

АГРОХИМИЯ И ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Известия ТСХА, выпуск 2, 1990 год

УДК 633.11:631.811.1:631.842.4

УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И КОЭФФИЦИЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЗОТА УДОБРЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКА ПОДКОРМКИ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРОЙ

В. В. КИДИН, А. Г. ЗАМАРАЕВ, Н. Н. ДМИТРИЕВ

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Приведены результаты полевого опыта, в котором изучали влияние срока внесения и норм азотных удобрений на урожайность озимой пшеницы и качество зерна, на общий вынос азота, фосфора и калия и использование растениями азота меченой аммиачной селитры. Наибольшая урожайность зерна получена при внесении аммиачной селитры в фазе весеннего кущения и трубкования. Подкормка в фазу колошения приводила к существенному повышению содержания белка в зерне. Затраты азота на 10 ц зерна были выше при более поздних подкормках, затраты фосфора и калия изменялись незначительно.

Как показали исследования, проведенные в различных регионах страны, получение высоких урожаев зависит не только от погодных условий, предшественников, степени окультуренности и предшествующей удобренности почвы, но и от оптимальных сроков внесения и нормы азотных удобрений [1, 3, 4, 6, 8, 10].

Имеющиеся в литературе данные об использовании сельскохозяйственными культурами азота удобрений, внесенного в качестве подкормки в ранние стадии развития растений и до посева, малочисленны и противоречивы, что не позволяет сделать какого-либо однозначного вывода.

Результаты отдельных исследований свидетельствуют о преимуществе поздних корневых подкормок азотом [2, 12]. Однако большинство авторов считают, что поздние подкормки азотом приводят к снижению его использования [3, 5, 7, 9—11]. Нами изучалось влияние сроков внесения и норм азотных удобрений на урожай и качество зерна озимой пшеницы Мироновской 808, затраты азота, фосфора и калия на 10 ц зерна и использование растениями азота почвы и азота удобрения.

Методика

Исследования проводили в 1987—1988 гг. в полевом опыте, заложенном в учхозе «Михайловское» Московской области на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Аг-

рохимические показатели почвы были следующие: $rN_{\text{сол}}$ — 5,9; гумус — 2,2 % (по Тюрину); $N_{\text{общ}}$ — 0,10 % (по Кьельдалю); N_r — 2,2 и S — 13,0 экв/100 г; содержание P_2O_5 и

K₂O — 12—13 мг/100 г (по Кирсанову). Во всех вариантах опыта озимую пшеницу возделывали на фоне удобрений: 90P90K+30 т навоза на 1 га. Предшественником в 1987 г. служил занятый пар (викоовсяная смесь), в 1988 г. — озимая пшеница. Технологические приемы возделывания общепринятые для Московской области.

Для изучения коэффициента использования азота удобрений на по-

левой опыт в 1987—1988 гг. был наложен микрополевым с использованием ¹⁵N. Площадь опытных микроделенок — 0,5 м², учетных — 0,25 м², повторность опыта — 3-кратная. Азот в виде раствора дважды меченой аммиачной селитры вносили согласно схеме опыта. Избыток ¹⁵N в NH₄NO₃ составил 2,8—3,0 %. Уборку озимой пшеницы проводили в фазу полной спелости зерна.

Результаты

Урожай и качество зерна озимой пшеницы изменялись в зависимости от сроков внесения и норм азотных удобрений (табл. 1).

Погодные условия в весенне-летний период в годы исследований несколько отличались от среднемноголетних. Так, среднесуточная температура воздуха в 1987 г. в мае составляла 11,9 °С, июне — 17,1, июле — 16,2 °С, в 1988 г. — соответственно 13,1; 18,6 и 20,3 °С (среднемноголетняя температура мая — 11,5, июня — 15,0, июля — 17,4 °С). За эти месяцы в 1987 г. выпало 239 мм осадков, а в 1988 г. — 184 мм при среднемноголетней норме 199 мм.

Внесение азотных удобрений существенно увеличивало уро-

Таблица 1

Урожай и качество зерна озимой пшеницы
(здесь и в последующих таблицах числитель — 1987 г., знаменатель — 1988 г.)

| Вариант опыта (норма и срок внесения азота) | Урожай зерна | | Прибавка уро- жай, % | Содержа- ние сы- рого белка, % | Отноше- ние масс соломы и зерна |
|--|-------------------|------|-------------------------|---|--|
| | г на де- лянку | ц/га | | | |
| 1 — 90P90K+30 т навоза на 1 га (фон) — контроль | 127,5 | 51,0 | — | 11,6 | 1,48 |
| | 94,0 | 37,6 | — | 11,9 | 1,68 |
| 2 — 45N (всходы) + 45N (весеннее кущение) | 179,0 | 71,6 | 40,4 | 11,9 | 1,38 |
| | 113,1 | 45,2 | 20,3 | 13,9 | 1,61 |
| | 171,3 | 68,5 | 34,5 | 11,9 | 1,39 |
| 3 — 90N (всходы) | 108,3 | 43,3 | 15,2 | 13,8 | 1,63 |
| | 189,7 | 75,9 | 48,8 | 12,1 | 1,36 |
| 4 — 45N (весеннее кущение) + 45N (трубкование) | 123,2 | 49,3 | 31,1 | 14,9 | 1,59 |
| | 187,7 | 75,1 | 47,2 | 12,2 | 1,33 |
| | 120,5 | 48,2 | 28,2 | 14,6 | 1,60 |
| 5 — 90N (весеннее кущение) | 174,9 | 70,0 | 37,2 | 12,9 | 1,35 |
| | 115,2 | 46,1 | 22,6 | 15,5 | 1,58 |
| 6 — 45N (весеннее кущение) + 45N (колошение) | 174,7 | 69,9 | 37,0 | 14,1 | 1,37 |
| | 113,5 | 45,4 | 20,8 | 16,1 | 1,55 |
| | 178,4 | 71,4 | 39,9 | 13,1 | 1,34 |
| 8 — 90N (трубкование) | 119,0 | 47,6 | 26,6 | 15,5 | 1,62 |
| | 8,97 | 6,02 | | | |
| HCP ₀₅ P, % | 5,2 | 5,3 | | | |

жайность зерна озимой пшеницы. Прибавка урожая в 1987 г. составляла 34,5—48,8 %, в 1988 г. — 15,2—31,1 %.

Снижение урожая зерна в 1988 г. по сравнению с 1987 г. (на 13,4—26,9 ц/га) связано с повышенной температурой на протяжении всего весенне-летнего периода и недостатком продуктивной влаги во время налива зерна. Кроме того, бесснежное возделывание озимой пшеницы в течение двух лет, по всей вероятности, привело к накоплению в почве патогенных микроорганизмов, что также не могло не сказаться на развитии растений. Негативное влияние на рост и развитие растений, несомненно, оказали также запашка соломы озимой пшеницы урожая 1987 г. и, как следствие, закрепление значительной части азота удобрения в органической форме, что обусловило снижение количества доступного для растений азота. Тем не менее в целом урожай зерна озимой пшеницы в 1988 г. был достаточно высоким и колебался в вариантах с внесением азота от 43,3 до 49,3 ц/га.

Наибольший урожай зерна озимой пшеницы (75,9 ц/га в 1987 г. и 49,3 ц/га в 1988 г.) получен при дробном применении азотных удобрений (4-й вариант). В то же время при внесении всей нормы азота или части ее в фазу всходов урожай зерна возрос на 4,3—7,4 ц/га (табл. 1).

При внесении всей нормы азота в фазу весеннего кущения (90 N) по сравнению с дробным в фазы кущения и трубкования урожайность озимой пшеницы снизилась на 0,8—1,1 ц/га.

Прибавка урожая зерна при подкормке озимой пшеницы 90 N в фазу трубкования в 1987 г. составила 39,9 %, а в 1988 г. — 26,6 %, но она была на 8,8 и 5,9 % ниже, чем при дробном внесении азота в фазы весеннего кущения и трубкования.

Перенос части азотной подкормки на более поздние сроки — фаза колошения — обусловил снижение сбора зерна с 1 га на 1,5—5,9 ц/га, но содержание белка в зерне повысилось на 0,6—1,0 %, что согласуется с результатами исследований других авторов [1, 5, 10].

Следует также отметить, что при внесении азотных удобрений содержание белка в зерне повысилось на 0,3—2,4 % по сравнению с контролем. Если сравнивать варианты с азотными удобрениями, то содержание белка в зерне в оба года было наименьшим при подкормке озимой пшеницы 90 N в фазу всходов (табл. 1). По мере приближения сроков подкормки к периоду наибольшего поглощения питательных веществ (последнее кущение — трубкование — начало колошения) содержание белка возрастало в 1987 г. на 0,3—2,2 %, в 1988 г. — на 1,8—2,3 %.

Недостаток влаги и повышенная температура в весенне-летний период 1988 г. способствовали увеличению содержания белка в зерне (табл. 1). В свою очередь, содержание общего азота в зерне в 1988 г. было на 0,04—0,46 % выше, чем в 1987 г., а в соломе — на 0,04—0,11 %. В вариантах с азотными удобрениями содержание общего азота в зерне колебалось в 1987 г. от

Содержание азота, фосфора и калия в зерне и соломе озимой пшеницы (%)

| Вариант опыта | Зерно | | | Солома | | |
|---------------|-------|-------------------------------|------------------|--------|-------------------------------|------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 1 | 1,86 | 0,84 | 0,52 | 0,48 | 0,23 | 1,07 |
| | 1,90 | 0,88 | 0,72 | 0,47 | 0,20 | 1,29 |
| 2 | 1,91 | 0,81 | 0,50 | 0,52 | 0,21 | 1,06 |
| | 2,22 | 0,89 | 0,65 | 0,60 | 0,23 | 1,43 |
| 3 | 1,91 | 0,80 | 0,48 | 0,55 | 0,22 | 1,15 |
| | 2,21 | 0,89 | 0,73 | 0,59 | 0,24 | 1,35 |
| 4 | 1,93 | 0,83 | 0,50 | 0,50 | 0,23 | 1,08 |
| | 2,39 | 0,86 | 0,73 | 0,61 | 0,24 | 1,39 |
| 5 | 1,95 | 0,82 | 0,49 | 0,51 | 0,22 | 1,09 |
| | 2,34 | 0,91 | 0,72 | 0,60 | 0,24 | 1,36 |
| 6 | 2,06 | 0,83 | 0,48 | 0,53 | 0,24 | 1,06 |
| | 2,48 | 0,96 | 0,66 | 0,60 | 0,22 | 1,38 |
| 7 | 2,25 | 0,84 | 0,51 | 0,56 | 0,25 | 1,14 |
| | 2,58 | 0,94 | 0,63 | 0,61 | 0,24 | 1,40 |
| 8 | 2,10 | 0,82 | 0,51 | 0,57 | 0,25 | 1,04 |
| | 2,48 | 0,92 | 0,66 | 0,62 | 0,24 | 1,37 |

1,91 до 2,25 %, в 1988 г. — от 2,21 до 2,58 % и на 0,05—0,68 % превышало контроль.

Подкормка озимой пшеницы азотом в весенний период положительно сказывалась на содержании азота в зерне и не оказывала существенного влияния на содержание его в соломе. В вариантах с азотными удобрениями содержание общего азота в соломе было на 0,02—0,15 % выше, чем в контроле (табл. 2), но этот показатель не зависел от сроков внесения удобрений и норм азота.

Содержание фосфора и калия в зерне и соломе при внесении азотных удобрений не изменилось. Однако содержание калия в зерне в отличие от фосфора в 1988 г. во всех вариантах было на 0,12—0,25 %, а в соломе — на 0,22—0,33 % выше, чем в 1987 г. (табл. 2).

В засушливом 1988 г. затраты азота и калия на 10 ц зерна соответственно на 1,0—6,3 и 6,6—8,8 кг превосходили таковые во влажном и более урожайном 1987 г., затраты фосфора возрастали незначительно.

При азотной подкормке в осенний (всходы) или весенний период (весеннее кущение и трубкование) затраты азота на 10 ц зерна в 1987 г. находились на одном уровне с контролем (22,0—22,8 кг).

При внесении 90 N в фазу трубкования или при подкормке 45 N в фазу колошения затраты возрастали на 0,9—3,0 кг. Необходимо отметить, что в 1988 г. в вариантах с азотными удобрениями затраты азота на 10 ц зерна были выше, чем в контроле, на 4,2—7,1 кг. Кроме того, при осеннем внесении всей нормы

азота или частичной подкормке (45N) затраты азота на 10 ц зерна оказались на 3,2 кг выше, чем в контроле, но на 0,9—1,4 кг ниже, чем при внесении всей нормы азота в фазу весеннего кущения или дробном его применении в фазе весеннего кущения и трубкования (по 45N), и на 2,1—2,9 кг ниже, чем при внесении 90N в фазу трубкования или подкормке 45N в фазу колошения. Затраты фосфора и калия при внесении азота существенно не изменялись (табл. 3).

Обобщая данные собственных исследований и литературные, авторы работы [11] делают заключение, что эффективность азотных удобрений увеличивается по мере приближения срока их внесения к периоду наиболее интенсивного потребления азота растениями. Заблаговременное применение удобрений, как и слишком позднее, приводит, как правило, к снижению доступности азота растениям. Аналогичная закономерность отмечалась и в нашем опыте.

Коэффициент использования азота аммиачной селитры (исследования с ^{15}N) находился в зависимости от сроков внесения и норм удобрений. Наиболее высокий коэффициент использования азота отмечен при подкормке азотом в фазы весеннего кущения и трубкования (45 N) — 63,6 % в 1987 г. и 56,4 % в 1988 г.

При подкормке озимой пшеницы осенью по всходам вынос растениями азота удобрения снижался на 21,7—24,5 % и составлял 0,88 и 0,78 г на делянку соответственно в 1987 и 1988 гг. В результате азотной подкормки, которая проводилась ближе к периоду наибольшего поглощения питательных веществ (весеннее кущение — колошение), вынос азота удобрения растениями был на 0,13—0,36 г на делянку, или 5,7—24,5 %, выше, чем при осенней подкормке. Следует отметить, что при внесении всей нормы азота в фазы кущения и трубкования по сравнению с дробным применением (по 45 N) вынос растениями азота на делянку в 1987 и 1988 гг. снижался соответственно на 0,18—0,21 и 0,22—0,26 г, а коэффициент использования азота удобрения — на 8,0—9,4 и 9,7—11,5 %.

Подкормка растений 45 N в фазу колошения привела к по-

Т а б л и ц а 3
Затраты азота, фосфора и калия (кг) на
10 ц основной продукции с учетом
побочной

| Вариант опыта | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|---------------|------|-------------------------------|------------------|
| 1 | 22,0 | 10,1 | 17,8 |
| | 23,0 | 10,4 | 24,4 |
| 2 | 22,4 | 9,4 | 16,6 |
| | 27,2 | 10,8 | 24,8 |
| 3 | 22,8 | 9,5 | 17,6 |
| | 27,2 | 11,0 | 24,8 |
| 4 | 22,3 | 9,8 | 16,7 |
| | 28,6 | 10,6 | 24,4 |
| 5 | 22,5 | 9,5 | 16,4 |
| | 28,1 | 11,0 | 24,5 |
| 6 | 23,7 | 9,9 | 16,1 |
| | 29,3 | 11,2 | 24,0 |
| 7 | 25,8 | 10,1 | 17,5 |
| | 30,1 | 11,3 | 23,7 |
| 8 | 24,5 | 9,9 | 16,1 |
| | 29,7 | 11,2 | 24,4 |

Использование азота почвы и азота удобрения озимой пшеницей

| Вариант опыта | Использовано азота растениями, г на де- лянку | | | Азот удоб- рения, % к выносу | Кoeffици- ент использо- вания азота удобрений растениями, % |
|---------------|--|-------|-----------|------------------------------------|--|
| | всего | почвы | удобрения | | |
| 1 | 2,80 | — | — | — | — |
| | 2,16 | — | — | — | — |
| 2 | 4,02 | 2,98 | 1,04 | 25,9 | 46,2 |
| | 3,08 | 2,17 | 0,91 | 29,5 | 40,4 |
| 3 | 3,91 | 3,03 | 0,88 | 22,5 | 39,1 |
| | 2,95 | 2,17 | 0,78 | 26,4 | 34,7 |
| 4 | 4,23 | 2,80 | 1,43 | 33,0 | 63,6 |
| | 3,52 | 2,25 | 1,27 | 36,1 | 56,4 |
| 5 | 4,22 | 3,00 | 1,22 | 28,9 | 54,2 |
| | 3,39 | 2,38 | 1,01 | 29,8 | 44,9 |
| 6 | 4,15 | 2,84 | 1,31 | 31,6 | 58,2 |
| | 3,38 | 2,27 | 1,11 | 32,8 | 49,3 |
| 7 | 4,51 | 3,18 | 1,33 | 29,5 | 59,1 |
| | 3,42 | 2,30 | 1,12 | 32,8 | 49,8 |
| 8 | 4,37 | 3,12 | 1,25 | 28,6 | 55,6 |
| | 3,53 | 2,48 | 1,05 | 29,8 | 46,7 |

вышению использования азота аммиачной селитры на 3,1—4,4 %, но этот показатель был на 4,5—7,1 % ниже, чем при внесении 45 N в фазы весеннего кушения и трубоквания.

Кoeffициент использования азота удобрений в 1987 г. на 4,4—9,3 % превышал таковой в 1988 г., а использование азота удобрений к общему выносу оказалось на 1,2—3,6 % меньше.

Доля азота удобрения к общему выносу его растениями находилась в прямой зависимости от коoeffициента использования азота и была наименьшей при подкормке озимой пшеницы по всходам, в 1987 г. она составила 22,5 %, в 1988 г. — 26,4 %. При внесении всей нормы азота удобрений или ее части в весенне-летний период процент азота к общему выносу возрастал на 3,1—11,3 и был максимальным в варианте с дробным применением азота в фазы весеннего кушения и трубоквания — 33,8 и 36,1 % соответственно в 1987 и 1988 гг.

Использование растениями азота почвы возрастало при уменьшении коoeffициента использования азота удобрений и увеличении общего его выноса урожаем. Максимальный вынос азота почвы растениями отмечен в варианте с внесением 90 N в фазу трубоквания и дробном применении 45 N в фазы трубоквания и колошения (табл. 4).

Величина «экстра» азота не зависела от сроков внесения и

норм удобрений и была в пределах 0,04—0,38 и 0,01—0,32 г на делянку соответственно в 1987 и 1988 гг.

Заключение

Урожай и качество зерна озимой пшеницы во многом зависели от сроков внесения и норм азотных удобрений. Урожай зерна в контроле составил 51,0 ц/га в 1987 г. и 37,6 ц/га в 1988 г., при внесении аммиачной селитры он увеличился на 15,2—48,8 %. Наименьшая прибавка урожая (34,5 % в 1987 г. и 15,2 % в 1988 г.) получена при внесении 90 N в фазу всходов, наибольшая (48,8 % в 1987 г. и 31,1 % в 1988 г.) — при подкормке растений по 45 N в фазы весеннего кущения и трубкования.

Содержание белка в зерне при внесении азотных удобрений в период налива зерна увеличилось на 1,2—2,3 % по сравнению с контролем и составило 12,9—16,1 %.

Затраты азота на 10 ц зерна при внесении азотных удобрений возрастали и были выше при внесении азотной подкормки в более поздние сроки. Затраты фосфора и калия изменялись не существенно.

Под влиянием азотных удобрений увеличивалось использование растениями азота почвы. Коэффициент использования азота удобрениями растениями при весенне-летней подкормке был на 10,2—23,7 % выше, чем при осенней подкормке, и варьировал в пределах 44,9—63,6 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Детковская Л. П., Лимантова Е. М. Влияние удобрений на урожай и качество зерна. — Минск: Ураджай, 1987. — 2. Кахадзе Д. И. Изучение поступления азота в растения и его влияние на качество зерна пшеницы. — Автореф. канд. дис. Тбилиси, 1971. — 3. Кидин В. В. Использование растениями азота удобрений в условиях Ставропольского края и баланс его в системе «Почва — растение». — Автореф. канд. дис. М., 1974. — 4. Кореньков Д. А. Агрохимия азотных удобрений. — М.: Наука, 1976. — 5. Кореньков Д. А. Продуктивное использование минеральных удобрений. — М.: Россельхозиздат, 1985. — 6. Кореньков Д. А., Филимонов Д. А., Ремпе Е. Ф. и др. Весенняя подкормка азотными удобрениями озимых зерновых культур, сенокосов и пастбищ в Нечерноземной зоне европейской части РСФСР. — М.: Россельхозиздат, 1985. — 7. Мура-

вин Э. А., Кожемячко В. А. Использование яровой пшеницей азота мочевины и аммиачной селитры, меченой ^{15}N , при поздних подкормках. — Изв. ТСХА, вып. 2, 1972, с. 67—76. — 8. Симакин А. И. Агрохимическая характеристика кубанских черноземов и удобрения. — Краснодарское кн. изд-во, 1973. — 9. Смирнов П. М. Превращение азотных удобрений в почве и их использование растениями. — Автореф. докт. дис. М., 1970. — 10. Смирнов П. М. Вопросы агрохимии азота. — М.: ТСХА, 1982. — 11. Смирнов П. М., Кидин В. В. Использование растениями азота и баланс его в зависимости от срока внесения удобрений. — Химия в сельск. хоз-ве, 1983, № 8, с. 20—24. — 12. Турчин Ф. В. Использование азота удобрениями урожаем и его превращение в почве. — Журн. Всесоюз. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева, 1965, т. 10, № 4, с. 400—407.

Статья поступила 20 апреля 1989 г.

SUMMARY

The results of field experiment for studying the effect of date of application and rate of nirtogenous fertilizers on yield of winter wheat and quality of grain, on total consumption of nitrogen, phosphorus and potassium, and on utilization of labelled ammonium saltpeter by plants are presented in the paper. The highest yield of grain has been obtained after applying ammonium saltpeter at spring tillering and booting phases. Dressing at heading phase resulted in essentially higher amount of protein in grain. Consumption of nitrogen per 10 sentners of grain were higher with later dessings, consumption of phosphorus and potassium did not very much.