

УДК 631.8

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Тюлин В.А., Сутягин В.П.

*Тверская государственная сельскохозяйственная академия,  
Тверь, e-mail: sutiagin.victor2011@yandex.ru*

Исследованиями установлено, что наибольшую прибавку урожая (11,3 и 12,8 ц/га) имели варианты с внесением NPK на глубину 10 см и перемешивание их со слоем 0–10 см. Поверхностное внесение удобрений или же их применение в слое почвы 5 см снижает на 5–7% эффективность азотных удобрений. Доля сорняков надземной массы многолетних трав составляет от 2 до 26%. Сорные растения выступают в качестве хотя и неучтенных, но равноправных, а при высокой засоренности посевов и доминирующим потребителем минеральных элементов из вносимых удобрений. Коэффициент использования азотного удобрения в первом укосе выше, чем во втором, при распределении меченого азотного удобрения под укосы.

**Ключевые слова:** удобрения, дерново-подзолистые почвы, элементы питания, сорные растения, севообороты, коэффициент использования элементов питания

## IMPROVING THE EFFICIENCY OF FERTILIZERS IN THE ENVIRONMENTAL AGRICULTURE

Tyulin V.A., Sutyagin V.P.

*Tver State Agricultural Academy, Tver, e-mail: sutiagin.victor2011@yandex.ru*

Research has shown that the greatest yield increase (11,3 and 12,8 kg/d) were variants with outside-by grievous NPK at a depth of 10 cm and mixing them with a layer of 0–10 cm. The surface application of fertilizers or their use of the soil layer 5 cm to 5,7% reduces the efficiency of nitrogen fertilizers. Share nyakov litter-aboveground mass of perennial grasses ranges from 2 to 26%. Weeds appear in qual-stve though unrecorded, but equal, and high contamination of crops and dominant con-sumers of mineral elements fertilizer. The utilization of nitrogen-convenient rhenium in the first mowing is higher than the second in the distribution of the labeled nitrogen fertilizer under the cut.

**Keywords:** fertilizer, sod-podzolic soils, batteries, weeds, crop rotations, utilization of nutrients

Использование минеральных удобрений обеспечивает по оценкам ученых от 41 до 50% прироста урожая культурных растений [1, 3, 6, 7]. По сообщениям ВИУА им. Д.Н. Прянишникова окупаемость минеральных удобрений составляет на дерново-подзолистых почвах от 4,9 до 6,5 кг зерновых единиц на 1 кг действующего вещества NPK. При этом окупаемость удобрений снижается от дерново-подзолистых к чернозёмным почвам [4, 5].

При внесении минеральных удобрений исходят из широко установившейся концепции, что элементы питания используются прежде всего культурой, под посевы которой вносятся эти удобрения. Однако в производственных условиях чаще всего имеют дело не с одновидовым посевом культуры, а с полевым растительным сообществом. Поэтому кроме культуры другим важным компонентом такого сообщества оказываются еще и сорные растения [2, 8, 10]. Они также выступают в качестве хотя и неучтенных, но равноправных, а при высокой засоренности посевов и доминирующих потребителей минеральных элементов из вносимых удобрений.

Удобрения оказывают разнообразное и глубокое воздействие на весь комплекс факторов, определяющих характер и направленность видовых взаимоотношений между ботаническими группами растений. А.М. Туликов [8] выделяет группу «элемент-позитивных» сорных растений, положительно реагирующих на увеличение в почве элементов питания, и группу «элемент-негативных» сорняков, которые резко снижают свою конкурентную способность по отношению к культурам при внесении минеральных удобрений.

Многочисленными агрохимическими исследованиями, проведенными за последние два десятилетия с использованием изотопа азота  $^{15}\text{N}$  как в нашей стране, так и за рубежом установлено, что коэффициент использования азота минеральных удобрений большинством сельскохозяйственных культур не превышает 40–50% от вносимой дозы; – 25–30% закрепляется в почве микрофлорой; 25–30% составляют безвозвратные газообразные потери [5]. Величина усвоения азота растениями в условиях вегетационных опытов составляет 50–60% от внесенного, в полевых условиях она меньше – около 40%.

С помощью стабильного азота установлено, что луговые травы используют из удобрений значительно больше азота, чем ячмень. Потери азота под луговыми травами 7,1–14,3% от внесенного азота, под ячменем 13,3–24,7% [4]. Применение меченого азота позволяет выяснить участие почвенного азота в питании растений на фоне внесения азотных удобрений, определить истинные коэффициенты использования азотных удобрений, определить потери на денитрификацию и вымывание.

Позиционная доступность минеральных удобрений оказала существенное влияние на рост и развитие ячменя. Данные рис. 1 позволяют отметить, что урожайность зерна ячменя в конкретный вегетационный период определялась глубиной и способом размещения минеральных удобрений по пахотному горизонту.

Так, три года из восьми внесения NPK на глубину 10 см имело преимущество

по сравнению с остальными вариантами и в трех случаях перемешивание NPK со слоем почвы 0–10 см, два года имело преимущество внесение NPK на глубину 5 см. Менее эффективны удобрения при заделке их на глубину 20 см или же перемешивание их с этим слоем.

В среднем за 8 лет исследований наибольшую прибавку урожая (11,3 и 12,8 ц/га) имели варианты с внесением NPK на глубину 10 см и перемешивание их со слоем 0–10 см. Коэффициент использования азота из минеральных удобрений, который определялся балансовым методом, был выше именно на этих вариантах (около 32%).

Поверхностное внесение удобрений или же их применение в слое почвы 5 см снижает на 5–7% эффективность азотных удобрений по сравнению с выше указанными вариантами. Коэффициент использования фосфора из фосфорных удобрений в два-три раза меньше, чем азота (рис. 2).

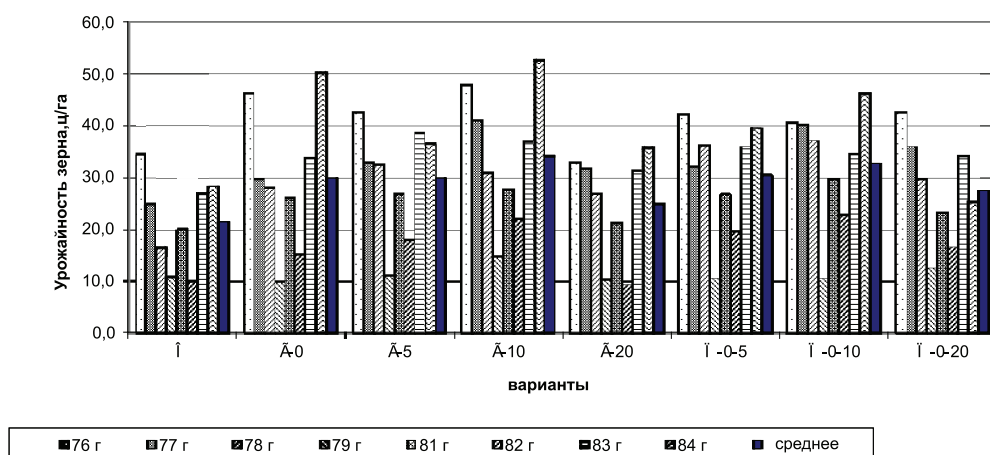


Рис. 1. Влияние глубины заделки удобрений на урожайность зерна ячменя

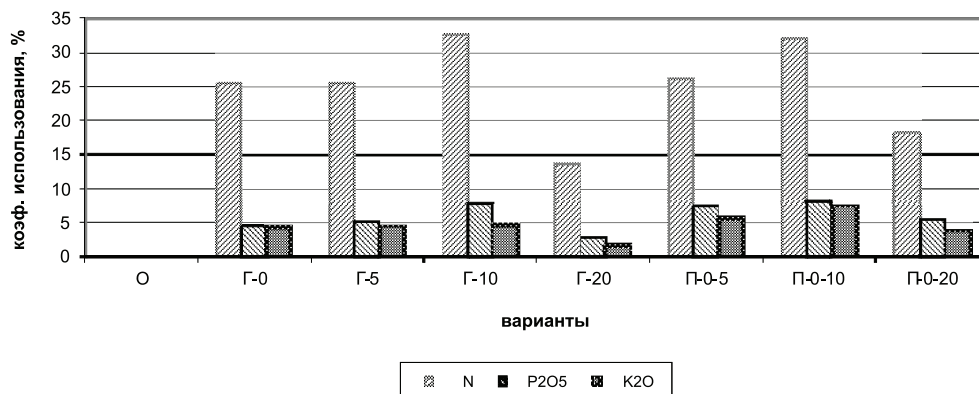


Рис. 2. Влияние способов и глубины размещения удобрений в пахотном горизонте на коэффициент использования из них азота, фосфора и калия ячменем (среднее за 8 лет)

Еще меньше коэффициент использования калия из калийных удобрений. Корреляционный анализ зависимости между использованием NPK ячменем и его урожайностью выявил существенную связь между выносом азота с зерном ( $R = 0,95...0,97$ ) и средней степенью зависимости по выносу фосфора и калия ( $R = 0,45-0,60$ ).

Следовательно, определяющим фактором эффективности использования питательных веществ и параметров урожайности ячменя в условиях Центральных районов Нечерноземной зоны является позиционная доступность азотных удобрений.

В наших исследованиях в посевах клевера и многолетних трав 1 г.п. без внесения удобрений малолетние и многолетние виды сорняков имеют примерно равную сырую массу. Внесение минеральных и органических удобрений в посевах клевера и многолетних трав 1 г.п. сдвигает соотношение массы сорняков в пользу малолетних видов сорняков. Увеличение срока пользования многолетними травами сопровождается повышением накопления массы многолетних видов сорняков с 15 до 60%.

Установлено, что в посевах клеверов и трав первого года пользования многолетние сорняки представлены в основном бодяком полевым, осотом жёлтым, пыреем ползучим. К третьему и четвёртому году пользования флористический состав представлен одуванчиком лекарственным, лапчаткой гусиной, васильком луговым, подорожником большим, пыреем ползучим и другими видами.

Результаты анализа ботанического состава трав показывают, что доля сорняков надземной массы многолетних трав составляет от 2 до 26%. Причём значительное влияние на соотношение компонентов агрофитоценоза оказывает ботанический состав культурного компонента агрофитоценоза и продолжительность использования многолетних трав.

Результаты ботанического состава, представленного на рис. 3, показывают, что в посевах клеверов и многолетних трав 1 г.п. преобладает клевер, зависимости от севооборотов С1, С2, С3.

Доля сорняков на этих вариантах составляет всего 2...10%, злаковый компонент многолетних трав, который представлен в основном тимофеевкой луговой, занимает примерно пятую часть. Внесение минеральных удобрений вызывает сокращение доли клевера в агрофитоценозе, место которого занимают злаки и сорняки, т.е. происходит выпадение клевера уже в первый год пользования. Увеличение продолжительности использования многолетних трав сопровождается устойчивой тенденцией сокращения клевера в травостое и повышения злаковых трав и сорняков, в ботаническом составе злаковых трав появляются овсяница луговая, мятлики луговой, ежа сборная. Выпадение клеверов при увеличении использования многолетних трав является одной из причин предпочтительности многолетних бобовых и бобово-злаковых трав одного года пользования.

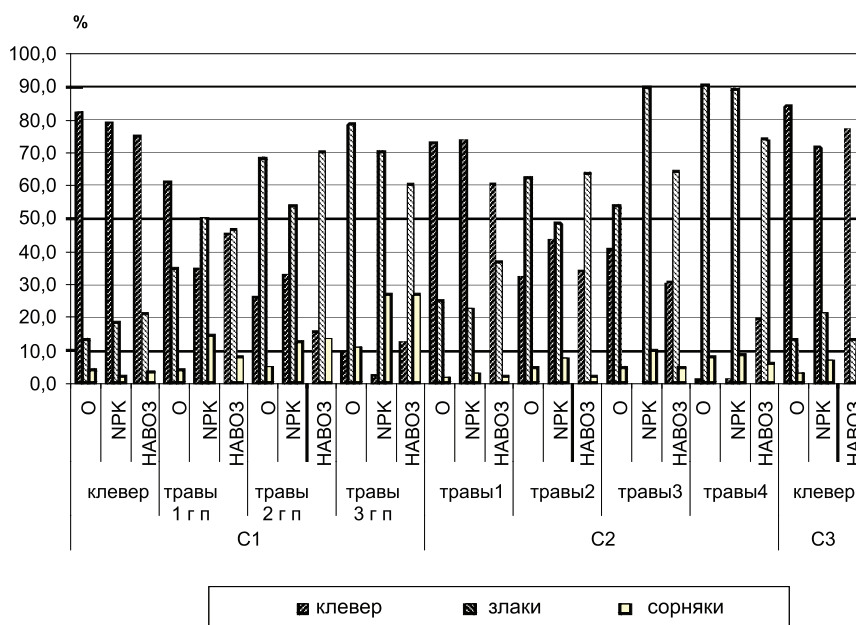


Рис. 3. Влияние культур севооборотов, фона питания и срока пользования многолетними травами на их ботанический состав (среднее 1993–1997 гг.)

Представители ботанических групп растений с разной интенсивностью используют минеральный азот удобрения и почвы. На кафедре ботаники и луговых экосистем Тверской ГСХА с помощью изотопной метки дали объективную оценку сроков внесения азотных удобрений для травостоев различного ботанического состава. Метод меченых атомов дал возможность определить истинные коэффициенты использования азотных удобрений. Метод изотопной индикации азота важен при решении проблемы повышения эффективности азотных удобрений и защиты окружающей среды в условиях экологизации земледелия

В Тверской ГСХА заложили опыт с использованием метода меченых атомов стабильного изотопа  $^{15}\text{N}$ . Эксперименты проведены в полиэтиленовых сосудах без дна площадью 0,25 м, врезанных в почву на глубину 40 см. Почва имела следующие агрохимические показатели в слое 0–20 см: гумус – 3,17%, рН(KCl) – 6,9; Нг – 0,75 мг-экв на 100 г почвы, подвижные формы  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 135;  $\text{K}_2\text{O}$  – 110 мг/кг почвы, Са, Mg и Al соответственно 7,2; 0,70 и 0,216 мг-экв/100 г почвы.

Из тимopheевки луговой и клевера лугового были созданы два однокомпонентных травостоя – злаковый (14 кг/га тимopheевки луговой при 100% п.г.), бобовый (13 кг/га клевера лугового при 100% п.г.) и двухкомпонентный бобово-злаковый

(клевера лугового 11,1 кг/га и тимopheевки луговой – 5,6 кг/га).

В опыте применялась следующая схема удобрений: 1-й вариант – N0P80K120; 2-й вариант – N120P80K120; 3-й вариант – N240P80K120.

В первом году пользования травостой клевера лугового в чистом виде при удобрении только РК в первом укосе на 47,6% состоял из бобовых, во втором укосе на 78,8%. Посев тимopheевки почти на 100% был злаковый во всех вариантах удобрений. Злаков в клеверо-тимopheечной смеси меньше 75% не было при любом режиме удобрений.

При подкормке многолетних трав дважды по N60 усвоение азота почвы и удобрений различалось по укосам, в зависимости от происхождения травостоя (табл. 1).

Тимopheевка в смеси с клевером использовала азота удобрений меньше, чем в чистом виде. Во втором укосе процент азота удобрений в общем выносе вне зависимости от ботанического состава травостоя в два раза больше, чем в первом укосе. В этих условиях азота почвы в урожае первого укоса в злаковой и бобово-злаковой травосмесях в 2 раза больше, чем азота удобрений. В урожае второго укоса, наоборот, в смешанном травостое почти одинаковое количество N почвы и удобрений, а в урожае злаков азота удобрений в два раза больше, чем азота почвы.

Таблица 1

Использование азота мочевины и почвы многолетними травостоями

Группа трав	Общий вынос азота, кг/га	Вынос азота			
		из удобрения		из почвы	
		кг/га	% от общего выноса	кг/га	% от общего выноса
Клеверо-тимopheечный травостой (1-й укос)					
Злаки	79,03	16,84	21,3	62,19	78,7
Бобовые	23,63	1,83	7,7	21,80	92,3
Разнотравье	4,44	0,77	17,3	3,67	82,7
Травостоем	107,11	19,44	18,2	87,66	81,8
(2-й укос)					
Злаки	35,40	18,76	53,0	16,64	47,0
Бобовые	10,44	0,11	1,1	10,33	98,9
Разнотравье	0,25	0,02	0,8	0,25	99,2
Травостоем	46,09	18,87	40,9	27,22	59,1
Тимopheечный травостой (1-й укос)					
Злаки	77,04	21,83	28,3	55,21	71,7
Разнотравье	1,85	0,48	25,9	1,37	74,1
Травостоем	78,89	22,31	28,3	56,58	71,7
(2-й укос)					
Злаки	16,37	11,08	67,7	5,29	32,3
Разнотравье	0,12	0,01	5,8	0,11	94,2
Травостоем	16,49	11,09	67,2	5,40	32,8

Таблица 2

Коэффициент использования N мочевины ботаническими группами многолетних трав различными травостоями, в % от внесенного

Клеверо-тимофеечный травостой			
Злаки	Бобовые	Разнотравье	Всего травостоем
Первый укос			
28,1	3,0	1,3	32,4
Второй укос			
31,3	0,2	0,003	31,5
Тимофеечный травостой			
Первый укос			
36,4	–	0,8	37,2
Второй укос			
18,5	–	0,001	18,51

Коэффициент использования N мочевины различными травостоями колебался от 18,51 до 37,2 (табл. 2).

Во втором укосе коэффициент использования азота удобрений меньше, чем в первом, особенно в чисто злаковом травостое. Злаки в клеверо-тимофеечном травостое в первом укосе использовали 28,1% от внесенного, во втором укосе 31,3%, а в тимофеечном травостое соответственно по укосам 36,4 и 18,5%. В монографии Д.А. Филимонова [9] при распределении меченого азотного удобрения равными дозами под все укосы коэффициент использования азотного удобрения в первом укосе в среднем в 1,5–2 раза выше, чем во втором и третьем укосах.

Удобрение весной в нашем исследовании клеверо-тимофеечной смеси N120 и второго укоса N60 обеспечивает коэффициент использования весеннего азота травой второго укоса только на 6,9%. По Д.А. Филимонову [9], в третьем укосе (последствие) азот удобрений составил в среднем по опытам около 25%.

Таким образом, сорные растения выступают в качестве хотя и неучтенных, но равноправных, а при высокой засоренности посевов и доминирующим потребителем минеральных элементов из вносимых удобрений. Определяющим фактором эффективности использования питательных веществ и параметров урожайности сельскохозяйственных культур в условиях Центральные районов Нечерноземной зоны яв-

ляется позиционная доступность азотных удобрений. Результаты анализа ботанического состава трав показывают, что доля сорняков надземной массы многолетних трав составляет от 2 до 26%. При распределении меченого азотного удобрения равными дозами под укосы коэффициент использования азотного удобрения в первом укосе выше, чем во втором.

#### Список литературы

1. Ефимов В.Н., Донских И.Н., Синицын Г.И. Система применения удобрений. – М.: Колос, 1984. – 272 с.
2. Камышев И.С. Пашенные сочетания как фитоценоз // Тр. Воронежского ун-та, т. XI. Ботанический отдел. – 1939. – Вып. 2. – С. 33–62.
3. Кореньков Д.А., Синягин И.И., Петербургский А.В., Авдониин Н.С. и др. Удобрения, их свойства и способы использования. – М.: Колос, 1982. – 415 с.
4. Минеев В.Г. Агрохимия и биосфера. – М.: Колос, 1984. – 245 с.
5. Минеев В.Г., Громыко О.И., Панкова Н.К., Хабарова А.И., Щербакова Н.И. Продуктивность севооборотов в зависимости от уровня применения удобрений в различных почвенно-климатических условиях // Основные условия эффективного применения удобрений: науч. тр. ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1983. – 298 с.
6. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения. – М.: Колос, 1965. – т. 1, 2, 3.
7. Прянишников Д.Н. Об удобрении полей и севооборотах. – М.: Изд. МСХ РСФСР, 1962. – 255 с.
8. Туликов А.М. Сорные растения и борьба с ними. – М.: Московский рабочий, 1982. – 157 с.
9. Филимонов Д.А., Лаврова И.А., Руделев Е.В. Превращение в почве и использование растениями азотных удобрений меченых N15 // 8 Международн. конгресс по минеральным удобрениям: докл. советских участников конгресса. – М., 1976. – ч. 2. – С. 240–247.
10. Часовенная А.А. Основы агрофитоценологии. – Л.: Изд. ЛГУ, 1975. – 188 с.