

## АГРОХИМИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПОД ЯРОВУЮ ПШЕНИЦУ

В. И. ВОЛЫНКИН,  
кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,  
О. В. ВОЛЫНКИНА,  
старший научный сотрудник,  
Курганский научно-исследовательский институт сельского хозяйства  
(641325, Курганская обл., Кетовский р-н, с. Садовое, ул. Ленина, д. 9)

**Ключевые слова:** севооборот, яровая пшеница, состав удобрения, дозы азота, урожайность пшеницы, качество зерна, экономическая эффективность удобрений по зонам области.

В статье рассмотрена эффективность удобрений на посевах пшеницы с оценкой не только вносимой, но и предельной дозы (шага повышения дозы) в трех зонах Курганской области. Подбор оптимума как по составу удобрения, так и по дозам их внесения отличается по зонам области. Так, на обыкновенном солонцеватом черноземе Макушинского опытного поля (восточная зона области) достаточно благоприятный азотный режим почвы в связи с нейтральной реакцией почвенного раствора, оптимизирующей деятельность нитрификаторов, но почва очень бедна подвижным фосфором. Поэтому фосфорное удобрение под пшеницу после пара применяется с высокой эффективностью (+6 ц/га), тогда как действие фосфора на Центральном и Шадринском опытных полях на выщелоченном черноземе на пшенице по пару выражается в умеренных прибавках (+1,6; +2 ц/га). Добавление азотных туков к фосфору в полях, удаленных от пара, выгодно лишь до определенного предела (до N30–40 в одних зонах, до N60–80 – в других). Повышенные дозы азота (N60) на удаленных от пара посевах чаще излишни на Центральном и Макушинском полях. В отличие от этих пунктов на Шадринском опытном поле (северо-западная зона области с большим количеством осадков) на тяжелосуглинистом выщелоченном черноземе вполне уместно вносить дозы 60–80 кг/га азота совместно с фосфором на полях, где он нужен. При оценке разных доз азота следует учитывать не только их влияние на урожайность, а и на качество зерна. Качество пшеницы существенно улучшалось на фонах применения удобрений, уменьшая его зависимость от погодных условий.

## AGROCHEMICAL AND ECONOMIC PRINCIPLES OF APPLICATION OF FERTILIZERS UNDER SPRING WHEAT

V. I. VOLYNKIN,  
candidate of agricultural Sciences, leading researcher,  
O. V. VOLYNKINA,  
senior researcher,  
Kurgan Research Institute of Agriculture  
(19 Lenina Str., 641325, v. Sadovoe, Ketovskiy district, Kurgan region)

**Keywords:** crop rotation, spring wheat, fertilizer composition, doses of nitrogen, wheat yield, grain quality, economic efficiency of fertilizers by zone area.

The article describes the efficiency of fertilizers on wheat crops to estimate not only the carrier portion, but also its limit (step dose increase) in three zones of Kurgan area. Selection of the optimum composition of fertilizer and in the doses differs in zones of the area. So, on the ordinary chernozem solonchic Makushinskiy experimental field (the area of the eastern zone) there is a rather favorable soil nitrogen regime in connection with the neutral reaction of soil solution, optimizing the activities of nitrifying bacteria, but the soil is very poor in mobile phosphorus. Therefore, phosphorus fertilizer for wheat after fallow is applied with high efficiency (+6 c/ha), but addition of nitric fertilizers to phosphorus in the fields remote from fallow is profitable only to a certain limit (at N30–40 in certain zones to N60–80 in other zones). In Central and Shadrinskiy experimental fields on leached chernozem effect of phosphorus on wheat on fallow expressed moderate increase (+ 1.6, +2 c/ha). The raised nitrogen doses (N60) on next crops are more often excessive on the Central and Makushinskiy fields. In contrast to these points in the Shadrinskiy experimental field (the north-western area of the region with high rainfall) on heavy loam leached chernozem it is appropriate to make a dose of 60–80 kg/ha of nitrogen together with phosphorus in the fields where it is needed. In case of assessment of different doses of nitrogen it is necessary to consider not only their influence on productivity, but on the quality of grain. Quality of wheat significantly improved upon the use of fertilizers, reducing its dependence on adverse conditions of weather.

Положительная рецензия представлена В. В. Немченко, доктором сельскохозяйственных наук, профессором Курганской сельскохозяйственной академии им. Т. С. Мальцева.

Эффективному применению минеральных удобрений способствует обоснованный выбор состава удобрения, доз питательных элементов, сроков и способов внесения. Первым ориентиром при выборе доз удобрений под разные культуры являются размеры выноса питательных веществ. Существенные отличия в величине выноса у пропашных и зерновых культур. Различается вынос каждой из культур и в связи с уровнем урожая.

Вторым важным основанием выбора доз удобрений является знание наличия питательных веществ в почве по полям сельскохозяйственного предприятия [1–5]. Регулярное обследование почв зональными агрохимическими лабораториями Курганской области и подготовленные ими картограммы помогают агроному дифференцировать поля по наличию подвижного фосфора и обменного калия. По фосфору оценка почв Курганской области следующая: доля почв с очень низкой (менее 20 мг/кг) и низкой (менее 50 мг/кг) обеспеченностью равняется 62 %. Калием почвы области большей частью богаты. Нитратный азот в почве определяется выборочно. Чаще специалисты проявляют интерес к размерам накопления нитратов в паровом поле. Агроному приходится определять потребность культур в азоте по множеству факторов: типу и подтипу почвы, ее свойствам, предшественнику и истории удобренности поля. Задача агронома – строгое ежегодное заполнение паспорта поля. Задача ученых – отработка шкал обеспеченности почвы питательными веществами с целью получения объективных результатов, которые согласовались бы с эффективностью удобрений, примененных на основании этих шкал. Проверка и уточнение шкал делаются на базе материалов стационарных экспериментов.

**Цель и методика исследований.** Цель исследования – найти оптимальные состав и дозы удобрений под яровую пшеницу в разных полях севооборота по зонам Курганской области. Программа исследований

Курганского НИИСХ по агрохимическим вопросам (авторы В. И. Овсянников и В. И. Волынкин) предусматривала уменьшение противоречий между экономикой и экологией. В исследованиях по оптимизации доз удобрений это достигается за счет включения в схему опыта большого их набора по принципу: меньше выноса питательных веществ растениями, около выноса и больше выноса. Крайние варианты моделируют истощение и обогащение почвы по питательным элементам. На базе сопоставления проявленной эффективности туков получаются кривые отзывчивости на возрастающие дозы, которые помогают найти диапазон оптимумов доз для производственной практики разных зон области. В табл. 1 показаны основные агрохимические показатели почвы на опытных полях Курганского НИИСХ [6]. Почвенные условия на опытных полях отражают зональное разнообразие распространения подтипов черноземов в Курганской области.

Средние рекомендованные дозы для разных зон области могут существенно уточняться для каждого отдельного поля по экспертно-советующим программам, которые созданы по анализу данных стационарных опытов. Математический аппарат этих программ (нелинейное программирование) позволяет учесть больше деталей исходных характеристик технологии, для которой подбирается система удобрений сельскохозяйственных культур.

Приведенные в статье результаты исследований получены в технологии отвальной системы обработки почвы на 22 см. Перенос данных опытов на производственные поля успешен только при обработке шкал индексов обеспеченности растений питательными элементами. Привязка решений об удобрении культур к определению имеющегося запаса питательных веществ в почве наиболее надежна для оценки содержания подвижного фосфора. Для местных условий требовалась проверка общероссийской шкалы Ф. В. Чирикова по содержанию подвижного

Таблица 1  
Агрохимическая характеристика почвы на трех опытных полях

Table 1  
Agrochemical characteristics of soils in three experimental fields

Показатель <i>Indicator</i>	Центральное <i>Central</i>	Шадринское <i>Shadrinskiy</i>	Макушинское <i>Makushinskiy</i>
Подтип чернозема <i>Subtype of chernozem</i>	Выщелоченный <i>Leached</i>	Выщелоченный <i>Leached</i>	Обыкновенный солонцеватый <i>Ordinary solonchetic</i>
Гранулометрический состав <i>Mechanic composition</i>	Суглинок средний <i>Loam moderate</i>	Суглинок тяжелый <i>Loam heavy</i>	Легкая глина <i>Clay light</i>
pH <sub>кел</sub> 1970/2008 гг.	6,3/5,5	6,5/5,1	7,3/7,4*
Содержание гумуса, % <i>Content of humus, %</i>	3,1–4,5	5,3–8,4	4,5–5,5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> по Чирикову, мг/кг <i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> acc. to Chirikov, mg/kg</i>	37–50	40–60	3–4**
K <sub>2</sub> O	200–250	190	170–190

Примечание: \*pH<sub>H2O</sub> водная, \*\*по Мачигину.

Note: \*pH<sub>H2O</sub>, \*\*Machigin method.

фосфора в слое 0–20 см. За счет результатов опытов по применению фосфорных удобрений В. И. Волюнкиным уточнена шкала для условий Курганской области. Очень низкой считается обеспеченность менее 20 мг/кг, низкой – при 20–45, средней – 45–60, хорошей – 60–80 и очень высокой – более 80 мг/кг [7]. О потребности растений в фосфоре можно судить по картограммам для каждого отдельного поля. Однако следует помнить, что одностороннее фосфорное удобрение оказывает действие на урожайность культур севооборота лишь при достаточной обеспеченности растений азотом. Внесение одного фосфорного удобрения эффективно на посеве 1-й пшеницы по пару или после бобовых культур, в других полях требуется азотно-фосфорное удобрение. Для нахождения доз азота почвенная диагностика является лишь дополнением к вышеперечисленным факторам, определяющим потребность растений в азоте: тип и подтип почвы, ее свойства, предшественник и история урожайности поля. Такое отношение к почвенной диагностике по азоту сложилось по причине подвижности нитратов по профилю почвы. После дождливой осени нитраты опускаются в нижние слои почвы, диагностика же весной зональными лабораториями принята на глубину 0–40 см. В опытах мы наблюдаем за слоями 0–60, 0–100 см.

Как для обобщений учеными, так и для выработки решений специалистами производства анализ ре-

зультатов опытов также является надежной базой. То, что знание эффективности туков в опытах – объективный методический подход к выбору приема внесения удобрений, показывает табл. 2.

О потребности яровой пшеницы в азоте можно судить по оплате удобрения по мере повышения дозы азота в полях после разных предшественников. В зернопаровом севообороте потребность пшеницы в азоте возрастает при ее удалении от пара. В других севооборотах – при переходе предшественника пшеницы от бобовых культур к пропашным или к бесменному ее посеву. Общая закономерность в опытах – приостановка эффективного применения азота после дозы N40, когда затраты на следующую порцию N20 оплачивались в размере всего 0,9–1,5 руб./руб. (рентабельность 90–150 %), в то время как первые порции азота оплачивались с рентабельностью 210–410 %.

**Результаты исследований.** Благодаря длительным исследованиям Курганского НИИСХ сформулированы основные агрохимические и экономические принципы применения минеральных удобрений. Разнообразие почвенно-климатических условий по зонам Курганской области делает необходимым дифференцировать дозы, сроки и способы внесения удобрений по зонам, но есть общие агрохимические принципы, используемые в решениях об удобрении пшеницы и других сельскохозяйственных культур. Надо обращать внимание на обеспеченность культур

Таблица 2

Предельная окупаемость затрат (оплата шага изменения дозы – 20 кг/га), руб./руб.

Table 2

Limit economic return (payment step change in dose – 20 kg / ha), rub./rub.

Доза <i>Dose</i>	1-я по пару <i>After fallow</i>	2-я <i>2<sup>nd</sup></i>	3-я <i>3<sup>rd</sup></i>	По бобовым <i>Legume</i>	По одн. травам <i>Annual grass</i>	По кукурузе <i>Corn</i>	Бесменная пшеница <i>Permanent wheat</i>
N20	0,2	3,1	4,2	0,2	3,1	4,1	4,1
N40	0,0	2,4	3,1	0,1	2,1	3,1	3,1
N60	-0,3	1,6	2,0	0,0	1,2	2,0	2,0
N80	-0,5	0,9	1,0	0,0	0,2	0,9	0,9
N100	-0,7	0,1	-0,1	-0,1	-0,7	-0,1	-0,1
N120	-0,9	-0,6	-1,2	-0,2	-1,7	-1,2	-1,2

Примечание: рассчитано В. И. Волюнкиным по данным В. И. Овсянникова, полученным на Шадринском опытном поле.

Note: calculated by V. I. Volynkin based on data by V. I. Ovsiannikov, received at Shadrinskiy experimental field.

Таблица 3

Влияние доз фосфора на урожайность пшеницы по пару, ц/га, 1977–1979 гг.

Table 3

Effect of phosphorus doses on the yield of wheat after a steam, c/ha, 1977–1979

Вариант <i>Variant</i>	P0	P15	P30	P45	P60	P90
Урожайность, ц/га <i>Yield, c/ha</i>	24,2	30,4	32,6	33,6	34,5	34,2
Прибавка, ц/га <i>Addition, c/ha</i>	–	6,2	8,4	9,4	10,3	10,0
Окупаемость, кг/кг <i>Payment, kg/kg</i>	–	41	28	21	17	11
Предельная прибавка, ц/га <i>Limit addition, c/ha</i>	–	6,2	2,2	1,0	0,9	-0,3
Окупаемость, кг/кг <i>Payment of limit addition, kg/kg</i>	–	41	15	7	6	–

теплом и влагой в разных зонах, что в определенной степени регулирует активность процесса нитрификации, на богатство почвы питательными элементами, вид севооборота, на сложившиеся системы обработки почвы и защиты растений и предшествующую урожайность поля, то есть в целом на уровень его окультуренности. Например, севооборот с паром или бобовый компонент севооборота уменьшают потребность в азоте. Включение кукурузы увеличивает потребность в азотном удобрении в 1,5 раза

по сравнению с зерновыми культурами. После агрохимических обоснований выбора доз туков в расчет берутся экономические принципы применения удобрения культур. Существуют три экономических правила. Первое из них основывается на принципе получения дополнительного дохода от дополняемого расхода. Правило заключается в том, что добавление переменных средств к основным выгодно до тех пор, пока дополнительный доход превышает дополнительный расход. Картину изменения прироста уро-

Таблица 4

**Эффективность удобрения пшеницы в разных полях севооборота (предельные прибавки, ц/га), 1972–2011 гг.**

Table 4

**Efficiency of wheat fertilization in various fields of crop rotation (marginal gain, c/ha), 1972–2011**

Место в севообороте <i>Place in crop rotation</i>	N0P0	P20–30	N20P20–30	N40P20–30	N60P20–30
Макушинское опытное поле ( $P_2O_5$ 29 мг/кг) <i>Makushinskiy experimental field (<math>P_2O_5</math> 29 mg/kg)</i> Опыт вел Г.П. Попов <i>Experiment lead by G. P. Popov</i>					
1–я по пару <i>Fallow</i>	21,9	6,0	0,1	0,9	–0,5
2–я	18,0	3,0	2,4	1,4	–1,0
2–я	16,1	3,3	2,6	1,2	–1,0
1–я по кукурузе <i>Corn</i>	19,3	2,7	2,1	1,1	1,2
2–я	14,3	4,1	1,5	1,0	1,5
2–я	14,8	3,9	1,7	1,2	0,2
По овсу <i>Oats</i>	17,7	1,7	1,8	2,7	1,5
По одн. травам <i>Annual grass</i>	17,7	2,6	2,0	1,0	0,5
Бесменная пшеница <i>Permanent wheat</i>	12,3	4,7	1,7	1,7	0,4
Центральное опытное поле ( $P_2O_5$ 40 мг/кг), 1972–1999 гг. <i>Central experimental field (<math>P_2O_5</math> 40 mg/kg)</i> Опыты вели В. И. Волынкин и О. В. Волынкина <i>Experiment lead by V. I. Volynkin, O. V. Volynkina</i>					
1–я по пару <i>Fallow</i>	25,4	1,8	–	2,0	1,7
2–я	17,3	1,3	–	4,6	3,8
Овес – 3–й <i>Oats</i>	21,2	2,1	–	2,2	4,3
1–я по кукурузе <i>Corn</i>	16,8	0,1	4,1	1,6	0,9
2–я	14,8	0,0	3,8	1,8	0,6
Шадринское опытное поле ( $P_2O_5$ 65–68 мг/кг) <i>Shadrinskiy experimental field (<math>P_2O_5</math> 65–68 mg/kg)</i> Опыты вели Г. Н. Харин, А. И. Себянин и В. П. Новоселов <i>Experiment lead by G. N. Kharin, A. I. Sebynin, V. P. Novoselov</i>					
Место в севообороте <i>Place in crop rotation</i>	Контроль <i>Control</i>	P30	N40P30	N80P30	
1–я по пару <i>Fallow</i>	24,7	1,6	0,2	0,9	
2–я	17,0	0,6	7,2	3,0	
3–я	15,4	0,7	10,0	0,7	
По кукурузе <i>Corn</i>	18,5	–0,8	11,7*	–	
Бесменная пшеница <i>Permanent wheat</i>	14,1	0,5	6,7	3,5	

Примечание: \*Один азот N40 по кукурузе в Шадринском опыте ( $P_2O_5$  68 мг/кг) дал прирост 9,3 ц/га.

Note: \*On Shadrinsky experimental field one nitrogen N40 after corn ( $P_2O_5$  68 mg/kg) increased yield by 9.3 c/ha.



жайности по мере повышения доз фосфора наглядно можно видеть по данным табл. 3.

Опыт проведен в Катайском совхозе Альменевского района Курганской области на обыкновенном солонцеватом черноземе. В таблице кроме общей прибавки приведены предельные. Пшеница сорта Шадринская посеяна после пара. Оценка предельной дозы фосфора (шага увеличения дозы) по окупаемости суперфосфата повышением урожая показала нецелесообразность применения в рядки при посеве пшеницы после пара доз фосфора более P15–30.

Второе экономическое правило заключается в принципе расчетных издержек. Каждая единица капитала, рабочей силы, земли и управления должна использоваться там, где она принесет наибольшую прибыль. Например, окупаемость вложения в севооборот азотного удобрения, как выше было показано, постепенно падает с переходом от бедных фонов по обеспеченности азотом к богатым.

Третье экономическое правило основывается на принципе замены, который состоит в том, что стоимость затрат на производство определенного количества продукции может оказаться меньшей при замене одного средства производства на другое. Производство количества вводимого средства на его цену должно быть меньше произведения упраздненного средства на его цену. Два первых правила способствуют обоснованному выбору руководителем хозяйства развиваемых отраслей и использования для этого наименьших средств в целях получения максимальной прибыли. Третье правило позволяет уточнять сочетание выбранных средств для получения того же количества продукции при более низких расходах и, следовательно, с увеличением прибыли.

Для иллюстрации действия этих правил приведем пример. В зависимости от агрохимической характеристики почвы в одних зонах сильнее действует азотное, в других – фосфорное удобрение, а в каких-то полях необходимо их сочетание. При разном содержании подвижного фосфора на трех опытных полях эффективность суперфосфата очень отличалась. Так, на обыкновенном солонцеватом черноземе Макушинского опытного поля при самом низком содержании P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (20–29 мг/кг) фосфорное удобрение под пшеницу по пару применяется с высокой эффективностью. Только здесь прибавки от P30 были высокими на полях, где с азотным питанием проблем нет (по пару). Внесение P30 дало в среднем за 40 лет прибавку 6,0 ц/га (табл. 4). В течение 13 лет за этот период прибавки были еще выше – от 7 до 15 ц/га.

Следует сказать, что азотный режим обыкновенного солонцеватого чернозема складывается благоприятнее, чем у выщелоченных черноземов. Здесь в силу нейтральной рН, способствующей активной нитрификации, среди трех опытных полей накопление нитратов в пару наибольшее. Поэтому в севообороте

с паром добавление азота к фосфору оплачивалось до определенного предела и лишь на удаленных от пара полях.

В севооборотах без пара азотное удобрение необходимо, но одностороннее его внесение в дозах N20–40–60 на почвах, бедных по содержанию P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, дает прибавки пшеницы около 2 ц/га (центральная зона). С переходом на богатые по наличию фосфора почвы или с добавлением P20 те же три дозы повышали урожай пшеницы на 3, 5, 7 ц/га.

При сравнении трех доз азота переход от внесения N20P30 к N40P30 оказывался чаще всего обоснованным по причине существенного дальнейшего повышения урожайности пшеницы и, что важно, ощутимого улучшения ее качества (дозы N20 недостаточно для стабильного выращивания пшеницы 3 класса). Шаг повышения дозы азота до 60 кг/га по-разному оценивался в зависимости от подтипа чернозема и места пшеницы в севообороте. На Макушинском опытном поле на обыкновенном солонцеватом черноземе это повышение дозы азота не только слабо оплачивалось, но в зернопаровом севообороте даже давало небольшой минус. Неэффективно применение 3-й дозы азота и на Центральном опытном поле при более облегченном гранулометрическом составе почвы и, следовательно, более слабой влагоудерживающей ее способности. Здесь на фоне N60P20 в засушливые годы отмечалось даже угнетение растений. В отличие от этих двух пунктов на Шадринском опытном поле (северо-западная зона области с лучшими условиями увлажнения) оправдана даже доза N80. В другом Шадринском опыте в севообороте кукуруза-пшеница-ячмень, где фон по фосфору выражался более высоким, чем в центре области, содержанием подвижного фосфора (65 мг/кг), один азот оказывал хорошее действие: прибавки от P30, N40 и N40P30 на посеве пшеницы составили –0,8; 9,3 и 11,7 ц/га. Но систематическое применение одного азота привело к снижению содержания P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> с 65 до 40 мг/кг. Насыщение севооборота азотом в опыте равнялось N67 (N100 под кукурузу, N40 под пшеницу и N60 под ячмень). В этом опыте средний по севообороту годовой сбор кормовых единиц в вариантах внесения одного азота и с фосфором был высоким и равнялся 57 и 61 ц/га к. е. при 35 в контроле. При цене кормовой единицы 470 руб./ц стоимость урожая выражалась 16 тыс. руб./га в контроле и 26 и 28 тыс. в вариантах с удобрением культур. Эти суммы значительно превышали затраты: 8 тыс. руб./га в контроле и 11–13 тысяч на фонах с удобрением. Прибыль в контроле равнялась 8454 руб./га, а при внесении N67 и N67P30 она достигала 15 738 и 15 338 руб./га.

В эксперименте на Центральном опытном поле урожай пониже. В вариантах внесения средних доз по севообороту кукуруза – пшеница – пшеница – овес N0P0, N50, N50P20 затраты равнялись 7 131, 9 839 и 11 637.

При стоимости урожая 12,8; 14,8 и 18,1 тыс. руб./га получена прибыль 5 742, 5 036 и 6 427 руб./га и рентабельность 80, 51 и 55 %.

Стоимость урожая вычислялась по средневзвешенным ценам зерна с учетом повторяемости по годам 3 класса качества пшеницы. Наблюдение в опытах с удобрениями не только за урожайностью культур, а и за качеством продукции необходимо и весьма полезно. Этот анализ показывает возможные приемы регулирования качества зерна яровой пшеницы. Главным для производства качественной продовольственной пшеницы оказывается обеспеченность растений азотным питанием в течение всей вегетации [8–10]. На основании этого условия для производства сильной и ценной пшеницы подбираются более благоприятные предшественники (пар, бобовые). В остальных полях необходимы удобрения. Наибольшая повторяемость выращивания качественного зерна пшеницы – в ее посевах после хорошо подготовленного парового поля. Из разных зон Курганской области больше гарантий получения 3 класса качества зерна в юго-восточных районах.

#### **Выводы и рекомендации.**

1. Одностороннее фосфорное удобрение эффективно применять под пшеницу после пара или бобовых культур в дозах не более  $P_{15-20-30}$  в зависимости от уровня содержания подвижного  $P_2O_5$  в слое почвы 0–20 см.

2. Одностороннее азотное удобрение эффективно на окультуренных по наличию подвижного фосфора почвах. На бедных по фосфору фонах азот дает умеренные прибавки на Центральном и Макушинском опытных полях. На Шадринском опытном поле фон по фосфору на участке под опытом более благоприятный и один азот существенно повышал урожайность пшеницы с прибавкой 9 ц/га.

3. Рекомендация для пшеницы, удаленной от пара, или в непаровых севооборотах, для зон, на которые можно распространять данные Макушинского и Центрального опытных полей, заключается во внесении 30–40–50 кг/га азота совместно с фосфором  $P_{15-30}$ , а на окультуренных по фосфору почвах эти дозы можно применять без фосфорного удобрения. С добавлением к азоту фосфора затраты возрастают, но увеличение урожайности обеспечивает высокую стоимость урожая и прибыль.

4. Данные Шадринского опытного поля свидетельствуют о возможности применения в северо-западной зоне области более высоких доз азота (60–80 кг/га) под 2–3-ю пшеницу по пару или бессменно возделываемую с получением прироста урожайности до 10 ц/га зерна. Добавление фосфорного удобрения к азотному необходимо по тому же критерию – на бедных по фосфору фонах при содержании в слое 0–20 см 40–50 мг/кг  $P_2O_5$  и менее.

5. Комплексная оценка урожая пшеницы – по его величине и белковости зерна дает более полную картину действия удобрений. Внесение азотно-фосфорного удобрения повышает частоту выращивания пшеницы с качеством 3 класса с 33–40 % лет на недобряемых фонах до 70–80–90 % лет, что повышает цену пшеницы на 70–100–135 руб./ц.

Общим в приведенных результатах опытов является тот факт, что на большей части полей севооборотов удобрение эффективно, если растения получают достаточное количество азота, и фосфора. Очень важно определить площадь пашни в области, на которые можно распространять данные, полученные в опытах. Все, что в опытах разработано для зернопаровых севооборотов, приемлемо для производства, где зернопаровые севообороты стали основными (пар занимает 15–30 % пашни). По определению агрохимическими лабораториями содержания подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см в 24 районах области низкий показатель имеет 62 % полей. Согласно этим данным, самое низкое содержание  $P_2O_5$  в почве в 4 районах – Сафакулевском, Альменевском, Половинском и Макушинском (35–46 мг/кг). Кетовский район (пригородный, где Центральное опытное поле) и Шадринский (в 60-х гг. 20 века был выделен как зона сплошной химизации) имеют лучшие показатели обеспеченности растений фосфором (77 в 1-м и 68 мг/кг во 2-м). Однако и в этих районах на удаленных от усадеб полях встречаются участки с величиной подвижного фосфора всего лишь 40 мг/кг. Рекомендуются средние дозы фосфорных удобрений –  $P_{15-20}$  в рядки при посеве, азотных –  $N_{20-30}$  в южных засушливых районах,  $N_{30-40-50}$  в центральной и восточной зонах и  $N_{40-60-80}$  в северо-западных. Базой для применения фосфора служат неустаревшие картограммы, для внесения азота – знание потребности разных культур в элементах питания, свойств почвы и истории поля.

#### **Литература**

1. Кореньков Д. А. Агроэкологические аспекты применения азотных удобрений. М. : Агроконсалт, 1999. 296 с.
2. Кирюшин В. И. Экологизация земледелия и технологическая политика. М., 2000. 473 с.
3. Волынкин В. И., Волынкина О. В. Действие состава удобрения и доз азота при систематическом применении в севообороте и на монокультуре пшеницы // Плодородие. 2013. № 2. С. 20–22.

4. Волынкин В. И., Копылов А. Н., Волынкина О. В. Влияние минеральных удобрений на урожайность культур и агрохимические свойства выщелоченного чернозема // Плодородие. 2014. № 6. С. 14–16.
5. Волынкин В. И., Волынкина О. В. Факторы, определяющие оптимальные показатели эффективности удобрений при возделывании пшеницы в монокультуре // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2016. № 4. С. 41–46.
6. Длительные стационарные опыты КНИИЗХ по изучению вопросов земледелия (агрохимии, земледелия, семеноводства, кормопроизводства) : аннотированный сборник рекомендаций. Курган, 1986. 115 с.
7. Научные основы систем земледелия Курганской области : рекомендации. Курган, 2001. 296 с.
8. Суднов П. Е. Повышение качества зерна пшеницы. М., 1986. 95 с.
9. Волынкин В. И., Волынкина О. В. Влияние удобрений на технологические свойства зерна бессменной пшеницы в центральной лесостепи Курганской области // Агрохимия. 2015. № 11. С. 37–44.
10. Волынкина О. В. Качество пшеницы в Курганской области в 2015 году // Аграрный сектор. 2015. С. 34–35.

#### References

1. Korenkov D. A. Agroecological aspects of use of nitrogen fertilizers. M. : Agroconsult, 1999. 296 p.
2. Kiryushin V. I. Greening of agriculture and technological policy. M., 2000. 473 p.
3. Volynkin V. I., Volynkina O. V. Action of composition of fertilizer and doses of nitrogen at systematic application in a crop rotation and on wheat monoculture // Fertility. 2013. № 2. P. 20–22.
4. Volynkin V. I., Kopylov A. N., Volynkina O. V. Influence of mineral fertilizers on productivity of cultures and agrochemical properties of the lixivious chernozem // Fertility. 2014. № 6. P. 14–16.
5. Volynkin V. I., Volynkina O. V. The factors defining optimum indicators of efficiency of fertilizers at cultivation of wheat in a monoculture // Economy of agricultural and processing enterprises. 2016. № 4. P. 41–46.
6. Long stationary experiments of Kurgan scientific research institute on studying the questions of agriculture (agrochemistry, agriculture, seed farming, forage production) : the annotated collection of recommendations. Kurgan, 1986. 115 p.
7. Scientific bases of systems of agriculture of the Kurgan region : recommendations. Kurgan, 2001. 296 p.
8. Sudnov P. E. Wheat grain improvement of quality. M., 1986. 95 p.
9. Volynkin V. I., Volynkina O. V. Influence of fertilizers on technological properties of grain of permanent wheat in the central forest-steppe of the Kurgan region // Agrochemistry. 2015. № 11. P. 37–44.
10. Volynkina O. V. Quality of wheat in the Kurgan region in 2015 // Agrarian sector. 2015. P. 34–35.