

УДК 633.16:631.84

УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ

П. Д. БУГАЕВ, АМАРЕ ТАДЕССЕ

(Кафедра растениеводства)

На основании проведенных исследований установлено, что оптимальной дозой азота под ячмень на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах является доза 100-150 кг/га д.в. Внесение азота в более высоких дозах приводит к существенному снижению урожая. Дробное применение азота не способствует повышению урожая ячменя.

Формирование высоких урожаев зерна хорошего качества является важнейшей задачей земледелия. Достичь этого можно лишь при соблюдении всех элементов технологии возделывания зерновых культур. Важнейшая роль принадлежит регулированию условий азотного питания. Азот — один из самых сильных факторов, с помощью которого можно управлять ростом и развитием растений в течение вегетации в направлении максимального выхода конечного продукта. Однако вместе с ростом урожаев сельскохозяйственных культур при

внесении удобрений повышается опасность загрязнения окружающей среды, в том числе и почв, химическими средствами, так как коэффициенты использования минеральных удобрений остаются невысокими, значительная часть химических веществ удобрений теряется, попадая в нижележащие горизонты почвы, грунтовые и поверхностные воды, загрязняя источники питьевой воды. Особенно велики потери азота при внесении удобрений в дозах, превышающих вынос урожая [3, 8, 9, 11].

Выход из создавшегося положения, по мнению мно-

гих авторов, — дробное внесение удобрений [1, 5, 10, 12]. Но наряду с этим имеются данные и о слабой эффективности дробного внесения азота, особенно на зерновых культурах с коротким периодом вегетации [2, 4]. Различные мнения о способах применения азотных удобрений обусловлены прежде всего различными почвенно-климатическими условиями зоны, погодными условиями вегетационного периода и особенностью биологии культуры и сорта.

Поэтому целью наших исследований явилось изучение влияния различных систем применения азотных удобрений на урожайность ярового ячменя в условиях Центрального Нечерноземья.

Методика

Исследования проводили на полях лаборатории растениеводства МСХА в 1995—2000 гг. Опыт был заложен методом расщепленных делянок в 4-кратной повторности. Учетная площадь делянки по годам исследований составляла 10—25 м².

Почвы опытного участка — дерново-подзолистые легкосуглинистые, мощность пахотного горизонта 23-25 см. Объект исследования — яровой ячмень Зазерский 85.

Предшественник ячменя — зернобобовые культуры. Аг-

ротехника общепринятая для данной зоны. Удобрения рассчитывали на планируемый урожай в 40 ц/га. Фосфорные и калийные удобрения вносили под основную обработку почвы, азотные — согласно схеме опыта. Урожай учитывали сплошным методом, поделяночно. Урожайные данные подвергали математической обработке методом дисперсионного анализа.

Изучали следующие варианты: 1 — без азотных удобрений (контроль); в вариантах 2-7 азот вносили под культивацию; 2 — 25N; 3 — 50N; 4 — 100N; 5 — 125N; 6 — 150N; 7 — 200N; 8 — $N_{\text{осн.}} + N_{\text{кущ.}} - 50$ кг/га под культивацию + 50 кг/га в фазу кущения; 9 — $N_{\text{осн.}} + N_{\text{тр.}}$ — 50 кг/га под культивацию + 50 кг/га в фазу выхода в трубку

Метеорологические условия вегетационных периодов в годы исследований различались между собой как по температуре воздуха и количеству осадков в течение вегетации, так и по характеру их распределения. Наиболее благоприятными для роста и развития растений ячменя оказались вегетационные периоды 1997 и 1998 гг., когда количество осадков и температура воздуха были на уровне средних многолетних данных. Погодные условия вегетационного периода 1996 г.

отличались относительно высокой температурой воздуха и небольшим количеством осадков в начальный период вегетации и теплой и влажной погодой в июне и июле, что сказалось благоприятно на урожае ячменя. В 1995 г. отмечалась майско-июньская засуха. Температура воздуха в III декаде мая и I и II декаде июня была выше средней многолетней на 6,5-8,4°C, а количество осадков выпало за этот период на 45 мм меньше по сравнению со средними многолетними осадками, что негативно отразилось на росте и развитии растений и величине будущего урожая ячменя. Погодные условия 1999 и 2000 гг. были несколько схожими, когда сухая и жаркая погода апреля сменялась сухой и холодной погодой мая, что отрицательно повлияло на рост, развитие и урожайность ярового ячменя.

Результаты

Сельскохозяйственное производство необходимо интенсифицировать прежде всего за счет повышения урожайности путем экономически и экологически обоснованного использования современных технологий, не наносящих продолжительного ущерба внешней среде и учитывающие местные условия.

Известно, что значительная часть органических веществ, которые составляют 90-95% сухой массы растений, образуются в процессе фотосинтеза. Регулирование процесса фотосинтеза и изыскание приемов, направленных на значительное повышение коэффициента использования солнечной энергии, — важный путь повышения продуктивности растений и, следовательно, увеличения количества сельскохозяйственных продуктов.

Поглощение азота корнями и его усвоение тесно связаны с фотосинтезом. Все синтетические превращения азота как в корнях, так и в надземных органах происходят с использованием энергии и углеродных цепей, образованных в процессе фотосинтеза. При этом многие реакции непосредственно сочетаются с фотосинтезом и зависят от интенсивности света и концентрации CO_2 .

Анализ результатов исследований показал высокую эффективность азотных удобрений: заметно улучшалась фотосинтетическая деятельность посевов ярового ячменя, при этом увеличивались не только листовая поверхность растений, но и продолжительность ее жизнедеятельности. Так, в среднем за 1995 - 2000 гг. максимальная площадь листьев

Т а б л и ц а 1

Фотосинтетическая деятельность посевов ячменя Зазерский 85

Вариант	Максимальная площадь листьев, м ² /м ²	Урожай сухой биомассы, ц/га	Фотосинтетический потенциал, тыс. м ² /га·дн.	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² · сут.	Продуктивность фотосинтеза, кг зерна на 1 тыс. ФП
Без азота	2,5	73,6	840,0	9,1	2,9
25N	2,8	70,7	1022,5	6,9	2,8
50N	3,2	83,0	1133,9	7,8	2,8
100N	3,3	95,7	1194,2	8,9	2,9
125N	3,5	96,5	1316,3	7,8	2,8
150N	3,2	97,4	1300,9	7,8	2,9
200N	3,2	80,2	1165,5	7,1	2,5
50N _{осн.} + 50N _{кущ.}	3,1	85,0	1040,3	9,0	3,2
50N _{осн.} + 50N _{тр.}	3,1	82,9	1072,4	8,4	2,9

при внесении азотных удобрений была выше на 0,3 - 1,0 м²/м², чем в неудобренном варианте, а фотосинтетический потенциал выше на 182,5—491,6 тыс. м²/га · дн. (табл. 1).

Наилучшие показатели фотосинтетической деятельности посевов ячменя Зазерский 85 отмечены при внесении 100-150 кг/га азота под культувацию. В дозе 200 кг/га наблюдалось ухудшение фотосинтетической деятельности посевов ячменя, что связано, по-видимому, с увеличением концентрации почвенного раствора, оказывающей отрицательное воздействие на развитие растений и продуктивность ячменя. Дробное применение азота не оказывало существенного влияния на фотосинтетическую дея-

тельность посевов ячменя по сравнению с полной нормой (100N) внесения его под культувацию.

Корневая система является важнейшей частью растения, выполняющей функцию поглощения и транспортировки воды и растворенных в ней минеральных веществ из почвы. В ней происходит синтез веществ, от качества и количества которых зависит характер физиологических процессов, протекающих в надземной части растения, и конечном итоге на урожай.

Многие исследователи считают, что между продуктивностью и мощностью корневой системы существует прямая зависимость [6]. Рост и развитие корней, в свою очередь, зависит от уровня

плодородия почвы, плотности подпахотных горизонтов, концентрации CO_2 в почве и наличия влаги и элементов питания в ней [7]. Причем, чем выше содержание влаги и элементов питания в корнеобитаемом слое, тем меньше длина и масса корневой системы.

В наших исследованиях рост и развитие корневой системы ячменя во многом определялись нормой и сроком внесения азотных удобрений. По мере увеличения дозы азотных удобрений до 150 кг/га д.в. уменьшались объем и масса корневой системы. Так, в варианте без азотных удобрений объем корней в среднем составил 2,7 см³ на одно растение, при внесении 50 кг/га азота — уже 2,6 см³, а при применении 150 кг/га азота он уменьшался до 2,1 см³ на одно растение. При внесении 200 кг/га азота под культивацию и

дробном применении азота объем корней значительно увеличился и составил соответственно 3,0 и 3,1 см³ на одно растение. Увеличение объема корней при более высокой дозе азотных удобрений обусловлено повышением концентрации почвенного раствора в корнеобитаемом слое и проникновением корешков в более глубокие слои (табл. 2).

Масса корневой системы находилась в прямой зависимости от объема корней и по мере увеличения дозы азотных удобрений она уменьшалась с 2,5 до 1,7 г на одно растение. При внесении 200 кг/га азота масса корневой системы, напротив, возросла до 3,1 г на одно растение.

Продуктивность работы корневой системы зависит от уровня плодородия почвы, содержания в ней элементов питания и влаги, а также от

Т а б л и ц а 2

Рост и развитие корневой системы при внесении азотных удобрений

Вариант	Объем, см ³	Масса корней, г	Масса растений, г	Продуктивность, г/г	Корнеобеспеченность, %
Без удобрений	2,7	2,5	5,2	2,1	32,9
50N	2,6	2,3	5,6	2,4	29,6
100N	2,3	2,0	6,5	3,4	23,7
150N	2,1	1,7	7,5	4,8	18,5
200N	3,0	3,1	8,3	2,8	26,7
$N_{\text{осн.}} + N_{\text{кущ.}}$	3,1	2,7	7,0	2,6	28,0

биологических и морфологических особенностей культуры и сорта.

В наших исследованиях азотные удобрения положительно влияли на продуктивность корневой системы только при разовом внесении азота до уровня 150 кг/га. При дальнейшем повышении дозы, особенно при недостатке влаги в почве, существенно снижалась продуктивность работы корневой системы, при этом корнеобеспеченность растений находилась в обратной зависимости с продуктивностью корневой системы.

Азот поглощается растениями в основном в форме нитратов. Уже в корнях при участии фермента нитратредуктазы происходит восстановление нитратов до аммиака, который используется на образование аминокислот и аминов. В форме этих органических соединений в основном и поступает азот из корней в надземную часть растений. Если в почве мало минерального азота и он в растение поступает в незначительном количестве, то он почти полностью восстанавливается до аммиака, который уже в корнях превращается в органические соединения (аминокислоты, амиды др.). При усилении обеспеченности растений азотом все большее количе-

ство его поступает в надземную часть в минеральной форме, где он и усваивается.

При усилении азотного питания иногда нитратредуктаза не справляется с восстановлением нитратов в вегетативных органах растений, образующиеся в них нитриты вредны для человека и животных. Нитратредуктаза, как известно, индуцируемый фермент, который усиленно образуется в клетке в ответ на поступление в нее нитратного азота. Однако активность нитратредуктазы повышается при увеличении доз азота лишь до определенного уровня. При повышении содержания нитратного азота в растворе активность нитратредуктазы либо значительно замедляется, либо даже снижается. В наших исследованиях активность нитратредуктазы в растениях ячменя не изменялась при внесении азотных удобрений в один прием под культивацию и значительно повышалась при дробном внесении азотных удобрений; а именно при внесении части азотных удобрений под основную обработку и части в фазу кушения. Так в варианте без удобрений активность нитратредуктазы составляла 0,08 мг N-N₀²/г растительного материала, при внесении 50N и 100N — 0,1 мг, а

при дробном внесении — уже 0,52 мг N-NO² /г. Это обусловлено усилением азотного питания и повышением активности нитратредуктазы в надземной части растений.

Урожайность сельскохозяйственных культур является главным показателем эффективности применения того или иного агротехнического приема. В наших исследованиях урожайность ярового ячменя во многом определялась погодными условиями вегетационного периода, нормой азотных удобрений и сроком их применения. Азотные удобрения существенно повышали урожай ячменя. Так в среднем за 6 лет прибавка урожая ячменя Зазерский 85 от применения азотных удобрений в среднем по вариантам опы-

та составила 0,86 т/га, при этом наибольшей она была при внесении 15 0N под культивацию и составила 1,30 т/га (табл. 3). Важно отметить, что прибавка урожая ячменя с увеличением дозы азотных удобрений от 100 до 150 кг/га неадекватна количеству внесенных удобрений.

Дробное внесение азотных удобрений не способствовало повышению урожая ячменя по сравнению с разовым его внесением в той же дозе под культивацию. В среднем за 6 лет при дробном внесении 50N под культивацию и 50N в фазу кущения прибавка урожая составила 0,95 т/га, тогда как при внесении 100N под культивацию — 1,13 т/га. Более поздняя подкормка в фазу выхода в трубку не обеспечи-

Т а б л и ц а 3

Урожайность ярового ячменя Зазерский 85 (т/га)

Вариант	1995 г.	1996г.	1997г.	1998г.	1999г.	2000 г.	В среднем за 1995–2000 гг.	Прибавка урожая
Без удобрений	2,59	3,18	3,43	2,75	0,8	1,75	2,42	
25N	**	3,79	3,78	3,35	0,98	2,34	2,85	+0,43
50N	3,50	4,11	3,77	3,85	1,13	2,64	3,17	+ 0,75
100N	3,98	4,39	4,10	4,23	1,60	3,00	3,55	+1,13
125N	**	4,24	4,54	4,68	1,44	3,31	3,64	+1,22
150N	**	4,08	4,54	5,13	1,41	3,43	3,72	+1,30
200N	**	3,72	3,15	3,78	0,88	2,72	2,85	+0,43
50N _{осн.} + 50N _{кущ.}	3,64	4,21	4,09	4,30	1,16	2,80	3,37	+0,95
50N _{осн.} + 50N _{тр.}	2,82	4,28	4,32	4,04	1,06	2,21	3,12	+0,70
НСР ₀₅	0,28	0,15	0,31	0,21	0,11	0,17		

вала повышения урожая ячменя по сравнению с внесением азота в фазу кушения и была ниже на 0,25 т/га. Уменьшение эффекта от дробного применения азота по сравнению с разовым внесением его под культивацию, прежде всего, связано с недостаточным количеством осадков в начальный период вегетации и особенностью биологии ячменя. Ячмень, имея короткий период потребления элементов питания, слабо развитую корневую систему с невысокой усвояющей способностью и быстрый темп роста и развития в начальный период вегетации, очень нуждается на ранних этапах развития в легкодоступных элементах питания, что обеспечивает разовое внесение азота в качестве основного удобрения под культивацию.

Следует отметить, что внесение под ячмень 200N под культивацию на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах приводило к существенному снижению урожая по сравнению с дозами азота 100-150 кг/га, при этом прибавка урожая при 200N была равной прибавке урожая ячменя в варианте 25N, что связано, вероятно, с повышением концентрации почвенного раствора и ухудшением условий питания растений ячменя.

Выводы

1. На дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах Центрального Нечерноземья наиболее эффективно для ячменя внесение азотных удобрений под культивацию в дозе 100-150 кг/га д.в. Более высокие дозы азотных удобрений приводят к существенному снижению урожая ячменя.

2. Дробное внесение азотных удобрений под яровой ячмень на данных почвах не имеет преимуществ по сравнению с разовым внесением его всей нормы под культивацию, что связано с недостаточным количеством влаги в почве в начальный период вегетации и быстрым темпом потребления ячменя элементов питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Берестень Н.П.* Эффективность дробного внесения азотных удобрений под яровые зерновые. — Прием и технологии возделывания полевых культур, повышение и плодородие почв в современных условиях, 1994, с. 55-61. — 2. *Завалин А.А., Потапов В.И.* Формирование урожая и качество зерна ячменя и овса в зависимости от доз и сроков внесения азота. — Агрохимия, 1998, № 11, с. 20-25. — 3. *Звягинцев Д.Г.*,

Гузев В.С., Левин С.В. Изменения в комплексе почвенных микроорганизмов при антропогенных воздействиях. — Успехи почвоведения. Сов. почвоведы к XIII Международному конгрессу почвоведов. Гамбург, 1986. М.: Наука, 1986, с. 64-68. — 4. Кидин В.В., Пионова О.Н. Агрохимия, 1987, № 11, с. 7~18. — 5. Коваленко А.А. Влияние возрастающих доз азотных удобрений на накопление и динамику форм минерального азота в метровом слое легкосуглинистой почвы. — Бюл. ВИУА, 1988, № 85, с. 34—36. — 6. Колосов И.И. Поглощительная деятельность корневых систем растений. М.: Изд-во АН СССР, 1962. — 7. Кулаковская Т.Н., Ярошкевич М.И. Влияние удобрений на корневую систему ячменя и ее продуктивность. — Вести АН БССР,

серия с.-х. наук, № 1. Минск, 1972, с. 34-40. — 8. Кудяров В.Н. Проблема азота в современном земледелии. — Азот и углеродное питание растений и их связь при фотосинтезе. Пущино, 1987, с. 137-149. — 9. Кудярова А.Ю., Никитишен В.И. Экологические последствия интенсификации сельского хозяйства. — Агрохимия, 1988, с. 125-129. — 10. Кукреш Н.Н. Материалы конференции «Повышение устойчивости зерновых культур к полеганию». Жодино, 1979, с. 83-89. — 11. Минеев В.Г. Удобрение и качество продукции. М.: Знание, 1980. — 12. Прохоров В.Н. Особенности азотного обмена посевов ярового ячменя разной продуктивности. Вещь нацьянальнай акадэмп навук Беларусь Серия бялапчных навук.

*Статья поступила
1 апреля 2003 г.*

SUMMARY

Investigations have shown that optimum dose of nitrogen for barley on soddy-podzolic light loamy soils is 100-150 kg/ha. Higher doses of nitrogen result in essentially lower yield. Fractional application of nitrogen doesn't increase the yield of barley.