

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ ПО СИДЕРАЛЬНОМУ ПАРУ

Ю.Н. Анкудович, Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа

В длительном стационарном полевом опыте показано определяющее влияние минеральных удобрений на урожайность озимой ржи. Изучены различные дозы и соотношения минеральных удобрений. Максимальная урожайность зерна озимой ржи за годы исследований получена от дозы $N_{40}P_{40}K_{40}$ – 25 ц/га, прибавка к контрольному варианту без применения удобрений равна 39,7%. Составлены уравнения производственной функции урожайности в зависимости от минеральных удобрений. Определяющее значение в повышении урожайности озимой ржи имеет азот, доля влияния фактора колеблется по годам исследования от 28 до 46%.

Ключевые слова: минеральные удобрения, сидеральный пар, озимая рожь, урожайность.

Рожь – одна из важнейших зерновых культур. Этот злак имеет большое значение в питании людей, кормлении животных, используется для технической переработки. Велика агротехническая роль этой культуры в системе севооборотов: рожь способна угнетать сорняки, оставляет после себя в 1,5-2 раза больше корневых и пожнивных остатков, чем другие злаки, хорошо окультуривает почву. Озимая рожь – потенциально высокопродуктивная культура и при правильной агротехнике способна давать высокие, стабильные урожаи [3].

Цель исследований – изучить влияние минеральных удобрений на урожайность озимой ржи, возделываемой по сидеральному пару, выявить эффективные дозы и соотношения удобрений.

Методика. Исследования проводили в 2011-2014 гг. на базе длительного стационарного полевого опыта СибНИИСХиТ. Почва дерново-подзолистая супесчаная крупнопылеватая. Агрохимическая характеристика почвы опытного участка до закладки опыта в 2010 г: содержание гумуса 2%, pH_{KCl} 4,1, гидролитическая кислотность 4,3 мг-экв/100 г, подвижный алюминий 4,0 мг/100 г, подвижный фосфор 227,6 мг/кг, подвижный калий 75,4, нитратный азот 7,6 мг/кг.

Схема опыта содержит 8 вариантов: 1. Контроль б/у; 2. Сидерат – фон; 3. $N_{20}P_{20}K_{20}$ кг д.в./га; 4. $N_{40}P_{40}K_{40}$ кг д.в./га; 5. $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг д.в./га; 6. фон + $N_{20}P_{20}K_{20}$ кг д.в./га; 7. фон + $N_{40}P_{40}K_{40}$ кг д.в./га; 8. фон + $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг д.в./га.

Учётная площадь делянок – 150-200 м², повторность опыта трёхкратная. Объект исследований – озимая рожь сорта Тетра короткая, предшественник – сидеральный пар. В качестве сидерата использовали также озимую рожь, высеванную весной и запаханную в год посева в начале июля в фазе кушения. Озимую рожь на зерно сеяли в первой декаде августа. Агротехника в опыте общепринятая для таежной зоны. В качестве минерального удобрения использовали азофоску с содержанием NPK по 16% д.в. Удобрения вносили перед посевом озимой ржи на зерно согласно схеме опыта.

Определяли биологическую урожайность методом отбора проб. Математическую обработку результатов исследования проводили методом дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализов с использованием компьютерной статистической программы Snedecor [5], а также с помощью базы данных и программы анализа многолетних данных Нарымского стационара Rotation [1, 2].

Результаты и их обсуждение. Температурные условия вегетационного периода за годы исследований можно охарактеризовать как удовлетворительные, в целом они соответствовали среднемноголетним значениям (рис. 1).

Температура воздуха в октябре 2013 и 2014 гг. была несколько ниже среднемноголетней. В весенне-летний период 2012 г. преобладали повышенные температуры, в 2013 и 2014 гг. температура в мае – июне была ниже среднемноголетней.

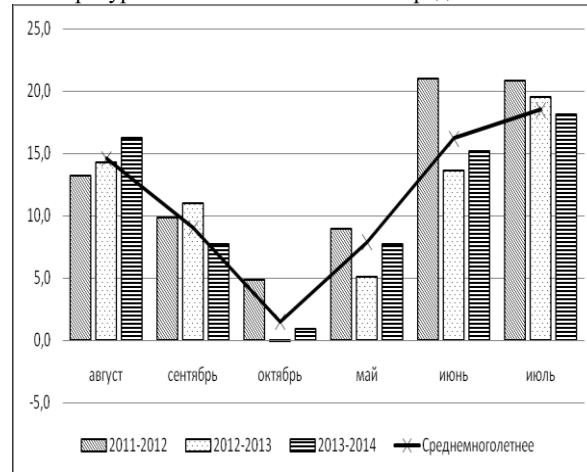


Рис. 1. Температура воздуха вегетационного периода, °C

Годы исследований характеризовались неравномерным выпадением осадков за период вегетации (рис. 2). В августе 2011 и 2013 гг. и в мае – июне 2013 г. количество осадков значительно превысило среднемноголетнее значение. За период исследований в июле выпало аномально низкое количество осадков. Внесение минеральных удобрений под озимую рожь положительно влияло на урожайность зерна (табл. 1).

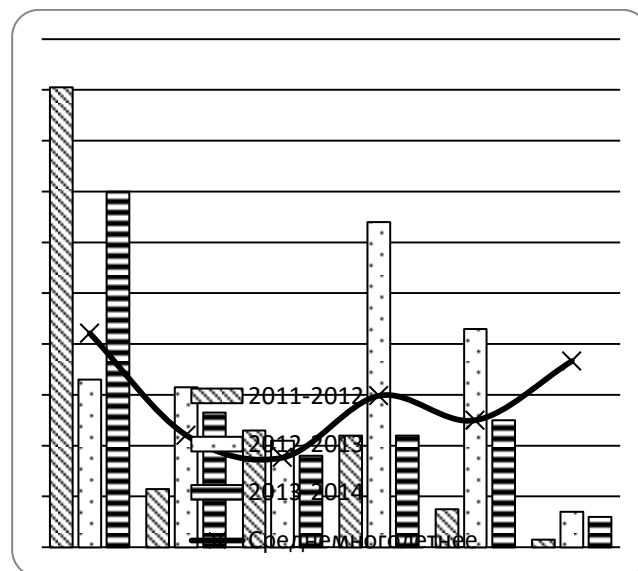


Рис. 2. Сумма осадков вегетационного периода, мм

1. Урожайность озимой ржи в зависимости от доз и соотношений удобрений, ц/га

Вариант опыта	2011-2012 гг.	2012-2013 гг.	2013-2014 гг.	Средняя за 2012-2014 гг.	Прибавка за 2011-2014 гг.	
					ц/га	%
1. Контроль б/у	18,3	18,7	16,8	17,9		
2. Сидерат – Фон	19,4	17,0	22,1	19,5	1,6	8,9

3. N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	18,6	23,6	20,4	20,9	3,0	16,8
4. N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	26,8	24,4	23,8	25,0	7,1	39,7
5. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	24,8	25,3	21,9	24,0	6,1	34,1
6. Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	18,5	23,6	21,5	21,2	3,3	18,4
7. Фон + N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	21,6	21,3	20,4	21,1	3,2	17,9
8. Фон + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	24,7	25,4	21,3	23,8	5,9	33,0
НСР ₀₅	5,15	5,67	4,42	3,48		

Наибольшее влияние на урожайность озимой ржи оказали минеральные удобрения в дозах N₄₀P₄₀K₄₀ и N₆₀P₆₀K₆₀ кг д.в./га, достоверные прибавки от их применения получены во все годы исследования. Внесение N₄₀P₄₀K₄₀ повысило урожайность в среднем до 25,0 ц/га, прибавка составила 7,1 ц/га, или 39,7% к контрольному варианту без удобрений, внесение N₆₀P₆₀K₆₀ повысило урожайность до 24,0 ц/га, прибавка – 6,1 ц/га, или 34,1%. Прибавка от дозы N₂₀P₂₀K₂₀ за годы исследований составила в среднем 3,0 ц/га (16,8%), но это различие находится в пределах ошибки опыта (табл. 1).

Действие сидерального удобрения за период исследований не оказало значительного влияния на урожайность зерна озимой ржи, в среднем за три года прибавка урожайности составила 1,6 ц/га, однако она оказалась недостоверной.

Достоверное превышение урожайности над контролем во все годы исследования наблюдалось в варианте N₆₀P₆₀K₆₀ по фону сидерата, средняя урожайность – 23,8 ц/га, прибавка – 5,9 ц/га, или 33,0%. При внесении полного минерального удобрения в дозах N₂₀P₂₀K₂₀ и N₄₀P₄₀K₄₀ на сидеральном фоне урожайность озимой ржи в среднем за три года составила 21,2 ц/га, что выше контроля на 3,3 ц/га (разница в урожайности в этих вариантах достоверна только на 10%-ном уровне значимости).

Прибавка урожайности озимой ржи при применении минеральных удобрений на сидеральном фоне обусловлена действием минеральных удобрений. Анализ влияния изучаемых факторов на формирование урожая озимой ржи выявил, что на долю минеральных удобрений приходилось 46,4%, при практическом отсутствии влияния сидерального предшественника.

На формирование зелёной массы сидерата в большой степени влияют условия вегетационного периода, а также срок посева. Рожь, которую использовали в качестве сидерата, – культура озимая и при весеннем посеве до внесения её в почву не формирует обильной биомассы, достигая только фазы кушения – 10-15 см. В засушливые периоды запашка сидератов может быть не эффективна [4]. Климатическая зона проведения исследований относится к зонам достаточного увлажнения, тем не менее в 2011-2014 гг. недостаток влаги в июле не позволил в полной мере минерализоваться органическому веществу сидерата до посева озимой ржи на зерно (рис. 2).

По результатам регрессионного анализа были рассчитаны уравнения производственной функции, которые показывают, что урожайность озимой ржи на дерново-подзолистых почвах севера Томской области без применения удобрений колеблется от 4,1 до 9,3 ц/га. Однако на практике в контрольном варианте без удобрений урожайность озимой ржи в среднем за годы проведения исследований довольно высокая – 17,9 ц/га. Это связано с изменением

агрохимических свойств почвы при её механической обработке вследствие горизонтального переноса питательных веществ удобрений (табл. 2).

В результате корреляционного анализа экспериментальных данных выявлена положительная сильная зависимость урожайности озимой ржи от минеральных удобрений $r=0,87-1,00$, однако в 2013-2014 гг. полученные данные были математически не достоверны. Были рассчитаны частные корреляции, характеризующие наличие связи между двумя признаками в «очищенном» от совокупности остальных признаков виде [5].

Анализ частных корреляций показывает что, во все годы исследования азот полного минерального удобрения оказывал наибольшее положительное действие на урожайность озимой ржи. Доля влияния азота на урожайность колеблется от 28 до 46%. Зависимость урожайности озимой ржи от фосфора выражена значительно слабее, доля влияния фактора колеблется по годам исследования от 5 до 14%. Действие калия на урожайность озимой ржи незначительно – 2-3% (табл. 2).

2. Влияние минеральных удобрений на урожайность зерна озимой ржи

Годы	Уравнение производственной функции	Коэффициент корреляции	Доля влияния фактора, %		
			N	P	K
2011-2012	$Y = 4,09 + 1,07 N - NO_3 + 0,05 P_2O_5 + 0,01 K_2O$	1,00	46,1	5,3	2,1
2012-2013	$Y = 9,31 + 0,87 N - NO_3 + 0,01 P_2O_5 + 0,04 K_2O$	1,00	27,9	8,1	1,6
2013-2014	$Y = 7,58 + 0,71 N - NO_3 + 0,03 P_2O_5 - 0,003 K_2O$	0,87	40,4	13,8	3,2

Выводы. 1. Определяющее значение в формировании урожая озимой ржи на дерново-подзолистых почвах севера Томской области имеют минеральные удобрения. Максимальная эффективность получена от дозы N₄₀P₄₀K₄₀ кг д.в./га.

2. Наибольшее влияние в повышении урожайности озимой ржи имеет азот (28-46%). Действие фосфора и калия на урожайность озимой ржи значительно ниже (5-14 и 2-3% соответственно).

Литература

1. Белоусов Н.М., Сорокин О.Д., Анкудович Ю.Н. Программа комплексного анализа многолетних опытных данных Нарымского стационара // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 5. – С. 79-82.
2. Белоусов Н.М., Сорокин О.Д., Вервайн О.Д., Анкудович Ю.Н. Программа комплексного анализа многолетних опытных данных Нарымского стационара «Rotation»: /Руководство/ СибНИИСХиТ. – Томск: Изд-во Ветер, 2013. – 40 с.
3. Бражников П.Н. Селекция озимой ржи на высокую продуктивность и устойчивость к стрессам в условиях северной таёжной зоны Томского приобья: Дисс. канд с.-х. н. – Новосибирск, 2005. – 158 с.
4. Сорокин И.Б. Органическое вещество в адаптивно-ландшафтных системах земледелия Томской области. Томск: СибНИИСХиТ, 2007. – 301 с.
5. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Изд. 2-е. – Краснообск. – СО РАСХН. – 2010. – 282 с.

EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON THE YIELD OF WINTER RYE CULTIVATED ON A GREEN FALLOW

*Yu.N. Ankudovich, Siberian Research Institute of Agriculture and Peat, ul. Gagarina 3, Tomsk, 634050 Russia
e-mail: Narym@mail2000.ru, Yuliya.ankudovich@mail.ru*

The deciding impact of mineral fertilizers on the yield of winter rye grain has been shown in a long-term stationary field experiment. Different application rates and proportions of mineral fertilizers have been studied. The maximum yield of winter rye grain was obtained at the application of N₄₀P₄₀K₄₀ (2.5 t/ha), the yield gain over the control treatment without fertilizers was 39.7%. Equations relating the production function to the application rates of mineral fertilizers have been derived. Nitrogen is the deciding factor for increasing the yield of winter rye grain; its contribution varies among the years of study from 28 to 46%.

Keywords: mineral fertilizers, green manure, winter rye, yielding capacity.