

УДК 631.84:631.816.12.633.11“324”

ОКУПАЕМОСТЬ ЗАТРАТ НА ПРИМЕНЕНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОДКОРМКУ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

© 2020 г. С. А. Шафран

*Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова
127550 Москва, ул. Прянишникова, 31а, Россия*

E-mail: shafran38@mail.ru

Поступила в редакцию 15.07.2019 г.

После доработки 15.08.2019 г.

Принята к публикации 10.11.2019 г.

Обсуждены вопросы дифференцированного внесения азотных удобрений в подкормку озимой пшеницы с учетом степени обеспеченности почв минеральным азотом, подвижными формами фосфора и калия, реакции почвенной среды. В качестве научной основы для этой цели использовали нормативы ВНИИА по окупаемости минеральных удобрений прибавкой урожая зерновых культур в основных природно-климатических зонах страны. В отличие от ранее разработанных, данные нормативы дифференцированы в зависимости от доз, типов и агрохимических свойств почв. Это позволило устанавливать дозы азотных удобрений в зависимости от вышеупомянутых показателей и прогнозировать экономическую эффективность их применения с учетом складывающихся цен на удобрения и качества зерна.

Ключевые слова: агрохимические свойства, дифференцирование доз азота, прогноз экономической эффективности, подкормка, озимая пшеница.

DOI: 10.31857/S0002188120020143

ВВЕДЕНИЕ

В нашей стране основной зерновой культурой является пшеница, доля посевов которой в последние годы в структуре посевных площадей зерновых культур составляет 59%, а в общем производстве зерна – ≈62%. В группе продовольственных зерновых культур ее удельный вес значительно больше – 93% [1]. По объему производства пшеницы Россия входит в тройку крупнейших мировых экспортеров пшеницы. Тем не менее, ее урожайность в среднем в стране остается невысокой (≈30 ц/га), хотя потенциал урожайности озимой пшеницы возрос менее чем за 100-летний период на 40 ц/га и составляет для современных сортов >100 ц/га [2]. Такое положение сложилось в связи с тем, что в последние годы резко снизилось применение удобрений в нашей стране, но особенно остро их недостаток ощущается в отношении зерновых культур. В настоящее время минеральные удобрения вносят только на половине посевных площадей, их дозы составляют 45–50 кг/га. Этого совершенно недостаточно для получения более высоких и устойчивых урожаев пшеницы. Результаты наших исследований показали, что такие агрохимические показатели, как содержание минерального азота, подвижных

форм фосфора и калия в почвах, а также реакция почвенной среды оказывают значительное влияние на эффективность применения азотных удобрений во всех природно-климатических зонах. Общая закономерность такова: при увеличении содержания минерального азота в почвах снижается прибавка урожайности от азотных удобрений, наряду с этим возрастает урожайность пшеницы без внесения азота, тогда как повышение степени обеспеченности почв подвижными формами фосфора и калия, а также снижение степени их кислотности положительно отражается на эффективности азотных удобрений и в значительной мере компенсирует недобор урожайности за счет повышения содержания минерального азота в почвах. При этом возрастает суммарная урожайность озимой пшеницы, которая сформировалась за счет повышения плодородия и внесения азотных удобрений [3].

В конце прошлого столетия усилилась работа по выведению новых сортов зерновых культур. По мере включения в сортоиспытание новых, более перспективных сортов расширялись исследования по выявлению их отзывчивости на минеральные удобрения. Одновременно менялся и уровень почвенного плодородия. Благодаря внесе-

нию минеральных удобрений в дозах, значительно превышающих среднерегиональный уровень, селекционные поля научно-исследовательских учреждений и госсортоучастков характеризовались высоким и очень высоким содержанием питательных веществ, тогда как в условиях производства можно встретить почвы с очень низким, низким и средним содержанием подвижных форм фосфора и калия, т.е. недостаточно обеспеченных этими элементами питания. Так, по состоянию на 1 января 2016 г., в Центральном федеральном округе таких площадей насчитывается 47, в Приволжском — 63, в Уральском — 83%. Кроме того, в Нечерноземной зоне в последние годы вследствие снижения уровня применения удобрений наметилась устойчивая тенденция к уменьшению содержания питательных веществ в пахотных почвах [4]. Вполне возможно, что новые сорта, выведенные на высокоплодородных почвах, по-другому реагируют на менее плодородные. Несоответствие возможностей нового сорта и условий производства является одной из причин низкой реализации потенциала высокопродуктивных сортов зерновых культур. По данным ЦРНЗ, потенциальная урожайность пшеницы и ячменя реализуется в производственных условиях на 30–40% [5]. Например, поля бывшего НИИСХ ЦРНЗ, на которых испытывали новые сорта озимой пшеницы, характеризовались реакцией почвенной среды близкой к нейтральной, высоким и очень высоким содержанием подвижного фосфора и повышенным — подвижного калия. Это позволило на фоне N25P65K60 без внесения азота в виде подкормки получить урожайность выведенных и включенных в реестр в прошлом столетии сортов в размере 3.13–4.34 т/га, а в последние годы — 5.06–5.67 т/га. Соответственно изменилась также реакция сортов на внесение азотных удобрений. Сорта ранних периодов селекции формировали максимальную прибавку урожая при использовании в подкормку N30 и N60, тогда как современные — в дозах N90 и N120 [6]. Рассмотренные данные еще раз подтверждают, что агрохимические свойства почв играют важную роль не только в формировании урожайности, но и в повышении эффективности азотных удобрений, особенно современных сортов озимой пшеницы.

В технологии возделывания озимых зерновых культур важное значение имеет применение азотных удобрений, оптимальным сроком внесения которых является период весеннего возобновления вегетация растений.

Для организации рационального использования и обоснования целесообразности внесения азотных удобрений в подкормку озимой пшени-

цы, наряду с агрохимическими факторами, важное значение имеют экономические показатели, поскольку стоит задача не только повысить урожайность и качество зерна, но добиться того, чтобы затраты на применение удобрений окупались стоимостью прибавки урожая. В последние годы, как известно, в нашей стране сложился определенный диспаритет цен на минеральные удобрения и сельскохозяйственную продукцию. В результате многие сельскохозяйственные предприятия не имеют возможности приобрести минеральные удобрения. Особенно это заметно в Нечерноземной зоне, в которой уровень применения удобрений очень снизился, хотя в этой полосе эффективность азотных удобрений значительно выше по сравнению с другими регионами [8]. Для взаимной адаптации агрохимических и экономических факторов наиболее удобным показателем является окупаемость удобрения прибавкой урожая. На основании обобщения большого количества экспериментальных данных научно-исследовательских институтов и агрохимической службы ВНИИА разработаны нормативы окупаемости минеральных удобрений прибавкой урожая зерновых культур для основных почвенно-климатических условий страны [7]. Достоинством этих нормативов, в отличие от ранее разработанных, является то, что они привязаны к основным типам почв, дифференцированы по дозам и агрохимическим свойствам почв. Это позволяет устанавливать дозы минеральных удобрений в зависимости от агрохимических свойств почв и уровня планируемой урожайности; выделять поля, на которых применение удобрений дает возможность обеспечить максимальную экономическую эффективность и составлять прогноз экономической эффективности применения минеральных удобрений в зависимости от складывающихся цен на удобрения и сельскохозяйственную продукцию.

Цель работы — составление прогноза окупаемости затрат на применение азотных удобрений в подкормку озимой пшеницы при современных ценах на азотные удобрения и зерно озимой пшеницы в зависимости от его качества.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Научной основой для составления прогноза окупаемости затрат на применение азотных удобрений в подкормку озимой пшеницы послужили вышеупомянутые нормативы. При расчетах затрат на применение удобрений исходили из стоимости удобрений, НДС, затрат на доставку со складов до полей, затрат на хранение и складскую

Таблица 1. Границы окупаемости азотных удобрений прибавкой урожая озимой пшеницы (в ценах 2019 г.)

Категория качества зерна	Стоимость зерна, руб./т	Затраты на применение удобрений, руб./т д.в.		Границы окупаемости удобрений, кг/кг	
		аммиачная селитра	карбамид	аммиачная селитра	карбамид
3-й класс	13250	64700	69493	4.9	5.2
4-й класс	10650	64700	69493	6.1	6.5
5-й класс	8650	64700	69493	7.5	8.0

переработку, на внесение удобрений, на уборку, доработку и перевозку дополнительного урожая, действующих в 2019 г.

Для того, чтобы установить целесообразность внесения удобрений, выбрать наиболее рациональную дозу азота и поле, на котором можно получить наибольший экономический эффект, использовали такой показатель, как граница окупаемости удобрений (**ГОУ**), которая обозначает величину прибавки урожая, стоимость которой равняется всем затратам на применение удобрений и выражается в кг/кг или т/т (табл. 1). Расчет проводили по формуле:

$$\text{ГОУ} = 3/C,$$

где 3 — затраты на применение удобрений, руб./т, С — стоимость зерна, руб./т.

Полученную величину сравнивали с нормативами окупаемости удобрения. Если она выше норматива, то применение данного удобрения невыгодно, а если ниже, то целесообразно (табл. 2–4).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно биржевым торгам в 2019 г., цены на зерно пшеницы в зависимости от его качества составляли 8650–13 250 руб./т, на аммиачную селитру в среднем — 12 500, на карбамид — 19 500 руб./т. Затраты на применение этих удобрений в действующем веществе составляют соответственно 65 700 и 69 443 тыс. руб./т. Границы их окупаемости будут меняться от 4.9 до 8.0 кг/кг. В связи с тем, что стоимость карбамида значительно выше по сравнению с аммиачной селитрой, то и границы окупаемости этого удобрения более высокие (табл. 1). Поэтому дальнейшее обсуждение результатов исследования касается только данных для аммиачной селитры.

Для того, чтобы определиться, в каких случаях применение аммиачной селитры в подкормку озимой пшеницы будет экономически оправданным, приведенные величины сравнивали с нормативной окупаемостью азотных удобрений прибавкой урожая озимой пшеницы на основных ти-

пах почв России в зависимости от комплекса агрохимических показателей, в дозах N30 и N60, полагая, что внесение N90–120 для одноразовой подкормки вряд ли целесообразно.

Согласно нормативам, на окупаемость азотных удобрений прибавкой урожая озимой пшеницы оказывает влияние множество факторов, среди которых тип почвы, реакция почвенной среды, содержание минерального азота, подвижных форм фосфора и калия. Вклад этих факторов в формирование урожайности различный, и в совокупности они оказывают огромное влияние на окупаемость азотных удобрений. При этом отмечены определенные закономерности, первая из которых — это снижение эффективности азотных удобрений при продвижении с севера на юг. Так, на дерново-подзолистых почвах при низкой степени их окультуренности окупаемость N30 прибавкой урожая составляла 17.3 кг/кг, на каштановых — 4.7 кг/кг, при степени окультуренности выше средней — 37.3 и 8.3 кг/кг (табл. 2). На всех представленных почвенных разновидностях снижалась окупаемость азота прибавкой урожая при увеличении содержания минерального азота в почвах. На дерново-подзолистых почвах разница в окупаемости между низким и повышенным содержанием минерального азота составляла ≈35, на каштановых — 74%. Увеличение содержания подвижных форм фосфора и калия, напротив, способствовало повышению эффективности азотных удобрений. При переходе дерново-подзолистых почв из низкой группы обеспеченности P_2O_5 в повышенно обеспеченную окупаемость азота возрастала в 1.7 раза, серых лесных — в 1.9, черноземов выщелоченных — в 2.1, черноземов типичных — в 1.6, черноземов карбонатных — в 2.0 и каштановых почв — в 1.8 раза.

На дерново-подзолистых и серых лесных почвах четко прослеживается влияние реакции почвенной среды на окупаемость азотных удобрений прибавкой урожая озимой пшеницы. Разница между менее кислыми дерново-подзолистыми почвами и более кислыми в зависимости от сте-

Таблица 2. Окупаемость азотных удобрений прибавкой урожая озимой пшеницы 3-го класса в зависимости от комплекса агрохимических свойств почв, кг/кг

Почва	Содержание P ₂ O ₅							
	низкое				выше среднего			
	Содержание K ₂ O							
	низкое		выше среднего		низкое		выше среднего	
	N30	N60	N30	N60	N30	N60	N30	N60
Низкое содержание минерального азота								
Дерново-подзолистые*	<u>17.3</u>	<u>10.0</u>	<u>22.7</u>	<u>12.7</u>	<u>24.7</u>	<u>14.2</u>	<u>30.3</u>	<u>16.8</u>
	21.7	12.5	28.3	15.8	30.3	17.7	37.3	20.8
Серые лесные*	<u>13.3</u>	<u>7.7</u>	<u>18.7</u>	<u>10.2</u>	<u>20.3</u>	<u>11.5</u>	<u>25.7</u>	<u>14.2</u>
	15.7	8.8	21.7	12.0	23.3	13.2	29.3	16.3
Черноземы								
выщелоченные*	11.7	7.0	16.3	9.3	16.7	11.7	24.7	14.2
типичные*	13.0	7.3	14.7	8.2	18.3	10.3	20.3	11.3
обыкновенные*	6.7	3.8	10.0	5.7	11.0	6.2	14.3	7.8
карбонатные**	6.6	3.8	7.3	4.2	12.7	7.3	13.0	7.8
каштановые**	4.7	2.8	6.0	3.5	7.3	4.2	8.3	4.8
Среднее содержание минерального азота								
Дерново-подзолистые	<u>15.7</u>	<u>9.2</u>	<u>20.7</u>	<u>11.5</u>	<u>22.3</u>	<u>12.8</u>	<u>27.3</u>	<u>15.3</u>
	19.7	11.3	25.7	14.3	27.7	16.0	34.0	19.0
Серые лесные	<u>10.3</u>	<u>5.8</u>	<u>14.3</u>	<u>7.8</u>	<u>15.7</u>	<u>8.8</u>	<u>19.7</u>	<u>10.8</u>
	12.0	6.8	16.7	9.2	18.0	10.2	22.7	12.5
Черноземы								
выщелоченные	9.0	5.3	12.7	7.2	15.3	9.0	19.0	10.8
типичные	10.0	5.7	11.3	6.3	14.0	8.0	15.7	8.7
обыкновенные	6.0	3.5	9.0	5.0	9.7	5.5	12.7	7.0
карбонатные	5.0	3.0	5.7	3.2	9.7	5.7	10.0	6.0
каштановые	3.7	2.2	4.7	2.7	5.7	3.2	6.3	3.7
Повышенное содержание минерального азота								
Дерново-подзолистые	<u>12.7</u>	<u>7.3</u>	<u>16.7</u>	<u>9.3</u>	<u>18.0</u>	<u>10.3</u>	<u>22.0</u>	<u>12.5</u>
	16.0	9.2	20.7	11.7	22.3	13.0	27.7	15.3
Серые лесные	<u>8.3</u>	<u>4.7</u>	<u>11.3</u>	<u>6.2</u>	<u>12.3</u>	<u>7.0</u>	<u>15.7</u>	<u>8.5</u>
	9.7	5.5	13.3	7.3	14.3	8.2	18.0	10.0
Черноземы								
выщелоченные	7.3	4.3	10.0	5.7	12.3	7.2	15.3	8.7
типичные	6.0	3.3	6.7	3.8	8.3	4.8	9.3	5.3
обыкновенные	3.3	2.0	5.0	2.8	5.3	3.0	7.0	3.8
карбонатные	3.3	2.0	4.0	2.0	6.7	4.0	7.0	4.2
каштановые	2.7	1.5	3.3	1.8	4.0	2.2	4.3	2.5

Примечания. 1. Над чертой – $pH \leq 5.0$, под чертой – $pH > 5.0$. 2. Цветом выделены варианты, в которых затраты на применение аммиачной селитры не могут окупиться стоимостью прибавки урожая. То же в табл. 3, 4.

*К низкой обеспеченности отнесены почвы с содержанием $N_{\text{мин}} < 5.0$, к средней – 5.1–10.0, к повышенной и высокой – > 10 мг/кг, ** < 10.0 мг/кг, 10.1–20.0 и > 20.0 мг/кг соответственно. То же в табл. 3, 4.

Таблица 3. Окупаемость азотных удобрений прибавкой урожая озимой пшеницы 4-го класса в зависимости от комплекса агрохимических свойств почв, кг/кг

Почва	Содержание P ₂ O ₅							
	низкое				выше среднего			
	Содержание K ₂ O							
	низкое		выше среднего		низкое		выше среднего	
	N30	N60	N30	N60	N30	N60	N30	N60
Низкое содержание минерального азота								
Дерново-подзолистые	<u>17.3</u>	<u>10.0</u>	<u>22.7</u>	<u>12.7</u>	<u>24.7</u>	<u>14.2</u>	<u>30.3</u>	<u>16.8</u>
	21.7	12.5	28.3	15.8	30.3	17.7	37.3	20.8
Серые лесные	<u>13.3</u>	<u>7.7</u>	<u>18.7</u>	<u>10.2</u>	<u>20.3</u>	<u>11.5</u>	<u>25.7</u>	<u>14.2</u>
	15.7	8.8	21.7	12.0	23.3	13.2	29.3	16.3
Черноземы								
выщелоченные	11.7	7.0	16.3	9.3	16.7	11.7	24.7	14.2
типичные	13.0	7.3	14.7	8.2	18.3	10.3	20.3	11.3
обыкновенные	6.7	3.8	10.0	5.7	11.0	6.2	14.3	7.8
карбонатные	6.6	3.8	7.3	4.2	12.7	7.3	13.0	7.8
каштановые	4.7	2.8	6.0	3.5	7.3	4.2	8.3	4.8
Среднее содержание минерального азота								
Дерново-подзолистые	<u>15.7</u>	<u>9.2</u>	<u>20.7</u>	<u>11.5</u>	<u>22.3</u>	<u>12.8</u>	<u>27.3</u>	<u>15.3</u>
	19.7	11.3	25.7	14.3	27.7	16.0	34.0	19.0
Серые лесные	<u>10.3</u>	<u>5.8</u>	<u>14.3</u>	<u>7.8</u>	<u>15.7</u>	<u>8.8</u>	<u>19.7</u>	<u>10.8</u>
	12.0	6.8	16.7	9.2	18.0	10.2	22.7	12.5
Черноземы								
выщелоченные	9.0	5.3	12.7	7.2	15.3	9.0	19.0	10.8
типичные	10.0	5.7	11.3	6.3	14.0	8.0	15.7	8.7
обыкновенные	6.0	3.5	9.0	5.0	9.7	5.5	12.7	7.0
карбонатные	5.0	3.0	5.7	3.2	9.7	5.7	10.0	6.0
каштановые	3.7	2.2	4.7	2.7	5.7	3.2	6.3	3.7
Повышенное содержание минерального азота								
Дерново-подзолистые	<u>12.7</u>	<u>7.3</u>	<u>16.7</u>	<u>9.3</u>	<u>18.0</u>	<u>10.3</u>	<u>22.0</u>	<u>12.5</u>
	16.0	9.2	20.7	11.7	22.3	13.0	27.7	15.3
Серые лесные	<u>8.3</u>	<u>4.7</u>	<u>11.3</u>	<u>6.2</u>	<u>12.3</u>	<u>7.0</u>	<u>15.7</u>	<u>8.5</u>
	9.7	5.5	13.3	7.3	14.3	8.2	18.0	10.0
Черноземы								
выщелоченные	7.3	4.3	10.0	5.7	12.3	7.2	15.3	8.7
типичные	6.0	3.3	6.7	3.8	8.3	4.8	9.3	5.3
обыкновенные	3.3	2.0	5.0	2.8	5.3	3.0	7.0	3.8
карбонатные	3.3	2.0	4.0	2.0	6.7	4.0	7.0	4.2
каштановые	2.7	1.5	3.3	1.8	4.0	2.2	4.3	2.5

пени окультуренности при дозе N30 составляет 4.4–7.3 кг/кг, для серых лесных почв – соответственно 2.4–3.6 кг/кг. Для всех типов почв увеличение дозы азота влекло за собой снижение окупаемости азотных удобрений в пределах 70–80%.

Сопоставление границы окупаемости аммиачной селитры при получении пшеницы 3-го класса с данными, приведенными в табл. 2, показало, что в подавляющем большинстве случаев применение данного удобрения может окупиться стои-

Таблица 4. Окупаемость азотных удобрений прибавкой урожая озимой пшеницы 5-го класса в зависимости от комплекса агрохимических свойств почв, кг/кг

Почва	Содержание P ₂ O ₅							
	низкое				низкое			
	Содержание K ₂ O							
	низкое		выше среднего		низкое		выше среднего	
	N30	N60	N30	N60	N30	N60	N30	N60
Низкое содержание минерального азота								
Дерново-подзолистые	<u>17.3</u>	<u>10.0</u>	<u>22.7</u>	<u>12.7</u>	<u>24.7</u>	<u>14.2</u>	<u>30.3</u>	<u>16.8</u>
	21.7	12.5	28.3	15.8	30.3	17.7	37.3	20.8
Серые лесные	<u>13.3</u>	<u>7.7</u>	<u>18.7</u>	<u>10.2</u>	<u>20.3</u>	<u>11.5</u>	<u>25.7</u>	<u>14.2</u>
	15.7	8.8	21.7	12.0	23.3	13.2	29.3	16.3
Черноземы								
выщелоченные	11.7	7.0	16.3	9.3	16.7	11.7	24.7	14.2
типичные	13.0	7.3	14.7	8.2	18.3	10.3	20.3	11.3
обыкновенные	6.7	3.8	10.0	5.7	11.0	6.2	14.3	7.8
карбонатные	6.6	3.8	7.3	4.2	12.7	7.3	13.0	7.8
каштановые	4.7	2.8	6.0	3.5	7.3	4.2	8.3	4.8
Среднее содержание минерального азота								
Дерново-подзолистые	<u>15.7</u>	<u>9.2</u>	<u>20.7</u>	<u>11.5</u>	<u>22.3</u>	<u>12.8</u>	<u>27.3</u>	<u>15.3</u>
	19.7	11.3	25.7	14.3	27.7	16.0	34.0	19.0
Серые лесные	<u>10.3</u>	<u>5.8</u>	<u>14.3</u>	<u>7.8</u>	<u>15.7</u>	<u>8.8</u>	<u>19.7</u>	<u>10.8</u>
	12.0	6.8	16.7	9.2	18.0	10.2	22.7	12.5
Черноземы								
выщелоченные	9.0	5.3	12.7	7.2	15.3	9.0	19.0	10.8
типичные	10.0	5.7	11.3	6.3	14.0	8.0	15.7	8.7
обыкновенные	6.0	3.5	9.0	5.0	9.7	5.5	12.7	7.0
карбонатные	5.0	3.0	5.7	3.2	9.7	5.7	10.0	6.0
каштановые	3.7	2.2	4.7	2.7	5.7	3.2	6.3	3.7
Повышенное содержание минерального азота								
Дерново-подзолистые	<u>12.7</u>	<u>7.3</u>	<u>16.7</u>	<u>9.3</u>	<u>18.0</u>	<u>10.3</u>	<u>22.0</u>	<u>12.5</u>
	16.0	9.2	20.7	11.7	22.3	13.0	27.7	15.3
Серые лесные	<u>8.3</u>	<u>4.7</u>	<u>11.3</u>	<u>6.2</u>	<u>12.3</u>	<u>7.0</u>	<u>15.7</u>	<u>8.5</u>
	9.7	5.5	13.3	7.3	14.3	8.2	18.0	10.0
Черноземы								
выщелоченные	7.3	4.3	10.0	5.7	12.3	7.2	15.3	8.7
типичные	6.0	3.3	6.7	3.8	8.3	4.8	9.3	5.3
обыкновенные	3.3	2.0	5.0	2.8	5.3	3.0	7.0	3.8
карбонатные	3.3	2.0	4.0	2.0	6.7	4.0	7.0	4.2
каштановые	2.7	1.5	3.3	1.8	4.0	2.2	4.3	2.5

мостью прибавки урожая. Исключение составляют каштановые низко окультуренные почвы при применении доз N30 и N60 даже на повышенно окультуренных почвах. На почвах, которые характеризовались повышенным содержанием минерального азота, эффект от внесения азотных

удобрений заметно снижается, и в этих случаях следует ожидать их экономически обоснованного применения на дерново-подзолистых и серых почвах, а также черноземах выщелоченных в дозах N30–60. На черноземах типичных внесение азотных удобрений может окупиться стоимостью

прибавки урожая на низко окультуренных почвах в дозе N30, на высоко окультуренных — в обеих дозах. На черноземах обыкновенных и карбонатных положительный результат можно ожидать только на окультуренных почвах при дозе N30. На каштановых почвах затраты на применение аммиачной селитры не окупятся.

При получении пшеницы 4-го класса затраты на применение аммиачной селитры могут окупиться в меньшем количестве случаев по сравнению с рассмотренными выше. Диапазон рентабельного использования этого удобрения сокращается, но при этом по-прежнему в большинстве случаев при низкой степени обеспеченности почв минеральным азотом его внесение может быть оправдано с экономической точки зрения. Сюда относятся дерново-подзолистые и серые лесные почвы, черноземы выщелоченные и типичные, а также черноземы обыкновенные и карбонатные, которые характеризуются повышенным и высоким содержанием подвижного фосфора. На каштановых почвах можно ожидать подобного результата при такой же степени их обеспеченности P_2O_5 , но только при применении дозы N30.

На дерново-подзолистых почвах с повышенным содержанием минерального азота положительный результат можно ожидать во всех рассматриваемых случаях, на серых лесных также, но за исключением почв с низкой обеспеченностью подвижными формами фосфора и калия при применении дозы N60 (табл. 3).

Получение зерна 5-го класса еще в большей степени будет способствовать дальнейшему сокращению диапазона рентабельного применения аммиачной селитры в подкормку озимой пшеницы. Вместе с тем по-прежнему при низкой обеспеченности почв Нечерноземной зоны минеральным азотом подкормка озимой пшеницы аммиачной селитрой будет экономически оправдана. В отдельных случаях этот агроприем может быть эффективен в зоне распространения черноземных почв, но только при их достаточной обеспеченности подвижными формами фосфора и калия и в дозе 30 кг/га (табл. 4). При повышенном содержании минерального азота положительный эффект от внесения аммиачной селитры можно ожидать на дерново-подзолистых почвах практически во всех рассматриваемых случаях, а на серых лесных — только на площадях, которые характеризуются повышенной степенью обеспеченности P_2O_5 и K_2O в дозах 30–60 кг/га, в том случае, когда содержание этих питательных веществ относится к низкой группе, — при применении N30.

На черноземах в подавляющем большинстве вариантов затраты на применение аммиачной селитры в подкормку озимой пшеницы не окупятся стоимостью прибавки урожая. Положительный результат можно отследить лишь на черноземах выщелоченных при повышенном содержании подвижного фосфора и при применении доз N30–60, а также на черноземах типичных при внесении N30 (табл. 4).

Таким образом, приведенные результаты свидетельствуют о том, что наибольшую окупаемость затрат на проведение подкормки озимой пшеницы можно ожидать на всех почвах при низкой степени обеспеченности их минеральным азотом, повышенным и высоким содержанием подвижных форм фосфора и калия, слабокислой и близкой к нейтральной реакции почвенной среды. В связи с этим при недостатке удобрений для проведения подкормки на всей посевной площади озимой пшеницы в первую очередь азот следует вносить именно в такие почвы.

На окупаемость затрат, связанных с применением удобрений, большое влияние оказывают дозы питательных веществ. С увеличением доз снижается окупаемость прибавкой урожая. Поэтому при выборе дозы азотного удобрения следует обращать внимание на цель, которую ставит сельхозтоваропроизводитель. Если намечено получить максимальную окупаемость, то следует ориентироваться на меньшую дозу, а если наибольшую прибавку урожая — наиболее высокую.

Окупаемость затрат на применение азотных удобрений оказывает существенное влияние на качество зерна озимой пшеницы, поскольку закупочная цена существенно зависит от данного показателя. Если принять зерно 3-го класса за 100%, стоимость пшеницы 4-го и 5-го классов составит соответственно 80 и 65%. Примерно в таком же соотношении складывались цены в предыдущие годы, например, в 2015–2016 гг. [1].

Таким образом, выбор доз азота и полей, на которых можно получить наибольший эффект от азотной подкормки, позволит обеспечить получение максимально возможной прибавки урожая, стоимость которой будет превышать затраты на его применение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для обоснования целесообразности и рационального использования азотных удобрений в подкормку озимой пшеницы важное значение имеет их дифференцированное внесение с учетом степени обеспеченности почв минеральным азотом, подвижными формами фосфора и калия, реакции почвенной среды. Наиболее удобным для

этих целей является такой показатель, как окупаемость азотных удобрений прибавкой урожая. Нормативы ВНИИА по окупаемости минеральных удобрений прибавкой урожая зерновых культур для основных почвенно-климатических зон свидетельствуют о том, что в отличие от ранее разработанных, они привязаны к основным типам почв, дифференцированы по дозам и основным свойствам почв. Это дает возможность устанавливать дозы питательных веществ в зависимости от агрохимических свойств почв и уровня планируемой урожайности; выделять поля, на которых применение удобрений позволит обеспечить максимальную эффективность и прогнозировать экономическую эффективность их применения в зависимости от складывающихся цен на удобрения и сельскохозяйственную продукцию.

Сравнение нормативов окупаемости азотных удобрений прибавкой урожая озимой пшеницы с границами окупаемости аммиачной селитры (в ценах 2019 г.) показало, что на экономическую эффективность применения данного удобрения большое влияние оказывало качество зерна. При получении пшеницы 3-го класса в подавляющем большинстве вариантов применения аммиачной селитры в подкормку озимой пшеницы может окупиться стоимостью прибавки урожая. Затраты на применение аммиачной селитры при получении пшеницы 4-го класса по-прежнему в большинстве случаев может быть оправдано с экономической точки зрения на почвах с низкой степенью обеспеченности минеральным азотом.

Получение зерна 5-го класса будет способствовать дальнейшему сокращению диапазона рентабельного применения аммиачной селитры в подкормку озимой пшеницы. Этот агроприем будет эффективен на почвах Нечерноземной зоны и в отдельных случаях в зоне распространения чер-

ноземов, но только при их достаточной обеспеченности подвижными формами фосфора и калия.

Рассмотренные выше результаты исследований свидетельствуют о том, что при правильном использовании азотных удобрений можно достичь их рентабельного применения даже в жестких экономических условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алтухов А.И. Совершенствование организационно-экономического механизма — необходимое условие увеличения производства высококачественного зерна пшеницы в стране // Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы. М.: Росинформагротех, 2018. С. 5–40.
2. Журавлева Е.В. Достижения селекции в создании новых адаптивных сортов пшеницы для увеличения производства зерна высокого качества // Там же. С. 51–60.
3. Шафран С.А., Духанина Т.М. Значение комплексного агрохимического окультуривания почв в повышении эффективности азотных удобрений под пшеницу // Агрохимия. 2017. № 11. С. 21–30.
4. Шафран С.А. Динамика плодородия почв Нечерноземной зоны и его резервы // Агрохимия. 2016. № 8. С. 3–11.
5. Нettekвич Э.Д. Итоги селекции основных зерновых культур в начале 3-го тысячелетия. М.: НИИСХ ЦРНЗ, 2002. 45 с.
6. Журавлева Е.В. Научное обоснование повышения продуктивности и качества зерна питательных сортов озимой пшеницы в земледелии Центрального Нечерноземья: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 2011. 41 с.
7. Региональные нормативы окупаемости минеральных удобрений прибавкой урожая зерновых культур. М.: ВНИИА, 2016. 96 с.
8. Сычев В.Г., Шафран С.А. Динамика плодородия почв Нечерноземной зоны и его резервы // Агрохимия. 2016. № 8. С. 3–11.

Recoupment of Expenses on Application of Nitrogen Fertilizers in Winter Wheat Top Dressing

S. A. Shafran

*D. N. Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry
ul. Pryanishnikova 31a, Moscow 127550, Russia*

E-mail: shafran38@mail.ru

The issues of differentiated application of nitrogen fertilizers in winter wheat feeding taking into account the degree of soil availability with mineral nitrogen, mobile forms of phosphorus and potassium, the reaction of the soil environment were discussed. As a scientific basis for this purpose, the VNIIA standards on the payback of mineral fertilizers by increasing the yield of grain crops in the main natural and climatic zones of the country were used. In contrast to the previously developed, these standards are differentiated depending on the doses, types and agrochemical properties of soils. It allowed to establish doses of nitrogen fertilizers depending on the above-mentioned indicators and to predict economic efficiency of their application taking into account the developing prices of fertilizers and quality of grain.

Key words: agrochemical properties, differentiation of nitrogen doses, forecast of economic efficiency, top dressing, winter wheat.