

действие цинка с другими микроэлементами как показатель его активности // Агрохимия. – 1994. – №11. – С. 114-120. 10. *Аристархов А.Н.* Нормирование рационального экологически безопасного применения микроудобрений в различных почвенно-климатических зонах России. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2013. Т.2. – С.223-244. 11. *Кабата-Пендиас А., Пендиас Х.* Микроэлементы в почвах и растениях (перевод с английского) – М.: Мир, 1989. – 376 с. 12.

Минеев В.Г. Экологические проблемы агрохимии. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 284 с. 13. *Минеев В.Г., Алексеев А.А., Тришина Н.А.* Цинк в окружающей среде // Агрохимия. – 1984. – №3. – С. 94-104. 14. *Пейве Я.В.* Агрохимия и биохимия микроэлементов. – М.: Наука, 1980. – 30 с. 15. *Практикум по агрохимии* / Под ред. В.Г. Минеева. – М.: МГУ, 2001. – 688 с.

EFFICIENCY OF ZINC FERTILIZERS UNDER THE WINTER WHEAT

A.N. Aristarkhov, N.A. Kirpichnikov, V.V. Vinogradov

Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127550 Moscow, Russia

The winter wheat of a grade Moskovskaya 39 on sod-podsolic soils praises on application not only NPK fertilizers, but also zinc. On the heavy-loamy soils the level of additional grain yield because of zinc on backgrounds of N120P60K90 was 4.4-6.0 c/hectare, and on sandy loam – 3.3-5.5 c/hectare. Their payback an increase of a harvest reaches depending on doses 88-120 kg/kg on the heavy-loam soils and 63-220 kg/kg – on sandy loam. They promote increase in payback of use of traditional NPK fertilizers, according to soils, from 7.0 to 9.5 kg/kg and, from 3.9 to 5.8 kg/kg (for 36-49%). As the most effective doses of zinc are recognized: 5.0-7.5 kg/hectare – at their main application, and at foliar application – 150-250 g/hectare. Complex with Zn (organic Zn salt on the basis of EDTA (Solu Mikro-Zn15) surpasses in efficiency traditional salt of zinc (Zn sulfate), respectively, from doses and ways of their use: at the main application 1.4-2.5 c/hectare, and with additional fertilizing – on 1.0-1.7c/hectare.

Keywords: winter wheat, zinc fertilizers, efficiency of application, payback of fertilizers, additional yield, preferable ways, dose of zinc.

УДК 631.58:634.8

АГРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ЯРОВУЮ ПШЕНИЦУ В УСЛОВИЯХ ЗАУРАЛЬЯ

*Е.А. Семенова, Р.А. Афанасьев, д.с.-х.н., ВНИИА, E-mail: rafail-afanasev@mail.ru
127550, Москва, ул. Прянишникова, 31а*

Работа выполнена по госзаданию №0572-2019-0011

Целью исследований трехлетнего полевого опыта (2015-2017 гг.) с применением азотных, фосфорных и калийных удобрений было изучение их экономической эффективности при удобрении яровой мягкой пшеницы, возделываемой в почвенно-климатических условиях Уральского региона. Опыт заложен на окультуренной серой лесной почве по 14-вариантной схеме применения минеральных удобрений (NPK) в дозах от 30 до 120 кг д.в./га каждого из элементов, вносимых на фоне двух других. Сорт яровой пшеницы - Симбирцит, предшественник – черный пар. В результате исследований выявлено, что под влиянием минеральных удобрений на серой лесной почве повышается урожайность яровой пшеницы, улучшаются качество зерна, а также эффективное плодородие почвы. Однако затраты на внесение удобрений зачастую не оправдывались вследствие почвенно-климатических особенностей данного региона, с одной стороны, и несбалансированности цен на удобрения и получаемую зерновую продукцию, с другой. В этих агроэкологических условиях Уральского региона наиболее приемлемым, с экономической точки зрения, оказалось применение дозы $N_{60}P_{60}K_{60}$, которую и можно рекомендовать сельскохозяйственному производству.

Ключевые слова: яровая пшеница, урожайность, минеральные удобрения, экономическая эффективность.

DOI: 10.25680/S19948603.2019.107.03

Одним из направлений повышения экономической эффективности сельскохозяйственного производства Зауралья является ресурс- и энергосбережение. В основе такого подхода лежит сопоставление показателей экономической оценки агромероприятий, прежде всего применения минеральных удобрений, с учетом разницы стоимости урожая и дополнительных затрат на его получение. Увеличить урожайность и, следовательно, повысить экономические показатели возможно за счет действия разных факторов, среди которых немаловажную роль играет рациональное применение минеральных удобрений. Необходимо установить их наиболее экономически эффективные дозы. В этом состоят актуальность и цель проведенных расчетов экономической эффективности применения удобрений под яровую пшеницу, основанных на результатах полевого опыта.

Методика. Трехлетние исследования (2015 – 2017 гг.) по изучению действия возрастающих доз минеральных удобрений на продуктивность яровой пшеницы с целью выявления наиболее эффективных из них с экономической точки зрения были проведены в полевом опыте, заложенном на типичной для Зауралья серой лесной почве. Предшественник - черный пар. Опыт заложен по 14-вариантной схеме применения минеральных удобрений (NPK), включая контроль (без удобрений). Урожайность яровой пшеницы под влиянием каждого вида удобрения - N, P, K изучали на фоне двух других: азотных – на фоне фосфорных и калийных, фосфорных – на фоне азотных и калийных, калийных – на фоне азотных и фосфорных. Фоновые варианты: $P_{60}K_{60}$, $N_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}$. Дозу каждого варьируемого элемента питания равномерно увеличивали по вариан-

там от 30 до 120 кг/га с шагом 30 кг/га. Почва имела в среднем слабокислую реакцию – $pH_{\text{сол.}}$ 5,1-5,3. Количество подвижных форм питательных веществ в почве отдельных опытных участков по годам колебалось: легкогидролизуемого азота (N) от 45 до 115 мг/кг, подвижного фосфора (P_2O_5 , по Кирсанову) – от 140 до 200, подвижного калия (K_2O , по Кирсанову) – от 120 до 160 мг/кг. В опыте во все годы высевали семена яровой пшеницы сорта Симбирцит. Повторность в опыте четырехкратная, площадь учетной делянки 25 м². В опыте определяли урожайность зерна, условия ее формирования. Экономическую эффективность рассчитывали по общепринятой методике [1, 2]. Согласно ей учитывали стоимость прибавки урожая, из которой вычитали сумму затрат на получение этой прибавки за счет применения удобрений, определяли условно чистый доход и рассчитывали рентабельность. Цены на удобрения и зерновую продукцию для экономических расчетов уточняли каждый год в связи с их нестабильностью на рынке.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что на серой лесной почве Зауралья без внесения удобрений можно получить урожайность зерна яровой пшеницы в среднем до 25-26 ц/га, а за счет применения минеральных удобрений – до 36 ц/га, о чем свидетельствуют 3-летние данные полевого опыта. Из рисунка видно, что яровая пшеница наиболее отзывчива на азотные удобрения, вносимые в дозах до 60 кг/га и более на фоне фосфорных и калийных. Фосфорные удобрения, на фоне азотных и калийных были максимально эффективны по действию на урожайность яровой пшеницы в дозах, возрастающих до P_{60} , максимум – до P_{90} , но уже при P_{120} в полевом опыте наблюдалось снижение их эффективности. Аналогичная картина по влиянию на урожайность яровой пшеницы калийных удобрений (см. рис.). Однако снижение эффективности применения калийных удобрений проявилось уже при дозе K_{90} . Все эти особенности действия минеральных удобрений на урожайность яровой пшеницы в условиях Зауралья важно учитывать при разработке систем ее удобрения. Особое значение в современных рыночных условиях имеет оценка не только агрономической, но и экономической эффективности применения минеральных удобрений.

Экономическая оценка действия удобрений в рассматриваемом полевым опыте показала, что возделывать яровую пшеницу в Зауралье выгодно только при определенных почвенных и погодных условиях. При достаточном увлажнении, что наблюдалось в 2015 г., урожайность яровой пшеницы в нескольких вариантах полевого опыта превышало 40 ц/га, достигнув 45 ц/га в варианте $N_{120}P_{60}K_{60}$ с прибавкой урожайности более 20 ц/га. При этом условно чистый доход в лучших вариантах составил 12-14 тыс. руб/га, рентабельность применения удобрений – 150-160 %, затраты на удобрения окупались прибавкой урожайности в 2,5-2,7 раза. Но это только в благополучный по агрометеорологическим условиям 2015 г.

По данным полевых опытов засушливого 2016 г., а также 2017 г., в котором под опыт был выбран участок с высоким содержанием легкогидролизуемого азота и подвижных форм фосфора и калия, применение удобрений, с экономической точки зрения, оказалось нецелесообразным. В 2016 г. максимальные прибавки урожайности яровой пшеницы не превышали 5-6 ц/га, а экономические показатели были положительными

только в варианте $N_{60}P_{30}K_{60}$. В 2017 г. на хорошо окультуренной почве минеральные удобрения также оказались малоэффективными. При высоком уровне урожайности яровой пшеницы в удобренных вариантах полевого опыта она достигала в 2017 г., как и в 2015 г., 40-42 ц/га; в контрольном варианте урожайность зерна также была сравнительно высокой – более 36 ц/га.

Иными словами, при существующей технологии возделывания яровой пшеницы сорта Симбирцит прибавки урожайности в 2017 г. были не выше, чем в малоурожайном 2016 г. Отсюда наиболее результативным, с экономической точки зрения, оказался лишь вариант $P_{60}K_{60}$, в котором получены наивысшая урожайность пшеницы – 43,5 ц/га и наибольшая в этом году окупаемость затрат – 0,99 руб/руб. Азотные удобрения положительного влияния на экономику производства зерна яровой пшеницы данного сорта не оказали, скорее наоборот. Однако азотные удобрения способствовали накоплению в зерне сырого белка и клейковины. Итак, эти показатели достигали максимальных значений во все три года исследований в варианте $N_{120}P_{60}K_{60}$.

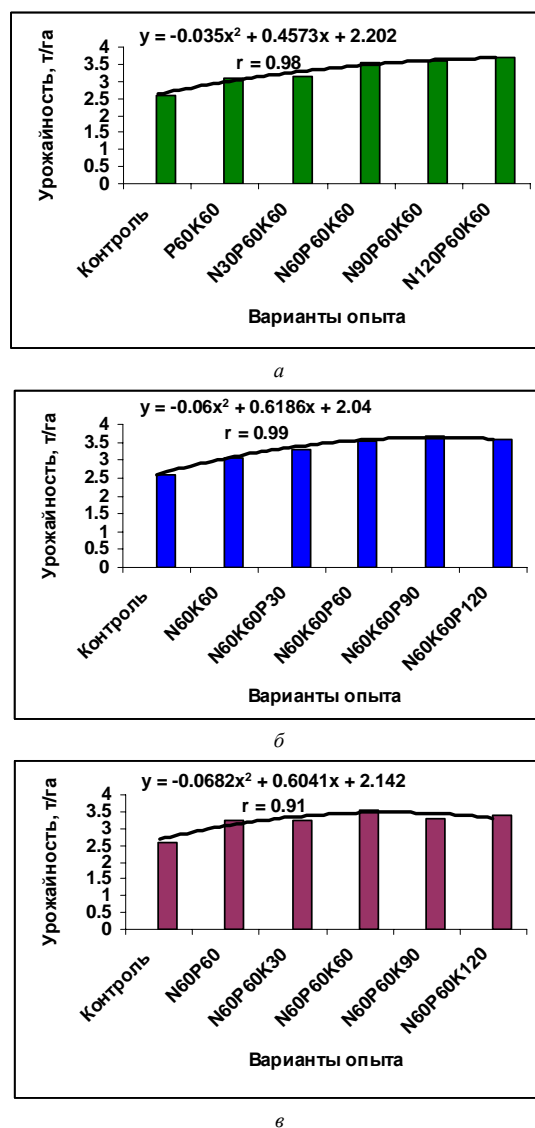


Рис. Влияние возрастающих доз удобрений: азотных – на фоне PK (а), фосфорных – на фоне NK (б), калийных – на фоне NP (в) на урожайность яровой пшеницы (в среднем за 2015-2017 гг.)

В среднем за три года (табл.) наиболее экономически приемлемым оказался вариант N₆₀P₆₀K₆₀. В данном варианте получены сравнительно высокая урожайность пшеницы и наибольший чистый доход. Все другие варианты полевого опыта заметно уступали по комплексу экономических показателей этому варианту.

Экономическая эффективность применения удобрений (в среднем за 2015-2017 гг.)

Вариант опыта	Урожайность	Прибавка урожайности	Доп. затраты	Стоимость доп. продукции	Условно чистый доход	Рентабельность, %	Окупаемость затрат, руб/руб.
	ц/га			руб/га			
Контроль	25,9	-	-	-	-	-	-
P ₆₀ K ₆₀ - фон	30,9	5,0	5612	4547	-1065	-19,5	0,81
Фон + N ₃₀	31,2	5,3	6788	14441	-1847	-27,0	0,73
Фон + N ₆₀	35,5	9,6	7963	8987	1024	15	1,15
Фон + N ₉₀	36,3	10,4	9139	9892	735	10,9	1,11
Фон + N ₁₂₀	36,9	11,0	10314	10522	208	5,2	1,05
N ₆₀ K ₆₀ - фон	30,8	4,9	4076	4670	594	22,4	1,20
Фон + P ₃₀	33,0	7,1	6019	6838	826	16,9	1,17
Фон + P ₆₀	35,5	9,6	7963	8987	1024	15,0	1,15
Фон + P ₉₀	36,8	10,9	9907	10346	439	6,2	1,06
Фон + P ₁₂₀	35,7	9,8	11869	9315	-2514	-20,1	0,80
N ₆₀ P ₆₀ - фон	32,6	6,7	6238	6295	57	-2,3	1,02
Фон + K ₃₀	32,4	6,5	7101	6215	-886	-10,6	0,89
Фон + K ₆₀	35,5	9,6	7963	8987	1024	15,0	1,15
Фон + K ₉₀	33,0	7,1	8826	6710	-2116	-21,5	0,78
Фон + K ₁₂₀	33,9	8,0	9688	7429	-2260	-21,7	0,78

Примечание. Для лучшего восприятия результатов опыта данные по варианту N₆₀P₆₀K₆₀ приведены в таблице трехкратно, т.е. по каждому фону отдельно.

Анализ трехлетних результатов полевого опыта показывает, что при достаточном выпадении осадков применение минеральных удобрений под яровую пшеницу в условиях Зауралья может дать существенный экономический эффект. В частности, в 2015 г. в варианте N₆₀P₆₀K₆₀ уровень рентабельности составил 151,8 %, т.е. условно чистый доход более чем в 1,5 раза превысил затраты на применение удобрений. Но не имея 100

%-ного по достоверности агрометеорологического прогноза на следующий сельскохозяйственный год, следует ориентироваться на среднесезонные данные по эффективности минеральных удобрений, в том числе экономической, поскольку без применения удобрений урожайность яровой пшеницы будет всегда ниже, чем при использовании удобрений. В почвенно-климатических условиях проведения опыта наиболее рентабельным был вариант с дозой внесения N₆₀P₆₀K₆₀.

Заключение. Уральский регион относится к одному из основных производителей зерна яровой пшеницы. Почвенные условия и климат Зауралья способствуют формированию зерна повышенной белковости, хотя она нередко находится в обратной зависимости от достигнутой урожайности пшеницы [3]. Несмотря на сложившуюся в экономике региона диспропорцию между стоимостью зерна и затратами на его производство, трехлетние результаты проведенного здесь полевого опыта показали, что правильное, с агроэкономической точки зрения, применение минеральных удобрений в целом оказывает положительное влияние на урожайность и качество зерна яровой пшеницы. Как следует из приведенных данных, в почвенно-климатических условиях проведения трехлетних исследований наиболее рентабельным оказался вариант N₆₀P₆₀K₆₀, поэтому данная доза удобрения может быть рекомендована для экономически оправданного производства яровой пшеницы на серых лесных почвах Зауралья.

Литература

1. Баранов Н.Н. Методические указания по определению экономической эффективности удобрений и других средств химизации, применяемых в сельском хозяйстве. - М.: Колос, 1979. - 32 с.
2. Державин Л.М., Колокольцева И.В. Скворцова Н.К., Пузанова О.А., Яковлева Т.А. Составление проекта на применение удобрений (рекомендации). - М.: Росинформагротех, 2000. - 154 с.
3. Семенова Е.А., Афанасьев Р.А. Эффективность применения удобрений под яровую пшеницу в условиях Уральского региона // Плодородие. - 2018. - № 6 (105). - С. 2-4.

AGROECONOMIC EFFICIENCY OF APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS UNDER SPRING WHEAT UNDER CONDITIONS OF TRANS-URAL REGION

E.A. Semenova, R.A. Afanasev

Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127550 Moscow, Russia

The aim of the three-year field experience research (2015-2017) using nitrogen, phosphate and potash fertilizers was to study their economic efficiency in fertilizing spring wheat, cultivated in the soil and climatic conditions of the Trans-Ural region. The experience was laid on the cultivated gray forest soil according to a 14-variant scheme of the use of mineral fertilizers (NPK) in doses of 30 to 120 kg a.v / ha of each of the elements applied against the other two. Spring wheat variety - Simbirtsit, predecessor - bare fallow. As a result of the research, it has been found that, under the influence of mineral fertilizers on gray forest soil, the yield of spring wheat increases and the quality of grain, as well as the effective fertility of the soil, improves. However, the cost of fertilizer is often not justified due to soil-climatic features of the region, on the one hand, and the imbalance in the prices of fertilizers and the resulting grain products, on the other. In these agroecological conditions of the Trans-Ural region, the most acceptable, from an economic point of view, was the use of a dose of N60P60K60, which can be recommended for agricultural production.

Keywords: spring wheat, yield, mineral fertilizers, economic efficiency.