Структура урожая озимой пшеницы.

Вариант опыта	Продуктивная кустистость	Число колосков в колосе	Число зерен в колоске
		шт.	
Контроль	2.80	14.89	2.17
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ - НАФК	2.50	15.84	2.29
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ - НАФК	2.64	14.83	2.36
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ - «Кемира»	4.00	16.43	2.49
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ - «Кемира»	3.80	16.24	2.29
НСР _{0.05}	0.65	0.85	0.13

или другого изучаемого фактора в формировании урожая (Шафран, 2000).

Для статистической обработки полученных данных проведены дисперсионный и корреляционный анализы при помощи программ EXCEL и STATISTIKA.

Применение удобрений оказало положительное влияние на рост растений озимой пшеницы в фазу кущения (табл. 3). При этом не выявлено достоверных различий в эффективности сравниваемых видов комплексных удобрений, внесенных в увеличенной дозе, а при внесении низкой дозы преимущество было у удобрения «Кемира», содержащего кроме трех основных макроэлементов также серу и микроэлементы. В фазу полной спелости практически на всех вариантах опыта с применением удобрений (по сравнению с контролем) наблюдалось уменьшение размера соломины, за исключением варианта с внесением нитроаммофоски в дозе 60 кг д.в./га.

Сырая масса одного растения озимой пшеницы в фазу кущения достоверно повышалась во всех вариантах опыта с внесением удобрений по сравнению с контролем (табл. 3). Максимальная прибавка сырой массы (0.71 г) наблюдалась в варианте с внесением N30P30K30 – «Кемира». Было установлено, что величина сырой биомассы растений в фазу кущения слабо коррелировала с содержанием аммиачного азота в почве ($r = 0.30$). Кроме того, в указанную фазу развития наблюдалась прямая зависимость между сырой биомассой растений и их высотой ($r = 0.69$). Применение удобрений в целом оказывало слабый положительный эффект на прирост абсолютно сухой массы растений (по сравнению с контролем), за исключением варианта с внесением N30P30K30 – НАФК, где различия были достоверными.

Анализ структуры урожая озимой пшеницы по-

казал, что внесение НАФК не оказывало статистически значимого влияния на количество продуктивных стеблей на одно растение в отличие от удобрения «Кемира», применение которого способствовало росту продуктивной кустистости растений (табл. 4). Внесение удобрений в основном положительно повлияло на количество колосков в колосе (при большем эффекте от «Кемиры») и на количество зерен в колоске. Последний показатель коррелировал с содержанием аммиачного азота в почве ($r = 0.39$). Кроме того, такие показатели, как озерненность колоса и общая кустистость находились в обратной зависимости друг от друга ($r = - 0.38$). Это можно объяснить тем, что на создание вегетативной массы растения затрачивают большое

количество элементов питания, и к моменту формирования колоса их содержание в наиболее раскустившихся растениях становится недостаточным для нормального формирования урожая. Ситуация может усугубляться и при низких запасах продуктивной влаги в почве, поскольку чем больше растение, тем большее количество воды ему необходимо. Территория учхоза «Недвиговка» относится к очень засушливому агроклиматическому району ($ГТК < 0.7$), что к тому же осложняется засухами и суховеями в летнее время. Вегетация озимой пшеницы от фазы цветения до полной спелости в 2009 г. проходила в условиях сильной засухи.

Урожайность озимой пшеницы и качество зерна зависят от обеспеченности растений элементами минерального питания в течение всей вегетации. В табл. 5 представлены результаты химической диагностики растений. Выявлено, что для формирования урожая зерна озимой пшеницы на уровне 4.24 т/га достаточное содержание азота в надземной части растений в фазу кущения составило 2.72%. Максимальное содержание азота в надземной части (солома + зерно) озимой пшеницы в фазу полной спелости отмечено в контрольном варианте. Вероятно, это обусловлено пониженной скоростью перехода азота из вегетативной в генеративную часть, на что указывает более низкое содержание белка в зерне в этом варианте, по сравнению с удобренными вариантами. Получена зависимость между урожайностью соломы и содержанием азота в растениях в указанную фазу ($r = 0.49$). Кроме того, урожайность соломы коррелировала с содержанием подвижного калия в почве ($r = 0.37$).

Внесение удобрений положительно повлияло и на содержание фосфора и калия в растениях. Статистический анализ показал, что содержание фос-

Таблица 5. Содержание общего азота, фосфора и калия в надземной части растений озимой пшеницы, %.

Вариант опыта	Фаза кущения			Фаза полной спелости		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	0.83	0.47	3.15	2.44	0.64	1.93
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ - НАФК	1.18	0.52	3.61	2.01	0.75	2.11
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ - НАФК	2.66	0.85	5.12	2.41	0.81	2.51
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ - «Кемира»	1.09	0.52	3.76	2.13	0.77	2.10
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ - «Кемира»	2.72	0.92	5.21	2.25	0.82	2.62
НСР _{0.05}	0.70	0.26	0.63	0.19	0.04	0.20

Таблица 6. Урожайность озимой пшеницы.

Вариант опыта	Урожай зерна	Прибавка к контролю	Урожай соломы	Разница с контролем	Отношение массы соломы к массе зерна
	т/га				
Контроль	3.20	-	8.18	-	2.56
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ - НАФК	3.32	0.12	5.84	-2.34	1.76
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ - НАФК	3.44	0.24	7.80	-0.38	2.27
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ - «Кемира»	4.04	0.84	5.26	-2.92	1.30
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ - «Кемира»	4.24	1.04	5.68	-2.50	1.34
НСР _{0.05}	0.20		1.01		

Таблица 7. Качество зерна озимой пшеницы.

Вариант опыта	Белок, %	Клейковина, %	ИДК	Масса 1000 зерен, г	Влажность, %
Контроль	12.3	23.3	74	36.6	14.2
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ - НАФК	15.5	24.3	78	39.3	11.1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ - НАФК	15.1	28.9	79	37.3	16.0
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ - «Кемира»	13.3	27.3	82	36.7	11.6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ - «Кемира»	14.0	26.8	80	37.6	12.0
НСР _{0.05}	0.77	1.44	2.21	0.86	1.44

фора в растениях коррелировало как с содержанием подвижного фосфора в почве, так и с содержанием аммиачного азота в почве ($r = 0.61$ в обоих случаях). Содержание калия в растениях озимой пшеницы также зависело от содержания подвижного калия в почве ($r = 0.50$).

Расчет соотношений элементов питания в надземной части растений озимой пшеницы в фазу полной спелости показывает, что соотношение N:P₂O₅:K₂O на контрольном варианте составило 1.0:0.3:0.8, а при внесении удобрений в пониженной дозе, например, нитроаммофоски (30 кг д.в./га), оно изменяется до 1.0:0.4:1.0. Следует отметить, что соотношение элементов питания в растениях озимой пшеницы в фазу полной спелости в варианте с максимальным урожаем (N60P60K60 «Кемира») составило 1.0:0.4:1.2.

Проанализировав индексы разбалансированности, рассчитанные по системе ИСОД, следует отметить, что уже в начальной стадии развития растения озимой пшеницы испытывали недостаток азота, фосфора и калия, особенно на контрольном варианте и при внесении удобрений в низких дозах. В дальнейшем на тех же вариантах установлен острый дефицит азота и пониженное содержание фосфора и калия в надземной массе растений.

Применение минеральных удобрений достоверно повысило урожайность зерна озимой пшеницы во

всех вариантах опыта, кроме варианта с внесением НАФК в дозе 30 кг д.в./га (табл. 6). В целом, следует отметить низкую эффективность применения НАФК в год проведения опыта. Сравнивая между собой эффективность НАФК и «Кемиры», необходимо отметить положительное влияние микроэлементов, входящих в состав второго удобрения, как при внесении 60, так и 30 кг д.в./га (прибавка по сравнению с НАФК составила 0.80 и 0.72 т/га соответственно).

С применением удобрений уменьшилось отношение массы соломы к массе зерна. Это позволило на удобренных вариантах сформировать больший урожай основной продукции. Между указанными показателями отмечена обратная зависимость ($r = -0.54$). На удобренных вариантах максимальная масса соломы получена в варианте с внесением N60P60K60 - НАФК, в котором также была самая большая высота растений в фазу полной спелости. Соответственно, и отношение массы соломы к массе зерна в этом варианте уменьшилось не сильно по сравнению с контролем.

Изучаемые удобрения оказали положительное влияние не только на урожай, но и на его качество (табл. 7). По количеству клейковины полученное зерно относится к третьему классу, а в варианте с внесением N60P60K60 - НАФК – ко второму классу. Содержание белка в зерне было выше при внесении нитроаммофоски. Установлено, что содержание белка в зерне определялось обеспеченностью почвы элементами питания. Наибольшая корреляция выявлена между количеством белка в зерне и содержанием подвижного калия в почве ($r = 0.67$). Кроме того, отмечена прямая зависимость между содержанием белка и количеством стеблей на одно растение в фазу кущения озимой пшеницы ($r = 0.59$).

Таким образом, результаты сезона 2008-09 гг. свидетельствуют о том, что внесение с осени комплексных минеральных удобрений, содержащих микроэлементы (а также небольшое количество серы),

позволяет существенно увеличить урожайность озимой пшеницы по сравнению с традиционно применяемой нитроаммофоской (16:16:16). Тем не менее, максимальное содержание клейковины и белка в зерне в нашем опыте достигалось при применении нитроаммофоски.

Божков Д.В. – аспирант; e-mail: bozhkov-dmitrii@mail.ru.

Бирюкова О.А. – доцент, доктор сельскохозяйственных наук; e-mail: olga_alexan@mail.ru.

Кафедра почвоведения и оценки земельных ресурсов Южного федерального университета (г. Ростов-на-Дону).

Авторы признательны региональному директору Международного института питания растений по Югу и Востоку России В.В. Носову за ряд комментариев при подготовке статьи.

Литература

- Долгополова Н.В., Скрипни В.А., Шеринёва О.М. и Алябьева Ю.В. 2009. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии, 5: 52-56.
- Найденов А.С., Захаров Б.А. и Леплявченко Л.И. 1994. Агротехника, 2: 13-20.
- Губашиев Б.Х. 2000. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от почвенно-климатических условий и уровня минерального питания в Кабардино-Балкарской Республике. Автореф. дис. ... к. с.-х. наук. Нальчик.
- Хачидзе А.С., Волощенко В.С., Гогмачадзе Г.Д. 2010. АгроЭкоИнфо, 2: 3-8.
- Бирюкова О.А. 2011. Интегрированная диагностика плодородия чернозема обыкновенного Нижнего Дона: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Ростов-на-Дону.
- Шафран С.А. 2000. Диагностика азотного питания зерновых культур и определение потребности в азотных удобрениях. РАСХН, Москва. 66 с.

Влияние разных приемов внесения цинка под озимую тритикале в условиях южной лесостепи Западной Сибири

Павлова Е.Ю., Бобренко И.А., Гоман Н.В.

В полевых опытах, проведенных на лугово-чернозёмной почве в Омской области, установлено, что растения озимой тритикале положительно отзываются на применение цинковых удобрений. В статье показано и проанализировано изменение урожайности и качества зерна данной культуры в зависимости от способа и дозы внесения цинковых удобрений в условиях недостаточного содержания подвижного цинка в почве.

Поиск новых источников получения продуктов питания, а также способов повышения продуктивности сельскохозяйственных культур в настоящее время имеет большое практическое значение. Важнейшей задачей сельского хозяйства страны является увеличение производства растительного белка и улучшение качества продукции зерновых культур. При этом ключевая роль принадлежит минеральным удобрениям, в том числе и микроудобрениям, применение которых, по многочисленным данным (Бобренко и др., 2011а, 2011б), является эффективным приемом повышения урожайности и качества зерна возделываемых зерновых культур. Трудность использования микроудобрений состоит в том, что их дозы гораздо ниже, чем макроудобрений, а требования к равномерности внесения – выше.

Озимая тритикале (Triticale) – перспективная зерновая культура. По сравнению с зерном озимой пшеницы в зерне тритикале содержится больше такой важнейшей незаменимой аминокислоты, как лизин, которой в белке чаще всего не хватает. По хлебопекарным качествам тритикале уступает мягкой пшенице, однако, благодаря своим особенностям, тритикале может с успехом использоваться для производства так называемого «белого» ржаного хлеба, кондитерских и кулинарных изделий из пресного теста, где важна питательная ценность, а качество

клейковины не играет роли (Сечняк, 1984).

По данным агрохимического обследования пахотных почв Омской области, в первом минимуме часто находится цинк. Низкое содержание подвижного цинка выявлено на 2.9 млн. га, что составляет 99% обследованной площади пашни в регионе. Как правило, лугово-черноземные почвы недостаточно обеспечены и подвижными формами фосфора. Однако при внесении фосфорных удобрений в почву подвижность цинка снижается, и коэффициент его использования из почвы уменьшается. Таким образом, сбалансированное применение цинковых удобрений под зерновые культуры очень важно для оптимизации минерального питания растений с целью получения высокого урожая зерна с высокими показателями качества (Красницкий, 2002). Повышение эффективности внесения цинковых удобрений непосредственно под озимую тритикале является одним из актуальных вопросов увеличения продуктивности этой культуры на лугово-черноземных почвах южной лесостепи Западной Сибири (Красницкий, 1999; Орлова, 2007).

Цель нашего исследования – установление наиболее эффективных способов и доз внесения цинковых удобрений под озимую тритикале в условиях подзоны южной лесостепи Омской области. Данная подзона характеризуется среднегодовым количеством осадков