

Азотная подкормка современных интенсивных сортов озимой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья

Сандухадзе Б.И., Журавлева Е.В.

В статье представлена сравнительная эффективность однократных и дробных подкормок озимой пшеницы азотными удобрениями. Рассматривается влияние погодных условий на эффективность азотных подкормок. Показано, что дробное внесение азота в подкормку не всегда эффективнее однократной подкормки. В целом, наибольшей урожайностью и отзывчивостью на азотные удобрения обладают сорта современного периода селекции, например, Немчиновская 24 и Галина.

Современная наука предполагает комплексность подхода к предмету своего изучения, и селекция не является исключением. Сельскохозяйственное производство, как полигон для возделывания новых современных сортов «...в XXI веке будет базироваться на новых парадигмах, основными из которых станут ресурсоэнергосбережение, основанное на использовании высокоадаптивных пластичных сортов, созданных в адаптивной системе селекции» (Жученко, 2004). В этой связи на первый план выходят сорта, способные максимально реализовываться в широких диапазонах среды с различными стрессовыми факторами, техногенезацией сельского хозяйства и экономическими возможностями РФ начала XXI века.

Озимая пшеница – важнейшая продовольственная культура, занимающая значительный удельный вес в структуре посевов. Среди возделываемых зерновых культур в Нечерноземной зоне России она обладает наиболее высоким биологическим потенциалом продуктивности. Эта культура для Центра Нечерноземной зоны РФ в историческом аспекте является относительно новой. Ещё в начале XX века её возделывали лишь в единичных поместьях (Сандухадзе и др., 2003). При становлении менее чем за столетний период Центра Нечерноземья как региона, возделывающего озимую пшеницу, огромную роль сыграла селекция – за этот период были созданы сорта, высокоадаптивные к условиям региона. С их появлением площади под озимой пшеницей начали расти.

В результате многолетней кропотливой методичной работы созданы такие новые сорта, как Галина,



Немчиновская 24, Московская 56 и другие. В настоящее время в связи с успехами селекции озимой пшеницы в Центре Нечерноземья площади ее посевов ежегодно возрастают. На данный момент площадь только под одним сортом озимой пшеницы – Московская 39, созданным в лаборатории селекции озимой пшеницы Московского НИИСХ «Немчиновка», составляет в регионе более 3 млн. га. Ценные свойства новых сортов позволяют лучше использовать факторы производства: агротехнику, удобрения и др. Такой эффект достигается только благодаря ценным хозяйственно-биологическим особенностям сорта, то есть без дополнительных затрат, что особенно важно в современных экономических условиях.

В мировой практике считается, что около 50% реализуемого урожая обеспечивает технология, а 50% — сорт, и только сочетание этих двух компонентов, выражающееся в разработке современных сортовых технологий, позволяет обеспечить прирост сборов качественного зерна.

Нечерноземная зона достаточно большая и характеризуется разнообразием климатических условий, которое должно учитываться производителями при выборе не только технологий, но и сорта. На протяжении десятилетий ученые проводят исследования по изучению поведения различных сортов в конкретных почвенно-климатических условиях при разных уровнях минерального питания, обработке против болезней и вредителей и т.д. Тем не менее, вопрос изучения сортовых особенностей не теряет смысла и становится все более и более актуальным в связи с изменением морфотипа пшеничного растения, появлением новых сортов со специфической реакцией на элементы питания и изменением экономических условий в стране.

Большое влияние на урожай и качество зерна почти на всех типах почв оказывают азотные удобрения. Потребность в азоте особенно велика в Центральном районе Нечерноземной зоны, почвы которого характеризуются низким содержанием гумуса, общего и минерального азота. В настоящее время содержание гумуса в почвах не превышает 1.7-2.1%. В современных условиях из всех мероприятий, увеличивающих урожайность и улучшающих качество зерна, применение азотных удобрений – наиболее технологически доступное и эффективное средство. При этом важно поддерживать хорошую обеспечен-

ность растений и другими элементами минерального питания.

Азотное удобрение является мощным фактором повышения урожайности, дающим от 30 до 60% прибавки урожая озимой пшеницы. Известно, что пшеница больше всего выносит азота, на втором месте по выносу стоит калий, и меньше всего выносятся фосфора. Согласно обобщенным данным, для формирования 1 т зерна с соответствующим количеством соломы озимой пшенице необходимо 30-35 кг N, 13-16 кг P₂O₅ и 23-26 кг K₂O.

Азот является одним из наиболее важных элементов питания растений, который регулирует рост вегетативной массы, повышает содержание белка и клейковины в зерне и влияет на формирование урожая (Минеев и Павлов, 1981). Потребление азота пшеницей неоднородно во времени – осенью после посева растения потребляют сравнительно мало азота (а также фосфора и калия), а с момента весеннего возобновления вегетации до начала колошения наблюдается его активное поглощение. Усвоив до начала колошения более 2/3 всего необходимого азота, в период цветения растения почти прекращают его потребление. Потребность пшеницы в этом элементе снова возрастает после начала формирования и налива зерна – в этот период она использует остальные 25-30% необходимого ей азота.

Важно отметить, что в годы с длительной прохладной погодой и при уплотнении почвы в весенний период задерживаются процессы нитрификации, и содержание нитратов в пахотном слое бывает в 6-7 раз меньше, чем это необходимо для нормального развития растений (Созинов и Жемела, 1983).

Весенняя азотная подкормка – мощный фактор, влияющий на продуктивность агрофитоценоза озимой пшеницы. Сроки проведения весенней азотной подкормки, ее дозы и кратность определяются агрометеорологическими условиями, состоянием посева, обеспеченностью почвы азотом, конкрет-

ным сортом. Эффективная система применения минеральных удобрений обеспечивает максимальную продуктивность при рациональном расходовании элементов питания. Отзывчивость растений на удобрения тесно связана с генетически закрепленными свойствами, которые соответствуют каждому конкретному генотипу (сорт).

Работа по изучению эффективности азотных подкормок проводилась в лаборатории селекции озимой пшеницы Московского НИИСХ «Немчиновка» в 1998-2007 гг. Исследовалась целая группа из 14-ти сортов озимой пшеницы разных периодов селекции (Журавлева, 2011). Агрохимическая характеристика почвы свидетельствует о варьировании показателей по годам исследования. Сильнее всего варьировала величина рН_{KCl} – от кислой до близкой к нейтральной и содержание подвижного фосфора (по Кирсанову) – от 237 до 497 мг P₂O₅/кг почвы. Гидролитическая кислотность изменялась соответственно обменной кислотности – от 2.09 до 3.59 мг·экв/100 г почвы. Диапазон содержания подвижного калия (по Кирсанову) составил от 124 до 196 мг K₂O/кг почвы, гумус был на уровне 1.10-1.53%, а в среднем – 1.27%.

Опытные посева размещались на полях селекционного севооборота. Следует отметить, что предшественником озимой пшеницы в опытах был чистый пар, который имеет ряд особенностей: в нем активно ведется борьба с сорняками, идет накопление влаги и элементов питания, в первую очередь – азота. Почва – дерново-подзолистая хорошо окультуренная, мощность пахотного слоя – 25 см. Агротехника возделывания озимой пшеницы была общепринятой для зоны. Под культивацию вносили фосфорно-калийные удобрения из расчета 60 кг P₂O₅/га и 60 кг K₂O/га. Проводили обработку фунгицидом (гранит) в сочетании с инсектицидом (актеллик): две по фазам и одну – по прогнозу. Химические прополки гербицидом (сатис) производились с

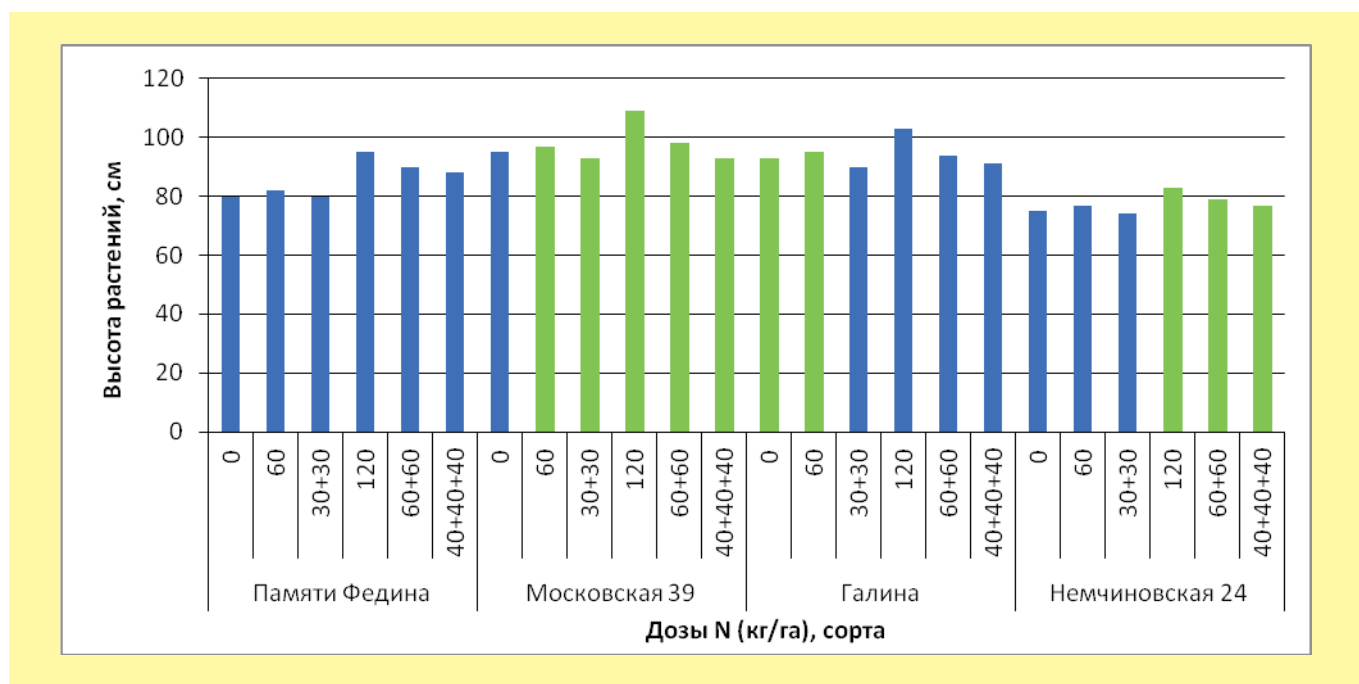


Рис. 1. Динамика высоты растений в зависимости от дозы вносимого в подкормку азота (средние значения за 2005-2007 гг.)

Таблица 1. Влияние однократного и дробного внесения азотной подкормки на урожайность озимой пшеницы, т/га						
№	Дозы подкормок азотом, кг/га	Год			Среднее	Окупаемость азота прибавкой урожая зерна, кг/кг
		2005	2006	2007		
Памяти Федина						
1	0	3.93	7.35	5.78	5.68	-
2	60	5.62	7.55	6.49	6.55	14.5
3	30 + 30	6.11	8.15	7.05	7.10	23.7
4	120	7.10	7.84	6.66	7.20	12.7
5	60 + 60	7.84	7.81	6.41	7.35	13.9
6	40 + 40 + 40	7.42	7.93	6.80	7.38	14.2
	HCP _{0.05}	0.18	0.14	0.15	0.21	
Московская 39						
1	0	3.67	6.14	4.73	4.84	-
2	60	5.99	7.02	5.56	6.19	22.5
3	30 + 30	5.38	7.48	5.58	6.15	21.8
4	120	6.49	7.60	5.77	6.62	14.8
5	60 + 60	7.23	7.31	6.11	6.88	17.0
6	40 + 40 + 40	6.78	7.54	6.37	6.90	17.2
	HCP _{0.05}	0.16	0.24	0.07	0.21	
Галина						
1	0	3.56	7.12	5.83	5.50	-
2	60	6.10	8.42	6.97	7.16	27.7
3	30 + 30	5.66	8.57	6.41	6.88	23.0
4	120	7.92	8.66	7.24	7.94	20.3
5	60 + 60	7.73	9.23	6.58	7.85	19.6
6	40 + 40 + 40	7.58	8.64	7.13	7.78	19.0
	HCP _{0.05}	0.14	0.22	0.14	0.19	
Немчиновская 24						
1	0	4.00	7.87	4.94	5.60	-
2	60	6.63	9.88	6.71	7.74	35.7
3	30 + 30	6.45	10.79	6.59	7.94	39.0
4	120	7.04	10.56	7.02	8.21	21.8
5	60 + 60	7.60	10.32	6.85	8.26	22.2
6	40 + 40 + 40	7.53	10.69	7.71	8.64	25.3
	HCP _{0.05}	0.13	0.29	0.19	0.24	

учётом пороговой засорённости. В период вегетации озимой пшеницы проводили рыхление и прополку, защиту посевов от птиц.

По совокупности погодных условий резко неблагоприятные годы составили 70% лет исследований. Из всего периода три года (1999, 2002 и 2007) отличались выраженным недостатком осадков за вегетационный период. Исследуя сортовую специфику в отношении азотного питания, обязательно следует учитывать сочетание режимов температуры и влажности в связи с выраженной нестойкостью азота в окружающей среде, где он подвержен вымыванию и газообразным потерям из почвы. Поэтому целесообразно принимать во внимание гидротермический коэффициент (ГТК). Корреляция между ГТК и урожайностью у 14-ти изученных сортов разных периодов селекции в контрольном варианте практически отсутствовала (коэффициент корреляции – 0.03-0.13), а с применением азотной подкормки она усиливалась – коэффициент

корреляции у современных сортов составил 0.45 (и 0.95 – у сортов первых этапов селекции). Это позволяет заключить, что внесение азота в благоприятных условиях позволяет сортам лучше реализовать свой потенциал в соответствии с генотипом. Важно отметить, что внесение азота повышало засухоустойчивость сортов в соответствии с их генотипом, поскольку относительная прибавка урожайности от азота была выше именно в засушливые годы.

Экспериментальные данные представляют собой трехфакторный опыт, где факторы – агрометеорологические условия года, сорт и доза азотной подкормки. В данной статье мы хотим продемонстрировать реакцию на азотные подкормки четырех сортов озимой пшеницы: Памяти Федина и Московская 39 (IV-V период селекции), а также Галина и Немчиновская 24 (VI – современный период селекции). Варианты с однократным внесением азотной подкормки были следующими: 0, 60 (средняя доза) и 120 кг N/га (вы-

сокая доза). Подкормку азотом проводили рано весной (после схода снега) в виде аммиачной селитры. Варианты с дробным внесением азотной подкормки: двукратное внесение 30+30 и 60+60 кг N/га — весной сразу после схода снега и в фазу выхода в трубку, трехкратное внесение 40+40+40 кг N/га – весной сразу после схода снега, в фазу выхода в трубку и перед цветением.

Согласно полученным результатам, при возрастании вносимой однократной дозы азота происходит увеличение высоты растений по всем четырем сортам (рис. 1). При этом три сорта имели максимальную высоту в варианте с однократным внесением 90 кг N/га, и дальнейшее повышение однократной дозы азота до 120 кг/га практически не отразилось на высоте растений. Из четырех представленных на графике сортов Московская 39 характеризовалась максимальной высотой, а Немчиновская 24 – минимальной. Дробление дозы азотной подкормки привело к снижению высоты растений в сравнении с однократным внесением, однако не является значимым и не отразилось на устойчивости к полеганию. Следует отметить, что все четыре сорта – короткостебельные, и они сохраняют устойчивость к полеганию с ростом дозы азота.

В связи с тем, что азот является нестойким элементом в окружающей среде, и фазы его наибольшего потребления растениями растянуты во времени, некоторые исследователи рекомендуют применять азотные удобрения в виде дробных подкормок. Однако наши исследования показали, что дробное внесение азота не всегда эффективно для увеличения урожайности озимой пшеницы (табл. 1). При дробном внесении азота, как и при однократном внесении, велико влияние погодных условий, хотя оно проявляется и в меньшей степени. В случае дробного внесения азота доля влияния фактора «год» по данным дисперсионного анализа достигает 46%, а на факторы «сорт» и «удобрение» остается 54%.

Таким образом, при оценке эффективности внесения азота, в том числе и дробного, следует учитывать особенности погодных условий года. Так, в переувлажненном 2005 г. у трех сортов – Московская 39, Памяти Федины и Немчиновская 24 – максимальная урожайность была получена при дробном двукратном внесении азота 60+60 кг N/га, а у сорта Галина – при однократном внесении 120 кг/га. В 2006 г. (неустойчивое увлажнение), напротив, Московская 39 и Памяти Федины дали максимальную урожайность в варианте с однократным внесением 120 кг N/га, а сорта Галина и Немчиновская 24 – в варианте с дробным внесением 60+60 и 30+30 кг/га соответственно.

Окупаемость 1 кг азотных удобрений прибавкой урожая зерна в среднем за три года для четырех сортов была в диапазоне от 12.7 до 39.0 кг/кг при однократном и дробном внесении разных доз азота (табл. 1). Обращает на себя внимание, что при двукратной подкормке азотом сорта Памяти Федины в дозах 30+30 кг N/га очень резко повышалась окупаемость азота по сравнению с однократной подкормкой (60 кг N/га). Причем это прослеживается в течение всех трех лет исследований. В целом, наибольшая отдача

от азотных подкормок наблюдалась у таких сортов, как Галина и Немчиновская 24, а особенно у последнего сорта.

Таким образом, по результатам наших исследований, из всех изученных сортов наибольшей урожайностью и отзывчивостью на азотное удобрение обладают сорта современного периода селекции, а именно: Немчиновская 24 и Галина. Представляет интерес, за счет каких структурных элементов происходит повышение урожайности при внесении азота. Как показал проведенный нами анализ структуры урожая, прежде всего увеличивается число зерен в колосе и их масса, что обусловлено перераспределением ассимилятов в пользу колоса и, соответственно, формированием более озерненных колосьев.

Например, в нестабильном по агрометеорологическим условиям 2006 г. сорт Памяти Федины показал высокую урожайность в двух вариантах опыта: с двукратным внесением азотной подкормки в дозах 30+30 кг N/га и трехкратным внесением 40+40+40 кг N/га. При этом в первом случае значительно увеличилась масса 1000 зерен, а во втором – продуктивный стеблестой.

Сорт Московская 39 дал высокую урожайность в трех вариантах опыта. Максимальная урожайность, наблюдавшаяся при однократной подкормке азотом в дозе 120 кг N/га, достигалась при средних значениях всех элементов структуры урожая. В варианте с трехкратным внесением 40+40+40 кг N/га высокая урожайность была получена за счет увеличения массы зерна и его количества в колосе, а в варианте с двукратным внесением 30+30 кг N/га – в результате значительного увеличения продуктивного стеблестоя.

Сорт Галина дал максимальную урожайность в варианте с двукратным внесением азотной подкормки в дозах 60+60 кг N/га за счет значительного увеличения всех показателей по элементам структуры урожая.

Сорт Немчиновская 24, так же как и сорт Московская 39, показал высокую урожайность в трех вариантах опыта. Максимальная урожайность в варианте с двукратной подкормкой азотом в дозах 30+30 кг N/га была достигнута в результате большого числа продуктивных стеблей и увеличения массы 1000 зерен. В варианте с трехкратным внесением 40+40+40 кг N/га высокая урожайность была получена за счет существенного увеличения продуктивного стеблестоя, а в варианте с однократной подкормкой в дозе 120 кг N/га – в результате увеличения массы зерна с колоса и количества зерен в колосе.

В целом, результаты наших исследований свидетельствуют о высокой эффективности азотных подкормок на озимой пшенице. Следует отметить, что дробное внесение азота было не всегда эффективнее однократного внесения. Как при однократных, так и при дробных подкормках азотом, их эффективность сильно зависит от погодных условий. Согласно полученным данным, наибольшей урожайностью и отзывчивостью на азотное удобрение обладают сорта современного периода селекции (например, Немчиновская 24 и Галина).



Сандухадзе Б.И. – заведующий лабораторией селекции озимой пшеницы Московского НИИСХ «Немчиновка», доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАСХН; e-mail: prietnaya@nemchinowka.ru.

Журавлева Е.В. – заведующая сектором зерновых и зернофуражных культур РАСХН, доктор сельскохозяйственных наук; e-mail: zhuravla@yandex.ru.

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

Литература

- Жученко А.А. 2004. Проблемы ресурсосбережения в зерновом хозяйстве. В кн.: Сберегающее земледелие: будущее сельского хозяйства России. Ресурсосберегающие технологии как основа повышения экономики сельскохозяйственных товаропроизводителей. Материалы IV Международной научно-практической конференции. С. 10-14.
- Сандухадзе Б.И., Рыбакова М.И. и Морозова З.А. 2003. Научные основы селекции озимой пшеницы в Нечерноземной зоне России. Москва, РАСХН. 426 с.
- Минеев В.Г. и Павлов А.Н. 1981. Агрохимические основы повышения качества пшеницы. М.: Колос. 288 с.
- Созинов А.А. и Жемела Г.П. 1983. Улучшение качества зерна озимой пшеницы и кукурузы. М.: Колос. 270 с.
- Журавлева Е.В. 2011. Научное обоснование повышения продуктивности и качества зерна интенсивных сортов озимой пшеницы в земледелии Центрального Нечерноземья: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Москва. 40 с.

Актуальные вопросы отзывчивости кукурузы на удобрения

Багринцева В.Н., Ивашененко И.Н.

Показана актуальность внедрения в производство гибридов кукурузы с высокой отзывчивостью на удобрения. Рассмотрена роль корневой системы и фотосинтетического аппарата в усвоении элементов питания, а также отзывчивость растений на удобрения и генетические аспекты минерального питания. Отмечена необходимость дальнейшего углубленного изучения этих вопросов у кукурузы.

Современные тенденции развития сельскохозяйственного производства диктуют необходимость получения высоких урожаев полевых культур с наименьшими энергетическими затратами. Минеральные удобрения - наиболее эффективное, но в тоже время и высокзатратное средство повышения урожайности, особенно в условиях нестабильных цен на продукцию растениеводства. Поэтому применение удобрений должно быть рациональным и обеспечивать максимальное использование растениями элементов питания из удобрений и максимальную окупаемость удобрений прибавкой урожая. Повышение коэффициента использования элементов питания из удобрений – одна из важнейших задач агрохимии.

Высокую окупаемость удобрений может обеспечить только выращивание сортов и гибридов с высокой отзывчивостью на повышение уровня минерального питания, способных накапливать на единицу д.в. удобрения большое количество органического вещества и давать высокие прибавки урожая. На необходимость использования в современном сельскохозяйственном производстве высокоотзывчивых на удобрения сортов и гибри-

дов сельскохозяйственных культур указывают Д.П. Алейнов (2009) и В.А. Драгавцев (2009).

Целесообразность внедрения в производство гибридов кукурузы, способных продуктивно использовать удобрения и обеспечивать более высокие показатели их экономической эффективности, показана в наших исследованиях (Багринцева и Сухоярская, 2009 и 2011; Сухоярская, 2009). Следует отметить, что авторы провели оценку отзывчивости гибридов кукурузы на удобрения на этапе их внедрения в производство.

На генетическую специфику отзывчивости на удобрения сортов и гибридов полевых культур, а также на необходимость и возможность целенаправленной селекции на высокую окупаемость удобрений указывал еще Н.И. Вавилов (1985). Однако и в настоящее время при создании гибридов кукурузы селекционерами не ведется оценка и отбор селекционного материала на интенсивное использование растениями азота, фосфора и калия из удобрений, устойчивость к засолению и кислотности почвы. Отбор селекционного материала на одном уровне плодородия почвы по главному хозяй-