

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПОД ЯРОВУЮ ПШЕНИЦУ В УСЛОВИЯХ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Е.А. Семенова, Р.А. Афанасьев, д.с.-х.н., ВНИИА

Работа выполнена по госзаданию №0572-2014-0007

Рассматриваются результаты полевого опыта (2015-2017 гг.) по удобрению яровой пшеницы, возделываемой в условиях Уральского региона. Опыт заложен на окультуренной серой лесной почве по 14-вариантной схеме применения минеральных удобрений (НРК) в дозах от 30 до 120 кг д.в./га каждого из элементов, вносимых на фоне двух других элементов. Сорт яровой пшеницы Симбирцит, предшественник – черный пар. В результате исследований установлено влияние, оказываемое азотными, фосфорными и калийными удобрениями на урожайность и качество зерна в зависимости от конкретных почвенно-климатических условий. В частности показано, что с увеличением дозы азота от N₃₀ до N₁₂₀ на фоне P₆₀K₆₀ урожай зерна возрастал как в условиях засухи 2016 г., так и в наиболее благоприятный по осадкам и температуре 2015 г. Более сложные зависимости установлены по эффективности действия фосфорных и калийных удобрений.

Ключевые слова: почва, климат, удобрения, урожайность, качество, яровая пшеница.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.105.01

Яровая пшеница - основная зерновая культура в Уральском регионе, что в значительной мере объясняется сложившимися здесь природно-климатическими условиями, характеризующимися низкими температурами зимнего периода, которые не выдерживает озимая пшеница [1, 2]. К особенностям Зауралья относятся также почвенные условия, а именно сравнительно высокие агрохимические показатели плодородия по pH, содержанию гумуса и подвижных форм калия [3, 4]. Площадь пашни с сильно- и среднекислыми почвами в регионе не превышает 10%, с содержанием гумуса менее 4 % - не более 30 % пахотных земель, с низким и средним содержанием обменного калия – не более 15%. В то же время очень низким и низким содержанием подвижного фосфора характеризуется более 50 % пашни, средним – около 30%. До 13 % пахотных земель в регионе относится к солонцовым комплексам и нуждается в мелиоративном улучшении. В связи с относительно сложными агроэкологическими условиями сельскохозяйственного производства важны исследования по совершенствованию технологий возделывания сельскохозяйственных культур в данном регионе, прежде всего яровой пшеницы, в том числе по оптимизации её минерального питания.

Методика. Полевой опыт проводили в 2015-2017 гг. на серой лесной почве. Предшественник - черный пар. Почва имела в среднем слабокислую реакцию – pH_{сол.} 5,1-5,3. Количество подвижных форм питательных веществ по годам колебалось: легкогидролизуемого азота в первые два года исследований от 45-50 до 100-115 мг/кг в 2017 г.; фосфора – 140-200; калия – 120-160 мг/кг почвы. В опыте использовались семена яровой пшеницы сорта Симбирцит. Урожайность яровой пшеницы с возрастающими дозами каждого вида удобрения 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: контроль, P₆₀K₆₀, N₆₀K₆₀, N₆₀P₆₀; дозу варьировали по вариантам от 30 до 120 кг/га.

В опыте определяли урожайность зерна, условия ее формирования, а также качественные показатели произведенной зерновой продукции.

Результаты и их обсуждение. В 2015-2016 гг. в варианте без удобрений получена урожайность зерна яровой пшеницы 20,6 ц/га, в 2017 г. на участке с более высоким уровнем плодородия – 36,6 ц/га (табл. 1).

1. Влияние удобрений на урожайность яровой пшеницы

Вариант опыта	Урожайность по годам исследований, ц/га				Прибавка урожая	
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	В среднем за 3 года	ц/га	%
Контроль	20,6	20,6	36,6	25,9	-	-
Фон - P ₆₀ K ₆₀	26,6	22,6	43,5	30,9	5,0	19,3
P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀	27,8	23,6	42,3	31,2	5,3	20,5
P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀	41,0	23,7	41,7	35,5	9,6	37,1
P ₆₀ K ₆₀ + N ₉₀	42,7	24,5	40,5	35,9	10,0	38,7
P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₂₀	45,2	26,6	38,8	36,9	11,0	42,5
НСР ₀₅	1,5	2,3	2,3	-	-	-
Фон - N ₆₀ K ₆₀	29,9	23,9	38,6	30,8	4,9	19,0
N ₆₀ K ₆₀ + P ₃₀	32,9	26,4	39,8	23,0	7,1	27,5
N ₆₀ K ₆₀ + P ₆₀	41,0	23,7	41,7	35,5	9,6	37,1
N ₆₀ K ₆₀ + P ₉₀	42,8	26,1	41,5	36,8	10,9	42,1
N ₆₀ K ₆₀ + P ₁₂₀	40,5	25,8	40,8	35,7	9,8	37,9
НСР ₀₅	1,4	2,1	2,3	-	-	-
Фон - N ₆₀ P ₆₀	34,7	23,4	39,6	32,6	6,7	25,9
N ₆₀ P ₆₀ + K ₃₀	33,6	25,2	38,3	32,4	6,5	25,1
N ₆₀ P ₆₀ + K ₆₀	41,0	23,7	41,7	35,5	9,6	37,1
N ₆₀ P ₆₀ + K ₉₀	37,5	23,1	38,3	33,0	7,1	27,5
N ₆₀ P ₆₀ + K ₁₂₀	37,1	22,7	41,8	33,9	8,0	30,9
НСР ₀₅	1,2	2,9	1,5	-	-	-
В среднем	35,2	24,2	40,2	33,2	7,3	28,1

Примечание. Для лучшего восприятия результатов опыта данные по варианту N₆₀P₆₀K₆₀ повторены в представленной таблице трехкратно, т.е. по каждому фону отдельно (здесь и в табл. 2).

С увеличением дозы азота от N₃₀ до N₁₂₀ на фоне P₆₀K₆₀ урожай зерна возрастал как в условиях засухи 2016 г. (ГТК = 0,6), так и в благоприятный по осадкам и температуре 2015 г. (ГТК = 1,5). Наибольшая прибавка отмечена в 2015 г. в варианте N₁₂₀P₆₀K₆₀: она составила 70 % к фону P₆₀K₆₀. В 2017 г. почва опытного участка характеризовалась более высоким содержанием азота и

органического вещества, и действие азотных удобрений в этот год выражено слабо. Все варианты опыта обеспечили прибавку урожая по сравнению с контролем. Однако при увеличении доз азота наблюдалась отрицательная тенденция даже к снижению урожайности от 43,5 ц/га в варианте без внесения азотных удобрений по фону P₆₀K₆₀ до 38,8 ц/га при максимальной дозе азота. Фосфорные удобрения в 2017 г. повышали урожайность пшеницы в дозах свыше 30 кг д.в/га.

Действие калийных удобрений на фоне других было неустойчивым из-за высокого содержания этого элемента в почве. В частности, максимальные дозы K₉₀, K₁₂₀ на фоне N₆₀P₆₀ способствовали снижению урожая по сравнению с дозой калия 60 кг/га. В среднем за годы исследований наибольшая урожайность пшеницы от возрастающих доз калия – 35,5 ц/га отмечена в варианте N₆₀P₆₀K₆₀. Максимальная же урожайность яровой пшеницы в среднем за 3 года – 36,8 и 36,9 ц/га получена в вариантах N₆₀P₉₀K₆₀ и N₁₂₀P₆₀K₆₀ соответственно. Близкие значения урожайности в этих вариантах объясняются особенностями эффективности азотных и фосфорных удобрений в 2017 г. в связи с различным содержанием легкогидролизуемого азота и подвижного фосфора в почве. В целом по опыту средние за годы исследований урожаи в вариантах с применением удобрений не выходили за рамки 31-37 ц/га, т.е. эффективность минеральных удобрений характеризовалась прибавкой урожайности зерна 7 ц/га. Удобрения повышали сбор зерна в среднем на 28,1 % по сравнению с контролем.

Окупаемость удобрений наиболее значительна была только в 2015 г., когда она по сумме доз азотных, фосфорных и калийных удобрений достигала 10-11 кг зерна на 1 кг д.в. удобрений (табл. 2).

2. Окупаемость минеральных удобрений при внесении под яровую пшеницу, кг зерна/ кг д.в. удобрения

Вариант опыта	Окупаемость NPK по отношению к контролю				Окупаемость по отношению к фону			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	в сред нем	2015 г.	2016 г.	2017 г.	в сред нем
Окупаемость N								
Фон - P ₆₀ K ₆₀	5,0	1,7	5,8	4,2	-	-	-	-
P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀	4,8	2,0	3,8	3,5	4,0	3,3	-	2,4
P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀	11,3	1,7	2,8	5,3	24,0	1,8	-	8,6
P ₆₀ K ₆₀ + N ₉₀	10,5	2,4	1,9	4,9	17,9	3,4	-	7,1
P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₂₀	10,2	2,5	0,9	4,5	15,5	3,3	-	6,3
Окупаемость P ₂ O ₅								
Фон - N ₆₀ K ₆₀	7,8	2,8	1,7	4,1	-	-	-	-
N ₆₀ K ₆₀ + P ₃₀	8,2	3,9	2,1	4,7	10,0	8,3	4,0	7,4
N ₆₀ K ₆₀ + P ₆₀	11,3	1,7	2,8	5,3	18,5	-	5,2	7,9
N ₆₀ K ₆₀ + P ₉₀	10,6	2,6	2,3	5,2	14,3	2,4	3,2	6,6
N ₆₀ K ₆₀ + P ₁₂₀	8,3	2,2	1,8	4,1	8,8	1,6	1,8	4,1
Окупаемость K ₂ O								
Фон - N ₆₀ P ₆₀	11,8	2,3	2,5	5,5	-	-	-	-
N ₆₀ P ₆₀ + K ₃₀	8,7	3,1	1,1	4,3	-	6,0	-	2,0
N ₆₀ P ₆₀ + K ₆₀	11,3	1,7	2,8	5,3	10,5	0,5	3,5	4,8
N ₆₀ P ₆₀ + K ₉₀	8,0	1,2	0,8	3,3	3,1	-	-	1,0
N ₆₀ P ₆₀ + K ₁₂₀	6,9	0,9	2,2	3,3	2,0	-	1,8	1,3

В засушливом 2016 г. и в благополучном по осадкам и высокому по плодородию почвы 2017 г. окупаемость была невысокой и по существу не оправдывала с экономической точки зрения применение минеральных удобрений. По сумме действующих веществ минеральных удобрений и отдельным их видам в среднем за 3 года выделялся вариант N₆₀P₆₀K₆₀. По всей вероятности,

именно этот вариант может быть рекомендован для применения удобрений в условиях, идентичных проведенно описываемого полевого опыта на серых лесных почвах Зауралья.

Важно отметить, что минеральные удобрения оказывали положительное влияние на биометрические показатели формирующегося урожая (табл. 3). В среднем за три года масса 1000 семян была максимальной для варианта N₆₀P₆₀K₆₀ – 44,2 г. Наибольшей массой зерен характеризовались 2015 и 2016 г., наименьшей – 2017 г., в котором была получена повышенная продуктивность пшеницы. В большинстве вариантов отмечена отрицательная зависимость массы 1000 зерен и природы зерна. При наибольшей массе 1000 зерен в варианте N₆₀P₆₀K₆₀ наблюдалась и наименьшая натура зерна – 765 г/л. Без внесения минеральных удобрений яровая пшеница имела натурную массу 732-771 г/л в зависимости от погодных условий: в условиях засухи 2016 г. – меньше, в умеренные годы – больше. В сравнении с контрольным вариантом фосфорные удобрения в дозах N₆₀P₉₀K₆₀ – N₆₀P₁₂₀K₆₀ повышали натурность зерна на 17-35 г/л, калийные – на 12-31 г/л. Максимальное значение природы от действия азотных удобрений наблюдалось в варианте N₉₀P₆₀K₆₀ во все годы исследований, при этом увеличение доз азота не способствовало дальнейшему росту натурной массы.

3. Влияние минеральных удобрений на массу 1000 зерен и натурность зерна

Вариант опыта	Масса 1000 зерен, г			Натура зерна, г/л		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Контроль	42,3	41,0	37,8	742	732	771
Фон - P ₆₀ K ₆₀	44,5	43,5	40,6	746	741	769
P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀	43,0	44,9	40,5	748	746	772
P ₆₀ K ₆₀ + N ₆₀	46,7	45,8	40,1	760	740	765
P ₆₀ K ₆₀ + N ₉₀	47,3	43,9	39,3	761	743	794
P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₂₀	46,8	43,6	39,7	747	735	788
HCP ₀₅	0,6	1,3	0,8	13	10	9
Фон - N ₆₀ K ₆₀	43,1	43,6	39,6	747	745	759
N ₆₀ K ₆₀ + P ₃₀	46,5	44,4	39,4	757	744	777
N ₆₀ K ₆₀ + P ₆₀	46,7	45,8	40,1	760	740	765
N ₆₀ K ₆₀ + P ₉₀	46,8	45,8	39,6	776	752	782
N ₆₀ K ₆₀ + P ₁₂₀	47,3	45,4	39,1	777	748	788
HCP ₀₅	0,9	1,6	1,1	11	8	8
Фон - N ₆₀ P ₆₀	43,1	43,1	39,4	756	728	780
N ₆₀ P ₆₀ + K ₃₀	46,4	44,4	39,1	767	740	781
N ₆₀ P ₆₀ + K ₆₀	46,7	45,8	40,1	760	740	765
N ₆₀ P ₆₀ + K ₉₀	46,2	44,6	39,9	771	739	779
N ₆₀ P ₆₀ + K ₁₂₀	47,8	45,3	39,9	773	744	783
HCP ₀₅	0,9	1,3	0,9	10	14	8

Один из важнейших показателей при оценке качества зерна – его белковость. Минеральные удобрения, особенно азотные, способны существенно изменять содержание данного показателя. Содержание белка в зерне яровой пшеницы без удобрения (на контроле) составляло 10,19-13,18 % в зависимости от внешних условий. Максимальное накопление белка (15,75 %) отмечено в 2016 г. в варианте с внесением азота 120 кг/га. Это связано с тем, что период налива и созревания зерна сопровождался острой и продолжительной засухой (за июль-август выпало в 1,5-2 раза меньше осадков по сравнению с многолетней нормой). Установлено, что повышение белковости под действием неблагоприятных факторов, тормозящих рост и развитие растений, является результатом снижения урожая за счет уменьшения в зерне доли углеводов, в частности крахмала. В то же время значительные затраты питательных веществ на развитие большой вегетативной

массы и формирование высокого урожая при лучшей водообеспеченности (2015, 2017 г.) привели к снижению содержания белка в зерне до 12,08 – 12,87 % при дозах азота N_{90} - N_{120} . Содержание клейковины, определяющей мукомольные свойства зерна, связано с уровнем белковости зерновой продукции. Содержание сырой клейковины в зерне достигало максимальных значений при дозе минеральных удобрений $N_{120}P_{60}K_{60}$: 27,5 % в условиях достаточного увлажнения и 31,1 % в засушливый период.

Заключение. Повышение доз внесения азотных удобрений под яровую пшеницу оправдывается получением высокого урожая только в благоприятный по агрометеорологическим условиям вегетационный период. Прибавки сбора зерна от действия азотных удобрений на участке с высоким содержанием азота (2017 г.) не превышали значений в фоновом варианте. При изучении действия фосфорных удобрений на урожайность пшеницы установлено, что наибольшую прибавку дает доза P_{90} на фоне азота и калия. Калийные удобрения, внесенные на фоне азотных и фосфорных, незначительно повышали урожайность яровой пшеницы. Однако их применение необходимо, так как они ускоряют созревание посевов и повышают устойчивость растений к абиотическим стрессам. В целом по сумме показателей наиболее эффективно внесение минеральных удобрений (NPK) в дозах по 60 кг/га. Применение минеральных удобрений положительно повлияло на качество зерна пшеницы.

Накопление белка стабильно увеличивалось с возрастанием доз азотных удобрений. Большее его содержание отмечено в год с недостаточным увлажнением. Фосфорные удобрения в большей степени, чем азотные и калийные, способствовали увеличению массы зерна, но не увеличивали массу 1000 зерен. Однако в сравнении с контролем все варианты опыта обеспечили рост массы 1000 зерен, что свидетельствует о высокой степени отзывчивости яровой пшеницы на внесение даже минимальных доз азота.

Результаты проведенных исследований могут использоваться для формирования региональной базы данных с целью уточнения рекомендаций, выдаваемых ЭВМ при расчете оптимальных доз минеральных удобрений под ведущую продовольственную культуру Уральского региона – яровую пшеницу по алгоритмам автоматизированной программы.

Литература

1. Кошкин Е.И. Физиологические устойчивости сельскохозяйственных культур. - М.: Дрофа, 2010. – 638 с.
2. Методическое руководство по проектированию применения удобрений в технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия. Под ред. А.Л. Иванова, Л.М. Державина. – М.: Минсельхоз РФ, РАСХН, 2008. - 392 с.
3. Кидин В.В. Система удобрения. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. – 534 с.
4. Минева В.Г. Избранное: Сб. научных статей. Агрохимия и качество пшеницы. Экологические проблемы и функции агрохимии. - М.: Изд-во МГУ, 2005. - 604 с.

EFFICIENCY OF APPLICATION OF FERTILIZERS UNDER SPRING WHEAT UNDER THE CONDITIONS OF THE URAL REGION

Ye.A. Semenova, R.A. Afansev

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

The results of the field experiment (2015-2017) on fertilizing spring wheat cultivated in the conditions of the Ural region are considered. The experience was performed on the cultivated gray forest soil according to the 14-variant scheme of the use of mineral fertilizers (NPK), doses are from 30 to 120 kg of active substance per ha for each of elements. In this experiment we used Simbircit variety of spring wheat, fore crop – bare fallow. As a result of research, the influence exerted by nitrogen, phosphate and potash fertilizers on the yield and quality of grain, depending on the specific soil and climatic conditions, has been established. In particular, it is shown that with increasing nitrogen dose from N_{30} to N_{120} with a background $P_{60}K_{60}$ grain yield increased both in drought conditions in 2016 and in the most favorable precipitation and temperature in 2015. More complex dependencies were established on the effectiveness of phosphate and potash fertilizers.

Key words: soil, climate, fertilizers, yield, quality, spring wheat.

УДК 631.816.22:874.3

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И БАЛАНС МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ

В.М. Назарюк, д.б.н., Ф.Р. Калимуллина, к.б.н., Институт почвоведения и агрохимии СО РАН 630090, Новосибирск, просп. акад. Лаврентьева, 8/2, E-mail: flura.kalimullina@jandex.ru

Показано, что в результате внесения растительных остатков урожайность зерновых культур за 2015–2017 гг. возросла на 9,1 ц/га. От применения минеральных удобрений в дозах $N_{30-90}P_{20-60}K_{30-90}$ семенная продукция злаков повышалась от 1,8 до 2,5 раз. Использование только растительных остатков или их сочетания с минеральными удобрениями вызывало неустойчивый характер формирования продуктивности растений, приводящий иногда к снижению урожайности. Баланс азота в почве при внесении удобрений складывался отрицательный, фосфора – таким же или положительным, а калия - отрицательным. При заделке в почву растительных остатков и внесении повышенных доз удобрений баланс становился положительным.

Ключевые слова: почва, продуктивность злаков, удобрение, растительные остатки, баланс, элементы питания.

Стабильно высокой продуктивности растений невозможно добиться без оптимизации минерального питания за счет удобрений и утилизации побочной продукции. Запахивание растительных остатков (РО) позволяет существенно влиять на плодородие почв [1] и воздействовать на продукционный процесс растений [2]. Сложность прогнозирования распада растительных остатков с широким отношением C : N в почве вызвана крайне неустойчивым состоянием процессов минерализации ↔ иммобилизации азота в агроценозах, интенсивность которых зависит от многих факторов и их трудно учесть в почвенных процессах [3]. Непосредственно с органическим веществом связан фосфатный режим почвы, растительные остатки при этом играют важную роль в питании растений и формировании урожайности зерновых культур [4]. Применение минеральных удобрений в таких условиях может воздействовать на микробиоценоз почвы, регулировать пищевой режим и продуктивность растений. Особенно не хватает информации о поведении агроценоза в конкретном регионе в связи с меняющимися почвенно-климатическими условиями, регулированием баланса макроэлементов в почве при длительном применении минеральных удобрений и запахиванием растительных остатков. Поэтому исследования в этом направлении особенно актуальны.

Цель наших исследований – выяснить пределы изменения продуктивности растений при применении минеральных удобрений и растительных остатков и оценить возможность регулирования баланса азота, фосфора и калия в почве.

Методика. Изучение возможности повышения продуктивности растений и регулирования баланса азота, фосфора и калия в агроценозах осуществляли за счет минеральных удобрений и заделки в почву растительных остатков. При этом использовали севооборот с чередованием культур: 1 - овес яровой (сорт Ровесник); 2 – пшеница яровая (Новосибирская 22); 3 – ячмень яровой (Ача) в микрополевых опытах, в четырехкратной повторности. Учетная площадь делянки 1 м². Почва опытного участка – серая лесная среднесуглинистая, слабо обогащена гумусом, имела среднее содержание подвижного фосфора и низкое – обменного калия, рН 7,2. Почву каждой делянки оборачивали полиэтиленовой пленкой на глубину пахотного слоя. Опыты проводили в четырехкратной повторности. Почвенные образцы отбирали весной и осенью, растительные – при уборке урожая. Содержание гумуса в почве определяли по методу Тюрина, общий азот – колориметрическим методом по Неслеру, подвижный фосфор – по Чирикову, обменный калий – по Масловой, рН – потенциометрическим методом. В растениях также определяли: азот после мокрого озоления по Кьельдалю; фосфор – колориметрическим методом на КФК-3, калий – методом атомно-адсорбционной спектрофотометрии.

Результаты и их обсуждение. Для оценки состояния пищевого режима серой лесной почвы привлекали материалы почвенной и растительной диагностики. Исследования показали, что исходное содержание минерального азота было минимальным в контрольном варианте, а также при запахивании растительных остатков и внесении минеральных удобрений в дозе N₃₀P₂₀K₃₀. Сочетание минимальной дозы азота, фосфора, калия и растительных остатков практически не

влияло на количество минерального азота в почве. Доля этого элемента в аммонийной и нитратной форме в вариантах: контроль, РО, N₃₀P₂₀K₃₀ и N₃₀P₂₀K₃₀ + растительные остатки (РО) мало изменялась при отборе почвенных образцов перед посевом. Заметное повышение содержания нитратного азота в пахотном слое происходило при увеличении дозы минеральных удобрений до N₆₀P₄₀K₆₀ и N₉₀P₆₀K₉₀ или при внесении этих доз азота, фосфора и калия в сочетании с растительными остатками. При отборе почвенных образцов после уборки урожая больших различий в содержании минерального азота в пахотном слое между весенним и осенним периодами не наблюдалось. Это связано, вероятно с тем, что при созревании зерна потребность растений в азоте была значительно меньше, чем в период активного роста. Однако, процессы минерализации азотсодержащих органических соединений протекают более интенсивно, вследствие чего наблюдается заметное повышение содержания нитратного азота в почве после уборки. Отсутствие значительного накопления азота в аммонийной форме в осенний период свидетельствует об относительно теплых почвенных условиях, при которых процессы нитрификации происходят без значительного ингибирования [5, 6].

Исходное содержание подвижного фосфора в почве в большей степени зависело от условий минерального питания. В контрольном варианте была самая низкая обеспеченность растений фосфором. Запахивание растительных остатков и внесение минеральных удобрений даже в минимальной дозе способствовали увеличению исходного содержания подвижного фосфора в почве. Самое значительное повышение доступных растениям фосфатов наблюдалось при внесении повышенных доз минеральных удобрений и заделке в почву растительных остатков.

Различное питание зерновых культур, связанное с использованием минеральных удобрений и растительных остатков, сказалось на исходном содержании обменного калия в почве в меньшей степени, чем подвижного фосфора. Хотя довольно четко проявлялось увеличение содержания обменного калия в пахотном слое при усилении минерального питания. Заделка в почву растительных остатков и минеральных удобрений в повышенных дозах способствовала улучшению калийного питания. Полагаем, что обеспеченность растений калием не была распространенным фактором, лимитирующим продукционный процесс.

Под влиянием минеральных удобрений и растительных остатков изменилась величина показателей урожайности зерновых культур и синтеза надземной вегетативной массы (табл. 1).

При выращивании овса и пшеницы внесение растительных остатков значительно повышало урожайность этих культур. Тем не менее на третий год на продуктивности ячменя запахивание растительных остатков в почву не отразилось. Применение минеральных удобрений в дозе N₃₀P₂₀K₃₀ относительно контроля существенно повысило урожайность всех зерновых культур. Однако заделка в почву растительных остатков на фоне минеральных удобрений позитивно сказалось только при выращивании пшеницы, на других культурах их использование либо не отразилось на величине урожайности (ячмень), либо приводило даже к её сниже-

1. Влияние минеральных удобрений и растительных остатков на урожайность и вегетативную массу зерновых культур, г/м²

Вариант опыта	Овес, 2015 г.		Пшеница, 2016 г.		Ячмень, 2017 г.	
	1	2	1	2	1	2
Контроль	220	350	102	234	162	196
РО (растительные остатки)	260	256	145	204	170	236
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	428	664	142	292	282	374
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀ + РО	372	614	183	342	286	400
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	488	682	185	300	400	458
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀ + РО	530	710	204	336	412	508
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	548	912	178	340	490	740
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + РО	650	900	192	338	562	693
НСР ₀₅	27	47	11	22	24	31

Примечание. 1 – зерно, 2 – надземная вегетативная масса (здесь и в табл. 2).

нию (овес). Увеличение дозы минеральных удобрений до N₆₀P₄₀K₆₀ повысило выход зерновой продукции овса и ячменя относительно варианта N₃₀P₂₀K₃₀ + РО; на состоянии фитоценоза пшеницы такой способ минерального питания не отразился. Внесение в почву побочной продукции на повышенном фоне минерального питания существенно сказалось только при выращивании овса. При дальнейшем увеличении дозы минеральных удобрений до N₉₀P₆₀K₉₀ относительно варианта N₆₀P₄₀K₆₀ + РО вызвало повышение урожайности только при выращивании ячменя, прибавка составила 19 %. Запахивание растительных остатков на фоне N₉₀P₆₀K₉₀ привело к увеличению урожайности всех зерновых культур. Полагаем, что различное состояние растений при изменяющемся фоне минерального питания связано с недостаточно прогнозируемым функционированием азотного цикла в почве, обусловленного процессами минерализации ↔ иммобилизации азота в корнеобитаемом слое. Примерно такая же закономерность обнаружена в синтезе вегетативной массы, хотя и были существенные различия. Например, при выращивании пшеницы урожайность от запахивания растительных остатков возрастала, а накопление вегетативной массы существенно снижалось. На максимальном фоне минеральных удобрений заделка в почву растительных остатков уже не приводила к активизации процессов синтеза вегетативной массы.

Использование минеральных удобрений и растительных остатков сказалось на химическом составе надземной массы зерновых культур неодинаково. На зерне овса воздействие растительных остатков не отразилось на содержании азота, но в зерновой продукции пшеницы оно начало заметно снижаться и в ячмене уже достоверно уменьшилось. Внесение минимальной дозы удобрений относительно контрольного варианта снизило содержание азота в зерне овса, у пшеницы и ячменя, напротив, повысило. Увеличение дозы удобрений до N₆₀P₄₀K₆₀ вызвало значительную аккумуляцию азота в зерновой продукции ячменя, на других культурах это не наблюдалось. Внесение удобрений в дозе N₉₀P₆₀K₉₀ стимулировало накопление азота в зерне во всех зерновых культурах. В вегетативной массе зерновых культур процессы азотонакопления наиболее интенсивно протекали только в отдельных случаях. Так, в вариантах N₉₀P₆₀K₉₀ и N₉₀P₆₀K₉₀ + РО относительно контрольного варианта в вегетативной массе пшеницы содержание азота возросло в 1,8 и 1,5 раза соответственно. На других культурах и вариантах существенных различий в

содержании азота в вегетативной массе не зарегистрировано.

В содержании фосфора в отличие от азота наблюдалась иная закономерность в зерновой продукции злаков. В зерне овса различные условия минерального питания не оказали существенного влияния на процессы накопления фосфора в товарной продукции. Почти такая же ситуация складывалась с продуктивностью ячменя, и только у пшеницы в вариантах с запахиванием растительных остатков и внесением минеральных удобрений относительно контрольного варианта наблюдали существенное увеличение содержания фосфора в зерновой продукции. В вегетативной массе зерновых культур выделялись варианты, где вносили минеральные удобрения в сочетании с растительными остатками. Так, при выращивании овса содержание фосфора в вегетативной массе в варианте N₃₀P₂₀K₃₀ + РО в сравнении с контролем возросло в 1,3 раза, при запахивании растительных остатков в посевах пшеницы – в 1,5 раза и ячменя в варианте при внесении максимальной дозы минеральных удобрений и заделке в почву побочной продукции – в 1,6 раза. В других вариантах подобных различий по содержанию фосфора в вегетативной массе зерновых культур не наблюдали.

Различные условия минерального питания оказали значительное влияние на содержание калия в нетоварной части урожая во всех исследуемых зерновых культурах. При выращивании овса наиболее высокое содержание калия в вегетативной массе было в варианте, где заделывали в почву растительные остатки. В ряде вариантов наблюдали значительное снижение содержания калия в вегетативной массе, хотя вносили минеральные удобрения и заделывали в почву растительные остатки. При выращивании пшеницы в вегетативной массе, убранной с удобрённых вариантов, отмечали значительное повышение содержания калия, что свидетельствует об улучшении калийного питания растений. У ячменя при внесении повышенных доз минеральных удобрений и растительных остатков регистрировали увеличение содержания калия в вегетативной массе. В других вариантах заметных изменений этого показателя не отмечено. Следует обратить внимание на довольно стабильное содержание калия в семенной продукции зерновых культур, что является их характерной особенностью [7].

Своеобразно складывающееся минеральное питание повлияло не только на содержание макроэлементов в растениях, но и на вынос их надземной биомассой зерновых культур (табл. 2). В изученных вариантах опыта вынос азота товарной продукцией непрерывно повышался при внесении возрастающих доз минеральных удобрений и был максимальным при применении N₉₀P₆₀K₉₀. Использование только растительных остатков вызывало увеличение выноса азота семенами всех зерновых культур. При запахивании с минеральными удобрениями в дозе N₃₀P₂₀K₃₀ снижался вынос этого элемента у овса и ячменя, при выращивании пшеницы он заметно возрастал. На фоне N₆₀P₄₀K₆₀ запахивание растительных остатков приводило к увеличению выноса азота семенами овса и пшеницы, но он снижался у ячменя. При максимальной дозе минеральных удобрений заделка в почву растительных остатков увеличивала вынос азота зерном овса и ячменя, но приводила к его снижению у пшеницы. Отчуждение этого элемента надземной вегетативной частью растений по-разному сказалось на формировании зерновых культур. У овса

вынос азота побочной продукцией практически не изменялся, в то время как у пшеницы он снижался, а у ячменя, напротив, повышался. Внесение минеральных удобрений в возрастающих дозах в большинстве случаев приводило к увеличению относительно контроля выноса азота надземной вегетативной массой. Хотя отмечены случаи, когда растения, например пшеницы, не отзывались на усиление минерального питания.

2. Влияние минеральных удобрений и растительных остатков на вынос макроэлементов зерновыми культурами, г/м²

Вариант опыта	Овес, 2015 г.		Пшеница, 2016 г.		Ячмень, 2017 г.	
	1	2	1	2	1	2
N						
Контроль	4,84	0,63	2,10	0,66	1,12	0,39
PO	5,85	0,67	2,73	0,57	1,60	0,59
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	8,35	1,00	3,59	1,02	3,27	0,56
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀ + PO	7,55	0,92	3,86	0,99	3,00	0,60
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	10,93	1,36	3,79	1,05	4,76	0,87
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀ + PO	13,14	1,14	4,92	1,31	4,33	1,07
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	14,69	1,64	4,54	1,70	5,34	1,26
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + PO	16,57	2,07	4,32	1,45	6,91	1,46
HCP ₀₅	0,52	0,09	0,28	0,07	0,24	0,06
P						
Контроль	1,47	0,59	0,89	0,35	0,92	0,43
PO	1,82	0,38	1,46	0,45	1,02	0,71
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	2,91	0,66	1,42	0,50	1,72	1,12
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀ + PO	2,60	1,35	1,92	0,65	1,66	1,32
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	3,27	1,30	1,91	0,42	2,40	1,15
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀ + PO	3,71	1,07	2,14	0,60	2,51	1,57
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	3,89	1,55	1,90	0,54	2,89	2,00
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + PO	4,48	1,35	2,02	0,69	3,54	2,43
HCP ₀₅	0,18	0,07	0,11	0,03	0,13	0,09
K						
Контроль	0,92	6,27	0,49	1,38	1,07	2,35
PO	0,94	5,30	0,71	1,65	1,07	3,07
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	1,54	7,90	0,70	2,45	1,75	4,38
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀ + PO	1,41	10,96	0,90	3,01	1,15	5,44
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	1,71	8,18	0,89	2,55	2,48	6,41
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀ + PO	1,91	9,09	1,00	3,76	2,43	9,55
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	1,97	14,14	0,87	3,40	2,89	14,58
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + PO	2,34	16,83	0,96	3,82	3,43	14,34
HCP ₀₅	0,11	0,62	0,06	0,18	0,15	0,51

Вынос фосфора зерновой продукцией обычно возрастал, но иногда различия в отчуждении элемента были незначительными, например, у ячменя. Внесение минеральных удобрений в минимальной дозе относительно контроля приводило к повышению выноса фосфора зерном всеми изученными культурами. Увеличение дозы удобрений до N₆₀P₄₀K₆₀ также вызывало дальнейшее возрастание выноса фосфора зерном. Внесение максимальной дозы удобрений относительно варианта N₆₀P₄₀K₆₀ сопровождалось как увеличением выноса фосфора семенной продукцией, так и отсутствием существенных различий между вариантами. Использование минеральных удобрений в сочетании с растительными остатками вызывало различную реакцию растений. Это приводило как к повышению выноса фосфора зерновой продукцией, так и снижению, а иногда и к отсутствию различий в величинах данного показателя, связанных с формированием семенной продукции. Разнонаправленный характер в складывающихся показателях выноса фосфора надземной биомассой зерновых культур связан, очевидно, с различной активностью процессов минерализации ↔ иммобилизации при поступлении в почву минеральных и органических соединений, содержащих протеиногенные элементы.

Различные условия минерального питания оказали неоднозначное влияние на вынос калия зерновыми

культурами. Растительные остатки способствовали увеличению этого показателя у пшеницы, но у овса и ячменя отчуждение калия осталось без изменений. От внесения минеральных удобрений в дозе N₃₀P₂₀K₃₀ относительно контроля возрос вынос калия семенной продукцией у всех зерновых культур. Сочетание минеральных удобрений в этой дозе с запахиванием растительных остатков существенно снизило вынос калия зерном овса, особенно ячменя, но увеличило его у пшеницы. Неоднозначный характер в изменении величины выноса калия семенной продукцией и вегетативной надземной биомассой отмечался и при внесении более высоких доз минеральных удобрений и растительных остатков. Самый высокий вынос калия надземной вегетативной массой регистрировали у овса и ячменя при внесении максимальной дозы минеральных удобрений в сочетании с заделкой в почву растительных остатков.

Важной оценкой эффективности минеральных удобрений и растительных остатков является складывающийся баланс макроэлементов в агроценозах [8, 9]. Исследования показали, что поступление азота в почву с минеральными удобрениями было доминирующим, с растительными остатками существенно уступало (табл. 3). Суммарное внесение азота в почву было значительным только при его применении с минеральными удобрениями, даже при их минимальной дозе. Особо существенная разница отмечена между максимально удобренными вариантами N₉₀P₆₀K₉₀ и N₉₀P₆₀K₉₀ + PO, которая составила около 5,0 г/м² азота. При запахивании растительных остатков в сочетании с удобрениями отчуждение азота биомассой снижалось, что отразилось на балансе этого элемента в почве, который складывался чаще отрицательным. Исключение составил вариант N₉₀P₆₀K₉₀ + PO, в котором баланс азота в почве был положительным.

3. Влияние минеральных удобрений и растительных остатков на баланс макроэлементов в почве (в среднем за 2015–2017 гг.), г/м²

Вариант опыта	Поступило в почву			Вынос растениями	Баланс
	1	2	3		
N					
Контроль	-	-	-	9,74	-9,74
PO	-	1,83	1,83	10,18	-8,35
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	9,00	-	9,00	17,79	-8,79
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀ + PO	9,00	2,51	11,51	14,41	-2,90
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	18,00	-	18,00	22,76	-4,76
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀ + PO	18,00	3,52	21,52	22,39	-0,87
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	27,00	-	27,00	29,17	-2,17
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + PO	27,00	4,96	31,96	27,80	4,16
P					
Контроль	-	-	-	4,65	-4,65
PO	-	1,54	1,54	4,30	-2,76
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	6,00	-	6,00	8,33	-2,33
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀ + PO	6,00	3,32	9,32	6,18	3,14
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	12,00	-	12,00	10,45	1,55
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀ + PO	12,00	3,24	15,24	8,36	6,88
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	18,00	-	18,00	12,77	5,23
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + PO	18,00	4,47	22,47	10,04	12,43
K					
Контроль	-	-	-	12,45	-12,45
PO	-	10,02	10,02	2,72	7,30
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	9,00	-	9,00	18,72	-9,72
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀ + PO	9,00	19,41	28,41	3,45	24,96
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	18,00	-	18,00	22,22	-4,22
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀ + PO	18,00	22,40	40,40	5,34	35,08
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	27,00	-	27,00	37,85	-10,85
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + PO	27,00	33,99	61,89	6,73	55,16

Примечание. 1 – с удобрениями, 2 – с растительными остатками, 3 – всего.

Поступление в почву зольных элементов носило разнонаправленный характер; фосфор минеральных удобрений по этому показателю превосходил растительные остатки. В то же время калий в этих случаях существенно уступал. В сумме поступление фосфора и калия непрерывно возрастало при усилении уровня минерального питания за счет удобрений. Запахивание растительных остатков также способствовало увеличению приходной статьи зольных элементов. При заделке в почву растительных остатков вынос фосфора и калия надземной биомассой мало изменялся, и только при внесении минеральных удобрений отчуждение этих элементов существенно возросло. Баланс фосфора на контроле и в варианте $N_{30}P_{20}K_{30}$ складывался отрицательный. При внесении растительных остатков в сочетании с минеральными удобрениями в повышенных дозах он становился положительным. Баланс калия, в отличие от фосфора, складывался отрицательный только при внесении минеральных удобрений и удалении растительных остатков. При заделке в почву вегетативной массы с минеральными удобрениями складывался положительный баланс, а в случае их отчуждения – отрицательный, независимо от доз вносимых минеральных удобрений.

Заключение. Изучение эффективности минеральных удобрений и растительных остатков показало различную отзывчивость зерновых культур на их внесение в почву. Использование минеральных удобрений в малых дозах обычно повышало урожайность и синтез надземной вегетативной массы зерновых культур. Максимальный уровень минерального питания не всегда приводил к соответствующему росту продуктивности растений. Запахивание растительных остатков вызывало повышение или отсутствие прибавки урожая, а иногда и снижение. Различные условия минерального питания оказали значительное влияние на качество семенной продукции. Применение удобрений в малых дозах сопровождалось повышением или снижением количества протеина, на повышенном уровне минерального пита-

ния в основном возрастало содержание белковых веществ.

Под влиянием минеральных удобрений и растительных остатков в большей степени изменилось в надземной биомассе растений содержание азота, гораздо меньше – фосфора и калия. С увеличением доз удобрений повысился вынос макроэлементов в товарной и нетоварной частях зерновых культур, что сказалось на балансе азота, фосфора и калия в почве. Он складывался отрицательный для азота и калия на всех уровнях питания, где применяли только минеральные удобрения. Отрицательный баланс фосфора отмечен лишь при использовании низких доз NPK, с их повышением баланс этого элемента становился положительным. Запахивание растительных остатков приводило к уменьшению величины отрицательного баланса, в максимально удобренных вариантах создавался положительный баланс.

Литература

1. Лыков А.М., Еськов А.И., Новиков М.Н. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья. – М.: Россельхозакадемия; ВНИИП-ТИОУ, 2004. – 630 с.
2. Назарюк В.М., Калимуллина Ф.Р. Баланс макроэлементов в почве при длительном использовании удобрений и растительных остатков // Плодородие. – 2013. – № 6. – С. 8–9.
3. Назарюк В.М. Баланс и трансформация азота в агроэкосистемах. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 257 с.
4. Семенов В.М., Кузнецова Т.В., Иванникова Л.А., Семенова Н.А., Лисова Е.П. Участие растительной биомассы в формировании активной фазы почвенного азота // Агрохимия. – 2001. – № 7. – С. 5–12
5. Осипов А.И., Соколов О.А. Роль азота в плодородии почв и питании растений. – С.-Петербург: АФИ, ВИУА, 2001. – 360 с.
6. Помазкина Л.В. Агрохимия азота в таежной зоне Прибайкалья. – Новосибирск: Наука, СО РАН, 1983. – 176 с.
7. Никитишен В.И. Экологические основы сбалансированного применения удобрений в адаптивном земледелии. – М.: Наука, 2003. – 183 с.
8. Щербаков А.П., Рудай И.Д. Плодородие почв, круговорот и баланс питательных веществ. – М.: Колос, 1983. – 185 с.
9. Кордуняну П.Н. Биологический круговорот элементов питания с.-х. культур в интенсивном земледелии. – Кишинев: Штиинца, 1985. – 269 с.

PRODUCTIVITY OF GRAIN CULTURES AND BALANCE OF MACROELEMENTS IN GREY FOREST SOIL WHEN USING MINERAL FERTILIZERS AND PLANT RESIDUES

V.M. Nazaryuk, F.R. Kalimullina

Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian Branch of RAS, Akad. Lavrentyeva prosp. 8/2, 630090 Novosibirsk, Russia, e-mail: flura.kalimullina@yandex.ru

As a result of the application of plant residues, the yield of grain crops for 2015-2017 increased by 0.91 t/ha. Seed production of cereals increased from 1.8 to 2.5 times as a result of mineral fertilizers application in doses $N_{30-90}P_{20-60}K_{30-90}$. The use of only plant residues or their combination with mineral fertilizers caused an unstable nature of the formation of plant productivity, sometimes leading to a decrease in yield. The nitrogen balance in the soil when fertilizer was applied was negative, phosphorus turned out to be the same or positive, and potassium negative. When embedding plant residues into the soil and applying higher doses of fertilizers, the balance became positive.

Keywords: soil, cereal productivity, fertilizer, plant residues, balance, nutrients.

ВЛИЯНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ФОРМ УДОБРЕНИЙ НА НАРАСТАНИЕ ЛИСТОВОГО АППАРАТА И ЕГО ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Т.Ю. Вознесенская, Т.М. Вережкина, ВНИИ агрохимии

Работа выполнена по государственному заданию №0572-2014-0005

Представлены результаты испытаний о влиянии различных комплексов микроудобрений и аминокислот на формирование фотосинтетического аппарата озимой пшеницы. Установлено, что интенсивность нарастания листовой поверхности в течение всей вегетации достигала максимальных значений при обработке семян и некорневых подкормках комплексом аминокислот с микроэлементами на высоком фоне минеральных удобрений (N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀). При применении удобрений нарастание фотосинтетического потенциала посевов в течение вегетации озимой пшеницы происходит за счет увеличения площади листовой поверхности. Предпосевная обработка семян способствовала увеличению фотосинтетической деятельности растений в посевах и улучшению динамики ростовых процессов.

Ключевые слова: инновационные удобрения, комплекс аминокислот, микроэлементы, озимая пшеница, фотосинтетическая деятельность, ассимиляционная поверхность листьев, продуктивная работа листьев.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.105.03

Основной задачей сельского хозяйства является дальнейшее увеличение производства сельскохозяйственной продукции на основе систематического повышения урожайности возделываемых культур.

Исследованиями многих ученых (Ничипорович, Строгонова, Чмора, Власова, Устенко и др.) установлено, что величина урожая определяется двумя факторами – размерами листовой поверхности и продуктивностью работы листьев. Для получения высоких урожаев фотосинтез посевов (растений) должен быть высокой интенсивности, что достигается при максимально развитой площади листовой поверхности и ее работоспособности [4].

Формирование фотосинтетического аппарата – сложный процесс. В ранние фазы роста и развития преобладают процессы новообразования и роста листьев, в более поздние – процессы отмирания, связанные с усиленной транспортировкой пластических веществ в репродуктивные органы [5]. Накопление и запасание энергии в процессе фотосинтеза сопровождаются накоплением биомассы, служащей структурным и энергетическим материалом, обеспечивающим существование растений [7].

Размер и активность нарастания листовой поверхности находятся под воздействием многочисленных агротехнических, климатических и биологических факторов: плодородия почв, сроков посева, погодных условий, сортовых особенностей, характера кушения, высоты растений и др. Один из факторов – высокие температуры после цветения, которые ускоряют старение листьев и пожелтение остальных зеленых органов.

На размеры листовой поверхности и продолжительность ее активной фотосинтетической деятельности после цветения оказывают влияние подкормки растений. Микроэлементы (B, Mn, Mo, Cu, Zn) и аминокислоты положительно воздействуют на процессы листообразования и фотосинтез, способствуют повышению устойчивости растений к стрессам, в частности к засухоустойчивости [1-3, 6].

Цель исследования – изучить влияние применения инновационных форм удобрений на особенности формирования листового аппарата озимой пшеницы и его фото-

синтетическую деятельность в условиях Краснодарского края при различной степени обеспеченности элементами минерального питания.

Методика. Исследования выполнялись в 2015-2016 гг. на опытном поле Кубанского государственного аграрного университета (г. Краснодар).

В опыте испытывали следующие удобрения:

*Комплекс микроэлементов [смесь, состоящая из неорганических солей и борной кислоты]: сульфат цинка (Zn), сульфат меди (Cu), сульфат марганца (Mn), молибдат аммония, борная кислота (B)].

*Комплекс хелатов микроэлементов [смесь, состоящая из хелатов микроэлементов и молибдата аммония]: Рексолин Cu 15 (Cu), Рексолин Mn 13 (Mn), Рексолин Zn 15 (Zn), молибдат аммония (Mo), борэтаноламин (B)].

Комплекс аминокислот с микроэлементами – органоминеральное удобрение на основе растительного экстракта с добавлением микроэлементов. Комплекс содержит (%): органическое вещество – 40, аминокислоты – 10,0, в т.ч. свободные аминокислоты – 8,0; общий азот (N) – 5,0; цинк водорастворимый (Zn) – 0,75; марганец водорастворимый (Mn) – 0,5; бор водорастворимый (B) – 0,1; железо водорастворимое (Fe) – 0,1; медь водорастворимая (Cu) – 0,1; молибден водорастворимый (Mo) – 0,02; кобальт водорастворимый (Co) – 0,01; pH 6,5 ед.

Комплекс аминокислот – органоминеральное удобрение на основе экстрактов из сырья растительного происхождения. Комплекс содержит (%): органическое вещество – 60,0; аминокислоты – 14,4, в т.ч. свободные аминокислоты – 12,0; азот (N) – 7,0; pH 6,6 ед.

Исследования проводили на среднеспелом сорте озимой пшеницы Вершина.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный слабогумусный сверхмощный тяжелосуглинистый. Перед закладкой опыта она имела следующую агрохимическую характеристику: гумус – 2,67% (по Тюрину), подвижный фосфор – 51 мг/кг, обменный калий – 240 мг/кг, рН_{сол.} 7,1; гидролитическая кислотность – 0,6 мг-экв/100 г, сумма обменных оснований – 22,1 мг-экв/100 г.

Технология возделывания пшеницы озимой – общепринятая для данной зоны. Предшественник – соя.

*Содержание микроэлементов в составе Комплексов эквивалентно содержанию их в составе Комплекса аминокислот с микроэлементами.

Испытания проводили на двух различных фонах минерального питания: фон 1 - N₅₀P₅₀K₅₀ и фон 2 - N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀. Нитроаммофоску NPK 16:16:16 вносили осенью под предпосевную обработку почвы.

Схема опыта:

1. Контроль. Без удобрений (N₀P₀K₀).
 2. Фон 1 - N₅₀P₅₀K₅₀.
 3. Фон 2 - N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀.
 4. Фон 1 + Комплекс хелатов микроэлементов (Рексолин Zn 15 – 75,3 г/т семян + 75,3 г/га, Рексолин Mn 13 – 57,7 г/т семян + 57,7 г/га, Рексолин Cu 15 – 10 г/т семян + 10 г/га, молибдат аммония – 0,6 г/т семян + 0,6 г/га, борэтаноламин – 8,8 г/т семян + 8,8 г/га) – одинарная доза.

5. Фон 1 + Комплекс хелатов микроэлементов – двойная доза.

6. Фон 1 + Комплекс микроэлементов [борная кислота – (8,6 г/т семян + 8,6 г/га) + сульфат меди – (6 г/т семян + 6 г/га) + сульфат цинка – (45 г/т семян + 45 г/га) + сульфат марганца – (23 г/т семян + 23 г/га) + молибдат аммония – (0,6 г/т семян + 0,6 г/га)] - одинарная доза.

7. Фон 1 + Комплекс микроэлементов - двойная доза.

8. Фон 1 + Комплекс аминокислот с микроэлементами (1,5 л/т + 1,5 л/га) - одинарная доза.

9. Фон 1 + Комплекс аминокислот с микроэлементами - двойная доза.

10. Фон 1 + Комплекс аминокислот (1,0 л/т+1,0 л/га) - одинарная доза.

11. Фон 1 + Комплекс аминокислот - двойная доза.

12. Фон 2 + Комплекс хелатов микроэлементов – одинарная доза.

13. Фон 2 + Комплекс хелатов микроэлементов – двойная доза.

14. Фон 2 + Комплекс микроэлементов - одинарная доза.

15. Фон 2 + Комплекс микроэлементов - двойная доза

16. Фон 2 + Комплекс аминокислот с микроэлементами - одинарная доза.

17. Фон 2 + Комплекс аминокислот с микроэлементами - двойная доза.

18. Фон 2 + Комплекс аминокислот - одинарная доза.

19. Фон 2 + Комплекс аминокислот - двойная доза.

Площадь делянки – 20 м², повторность в опыте четырехкратная.

Предпосевную обработку семян осуществляли методом протравливания. В фазах кушение-выход в трубку и цветение-начало колошения растения подкармливали растворами опытных удобрений с использованием ранцевого опрыскивателя марки Орион. Дозы удобрений приняты согласно установленным рекомендациям.

Растительные образцы отбирали через 10 дней после последней обработки.

Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [8].

Метеоусловия (2015 г.) в период от посева до ухода растений в состояние зимнего покоя (октябрь – декабрь) были недостаточно благоприятны по среднесуточной температуре воздуха, которая была существенно ниже средних многолетних данных (ноябрь - декабрь).

Период зимнего покоя (январь – середина марта) характеризовался значительными колебаниями температуры воздуха – от + 6,7°С до -4,9°С. Выпавшие осадки в этот период – дождь, мокрый снег с дождем. Снежный покров был незначительным и краткосрочным (3–7 дней).

Период от возобновления вегетации (середина марта 2016 г.) до уборки урожая был вполне благоприятным по метеоусловиям.

Результаты и их обсуждение. Исследования (табл. 1) показали, что применение в технологии возделывания озимой пшеницы инновационных удобрений для предпосевной обработки семян и двукратной некорневой подкормки растений в период вегетации способствовало существенному нарастанию площади листового аппарата, его работоспособности и продолжительности жизни листьев. На это указывают показатели количества и площади листьев у растений, как в фоновых, так и в опытных вариантах, которые значительно превышают таковые в контрольном варианте.

1. Нарастание листового аппарата растений озимой пшеницы по вариантам опыта (2015-2016 гг.)

Вариант опыта	Число листьев на растение	Площадь листьев, см ² /растение
Контроль (без обработки)	4,3	67,2
Фон 1 - N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	4,6	72,4
Фон 2 - N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	4,9	78,8
Фон 1 + Комплекс хелатов микроэлементов - одинарная доза	5,0	82,2
Фон 1 + Комплекс хелатов микроэлементов - двойная доза	5,2	86,6
Фон 1 + Комплекс микроэлементов - одинарная доза	4,9	79,3
Фон 1 + Комплекс микроэлементов - двойная доза	5,1	84,4
Фон 1 + Комплекс аминокислот с микроэлементами - одинарная доза	5,5	89,8
Фон 1 + Комплекс аминокислот с микроэлементами - двойная доза	5,2	84,8
Фон 1 + Комплекс аминокислот - одинарная доза	5,1	82,6
Фон 1 + Комплекс аминокислот - двойная доза	5,3	88,0
Фон 2 + Комплекс хелатов микроэлементов - одинарная доза	5,3	84,6
Фон 2 + Комплекс хелатов микроэлементов - двойная доза	5,5	91,2
Фон 2 + Комплекс микроэлементов - одинарная доза	5,1	83,2
Фон 2 + Комплекс микроэлементов - двойная доза	5,3	89,0
Фон 2 + Комплекс аминокислот с микроэлементами - одинарная доза	5,6	92,5
Фон 2 + Комплекс аминокислот с микроэлементами - двойная доза	5,4	86,0
Фон 2 + Комплекс аминокислот - одинарная доза	5,3	84,2
Фон 2 + Комплекс аминокислот - двойная доза	5,5	90,2
HCP ₀₅	0,2	4,0

К примеру, на растениях в контрольном варианте число листьев составляло 4,3, а их площадь – 67,2 см²/раст., а на фоне минеральных удобрений число и площадь листьев увеличивались и составляли: на фоне 1 (N₅₀P₅₀K₅₀) – 4,6 и 72,4 см²/раст.; на фоне 2 (N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀) – 4,9 и 78,8 см²/раст.

Более интенсивное нарастание листового аппарата наблюдалось при применении опытных комплексов

сов в одинарной и двойной дозах. Так, число и площадь листьев у растений в этих вариантах были 5,1-5,5 и 79,3 - 89,8 см²/раст. на фоне 1 (N₅₀P₅₀K₅₀); на повышенном фоне 2 (N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀) – 5,3-5,6 и 83,2-92,5 см²/раст.

Влияние комплексов в одинарной и двойной дозах на растения было неоднозначным: интенсивность нарастания листовой поверхности достигала максимальных значений в варианте с применением комплекса аминокислот с микроэлементами в дозе 1,5 л/т/га на фоне 1 (N₅₀P₅₀K₅₀) и на фоне 2 (N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀) - 5,5-5,6 и 89,8-92,5 см²/раст. соответственно. Двойная доза этого комплекса (3,0 л/т/га) была менее эффективна - 5,2-5,4 и 84,8-86,0 см²/раст.

Учитывая, что в создании урожая основным процессом является фотосинтез, кратко остановимся на фотосинтетической деятельности озимой пшеницы в зависимости от исследуемого фактора.

В литературе немало данных, свидетельствующих, что более продуктивным может быть растение с менее интенсивным фотосинтезом, но при этом оно больше ассимилятов использует на образование листьев и формирует большую ассимиляционную поверхность.

Фотосинтетическая активность растения направлена на образование мощного листового аппарата, эффективность работы которого зависит от жизнедеятельности и активной жизнеспособности. Однако, в период после цветения, как правило, ускоряются старение листьев и их отмирание. Следовательно, скорость фотосинтеза определяется возрастом листьев.

Исследования показали, что комплексы микроэлементов и аминокислот эффективны, они обладают рострегулирующей активностью, могут продлить период фотосинтетической зрелости листьев и на некоторое время остановить преждевременное старение листьев, продлив их жизнеспособность.

Важным фактором, влияющим на деятельность фотосинтетического аппарата, является содержание хлорофилла (табл. 2), недостаток которого отражается на скорости фотосинтеза, старение листьев ускоряет разложение хлорофилла с последующим падением скорости фотосинтеза.

Данные таблицы 2 указывают на тот факт, что предпосевная обработка семян и двукратная обработка растений (1-я в фазе кущение - выход в трубку, 2-я – в фазе цветение – начало колошения) комплексами, сохраняя листья в активном состоянии более длительное время, способствовали повышению содержания хлорофилла.

Содержание хлорофилла в листьях колебалось от 4,69 до 5,70 мг/г в зависимости от степени обеспеченности растений элементами питания (фон 1, фон 2) и опытных агрохимикатов.

Минимальное количество хлорофилла наблюдалось в контрольном варианте – 4,58 мг/г сырого вещества. Внесение минеральных удобрений (фон 1 N₅₀P₅₀K₅₀ и фон 2 N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀) увеличивало содержания хлорофилла до 4,69 и 4,87 мг/г сырого вещества соответственно.

Обработка семян и проведение двух подкормок комплексом микроэлементов, комплексом хелатов микроэлементов, комплексом аминокислот с микроэлементами и комплексом аминокислот приводили к дальнейшему повышению содержания хлорофилла, при под-

кормке как одной, так и двойной дозами и колебалось от 5,47 до 5,70 мг/г сырого вещества.

2. Фотосинтетическая деятельность растений озимой пшеницы (полевой опыт, 2015-2016 гг.)

Вариант опыта	Продуктивность работы листьев, г/дм ²	Содержание хлорофилла (а+в), мг/г сыр. в-ва
Контроль (без обработки)	6,85	4,58
Фон 1 - N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	6,91	4,69
Фон 2 - N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	6,66	4,87
Фон 1+ Комплекс хелатов микроэлементов - одинарная доза	6,41	5,47
Фон 1+ Комплекс хелатов микроэлементов - двойная доза	6,39	5,55
Фон 1 + Комплекс микроэлементов - одинарная доза	6,49	5,58
Фон 1 + Комплекс микроэлементов - двойная доза	6,39	5,53
Фон 1+ Комплекс аминокислот с микроэлементами - одинарная доза	6,39	5,52
Фон 1 +Комплекс аминокислот с микроэлементами - двойная доза	6,47	5,47
Фон 1 + Комплекс аминокислот - одинарная доза	6,50	5,57
Фон 1 + Комплекс аминокислот - двойная доза	6,42	5,50
Фон 2 + Комплекс хелатов микроэлементов - одинарная доза	6,37	5,59
Фон 2 + Комплекс хелатов микроэлементов - двойная доза	6,22	5,68
Фон 2 + Комплекс микроэлементов - одинарная доза	6,41	5,60
Фон 2 + Комплекс микроэлементов - двойная доза	6,21	5,70
Фон 2+ Комплекс аминокислот с микроэлементами - одинарная доза	6,35	5,49
Фон 2 + Комплекс аминокислот с микроэлементами - двойная доза	6,43	5,52
Фон 2 + Комплекс аминокислот - одинарная доза	6,46	5,49
Фон 2 + Комплекс аминокислот - двойная доза	6,33	5,52

Содержание хлорофилла в листьях растений было максимальным в вариантах с применением двойных доз комплекса микроэлементов и комплекса хелатов микроэлементов на высоком агрофоне N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ - 5,70 мг/г. Вероятно, обусловлено это тем, что все входящие в состав опытных удобрений микроэлементы либо участвуют в синтезе хлорофилла, либо способствуют повышению содержания его в листьях озимой пшеницы.

Учитывая, что продуктивность работы листьев – это отношение их массы к площади, максимальное значение она достигает в период фотосинтетической зрелости листьев. Применение в технологии изучаемых агрохимикатов позволило замедлить процессы старения листьев и увеличить поступление накопленных ассимилятов в формирующиеся зерновки. В результате этого, отношение массы листьев к их площади уменьшилось, и значения продуктивности работы в опытных вариантах были более низкими, чем в контрольном.

Заключение. Таким образом, исследования показали, что на характер формирования листовой поверхности озимой пшеницы гомплексы микроудобрений и комплексы аминокислот оказали существенное влияние.

Применение комплекса аминокислот с микроэлементами (в дозе 1,5 л/т предпосевная обработка семян + 1,5 л/га двукратная подкормка растений в вегетацию) на высоком агрофоне ($N_{100}P_{100}K_{100}$) способствовало формированию мощного листового аппарата растений.

Содержание хлорофилла в листьях растений было максимальным в вариантах с применением двойных доз комплекса микроэлементов и комплекса хелатов микроэлементов на высоком агрофоне $N_{100}P_{100}K_{100}$.

Литература

1. Володько И.К. Микроэлементы и устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды / И. К. Володько. – М.: Наука и техника, 1983. - 192 с.
2. Кибаленко А.П. Значение бора в метаболизме растительной клетки // Микроэлементы в обмене веществ растений. - Киев: Наукова думка, 1976. - С. 93-125.

3. Рудакова Э.В., Каракис К.Д. Значение цинка в регуляции ростовых процессов у растений. В сб.: Микроэлементы в обмене веществ растений. - Киев: Наукова думка, 1976. - С. 126-158.

4. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А. А. Ничипорович, Л. Е. Строганова, С. Н. Чмора, М. Н. Власова. - М., 1961. - 137 с.

5. Ничипорович А.А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений / А.А. Ничипорович. Физиология фотосинтеза. – М., 1982. – С. 7–34.

6. Островская Л.К. Физиологическая роль меди и основы применения медных удобрений. – Киев, 1961. – 285 с.

7. Шульгин И.А. Растение и солнце. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 252 с.

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. - М.: Агропромиздат, 1985. - 336 с.

9. Практикум по физиологии растений/ Под ред. проф. Н.Н. Третьякова. - М.: Агропромиздат, 1990. - 271 с.

INFLUENCE OF INNOVATIVE FORMS OF FERTILIZERS ON GROWTH OF LEAF APPARATUS AND ITS PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY

T.Yu. Voznesenskaya, T.M. Veryovkina

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

The results of tests on the effect of various complexes of micronutrients and amino acids on the formation of the photosynthetic apparatus of winter wheat are presented. It has been established that the growth rate of the leaf surface during the whole growing season reached maximum values under seed treatment and foliar nutrition with a complex of amino acids with trace elements on a high background of mineral fertilizers ($N_{100}P_{100}K_{100}$). When fertilizers are used, the growth of the photosynthetic potential of crops during the growing season of winter wheat occurs due to an increase in leaf area. Pre-sowing seed treatment contributed to an increase in plant photosynthetic activity in crops and an improvement in the dynamics of growth processes.

Keywords: innovative fertilizers, amino acid complex, microelements, winter wheat, photosynthetic activity, leaf assimilation surface, productive leaf work.

КОМПЛЕКС ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОИЗВОДСТВО И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Л.Н. Самойлов, к.б.н., Л.С. Чернова, к.с.-х.н., С.В. Трушкин, ВНИИ агрохимии

Работа выполнена по госзаданию № 0572-2014-0002

Показаны важность культуры пшеницы по многим параметрам и распределение удобрений по уровню внесения по регионам России. Описаны технологии возделывания зерновых культур различного типа и их возможности. Выделены доля сорта и его влияние на урожай и качество зерна пшеницы и вклад других факторов в формирование урожайности. Дана оценка как позитивным, так и негативным процессам, влияющим на урожай пшеницы и качество зерна. Представлено распределение пшеницы по классам в ее валовом сборе за 2010-2017 гг., дана более детально оценка за 2017 г. (по Федеральным округам). Приведены общие негативные закономерности, снижающие урожайность и качество пшеницы и других зерновых культур по регионам России.

Ключевые слова: пшеница, качество зерна, средства интенсификации, технологии, производство зерна, оптимизация питания.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.105.04

Пшеница - ведущая зерновая культура мира. Она на 30% удовлетворяет суточную потребность организма человека в энергетическом материале и на 25% в белковых веществах [1]. В России возделывают озимую и яровую пшеницы. В валовом сборе преобладает озимая форма. Практическое значение имеют два вида пшеницы – мягкая и твердая. На долю мягкой пшеницы приходится более 95 % посевов. Важность пшеницы подтверждается следующими данными [2]:

- посевная площадь среди всех зерновых культур (2016-2017 гг.) – 59%;
- удельный вес в валовом сборе зерновых (2001-2017 гг.) – 57-62%;

- удельный вес в продукции растениеводства (2001-2015 гг.) – 34-37%;

- удельный вес в выручке от реализации (2001-2015 гг.) – 63-77%;

- удельный вес в экспорте зерна (2016-2017 гг.) – 78%.

Анализ литературных данных показал, что главнейшими производителями озимой и яровой пшеницы в России являются следующие регионы: Южный и Северо-Кавказский Федеральные округа; Центральное Черноземье; некоторые области Центра Нечерноземья; Республика Татарстан (мягкая пшеница); Оренбургская

область, Алтайский край, Омская, Новосибирская области (твердая пшеница).

Какова ситуация с применением средств интенсификации земледелия?

Урожай культур в настоящее время обеспечиваются преимущественно за счет плодородия почв, которое без возврата потребленных питательных веществ неизменно снижается. В 1990 г. было применено 9,9 млн т минеральных удобрений, а в 2017 г. – 2,5 млн т. Погодные условия также не могут быть постоянно благоприятными, что подтверждается сборами зерна в 2018 г. в сравнении с 2016-2017 г.

Распределение удобрений по территории страны приведено в таблице 1. Отметим, что относительно благоприятных регионов 15, где внесение минеральных удобрений доходит до 100 кг/га. Это - привилегия крупных агрохолдингов юга России, нацеленных на экспорт зерна пшеницы – Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская, частично Волгоградская и Саратовская области. Сюда также следует отнести области Центрального Черноземья и Нечерноземной зоны (Татарстан, Брянская, Тульская, Калужская обл.). В остальных регионах, а их подавляющее большинство, (80%) производится 0,9-1,7 т/га з.е., где вносят в основном от 4 до 15 кг/га. Это Алтайский край, регионы Сибири и Дальнего Востока, Северо-Западный и частично Приволжский Федеральные округа. При всей условности приведенной градации, она все же дает представление о применении удобрений на половине удобренных площадей и другой части, где удобрения почти не используют.

1. Группировка регионов России по уровню внесения минеральных удобрений (на 1 га посевной площади) [3]

Средний уровень внесения удобрений, кг	Среднее производство зерновых единиц, т/га	Число регионов
Более 70	3,28	9
60-70	1,73	6
15-60	1,72	45
7-15	1,04	8
Менее 7	0,89	14

Современные технологии возделывания пшеницы, в зависимости от наличия плодородных почв, средств химизации и сельскохозяйственной техники подразделяют на четыре основных типа по их интенсивности и реальной отдаче [4].

1. *Экстенсивные технологии.* В них ориентируются только на исходное плодородие почвы и погодные условия, удобрения совсем не применяют или вносят лишь 10-20% от необходимого для культуры объема, часто посев проводят семенами без протравливания, нерайонированным посевным материалом. Подобные технологии применяют при внесении 4-15 кг/га удобрений примерно на 40% пахотных почв и от них невозможно ожидать ни высоких урожаев, ни качественного зерна.

2. *Базовые технологии.* По оценкам экспертов, такие технологии используют также на 40% почв при повышенном уровне плодородия. Удобрения и средства защиты растений применяют согласно экономическим возможностям хозяйства: примерно 40-60% от необходимого количества. Для улучшения плодородия почв используют однолетние и многолетние бобовые травы, сидераты, солому, пожнивно-корневые остатки. Полного возврата питательных веществ в почву не происхо-

дит, но плодородие поддерживается на среднем уровне. Технология обеспечивает получение зерна удовлетворительного качества и реализацию возможностей сорта на 30-40%.

3. *Интенсивные технологии.* По результатам агрохимического обследования почв на 01.01.2016 г. такие технологии могут быть применены на 25-30% площадей, занятых зерновыми культурами - около 13 млн га или 8-9 млн га под пшеницей. Использование таких технологий возможно только на почвах повышенного и высокого уровней плодородия, при обеспечении необходимого питания растений путем применения органических и минеральных удобрений, при интегрированной защите посевов от вредных организмов и возврате в почву питательных веществ, вынесенных с продукцией. Потенциал сорта в таких технологиях обеспечивается на 45-50% с получением зерна пшеницы 3-го класса. Доля такого зерна в валовом сборе может составлять 30-35%. Интенсивные технологии разрабатываются с учетом зональных почвенно-климатических условий и их можно внедрить в 10-15 субъектах Российской Федерации.

4. *Высокоинтенсивные технологии.* Они могут быть обеспечены в отдельных хозяйствах важнейших регионов производства зерна пшеницы, при условии научного сопровождения сотрудниками организаций в зоне производства [5].

Достичь высоких результатов можно за счет:

– полного агрохимического окультуривания поля посредством известкования кислых почв, внесения органических и минеральных удобрений, до параметров, обеспечивающих полноценное питание растений в период вегетации;

– оптимизации питания растений азотом на ранних фазах развития культуры, основываясь на результатах почвенно-растительной диагностики, а также подкормки растений азотом в поздние фазы для повышения качества зерна;

– посева элитными семенами из семеноводческих хозяйств;

– применения микроудобрений, биопрепаратов, рогострегающих веществ;

– возделывания пшеницы только в севообороте с лучшими предшественниками;

– интегрированной, экологически сбалансированной защите растений от вредных организмов;

– обязательного применения в севообороте навоза, бобовых трав, сидеральных культур для максимального накопления биологического азота в почве и в пожнивно-корневых остатках.

При осуществлении указанных условий подобные технологии могут обеспечить близкую к максимальной (до 75%) реализацию потенциала сорта, районированного в зоне выращивания с получением продукции высокого качества при наличии в урожае 50-60% зерна 3-го класса. При переходе от экстенсивных к интенсивным технологиям изменяется приоритетная роль факторов (табл. 2). При этом снижается зависимость от исходного плодородия (оно должно быть высоким!) и погодных условий, но возрастает роль удобрений, защиты растений, особенно сорта и семян, повышаются требования к предшественникам, современной технике и технологиям (их вклад в урожай достигает 25%). Продуктивность культур удваивается, растет качество продукции в связи с их сортовыми особенностями.

2. Вклад факторов в формирование урожая, % [6]

Фактор	Земледелие	
	Экстенсивное	Интенсивное
Естественное плодородие	40	10
Погодные условия	20	15
Обработка почвы	20	10
Сорт, семена	5	20
Удобрения	10	30
Защита растений	5	15
Среднее производство зерновых единиц, т/га	1,5-2,5	4,0-5,0

При реализации высокой урожайности и качества зерна сорт играет важную роль. По различным оценкам вклад сорта составляет более 20%.

В настоящее время в Государственный реестр охраняемых селекционных достижений России внесено 219 сортов озимой и 175 сортов яровой мягкой пшеницы и более 40 сортов твердой пшеницы [7].

По отчетам Отделения сельскохозяйственных наук РАН, ежегодно создают 15-20 сортов озимой и яровой пшеницы. Возделывание и распространение конкретного сорта определяется экономическими возможностями.

В литературе нет четких рекомендаций о том, сколько сортов нужно иметь в производстве в конкретном регионе. Приводятся данные о 6-10 сортах и более, но это на уровне испытаний в селекционных центрах, семеноводческих хозяйствах или в научных учреждениях. Между тем этот вопрос важен, так как от его разрешения зависят продуктивность культуры и связанные с этим показатели качества. Известный селекционер, академик РАН Б.И. Сандухадзе сообщает, что в 2010 г. в Нечерноземной зоне России основные площади занимали два сорта озимой пшеницы – Мироновская 808 и Заря [1]. Он также отмечает, что в последние годы в условиях Центрального Нечерноземья основными возделываемыми сортами являются Московская 39, Немчиновская 17 и Московская 40. В других регионах количество сортов может быть иным.

Итак, для эффективного поддержания усилий селекционеров, в зависимости от масштабов регионов, необходимо, как минимум, иметь в производстве 2-3 районированных сорта. Причем разнообразие сортов в различных почвенно-климатических условиях зоны дает возможность получения наибольшей отдачи от усилий сельскохозяйственного производителя.

Сорта, технологии производства и качество зерна тесно связаны между собой. Это наглядно показано в таблице 3. В зависимости от интенсификации технологии по каждому сорту возрастает качество зерна, при этом выявляются и особенности сорта.

3. Качество зерна яровой пшеницы в зависимости от сорта и технологии возделывания (НИИСХ «Немчиновка», среднее за 3 года) [10]

Сорт	Технология	Натура, г/л	Белок, %	Содержание клейковины в муке, %
Эстер	Базовая	785	12,6	34,8
	Интенсивная	791	13,7	37,5
	Высокоинтенсивная	795	14,4	39,5
МИС	Базовая	760	12,1	32,4
	Интенсивная	768	12,9	33,1
	Высокоинтенсивная	769	13,4	34,0
Амир	Базовая	777	12,0	35,7
	Интенсивная	781	13,1	36,9
	Высокоинтенсивная	789	13,7	37,5

Рассматривая технологии возделывания пшеницы, необходимо иметь в виду, не только степень их интенсивности, но и реальные способы их обеспечения, подразумеваемая обеспеченность технологии механизацией от подготовки почвы до уборки урожая. При анализе ситуации с 1990 по 2017 г. следует отметить резкое падение возможностей вследствие выбытия основных механизмов.

Почти за три десятилетия произошли разительные изменения в производстве удобрений и механизмов для подготовки и уборки урожая. Объемы производства минеральных удобрений возросли на 141%, а масштабы их применения снизились с 9,9 млн т в 1990 г. (62% от произведенных 16 млн т) до 2,5 млн т в 2017 г. (11% от произведенных 22,5 млн т). При этом резко упало производство тракторов - с 214 тыс. до 7,2 тыс., зерноуборочных комбайнов выпущено 7,3 тыс. вместо 65,7 тыс. До сих пор применяются сельскохозяйственные машины устаревших конструкций, износ их достигает 60% и более, что приводит к потерям зерна, уборка растягивается на 3-4 мес. Произошло также резкое выбытие механизмов для внесения органических и минеральных удобрений, известковых материалов и средств защиты растений. Все это не способствует получению высоких урожаев и качественного зерна.

В сложившихся условиях уборка урожая связана с беспредельными нагрузками на трактор и зерноуборочный комбайн, что является нарушением агротехнических сроков уборки с потерями зерна и его качества. При нормативной нагрузке на зерноуборочный комбайн 244 га реальные нагрузки в 5-7 раз больше [8].

Комплекс негативных факторов, имеющихся в сельском хозяйстве России, отражается на качестве зерна пшеницы. Этому способствовала и сложившаяся в последние годы тенденция к увеличению экспорта пшеницы, так как продается в основном зерно 4-5-го классов, а экспортные цены по классам достаточно близки, что стимулирует сельскохозяйственных производителей увеличивать валовые сборы зерна, а не улучшать его качество. Сказывается и отсутствие средств у сельскохозяйственных производителей, а также стимулов увеличивать закупки удобрений и средств защиты растений (применяли в 2013 г. 2,4 млн т удобрений, а в 2017 – 2,5 млн т).

При этом нельзя сказать, что проблемой качества не занимаются. Ею озабочены все уровни исполнительной и законодательной власти. Например, Президент РФ поручил правительству увеличить к 2024 г. сбор сильной и ценной пшеницы минимум до 32 млн т [9]. Положение таково, что при высоких урожаях пшеницы для хлебопеков трудно изыскать необходимые 18-19 млн т зерна 3-го класса и приходится выпекать хлеб из зерна 4-го и даже 5-го классов с добавлением улучшителей. Ситуация с качеством зерна показана в таблице 4. При практическом отсутствии сильной пшеницы 1-2-го классов, возросла доля зерна 4-5-го классов.

4. Распределение пшеницы по классам в ее валовом сборе, % [2, 10]

Класс качества	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
1-й	0	0	0,004	0	0	0	0	0
2-й	0,10	0,08	0,04	0,001	0,07	0,04	0	0
3-й	26,90	37,00	49,77	38,75	34,40	36,00	16,90	20,60
4-й	51,10	37,00	30,17	37,73	42,57	44,06	59,00	41,90
5-й	21,90	26,00	20,09	23,52	22,96	19,00	24,20	31,08

Проанализируем ситуацию 2017 г. по Федеральным округам страны (табл. 5).

5. Количество зерна мягкой пшеницы урожая 2017 г. по классам, % [11]

Федеральный округ	Класс		
	3-й	4-й	5-й
Центральный	15,2	41,9	42,6
Приволжский	24,0	31,5	44,5
Южный	18,2	53,7	27,9
Северо-Кавказский	25,6	63,3	10,9
Уральский	20,2	25,6	49,3
Сибирский	60,5	28,3	11,3

В Центральном округе зерна 3-го класса собрано в Белгородской и Курской областях 3,6 и 6,6% соответственно. Отсутствует зерно 3-го класса в Московской, Ивановской, Ярославской и Тверской областях, причем в первых двух все зерно непродовольственное.

В Южном округе (Ростовская область и Краснодарский край) зерна 3-го класса выявлено по 15%, в Ставропольском крае - 25,9%.

Отличные результаты получены по твердой пшенице в Сибири (3-й класс): Омская область – 71,6%, Новосибирская область – 72,2%.

Факторы, определяющие урожайность и качество озимой пшеницы [12].

I. *Климатические*: температура; осадки; инсоляция; перезимовка посевов; время возобновления весенней вегетации.

II. *Агротехнические*: севооборот, предшественник; бобовые культуры и сидераты; обработка почвы; районированный сорт, качество посевного материала; срок посева; норма высева.

III. *Почвенные*: исходное плодородие; обеспеченность почвы питательными элементами; комплексное окультуривание поля; нейтрализация почвенной кислотности.

IV. *Агрехимические*: удобрения минеральные и органические, дозы и сроки их применения, соотношение N:P:K в удобрениях; микроудобрения, биопрепараты; рострегулирующие вещества; почвенно-растительная диагностика и подкормка азотом в период вегетации.

V. *Защитные мероприятия*: сорняки; болезни; вредители; полегание посевов.

VI. *Общие положения*: контроль физиологического состояния посевов; оптимальные сроки уборки, обеспеченность механизмами; доработка зерна, оптимальные условия хранения.

По оценкам экспертов указанные факторы характерны для всех зон возделывания пшеницы.

В заключение отметим, что при производстве зерна пшеницы и других зерновых культур действует множество факторов, снижающих урожайность и качество получаемой продукции.

На примере пяти различных зон и 11 регионов возделывания пшеницы показаны основные факторы рисков, снижающие урожайность и качество зерновых культур [13]. Несмотря на различие почвенно-климатических условий, зачастую резкое, анализируемые риски, которым подвергаются культуры зерновых, довольно однотипны для того, чтобы судить о них усредненно.

Факторы, от которых зависят снижение урожайности и ухудшение качества продукции зерновых культур:

1. Нарушение рекомендаций по лучшим предшественникам в зоне возделывания - снижается урожайность от 15 до 50%.

2. Применение нерайонированных сортов - снижается урожайность на 10-15%.

3. Нарушение технологии обработки почвы – от 5% до 22%.

4. Запоздывание со сроками посева на 10-14 сут – на 15-25% (мягкая пшеница).

5. Посев непротравленными семенами – на 20-30%.

6. Несоблюдение оптимальных доз удобрений – на 20-30% для озимых зерновых, на 20-35% для яровых.

7. Отсутствие защиты растений – на 30-40% при снижении качества.

8. Потери от сорняков достигают от 20 до 50%.

9. В Нечерноземной зоне запоздывание с уборкой при наступлении полной спелости пшеницы на 5 дней – на 2-5%, на 10 дней – на 4-8%.

10. Нарушение технологии уборки – на 25% (озимая пшеница, Ставропольский край) [14].

Литература

1. Сандухадзе Б.И., Журавлева Е.В., Кочетыгов Г.В. Озимая пшеница Нечерноземья в решении продовольственной безопасности Российской Федерации. - М., 2011. - 154 с.
2. Алтухов А.И. Совершенствование организационно-экономического механизма – необходимое условие увеличения производства высококачественного зерна пшеницы в стране // Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы: науч. издание. - М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. - С. 5-40.
3. Полухин А.А. Повышать эффективность использования минеральных и органических удобрений в растениеводстве // АПК: Экономика, управление. - 2016. - № 9. - С. 82-85.
4. Милащенко Н.З., Завалин А.А., Трушкин С.В. Интенсификация технологий как средство реализации потенциала новых сортов пшеницы // Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы: науч. издание. - М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. - С. 61-80.
5. Милащенко Н.З., Завалин А.А., Самойлов Л.Н. Освоение систем интенсивных технологий производства зерна пшеницы с научным сопровождением // Земледелие. - 2015. - № 7. - С. 8-10.
6. Ладонин В.Ф., Алиев А.М., Самойлов Л.Н. Агрэкологические проблемы комплексной химизации земледелия. - М.: ВИУА, 2000. - 87 с.
7. Журавлева Е.В. Достижения селекции в создании новых адаптивных сортов пшеницы для увеличения производства зерна высокого качества // Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы: науч. издание. - М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. - С. 51-60.
8. Ломакин С.Г., Бердышев В.Е. Условия уборки зерна в Российской Федерации и обеспеченность сельскохозяйственных предприятий зерноуборочными комбайнами // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования: Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. - 2016. - № 4. - С. 11-15.
9. Михайловская М. Поручение по качеству пшеницы // Сельская жизнь. - 2018. - № 27. - С. 2.
10. Чуйков А. Пшеничная аномалия // Аргументы недели. - 2018. - № 13. - С. 3.
11. Королёва Ю.М. Предварительные результаты мониторинга качества зерна урожая 2017 г. // Хлебопродукты. - 2017. - № 11. - С. 4-9.
12. Кулинцев В.В., Годунова Е.И., Ерошенко Ф.В., Давидянц Э.С. Производство высококачественного зерна озимой пшеницы в Ставропольском крае // Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы: науч. издание. - М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. - С. 327-338.
13. Технологические риски снижения урожая зерновых культур при страховой защите с государственной поддержкой / Под ред. Н.З. Милащенко, В.В. Щербакова. - М.: ООО Группа Компаний Агрия, 2016. - 348 с.

L.N. Samoylov, L.S. Chernova, S.V. Trushkin,
Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127550 Moscow, Russia

The importance of wheat culture by many parameters and the distribution of fertilizers by the level of application by regions of Russia are shown. The technology of cultivation of grain crops of various types and their capabilities are described. The share of every variety and its influence on the yield and quality of wheat grain and the contribution of other factors to the formation of yield are highlighted. An assessment of both positive and negative processes affecting wheat yield and grain quality is given. The distribution of wheat by classes in its gross harvest for 2010–2017 is presented; a more detailed assessment is given for 2017 (for different Federal districts). The general negative patterns that reduce the yield and quality of wheat and other grain crops in the regions of Russia are given.

Key words: wheat, grain quality, means of intensification, grain production, nutrition optimization

УДК 504.3.054:630.385

ВЛИЯНИЕ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ И ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.И. Сухарев, д.т.н., РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, К. Кой, Е.А. Пивень, к.м.н.,
А.В. Шуравилин, д.с.-х.н., Российский университет дружбы народов vodoem@mail.ru

Исследования проводились в ООО «Агрико-Евразия» Воскресенского района Московской области в 2015-2017 гг. с целью обоснования адаптивной голландской технологии возделывания картофеля в зависимости от вносимых удобрений и сортовых особенностей. Изучены ростовые процессы картофеля, которые показали, что фазы развития наступали на 3-8 дней раньше по сравнению с традиционной технологией. Более раннее их наступление отмечалось в вариантах 10 сорта Аризона и 14 сорта Роко с применением голландской технологии и дополнительным к фону внесением сульфата калия в период посадки, где продолжительность вегетации от посадки до полной фазы увядания ботвы составляла, соответственно, 83 и 94 дней. Установлено, что максимальная площадь листьев растений картофеля сорта Аризона в период бутонизации (37,08 тыс. м²/га) была в варианте 10 с голландской технологией и дополнительным внесением к фону (N₁₂₀P₉₀K₁₂₀) сульфата калия при посадке. В этом же варианте растения создали мощный фотосинтетический потенциал (ФПП=3,092 тыс. м²/га) и наивысший КПД фотосинтеза – 2,22%. Исследования показали, что наибольшая урожайность получена при выращивании картофеля сорта Аризона по голландской технологии с дополнительным внесением к фону (N₁₂₀P₉₀K₁₂₀) сульфата калия в период посадки в дозе 60 кг д.в./га (вар. 10) и была больше на 7,65 т/га, или на 22,2% по сравнению с аналогичным вариантом (вар. 2) с традиционной технологией, а по сравнению с контролем (вар. 1) – на 14,95 т/га, или на 55%. Наиболее благоприятная структура фракционного состава по массе и числу клубней также отмечена в варианте 10, в котором масса картофеля составляла 1286 г при числе клубней 21,3 на куст. В целом, в дополнение к фону вносимых удобрений внесение калийных удобрений в период посадки и при подкормке заметно повышало урожайность картофеля и улучшало его структуру.

Ключевые слова: Московская область, серые лесные почвы, технология выращивания картофеля, дозы минеральных удобрений, урожайность.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.105.05

В условиях Московской области урожайность картофеля значительно ниже реально возможного уровня, что связано с невысоким почвенным плодородием. При этом возникает необходимость внедрения прогрессивных технологий возделывания картофеля с учетом оптимизации внесения минеральных удобрений и использования районированных сортов. Для решения этой задачи были выполнены комплексные исследования по изучению голландской технологии, которая заметно отличается от традиционной, прежде всего, особенностями посадки картофеля, комплексом машин и совмещением ряда технологических операций. Возделывание районированных сортов картофеля по голландской технологии включает оптимизацию обработки почвы, системы удобрения с учетом биологических потребностей растений, что существенно влияет на урожайность культуры.

Был выполнен ряд исследований [1-3], в которых показано преимущество голландской технологии по срав-

нению с традиционной (промышленной). В некоторых работах [4-7] отмечено положительное влияние калийных удобрений на повышение урожайности картофеля при использовании высокоурожайных районированных сортов. Однако ряд важных вопросов по влиянию калийных удобрений на урожайность картофеля в зависимости от технологии его возделывания и использования районированных сортов остается неизученным.

Цель наших исследований - дать сравнительную оценку возделыванию картофеля по традиционной (промышленной) и голландской технологиям в зависимости от доз вносимых удобрений и сортовых особенностей.

Методика. Исследования проводили на землях ООО «Агрико-Евразия» Воскресенского района Московской области в 2015-2017 гг. Вегетационный период 2015 г. был умеренно тёплым, а по осадкам - близким к многолетним данным. Период вегетации 2016 г. был относительно тёплым и влажным, а 2017 г. – холодным и

влажным. Почва опытного участка - светло-серая лесная среднесуглинистая, она характеризуется благоприятными агрофизическими и агрохимическими свойствами. В слое почвы 0-30 см плотность сложения составляет 1,29 г/см³, пористость 51,3%, наименьшая влагоемкость – 23,1, содержание гумуса - 3,2%, актуальная кислотность рН_{KCl} 5,8, содержание подвижного фосфора – 22 мг/100 г и калия – 19 мг/100 г.

Посадку картофеля проводили с междурядьями 0,7 м, а в ряду с расстоянием 0,25 м. Трехфакторный мелкоделяночный полевой опыт заложен по методике [8] с использованием традиционной (промышленной) и голландской технологии возделывания картофеля с применением калийных удобрений при посадке и в качестве подкормок, и двух районированных сортов Аризона и Роко (табл. 1).

1. Схема трехфакторного мелкоделяночного полевого опыта

Номер варианта	Технология (фактор А)	Удобрения, сроки и дозы их внесения, кг/га (фактор В)	Сорт картофеля (фактор С)
1	Традиционная (промышленная) технология	При посадке N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ -фон	Аризона
2		Фон + K ₂ SO ₄ при посадке – 131 кг/га, или 60 кг д.в/га	
3		Фон + K ₂ SO ₄ при подкормке – 66 кг/га, или 30 кг д.в/га	
4		Фон + KCl при подкормке – 50 кг/га, или 30 кг д.в/га	
5		При посадке N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ -фон	Роко
6		Фон + K ₂ SO ₄ при посадке – 131 кг/га, или 60 кг д.в/га	
7		Фон + K ₂ SO ₄ при подкормке – 66 кг/га, или 30 кг д.в/га	
8		Фон + KCl при подкормке – 50 кг/га, или 30 кг д.в/га	
9	Голландская технология	При посадке N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ -фон	Аризона
10		Фон + K ₂ SO ₄ при посадке – 131 кг/га, или 60 кг д.в/га	
11		Фон + K ₂ SO ₄ при подкормке – 66 кг/га, или 30 кг д.в/га	
12		Фон + KCl при подкормке – 50 кг/га, или 30 кг д.в/га	
13		При посадке N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ -фон	Роко
14		Фон + K ₂ SO ₄ при посадке – 131 кг/га, или 60 кг д.в/га	
15		Фон + K ₂ SO ₄ при подкормке – 66 кг/га, или 30 кг д.в/га	
16		Фон + KCl при подкормке – 50 кг/га, или 30 кг д.в/га	

Во всех вариантах удобрения N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ д.в. вносили как основной фон. Это обосновывается тем, что в почве содержится много подвижного фосфора (так как в Воскресенском районе близко залегают месторождения фосфатов), а азота недостаточно. Однако, для российских сортов картофеля доза азота 120 кг/га является завышенной, но мы приняли эту дозу с учетом возде-

лывания картофеля по голландской (современной промышленной) технологии и с использованием интенсивных сортов зарубежной селекции, которые приспособлены к высоким дозам удобрений. В связи с малым потреблением фосфора картофелем, его доза принималась равной 90 кг/га. В опыте калийные удобрения вносили при посадке в виде подкормки в дополнение к фону.

Повторность опыта – четырехкратная. Размер каждой делянки 28 м². Расположение повторностей рендомизированное. Исследования агрофизических и агрохимических свойств почв осуществляли по общепринятым методикам. Фенологические наблюдения проводили ежегодно, площади листьев определяли весовым методом с помощью высечек, фотосинтетический потенциал посадок - по Ничипоровичу, расчет КПД фотосинтеза - по методике, изложенной в работе В.А. Лукьянова.

Урожайность картофеля определяли весовым методом. Картофель возделывали по зональной традиционной (промышленной) и голландской технологиям.

Результаты и их обсуждение. Фазы развития растений картофеля заметно изменялись в зависимости от технологии возделывания и сортовых особенностей. Установлено, что при выращивании картофеля по голландской технологии фазы развития наступали на 3-8 дней раньше по сравнению с традиционной технологией.

В вариантах, где дополнительно при посадке вносили 60 кг д.в/га K₂SO₄ наступление и прохождение фаз отмечалось на 1-2 дня раньше, чем на общем фоне. В целом, период вегетации картофеля от посадки до полного увядания ботвы для сорта Аризона составлял 90-96 дней при использовании традиционной технологии и 82-85 дней – при голландской технологии. Для сорта Роко продолжительность вегетации картофеля увеличилась в среднем на 9-13 дней и составляла 100-105 дней и 92-98 дней соответственно при традиционной (промышленной) и голландской технологиях. Наименьшая продолжительность периода от посадки до фазы полного увядания ботвы наблюдалась в вариантах 10 и 14, где картофель выращивали по голландской технологии, а в период посадки дополнительно вносили сульфат калия. В этих вариантах продолжительность вегетации составляла, соответственно, 83 дня для сорта Аризона и 94 дня для сорта Роко.

Важнейший показатель фотосинтетической деятельности растений, связанный с урожаем, - величина фотосинтезирующей поверхности листьев. При выращивании картофеля нужно стремиться с помощью агротехнических приемов и рационального применения удобрений полностью сформировать листовую поверхность к фазе цветения. В этом случае создаются условия для длительного и интенсивного оттока питательных веществ из надземных органов в клубни, что ведет к формированию высокого урожая хорошего качества.

Расчет площади листьев и фотосинтетического потенциала ФПП позволил выявить наиболее эффективный вариант опыта (табл. 2).

Отчетливо выделяется вариант 10 – голландская технология + фон + K₂SO₄ при посадке, на котором установлена максимальная площадь листьев растений картофеля сорта Аризона. По сравнению с вариантом 1 - фон N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ д.в. этот показатель выше на 44,7%, а с вариантами 6 и 14 у растений сорта Роко площадь листьев была больше, чем в варианте 10 на 43,7 и 8,8 % соответственно. Наименьшая площадь листьев отмече-

на в вариантах 8 и 16 - фон + КСl при подкормке по традиционной (промышленной) и голландской технологиям. Это объясняется применением менее эффективного хлористого калия в качестве подкормки в веге-

тационный период, когда хлорид-ионы не вымываются из почвы и оказывают неблагоприятное влияние на рост и развитие растений.

2. Площадь листьев растений картофеля в фазе бутонизации - начала цветения и ФПП, тыс. м²/га

№	2015 г.		2016 г.		2017 г.		Площадь листьев В среднем за 3 года	ФПП
	Площадь ли- стьев	ФПП	Площадь ли- стьев	ФПП	Площадь листьев	ФПП		
1	21,5±0,54	1,978	18,0±0,45	1,692	21,5±0,054	2,064	20,5±0,51	1,911
2	24,5±0,61	2,205	19,6±0,49	1,823	23,7±0,59	2,204	22,6±0,54	2,077
3	23,1±0,58	2,102	18,6±0,48	1,711	22,3±0,56	2,096	21,4±0,49	1,970
4	21,5±0,53	1,957	17,3±0,41	1,609	20,9±0,52	1,986	19,9±0,43	1,851
5	21,8±0,55	2,224	17,6±0,46	1,830	21,2±0,53	2,226	20,2±0,50	2,093
6	22,7±0,56	2,270	18,4±0,46	1,858	22,2±0,56	2,287	21,1±0,53	2,138
7	21,5±0,54	2,150	17,8±0,45	1,816	21,5±0,54	2,215	20,5±0,51	2,060
8	20,7±0,52	2,091	16,7±0,41	1,720	20,2±0,51	2,060	19,2±0,6	1,957
9	30,0±0,75	2,520	24,2±0,61	2,057	29,2±0,73	2,540	27,8±0,69	2,372
10	40,1±1,0	3,288	32,3±0,78	2,681	38,9±0,97	3,307	37,08±0,97	3,092
11	34,5±0,86	2,864	28,5±0,71	2,366	34,4±0,86	2,958	32,8±0,82	2,729
12	29,2±0,71	2,424	25,7±0,28	2,159	26,4±0,59	2,270	27,1±0,67	2,284
13	28,7±0,66	2,727	25,7±0,31	2,442	27,5±0,57	2,695	27,1±0,67	2,621
14	36,5±0,96	3,396	29,4±0,72	2,734	35,5±0,93	3,373	33,8±0,84	3,168
15	32,4±0,81	3,013	26,1±0,62	2,401	31,5±0,78	3,024	30,0±0,75	2,813
16	29,1±0,73	2,735	23,5±0,59	2,256	28,4±0,70	2,755	27,0±0,71	2,582

Формирование фотосинтетического потенциала посадок (ФПП) проходило по тем же закономерностям, что и развитие листьев. Самый мощный ФПП создали растения картофеля сортов Роко и Аризона, соответственно, в вариантах 14 и 10 при возделывании по голландской технологии + фон + K₂SO₄ при посадке. Достоверных различий ФПП между сортами картофеля не установлено. Наименьший ФПП отмечен в варианте 4 у растений сорта Аризона, что связано с меньшей площадью листьев.

Урожайность картофеля зависела от удобрений, технологии его возделывания и сорта. Выращивание картофеля по голландской технологии обеспечивает более высокую урожайность по сравнению с традиционной технологией во все годы исследований (табл. 3).

3. Урожайность клубней картофеля за годы исследований по вариантам опыта (фактор А – технология возделывания картофеля, фактор В - минеральные удобрения)

№ варианта опыта	2015 г.	2016 г.	2017 г.	В среднем за три года, т/га	Отклонение от контроля	
	т/га				т/га	%
	<i>Сорт Аризона</i>					
1(К)	30,24	25,56	25,65	27,15	-	100
2	37,96	32,27	33,12	34,45	7,30	126,9
3	35,50	30,89	31,14	32,51	5,36	119,7
4	32,74	28,46	28,65	29,95	2,8	110,3
9	38,87	34,93	35,94	36,58	9,43	134,7
10	43,57	40,84	41,89	42,10	14,95	155,1
11	41,84	37,94	39,17	39,65	12,5	146,0
12	40,13	36,88	31,71	38,24	11,09	140,9
НСР ₀₅ : фактор А	7,64	6,72	6,31	7,19	-	-
фактор В	3,27	2,94	3,72	3,71	-	-
<i>Сорт Роко</i>						
5(К)	28,96	25,02	26,24	26,74	-	100
6	35,59	31,67	32,43	33,23	6,49	124,3
7	32,65	28,45	30,43	30,51	3,77	114,1
8	29,94	26,24	27,10	27,76	1,02	103,8
13	37,88	34,24	35,08	35,73	5,99	122,4
14	43,19	39,66	40,30	41,05	14,3	153,5
15	40,65	37,24	38,63	38,84	12,1	145,3
16	39,58	35,88	36,92	37,46	10,72	140,1
НСР ₀₅ : фактор А	6,87	6,13	5,96	6,92	-	-
фактор В	3,14	2,73	3,41	3,58	-	-

В среднем за три года урожайность картофеля при голландской технологии была больше на 9,2 т/га, или на 31,4% по сравнению с традиционной технологией. Возделываемые сорта имели примерно одинаковую урожайность, но отмечалась тенденция к её росту у сорта Аризона. Однако различия в урожайности по сортам были незначительными и составляли 4,9% при традиционной (промышленной) технологии и 2,2% при голландской технологии.

Дополнительное внесение минеральных удобрений в период посадки и подкормки заметно повышало урожайность картофеля. Средняя прибавка урожая картофеля для сорта Аризона при традиционной технологии составила 26,9% при внесении K₂SO₄ при посадке, 19,7% при подкормке K₂SO₄ и 10% при подкормке КСl. При голландской технологии эти показатели составили (по сравнению с фоном), соответственно, 15,1; 8,4 и 4,5%. Для сорта Роко средняя прибавка урожая за 3 года исследований изменялась примерно в тех же пределах.

Так, для традиционной технологии средняя прибавка урожая при дополнительном к фону внесении K₂SO₄ в период посадки составила 24,3%, при подкормке K₂SO₄ – 14,1, а при подкормке КСl – 3,8%.

Таким образом, наибольшая прибавка урожая от калийных удобрений получена при внесении сульфата калия в период посадки, а наименьшая прибавка - при подкормке КСl.

В целом наиболее высокая урожайность картофеля отмечена в варианте 10 при выращивании сорта Аризона по голландской технологии с дополнительным внесением 60 кг д.в/га K₂SO₄ в период посадки, что больше аналогичного варианта 2 с традиционной технологией на 7,65 т/га (на 22%).

Был проведен корреляционно-регрессионный анализ урожайности картофеля в зависимости от технологии возделывания и вносимых удобрений и получены следующие уравнения: Для сорта Аризона

$$y_1 = -39,383 + 32,293 \cdot X_1 + 0,107 \cdot X_2,$$

$$\text{Для сорта Роко } y_2 = -33,199 + 27,936 \cdot X_1 + 0,098 \cdot X_2,$$

где y_1, y_2 – урожайность клубней картофеля, соответственно, для сортов Аризона и Роко, т/га; X_1 – технология возделывания картофеля, оцениваемая по коэффи-

циенту технологической эффективности урожайности, который определяли экспериментальным путем: 1,0 – традиционная технология, 1,25 и 1,30 – промышленная технология, соответственно, для сортов Аризона и Роко; X_2 – минеральные удобрения, определяли по NPK д.в. всего за вегетацию и составляли: фон 330 кг/га; фон + K_2SO_4 при посадке 390 кг/га; фон + K_2SO_4 при подкормке 360 кг/га; фон + KCl при подкормке 360 кг/га.

Полученные коэффициенты детерминации характеризуют тесную связь изучаемых факторов $R^2=0,87$ для сорта Аризона и $R^2=0,92$ для сорта Роко.

Исследования структуры картофеля показали, что число растений на одном кусте и общая масса клубней

на одном растении были наибольшими при выращивании картофеля по голландской технологии, а их значения были больше, соответственно, на 57,3 и 33,7% по сравнению с традиционной технологией.

Дополнительное внесение к фону сульфата калия в период посадки при выращивании картофеля по голландской технологии увеличивало число клубней на одном растении в среднем по изучаемым сортам на 37,1%, а массу клубней – на 33,9%.

При голландской технологии существенно улучшался фракционный состав клубней. Фракционный состав сортов Аризона и Роко различался несущественно (табл. 4).

4. Фракционный состав клубней картофеля по массе и числу на куст (в среднем за 2015-2017 гг.)

№ варианта	Средние данные по числу и массе клубней												Доля массы одного растения, %	
	>70 мм		70-50 мм		50-30 мм		30-20 мм		<20 мм		Всего			
	шт.	г	шт.	г	шт.	г	шт.	г	шт.	г	шт.	г	продуктивной	непродуктивной
<i>Традиционная (промышленная) технология</i>														
1	2,3	258	3,9	245	1,8	79	1,0	58	3,2	40	12,2	672	94,0	6,0
2	3,1	320	5,7	336	2,1	150	1,7	97	4,8	68	17,4	971	93,0	7,0
3	2,1	221	4,2	360	2,7	174	2,1	100	3,6	39	14,7	894	95,6	4,4
4	3,0	267	4,0	356	1,7	80	1,0	40	3,4	60	13,1	803	92,5	7,5
5	2,4	216	3,3	244	1,8	67	1,3	59	2,9	58	11,7	644	91,0	9,0
6	2,6	279	4,9	388	2,5	123	1,4	74	4,3	63	15,9	927	93,2	6,8
7	2,4	204	3,8	412	2,0	74	1,3	57	4,8	71	14,3	818	91,3	8,7
8	2,0	210	3,5	289	1,7	97	1,3	53	3,7	81	12,2	730	88,9	11,1
НСР ₀₅	0,4	48	0,6	59	0,4	53	0,6	37	1,4	21	3,6	66		
<i>Голландская технология</i>														
9	3,1	299	5,3	379	2,2	114	1,1	57	4,8	83	16,5	932	91,9	8,9
10	4,3	460	6,5	525	1,9	137	2,0	61	6,7	103	21,3	1286	92,0	8,0
11	3,4	349	4,7	477	3,6	148	2,5	76	5,4	87	19,6	1137	92,3	7,7
12	2,9	360	4,6	428	2,2	97	3,1	112	4,9	77	18,3	1074	92,8	7,2
13	2,4	227	3,8	361	2,8	146	1,5	97	3,7	44	14,2	875	95	5,0
14	3,9	379	5,9	519	3,1	147	1,2	59	5,6	88	19,7	1192	92,6	7,4
15	3,6	360	4,2	472	2,2	93	1,4	61	6,1	110	17,5	1096	90,0	10,0
16	2,8	329	3,1	347	3,0	168	2,1	107	5,8	92	16,3	1043	91,2	8,8
НСР ₀₅	0,5	55	0,7	68	0,5	61	0,4	49	1,6	28	3,9	77		

В целом, наиболее благоприятная структура фракционного состава по массе и числу клубней обеспечивалась при выращивании картофеля сорта Аризона по голландской технологии с дополнительным внесением к фону сульфата калия в период посадки в дозе 60 кг д.в/га, где наибольший удельный вес занимали крупные фракции размером >50 мм, составившие 76,6 и 50,7% соответственно.

Вывод. При выращивании картофеля по голландской технологии фазы развития наступали раньше на 3-8 дней по сравнению с традиционной (промышленной) технологией. Более раннее их наступление отмечалось в вариантах 10 сорта Аризона и 14 сорта Роко с применением голландской технологии и дополнительным к фону внесением сульфата калия в период посадки, где продолжительность вегетации от посадки до полной фазы увядания ботвы составляла, соответственно, 83 и 94 дня.

Максимальная площадь листьев растений картофеля сорта Аризона в период бутонизации (37,08 тыс. м²/га) установлена в варианте 10 с голландской технологией и дополнительным к фону внесением сульфата калия при посадке (N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ д.в.). В этом же варианте растения создали мощный фотосинтетический потенциал (ФПП=3,092 тыс. м²/га).

Наибольшая урожайность получена при выращивании картофеля сорта Аризона по голландской технологи

гии с дополнительным внесением к фону (N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ д.в.) сульфата калия в период посадки в дозе 60 кг д.в/га (вар. 10) и была больше на 7,65 т/га, или на 22,2% по сравнению с аналогичным вариантом (вар. 2) с традиционной технологией, а по сравнению с контролем (вар. 1) – на 14,95 т/га, или на 55%.

Наиболее благоприятная структура фракционного состава по массе и числу клубней также отмечалась в варианте 10, в котором масса картофеля составляла 1286 г при числе клубней 21,3 на куст. При этом наибольший удельный вес приходился на крупные фракции размером >50 мм и их масса составляла 76,6%, а непродуктивные клубни занимали 8%. По урожайности и структуре картофеля сорта Аризона и Роко существенно не различались.

Литература

1. Васько, В.Т. Технологии возделывания картофеля в условиях Черноземной зоны РФ [Текст] / В.Т. Васько, Н.В. Оболоник. – С-Пб.: ПрофиИнформ. - 2004. – 224 с.
2. Замотаев, А.И. Индустриальная технология производства картофеля [Текст] / А.И. Замотаев. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 239 с.
3. Ивенин, В.В. Картофель: адаптация голландской технологии в Волго-Вятском районе [Текст] / В.В. Ивенин, А.В. Ивенин, В.Л. Строкин, А.А. Новосадов, В.Н. Богомолов // Картофель и овощи. - 2016. - №12. – С. 26-28.
4. Индустрия картофеля (справочник) [Текст] / Е.А. Симаков, В.И. Старовойтов, Б.В. Анисимов и др. – М.: ВНИИКС, 2013. – 272 с.
5. Агротехнические особенности выращивания картофеля [Текст] / В.В. Ивенин, А.В. Ивенин; Под ред. В.В. Ивенина. – Санкт-Петербург-Москва-Краснодар: Лань, 2015. – 336 с.
6. Власенко, Н.Е. Удобрение картофеля [Текст] / Н.Е. Власенко. – М.: Агропромиздат, 1987. – 219 с.
7. Жученко, А.А.

EFFECT OF FERTILIZERS ON POTATO PRODUCTIVITY ON GRAY FOREST SOILS OF MOSCOW REGION

Yu.I. Sukharev¹, K. Koy², E.A. Piven², A.V. Shuravilin²

¹ RSAU-Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazeva ul. 49, 127550 Moscow, Russia

² Peoples' Friendship University of Russia, Miklouho-Maclaya ul.89, 117198 Moscow, Russia, e-mail: vodoem@mail.ru

The research was carried out in OOO Agrico-Eurasia of the Voskresensky District of the Moscow Region in 2015-2017. Purpose was the development of adaptive industrial technology developed in Netherlands for cultivating potatoes depending on the fertilizer applied and varietal characteristics. Potato growth processes were studied, which showed that the developmental phases occurred 3–8 days earlier compared to traditional technology. Their earlier beginning was noted in variants № 10 for Arizona variety and № 14 for Roco variety using the Dutch technology and the addition of potassium sulfate to the background during the planting period, where the growing season from planting to full wilting foliage phase was 83 and 94 days, respectively. It was established that the maximum leaf area of plants of the Arizona variety potato during budding (37.08 thousand sq. meters per ha) was in variant № 10 with Dutch technology and additional application of potassium sulfate to the background ($N_{120}P_{90}K_{120}$ of active substance) during planting. In the same variant, the plants created a powerful photosynthetic potential (3.092 thousand of sq. meters per ha) and the highest efficiency of photosynthesis – 2.22%. Studies have shown that the highest yield was obtained by growing potatoes of the Arizona variety according to the Dutch technology with additional addition of potassium sulfate to the background ($N_{120}P_{90}K_{120}$ of active substance) of potassium sulphate during planting at a dose of 60 kg of active substance per ha (var. № 10) and was higher on 7.65 t/ha, or 22.2% compared with the same variant (var. № 2) with traditional technology, and compared to the control (var. № 1) – by 14.95 t/ha, or 55%. The most favorable structure of the fractional composition by mass and number of tubers is also noted in variant 10, in which the mass of potatoes was 1286 g with the number of tubers 21.3 per bush. In general, in addition to the background of the applied fertilizers, the application of potash fertilizers during the planting and feeding period markedly increased the yield of potatoes and improved its structure.

Keywords: Moscow region, gray forest soils, technology of growing potatoes, doses of mineral fertilizers, yield.

УДК 631.811.98

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С КОМПЛЕКСОМ АМИНОКИСЛОТ НА ПШЕНИЦЕ

А.С. Пономарева, Т.Ю. Вознесенская, Д.А. Рыжова, ВНИИА
127550, Россия, Москва, ул. Прянишникова, 31А

Представлены результаты регистрационных испытаний органоминеральных удобрений на основе комплекса аминокислот на озимой и яровой пшенице. Показано, что применение их для подкормки растений в период вегетации способствует повышению устойчивости к неблагоприятным факторам среды, увеличению урожайности и улучшению качества зерна. Прибавка урожая яровой пшеницы в зависимости от вида удобрения составила 4,5-11,1% в Нижегородской области, озимой пшеницы – 3,1-10,7% в Ульяновской области.

Ключевые слова: яровая пшеница, озимая пшеница, органоминеральные удобрения, комплекс аминокислот, урожайность, прибавка урожая, качество урожая.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.105.06

Формирование высоких урожаев хорошего качества – главная задача современных агротехнологий. Все исследования направлены на решение этой сложной проблемы. Новые высокопродуктивные сорта реализуют свой биологический потенциал в лучшем случае на 30-40%, главные ограничивающие факторы – недостаточное применение минеральных удобрений, несбалансированность питания. Мировой опыт показывает, что именно эти факторы определяют величину урожая. Эффективность применения средств химизации резко возрастает при их комплексном использовании. При этом каждый отдельный компонент создает условия для того, чтобы все составляющие технологической цепочки могли проявить свое максимальное действие, способствуя росту растений и формированию высоких урожаев [1].

Одним из наиболее эффективных приемов в современных интенсивных технологиях возделывания зерновых культур становятся некорневые листовые подкормки специальными водорастворимыми комплексами удобрений, содержащие микроэлементы с аминокисло-

тами – аминокислотами. Такие подкормки особенно эффективны в критические периоды развития растений, когда потребность их в микроэлементах высокая [2].

Аминокислоты – одни из самых активных составляющих метаболизма, участвуя в самых разнообразных биохимических процессах, в синтезе белковых и ростовых веществ, определяют скорость и интенсивность роста растения [3]. Применение аминокислот в комплексных удобрениях является в настоящее время одним из самых перспективных способов повысить полифункциональность удобрений, придать им свойства биостимулирующего потенциала, которым они сами обладают. Последние исследования, проводимые во многих странах, доказывают их высокую активность как регуляторов роста растений.

Зерновые культуры – стратегический продукт питания, поэтому разработки инновационных удобрений и введение их в технологию выращивания особенно важны. Использование полифункциональных удобрений дополняет традиционные схемы минерального питания с применением основных удобрений и позволяет полу-

чить максимальный эффект и улучшение качественных характеристик [4].

Одна из основных задач проведения государственных регистрационных испытаний в РФ - определение биологической эффективности предлагаемых новых форм полифункциональных удобрений.

В данной статье представлены результаты регистрационных испытаний удобрений на основе комплекса аминокислот с макро-, мезо-, микроэлементами, проведенных в 2016-2017 гг. на зерновых культурах во Владимирской, Ульяновской и Нижегородской областях.

Цель исследования – оценить эффективность полифункциональных удобрений на основе комплекса аминокислот на яровой и озимой пшенице в условиях Нижегородской, Ульяновской, Владимирской областей.

Методика. В условиях Владимирской области (ВНИИОУ) испытывали удобрение *Фертигрейн плюс марка: Фолиар П* [(аминокислоты - 10,0%, азот (N) - 5,0, сера (SO₃) - 6,0, бор (B) - 0,1, кобальт (Co) - 0,01, медь (Cu) - 0,1, марганец (Mn) - 0,5, молибден (Mo) - 0,02, цинк (Zn) - 0,75, железо (Fe) - 0,1, органическое вещество – 40%); изготовитель - АгриТекно Фертилизантес С.Л. (Испания)].

Исследования проводили на среднеспелом сорте яровой пшеницы Сударья. Почва опытного участка - дерново-подзолистая слабокультуренная супесчаная, со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 1,3 %, подвижного фосфора – 86, обменного калия – 82 мг/кг почвы, рН_{сол} 6,4, гидролитическая кислотность – 0,8, сумма обменных оснований – 7,6 мг-экв/100 г почвы.

Предшественник – озимая пшеница. Проведена предпосевная культивация на глубину 8-10 см. Норма высева семян 170 кг/га, подкормка - аммиачная селитра в дозе N₆₀. Проведена обработка посевов баковой смесью гербицида Линтур, 135 г/га и инсектицида Конфидор, 30 г/га.

Схемы опыта:

1. Контроль - фон NPK.

2. Фон + Фертигрейн плюс марка: Фолиар П. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе кущения, 2-я – в фазе колошения, расход агрохимиката – 0,5 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

3. Фон + Фертигрейн плюс марка: Фолиар П. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе кущения, 2-я – в фазе колошения, расход агрохимиката – 1,0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

4. Фон + Фертигрейн плюс марка: Фолиар П. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе кущения, 2-я – в фазе колошения, расход агрохимиката – 2,0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

Площадь опытных делянок - 100 м², площадь учетных делянок – 50 м². Повторность – четырехкратная.

В условиях Ульяновской области (Ульяновский НИИ-ИСХ) испытывали *Органоминеральное удобрение Мастер Грин марка: Мастер Грин Zn* [(свободные аминокислоты в L-форме - 100 г/л, азот (N) - 50 г/л, цинк (Zn) – 100 г/л, органическое вещество – 70 г/л); изготовители: «Пекин Лейли Агрохимия Ко.ЛТД» (Китай), «Китайский университет океанографии и организмов» (Китай), «Циндао Брайт Мун Сивид Групп Ко., Лтд.» (Китай), «Циндао Джилинг океан технолоджи Ко., Лтд.» (Китай), «Эсфера Эко Юроп» (Испания)].

Сорт озимой пшеницы Марафон. Почва опытного участка - чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый

на желто-бурой карбонатной глине. Содержание гумуса в пахотном слое 6,47%, общего азота – 0,24%, подвижных P₂O₅ и K₂O (по Чирикову) 219 и 136 мг/кг почвы, рН 6,6, сумма поглощенных оснований 44,3 мг/кг почвы.

Предшественник – чистый пар. Посев озимой пшеницы проведен 30 августа 2015 г. Возобновление вегетации озимой пшеницы началось 13-14 апреля с переходом среднесуточной температуры воздуха через 5⁰С. Количество перезимовавших растений культуры составило 88%.

Схема опыта:

1. Контроль - фон NPK.

2. Фон + *Органоминеральное удобрение Мастер Грин марка: Мастер Грин Zn*. Некорневая подкормка растений в фазе начало колошения, расход агрохимиката – 0,3 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

3. Фон + *Органоминеральное удобрение Мастер Грин марка: Мастер Грин Zn*. Некорневая подкормка растений в фазе начало колошения, расход агрохимиката – 0,6 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

4. Фон + *Органоминеральное удобрение Мастер Грин марка: Мастер Грин Zn*. Некорневая подкормка растений в фазе начало колошения, расход агрохимиката – 0,9 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

В условиях Нижегородской области (ЦАС «Нижегородский») испытывали удобрение *Реновация марка: Финал* [азот (N) – 0,92%; калий (K₂O) – 6,38; марганец (Mn) - 0,07; цинк (Zn) - 0,01; железо (Fe) – 0,1; сера (S) – 10; магний (Mg) – 10, свободные аминокислоты – 4,0%), изготовитель - Агролабораториос Нутрисионалес, С.А. (Испания)].

Яровая пшеница сорта Эстер. Предшественник - гречиха. Осенью 2016 г. после уборки предшественника была проведена зяблевая вспашка. Весной 2017 г. выполнены боронование почвы, внесение удобрений, 2-кратная культивация, прикатывание посевов. В качестве фона внесено сложное NPK - удобрение, марка 15:15:15 из расчета по 60 кг д.в./га каждого элемента. В течение вегетации осуществлены две обработки посевов баковой смесью пестицидов.

Норма высева семян яровой пшеницы - 7,0 млн всхожих семян на 1 га.

Схема опыта:

1. Контроль - фон NPK.

2. Фон + *Реновация марка: Финал*. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе кущения, 2-я – в фазе колошения, расход агрохимиката – 0,75 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

3. Фон + *Реновация марка: Финал*. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе кущения, 2-я – в фазе колошения, расход агрохимиката – 1,0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

4. Фон + *Реновация марка: Финал*. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе кущения, 2-я – в фазе колошения, расход агрохимиката – 1,5 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

Результаты и их обсуждение. В Ульяновской области в целом метеорологические условия в вегетационный период 2016 г. из-за смещения интенсивно засушливой погоды на август месяц были благоприятными для роста и развития зерновых культур. Гидротермический коэффициент за период вегетации составил 0,8 при норме 1,0. Сумма эффективных температур

выше +5°C к 31 августа составила 2082°C, при средних многолетних данных 1556°C.

Благоприятные условия выращивания положительно влияли на урожайность озимой пшеницы. Некорневые подкормки озимой пшеницы агрохимикатом Органо-минеральное удобрение Мастер Грин марка: Мастер Грин Zn способствовали снижению поражения растений бурой ржавчиной на 1-2,5%. Под воздействием агрохимиката повышались основные показатели структуры урожая: количество продуктивных стеблей увеличилось – на 0,5-2,1%, длина колоса – на 4,5-11,4, масса 1000 зерен – на 3,1-8,7% (табл. 1).

1. Урожайность и качество озимой пшеницы сорта Марафон (Органо-минеральное удобрение Мастер Грин марка: Мастер Грин Zn, 2016 г.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю		Масса 1000 зёрен, г	Белок %	Клейковина %
		ц/га	%			
Контроль - фон NPK	35,2	-	-	38,1	13,7	24,5
Фон + Органо-минеральное удобрение Мастер Грин марка: Мастер Грин Zn, 0,3 л/га	36,3	1,1	3,1	39,3	14,1	25,7
Фон + Органо-минеральное удобрение Мастер Грин марка: Мастер Грин Zn, 0,6 л/га	37,8	2,6	7,4	41,3	14,6	26,2
Фон + Органо-минеральное удобрение Мастер Грин марка: Мастер Грин Zn, 0,9 л/га	39,1	3,9	10,7	41,4	14,8	26,6
HCP ₀₅	1,4	-	-	-	-	-

Применение удобрения способствовало достоверному повышению урожайности относительно контроля на 2,6-3,9 ц/га, или на 7,4-10,7%. Содержание белка и клейковины в зерне увеличилось – на 0,4-1,1% и на 1,2-2,1% соответственно.

Оценка метеоусловий вегетационного периода 2017 г. во Владимирской области показала, что в период нарастания вегетативной массы от всходов до начала цветения отмечался существенный недостаток тепла. Среднемесячные температуры отклонялись от нормы на -2,6-3,0°C. При этом количество осадков вплоть до фазы цветения было значительно: в 1,2-1,8 раза выше среднемноголетнего уровня. С третьей декады июля, в момент перехода растений яровой пшеницы от вегетативного к репродуктивному развитию, произошла резкая смена погоды от прохладной и избыточно влажной к жаркой и засушливой. В целом за вегетационный период сумма активных температур составила 1511°C, сумма осадков – 292 мм, гидротермический коэффициент увлажнения по Селянинову – 1,93.

Погодные условия негативно сказались на величине урожая и качестве зерна. Несмотря на это на яровой пшенице сорта Сударыня применение агрохимиката Фертигрейн плюс марка: Фолиар П позволило получить прибавку урожая 6,4-11,1% (табл. 2).

Содержание сырого протеина в зерне оставалось на уровне контроля. Вместе с тем, в связи с увеличением урожайности сбор протеина с 1 га повысился на 4,4-11,5%.

В Нижегородской области условия вегетации 2017 г. характеризовались неравномерным распределением гид-

ротермических ресурсов. Сложившиеся погодные условия сдвинули начало весенних посевных работ на 10-14 дней. Вторая - третья декады мая отличались пониженным температурным фоном и неравномерным увлажнением: во второй декаде выпало осадков 62% от нормы, а третьей декаде вновь характеризовалась повышенным увлажнением – 108% от нормы. В результате холодные и влажные условия мая затормозили появление всходов яровой пшеницы, фаза полных всходов наступила только через 10 дней после посева.

2. Урожайность и качество яровой пшеницы сорта Сударыня (Фертигрейн плюс марка: Фолиар П, 2017 г.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю		Масса 1000 зёрен, г	Белок %	Клейковина %
		ц/га	%			
Контроль - фон N ₆₀	18,3	-	-	31,7	11,9	29,1
Фон + Фертигрейн Фолиар, 0,5 л/га (кущение) + 0,5 л/га (колошение)	20,4	2,1	11,1	31,7	11,9	26,8
Фон + Фертигрейн Фолиар, 1,0 л/га (кущение) + 1,0 л/га (колошение)	20,0	1,7	6,4	31,8	11,6	27,3
Фон + Фертигрейн Фолиар, 2,0 л/га (кущение) + 2,0 л/га (колошение)	19,2	0,9	4,5	31,4	11,9	26,5
HCP ₀₅	1,6	-	-	2,6	-	-

Обилие влаги и пониженный температурный фон задерживали наступление фаз развития растений яровой пшеницы, способствовали формированию большой вегетативной массы и дополнительному кущению. Со II декады июля установились комфортные условия для роста растений и формирования зерна. К концу августа яровая пшеница достигла уборочной спелости. В целом период вегетации 2017 г. характеризовался пониженным температурным фоном и повышенным количеством осадков, преимущественно в первой его половине.

В условиях Нижегородской области применение агрохимиката Реновация марка: Финал для некорневой подкормки посевов яровой пшеницы сорта Эстер способствовало увеличению высоты растений на 5-8 см, длины колоса – на 18,9-24,3%, количества зерен в колосе – на 26,1-34,8, массы 1000 зерен - на 6,55%. Прибавка урожая зерна составила 8,2% (табл. 3).

3. Урожайность и качество яровой пшеницы сорта Эстер (Реновация марка: Финал, 2017 г.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю		Масса 1000 зёрен, г	Белок, %	Клейковина, %
		ц/га	%			
Контроль - фон NPK	31,9	-	-	37,38	11,9	19,0
Фон + Реновация марка: Финал, 0,75 л/га	34,0	2,1	6,6	38,33	12,2	18,0
Фон + Реновация марка: Финал, 1,0 л/га	34,5	2,6	8,2	39,83	12,3	18,7
Фон + Реновация марка: Финал, 1,5 л/га	34,1	2,2	6,9	39,13	12,0	18,6
HCP ₀₅	2,4	-	-	2,1	-	-

Применение агрохимиката Реновация марка: Финал посредством проведения двукратных некорневых подкормок не ухудшило хлебопекарные свойства зерна

яровой пшеницы: содержание сырой клейковины составило 18-19%, ИДК - 74-77 ед., что позволило получить зерно более высокого класса по наличию белка.

Заключение. По результатам исследований в различных почвенно-климатических зонах Российской Федерации определены оптимальные концентрации и дозы расхода удобрений на основе комплекса аминокислот с микроэлементами. Все исследуемые удобрения положительно влияли на продуктивность растений и качество выращенной продукции. Прибавка валового урожая колебалась от 4,5 до 17,8% при урожайности на контроле 7,3-18,3 ц/га во Владимирской области, от 3,1 до 10,7% при урожайности на контроле 35,2 ц/га в Ульяновской области, от 6,6 до 8,2% при урожайности на контроле 31,9 ц/га в Нижегородской области.

Полученные результаты возможно использовать в дальнейшем в технологии выращивания зерновых культур.

Литература

1. *Современные проблемы науки и производства в агроинженерии: Учебник / Под ред. А. И. Завражнова.* – СПб: Лань, 2013. - 496 с.
2. *Аминокислоты для подкормки урожая.* [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agroperspectiva.com.ua/ru/aminokisloty-dlja-podkormki-urozhaia/>
3. Intedhar Abbas Marhoon, Majeed Kadhim Abbas, Effect of foliar application of seaweed extract and amino acids on some vegetative and anatomical characters of two sweet pepper (*Capsicum Annuum* L.) cultivars // *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences (IJSAS)*, 2015, Vol. 1. Is. 1. PP 35-44.
4. *Котиков М.В., Богомаз М.А., Ториков В.Е.* Урожайность сортов картофеля при применении водорастворимых удобрений Террафлекс // *Проблемы агрохимии и экологии.* - 2011. - №2. – С. 58-60.

EFFICIENCY OF APPLICATION OF ORGANOMINERAL FERTILIZERS WITH THE COMPLEX OF AMINO ACIDS ON WHEAT

A.S. Ponomareva, T.Yu. Voznesenskaya, D.A. Ryzhova
Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127550 Moscow, Russia

The results of registration trials of organomineral fertilizers based on a complex of amino acids on winter and spring wheat are presented. It is shown that their application for fertilizing plants during vegetation contributes to the increase of resistance to unfavorable environmental factors, increase in yield and improve the quality of grain. The increment of spring wheat yield, depending on the type of fertilizer, was 4.5-11.1% – in Nizhny Novgorod region, winter wheat – 3.1-10.7% – in the Ulyanovsk region.

Key words: spring wheat, winter wheat, organomineral fertilizers, complex of amino acids, yield, yield increase, crop quality.

УДК 633.811:631.559.2:633.15

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ СЕМЯН КУКУРУЗЫ АГРОХИМИКАТОМ ВУКСАЛ ТЕРИОС УНИВЕРСАЛ НА РОСТ, ФОРМИРОВАНИЕ РЕПРОДУКТИВНЫХ ОРГАНОВ И УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ

Я.К. Тосунов, к.с.-х.н., Н.В. Чернышева, к.б.н., А.Я. Барчукова, к.с.-х.н.,
Кубанский ГАУ им. И.Т. Трубилина

Изучено в полевом опыте действие агрохимиката Вуксал Териос Универсал, при обработке им семян перед посевом, на рост, формирование початков и урожайность кукурузы. Результаты исследований показали, что наиболее эффективной оказалась обработка семян испытываемым агрохимикатом с нормой расхода 5,0 л/т (расход рабочего раствора – 10 л/т). В указанном варианте формировались более крупные по длине (18,5 см, на контроле – 16,6 см), озерненности (433,7 шт., на контроле – 354,5 шт.) и массе (145,23 г, на контроле – 120,31 г) початки. Прибавка урожая зерна кукурузы составила 22,1 %, при урожайности на контроле – 56,2 ц/га.

Ключевые слова: кукуруза, Вуксал Териос Универсал, стимуляция, рост, початок, урожайность.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.105.07

Кукуруза – культура высокой продуктивности и многостороннего использования, что обусловлено содержанием в зерне углеводов (65-70 %), белка (9-12 %), жира (4-8 %), минеральных солей, витаминов, незаменимых аминокислот, безазотистых экстрактивных и других веществ. В мире на продовольственные цели используется около 20 % производимого зерна кукурузы. В мировом зерновом балансе кукуруза занимает третье место (после риса и пшеницы) и возделывается в основном как зерновая культура. В России посевы ее используют, прежде всего, для получения силоса. Основными производителями зерна кукурузы являются Краснодарский и Ставропольский края, Кабардино-Балкарская Республика, Ростовская, Белгородская, Воронежская и Саратовская области [9, 15].

Урожайность зерна и зеленой массы кукурузы в значительной степени зависит от биологических особенностей сорта (гибрида), почвенно-климатических усло-

вий, качества посевного материала. Семена кукурузы начинают прорастать при температуре воздуха 8-10⁰С, но более активно при 10-12⁰С [4]. Некоторые авторы [11, 16] рекомендовали ранние сроки посева, что приводило к сильному повреждению вредителями (до 16,5 %) и поражению болезнями (до 15 %).

Ключевым фактором получения высоких урожаев зерна кукурузы является качество посевного материала. Существенное снижение полевой всхожести семян кукурузы может быть вызвано широким спектром патогенов и вредителей. Проростки поражаются целым комплексом возбудителей болезней грибной этиологии из родов *Pythium spp.*, *Fusarium spp.*, *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Alternaria spp.* и др., что не только ослабляет рост растений, но и снижает продуктивность.

Цель исследований – изучить влияние предпосевной обработки семян кукурузы на рост растений и урожайность.

Методика. Полевой опыт был заложен на черноземе выщелоченном на полях учхоза «Кубань» КубГАУ. Объект исследования – гибрид кукурузы Pioneer 39 Ф 58 / ПР 39 Ф 58.

Схема опыта включала: контроль – без обработки семян, опытные варианты – предпосевная обработка семян кукурузы испытуемым агрохимикатом Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал в норме 4,0; 5,0, 6,0 л/т. Расход рабочего раствора – 10 л/т семян.

Учетная площадь делянок – 25 м², повторность – четырехкратная.

Отбор растительных проб для определения показателей роста (высоты растений, биомассы и сухой массы надземных органов; длины и ширины листьев, их площади и массы) проводили в начале фазы созревания.

В фазе полной спелости (перед уборкой) отбирали 10 типичных растений с варианта для проведения структурного анализа урожая (определения размера початка: диаметра и длины, количества и массы семян с початка, выхода зерна, массы 1000 зерен).

Урожайность определяли по общему валу убранных с учетной площади початков (урожайность в початках) с последующим их обмолотом (урожайность зерна).

Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [3].

Исследуемый гибрид Pioneer 39 Ф 58 / ПР 39 Ф 58 – среднеранний, вегетационный период - 80-85 дней. Пригоден к раннему посеву (в начале апреля), когда почва прогреется до температуры 8-10 °С, что дает возможность растениям в фазе цветения уйти от начала летней засухи. Устойчив к пузырчатой и легкой головне, пыльной сажке. Пригоден к выращиванию в разных регионах, обладает высокой урожайностью.

Испытуемый агрохимикат Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал – комплексное минеральное удобрение с микроэлементами, содержит азот (N), фосфор (P₂O₅), медь (Cu), марганец (Mn), молибден (Mo), цинк (Zn), серу (S). Входящие в состав препарата медь, марганец, цинк – хелатированы ЭДТА.

Результаты и их обсуждение. В технологии возделывания сельскохозяйственных культур широко используют агрохимикаты и регуляторы роста для обработки семян и растений [1, 10, 12, 13] с целью повышения качества посевного материала, активизации роста и развития, повышения урожайности. Ранее было установлено, что обработка семян смесью фунгицида, стимуляторов роста, макро- и микроэлементов, водосорбента не только повышает энергию прорастания и всхожесть, но и позволяет защитить прорастающие семена и проростки от холода, стимулировать рост и развитие растений [2, 6, 8, 14].

Как показали исследования (табл. 1), обработка семян кукурузы агрохимикатом Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал, содержащим макро- и микроэлементы (N, P, S, Cu, Mn, Mo, Zn), усиливает ростовые процессы. В опытных вариантах формировались более высокорослые растения, чем на контроле. При этом абсолютные значения высоты растений и массы надземных органов существенно изменялись в зависимости от нормы препарата. Максимальные абсолютные значения рассматриваемых в таблице 1 показателей отмечены в варианте с применением испытуемого препарата в норме 5,0 л/т (расход рабочего раствора – 10 л/т). Дальнейшее повышение нормы препарата приводило к некоторому снижению значений показателей, что обу-

словлено действием на растения элементов, входивших в состав агрохимиката.

Установлено, что растения не могут нормально функционировать без серы, но ее избыток в среде и тканях способствует угнетению и даже гибели растений. Угнетение роста корней, а следовательно и растения в целом, вызывает избыток молибдена. К нарушению роста и развития растений приводит также избыток марганца [5, 7].

1. Влияние обработки семян агрохимикатом Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал на рост растений кукурузы

Вариант опыта	Высота растений, см	Масса надземных органов, г	
		сырая	сухая
Контроль – без обработки семян	154,8	266,39	131,33
Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал – обработка семян (4,0 л/т)	167,0	351,30	166,87
Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал – обработка семян (5,0 л/т)	173,1	383,84	177,72
Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал – обработка семян (6,0 л/т)	165,9	332,52	158,61
НСР ₀₅	7,9	15,61	7,57

С учетом изложенного следует, что применение испытуемого агрохимиката в максимальной норме (6,0 л/т) вызывает, по сравнению с оптимальной нормой (5,0 л/т), некоторое угнетение роста растений кукурузы, возможно, из-за дисбаланса входящих в состав испытуемого препарата элементов.

Растения обладают способностью избирательно поглощать различные минеральные элементы из окружающей среды. При отсутствии необходимого элемента для культуры, его избытке или недостатке нарушается жизнедеятельность всего организма или отдельного органа.

2. Влияние обработки семян агрохимикатом Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал на нарастание листового аппарата растений кукурузы

Вариант опыта	Число листьев	Размеры листа, см		Площадь листьев, дм ²
		длина	ширина	
Контроль – без обработки семян	13,0	63,6	6,1	23,70
Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал – обработка семян (4,0 л/т)	13,3	69,7	7,1	30,93
Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал – обработка семян (5,0 л/т)	13,8	71,3	7,2	33,30
Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал – обработка семян (6,0 л/т)	13,0	66,2	6,7	27,10
НСР ₀₅	0,6	3,2	0,3	1,40

Размер листовой поверхности имеет решающее значение для получения максимального урожая, вследствие того, что в накоплении ассимилятов, откладываемых в обертки и стержень, а затем в семена, основное участие принимают листья, в пазухах которых образуются початки. Как видно из данных таблицы 2, максимальное число более крупных листьев с максимальной суммарной листовой поверхностью формировалось в варианте с обработкой семян агрохимикатом Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал в норме 5,0 л/т (расход рабочего раствора – 10 л/т семян).

Значительная листовая поверхность в период завязывания генеративных органов способствует активному синтезу ассимилятов и рациональному перераспределению их в початки и семена.

3. Влияние агрохимиката Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал на формирование элементов структуры урожая кукурузы

Вариант опыта	Размеры початка, см		Число		Масса, г			Выход зерна, %
	длина	диаметр	рядков	зерен в початке	початка	зерна с расцветания	1000 зерен	
Контроль – без обработки семян	16,6	3,8	14	354,5	120,31	96,37	270,6	80,1
Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал – обработка семян (4,0 л/т)	17,2	4,4	16	397,9	136,51	111,94	283,7	82,0
Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал – обработка семян (5,0 л/т)	18,5	4,8	16	433,7	145,23	122,28	289,8	84,2
Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал – обработка семян (6,0 л/т)	18,1	4,5	16	406,9	138,63	116,03	287,0	83,7
НСР ₀₅	0,8	0,2	0,7	19,3	6,24	5,25	12,8	

Данные таблицы 3 показывают, что наиболее крупные по размеру, массе и озерненности початки сформировались в варианте с применением испытуемого агрохимиката в норме 5,0 л/т. Уменьшение и повышение нормы препарата снижали в некоторой степени значения рассматриваемых показателей, но они были выше контрольного варианта. Следует отметить, что во всех опытных вариантах не только формировалось больше зерен в початке, но зерна были более крупные и выполненные. Об этом свидетельствуют данные массы 1000 зерен и общая масса зерна с початка, последняя положительно сказалась на выходе зерна.

Исследования показали, что улучшение роста и развития растений кукурузы, в зависимости от применения в технологии ее возделывания агрохимиката Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал, обеспечило соответствующие уровни продуктивности структуры урожая, а следовательно повлияло на величину урожая.

Как показали исследования (табл. 4), обработка семян кукурузы перед посевом агрохимикатом Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал способствовала повышению урожайности. Причем, при всех исследуемых нормах разница в урожайности была существенной. Максимальная урожайность кукурузы получена при применении испытуемого агрохимиката в норме 5,0 л/т. Очевидно, в указанном варианте условия произрастания складывались наиболее благоприятно для роста и развития растений кукурузы и получения высокого урожая.

4. Влияние агрохимиката Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал на урожайность кукурузы

Вариант опыта	Урожайность в початках, ц/га	Прибавка к контролю		Урожайность зерна, ц/га	Прибавка к контролю	
		ц/га	%		ц/га	%
Контроль – без обработки семян	70,1	-	-	56,2	-	-
Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал – обработка семян (4,0 л/т)	76,9	6,8	9,7	63,1	6,9	12,3
Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал – обработка семян (5,0 л/т)	81,5	11,4	16,3	68,6	12,4	22,1
Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал – обработка семян (6,0 л/т)	79,2	9,1	13,0	66,3	10,1	18,0
НСР ₀₅	3,4			2,8		

Заключение. Результаты исследований показали, что обработка семян кукурузы перед посевом комплексным минеральным удобрением с микроэлементами Вуксал марки: Вуксал Териос Универсал способствовала получению сильных всходов, усилению роста растений, формированию более крупных по размеру, массе и озерненности початков, повышению урожайности. Наиболее высокие значения показателей роста, структурных элементов урожайности и урожайность получены в варианте с применением испытуемого агрохимиката в норме 5,0 л/т (расход рабочего раствора – 10 л/т).

Литература

- Барчукова А.Я. Способ предпосевной обработки семян пасленовых культур / А.Я. Барчукова, Т.П. Косулина, Н.В. Чернышева, Я.К. Тосунов, Д.Ю. Косулина, С.В. Маслов, Т.В. Воскобойникова, В.Г. Калашникова // Патент на изобретение RUS 2331999, 2006.
- Барчукова А.Я. Влияние обработки семян кукурузы препаратами ряда тетрагидропиридопиримидина на посевные качества / А.Я. Барчукова, Е.А. Кайгородова, Е.С. Костенко, Н.В. Чернышева // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2016. - № 1. - С. 74-78.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. - М.: Колос, 1985. - 351 с.
- Задонцев А.И. Устойчивость семян кукурузы к низким температурам в условиях продолжительного охлаждения / А.И. Задонцев, Б.Д. Макаров // Вестник с.-х. науки. - 1968. - № 8.
- Имоно М. Выращивание риса при обработке его в начальный период медью, никелем, кобальтом, цинком и марганцем / М. Имоно, У. Китагиси // Нипон додзе хирегаку дзасси. - 1966. - Т. 37. - № 7. - С. 372-377.
- Косулина Т.П. Средство для повышения всхожести семян, увеличения урожайности пшеницы, риса и сахарной свеклы / Т.П. Косулина, В.Г. Калашникова, А.Я. Барчукова, Н.Н. Ненько, Г.Е. Гоник, В.П. Смоляков, В.Г. Кульневич, Н.В. Чернышева // Патент на изобретение RUS № 2178246, 2002.
- Полякова Л.Я. О метаболизме серы в растениях / Л.Я. Полякова // Серное питание и продуктивность растений. - Киев: Наукова Думка, 1983. - С. 30-45.
- Посконин В.В. Средство, одновременно стимулирующее рост растений и повышающее их устойчивость к засухе / В.В. Посконин, В.А. Бадовская, Н.И. Ненько, А.Я. Барчукова, В.М. Ковалев // Патент на изобретение RUS 2133092.
- Третьяков Н.Н. Кукуруза / Н.Н. Третьяков // Растениеводство. - М., 1981.
- Томашевич, Н. С. Влияние обработки семян и растений различными формами препарата Лигноумат Супер на урожайность и качество риса / Н. С. Томашевич, А. Я. Барчукова. - Краснодар: ВНИИ риса// Рисоводство. - 2013. - № 6(75). - С. 21-22.
- Усанова З.И. Сроки сева кукурузы / З.И. Усанова // Тул. С.-х. ст., 1967. - Т. 1.

12. Фаттахов С.Г. Способ предпосевной обработки семян риса / С.Г. Фаттахов, А.Я. Барчукова, Н.В. Чернышева, А.И. Коновалов, О.Г. Синяшин // Патент на изобретение RUS 2354106 от 05.04.2007.
13. Фаттахов С.Г. Способ предпосевной обработки семян подсолнечника / С.Г. Фаттахов, А.Я. Барчукова, В.С. Резник, Н.В. Чернышева, А.И. Коновалов, О.Г. Синяшин // Патент на изобретение RUS 2354105 от 05.04.2007.
14. Федулов, Ю. П. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды: учебное пособие / Ю. П. Федулов, В.Ю. В. Котляров, К.

- А. Доценко, Я. К. Тосунов, А. Я. Барчукова, Ю. В. Подушин, Л. А. Оберюхтина. – Краснодар: КубГАУ, 2015.
15. Фролов С.А. Кукуруза (агроклиматические ресурсы, биология, технология возделывания): монография / С.А. Фролов. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – 142 с.
16. Черников В. Лучший срок – ранний / В. Черников // Уральская нива. - 1972. – № 4.

THE INFLUENCE OF MAIZE SEED TREATMENT WITH “WUXAL TERIOS UNIVERSAL” AGROCHEMICAL ON THE GROWTH, FORMATION OF REPRODUCTIVE ORGANS AND YIELD OF MAIZE

Ya.K. Tosunov, N.V. Chernisheva, A.Ya. Barchukova
Kuban State Agrarian University,
Kalinina ul. 13, 350044 Krasnodar, Russia, e-mail: nv.chernisheva@yandex.ru

We studied in a field experiment the effect of seed pretreatment with agrochemical “Wuxal Terios Universal” on growth, formation of ears and yield. The results of the research showed that the most effective approach was the treatment of seeds with tested drug with a flow rate of 5.0 L/t (the flow rate of the working solution is 10 L/t). In this variant, formed cobs were longer (18.5 cm versus 16.6 cm in the control), had higher value of grains per ear parameter (433.7 versus 354.5 in the control) and heavier (145.23 g versus 120.31 g in the control). The increase of grain yield was 22.1% with 0.56 t/ha in the control.

Key words: maize, Wuxal Terios Universal, stimulation, growth, cob, yield.

УДК 633.811:631.559.2:633.853.52

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РАСТЕНИЙ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ЕЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА

Д.Н. Запищоцкий, А.Я. Барчукова, к.с.-х.н., Кубанский ГАУ им. И.Т. Трубилина

Учитывая, что фотосинтетическая деятельность растений в посевах тесно связана с получением высокого урожая и возможностью управлять его формированием, весьма актуально изучение действия испытуемых препаратов на этот физиологический процесс. Показано, по результатам исследований, что наиболее эффективной была обработка растений сои гуминовыми препаратами – в фазах трех настоящих листьев и ветвления (расход препарата – 500 мл/га, рабочего раствора – 200 л/га). При их применении наиболее активно шел процесс нарастания листового аппарата вследствие усиления жизнеспособности листьев и продления срока их жизни. Под действием гуматов, особенно препарата Бигус, в листьях растений сои возросло содержание пигментов, повысилась продуктивность работы листьев и чистая продуктивность фотосинтеза [в период бутонизация – цветение – 4,48-5,23, на контроле – 4,06 г/(м²·сут); цветение – плодоношение – 6,08-6,74 и 5,77 г/(м²·сут) соответственно].

Ключевые слова: соя, регуляторы роста, обработка растений, активизация, нарастание листового аппарата, продуктивность работы листьев, чистая продуктивность фотосинтеза, синтез пигментов.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.105.08

Фотосинтезу принадлежит ведущая роль в получении высокого урожая сельскохозяйственных культур, в том числе сои, так как в процессе его образуется органическое вещество, используемое для формирования репродуктивных органов. Учитывая, что основным органом фотосинтеза является лист, фотосинтетическая активность растения должна быть направлена на образование мощного листового аппарата.

Во многих работах отмечалась прямая связь между площадью листьев и урожайностью [7, 10]. Поэтому приемы, приводящие к улучшению развития и увеличению площади листьев, являются главным средством в борьбе за высокую урожайность.

Следует отметить, что на процесс нарастания листовой поверхности значительное влияние оказывают климатические стрессы (высокая температура, длительная засуха), вызывающие преждевременное старение и отмирание листьев. Рядом исследователей установлено, что обработка семян перед посевом и растений в период вегетации агрохимикатами и регуляторами роста не только усиливает процесс листообразова-

ния, но и повышает устойчивость растений к климатическим стрессам [2, 3, 9, 11, 12].

Цель исследований – изучить влияние обработки растений сои испытуемыми регуляторами роста на их фотосинтетическую активность и выявить наиболее эффективный препарат.

Методика. На полях Первомайской СОС в условиях полевого опыта в 3-польном зерносвекловичном севообороте (1 – соя, 2 – озимая пшеница, 3 – сахарная свекла) изучали влияние на фотосинтетическую деятельность растений сои двукратного применения в фазах трех настоящих листьев и ветвления разных групп препаратов: ТЯК и Янтарин на основе янтарной кислоты (0,01 %-ный раствор), Силк и Вэрва – действующее вещество – три-терпеноиды (расход препарата – 100 мл/га); Бигус и Гидрогумин – гуминовые препараты (500 мл/га). Расход рабочего раствора – 200 л/га. Опрыскивание растений проводили ранцевым опрыскивателем.

Учетная площадь делянок – 25 м², повторность – четырехкратная.

Применяемые в опыте регуляторы роста экологически безопасны, не обладают побочными для живых ор-

ганизмов и окружающей среды эффектами, а также кумулятивными, мутагенными и канцерогенными свойствами. Препараты рекомендованы к применению в сельскохозяйственном производстве и личных подсобных хозяйствах на территории Российской Федерации.

Объект исследования – соя сорта Вилана.

Растительные образцы (по 20 типичных растений с варианта опыта) для определения площади листьев (методом высечек), содержания в них пигментов [4], продуктивности работы листьев и чистой продуктивности фотосинтеза [7] отбирали в фазы бутонизации, цветения и формирования бобов.

Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [5].

Почва экспериментального поля – чернозем типичный слабогумусный сверхмощный, имеет среднее содержание гумуса, среднюю нитрификационную способность, повышенное содержание подвижного фосфора, среднее – обменного калия.

Погодные условия в период вегетации сои складывались неблагоприятно, они характеризовались повышенным термическим режимом, особенно в июле - августе. Температура воздуха в этот период превышала 35 °С. На поверхности почвы максимум достигал 66 °С. Продуктивной влаги в метровом слое почвы в августе практически не было. Растения находились в условиях воздушной и почвенной засухи.

Результаты и их обсуждение. Соя предъявляет высокие требования к факторам жизни и в первую очередь к температуре воздуха. Максимально безвредные температуры прогревания воздуха для роста и развития растений сои 30-35 °С, при более высоких температурах происходит угнетение физиологических процессов с наступлением стрессовых ситуаций, что вызывает снижение величины и качества урожая [1].

Величина урожая определяется двумя основными факторами – размером и скоростью образования площади листьев и временем активной деятельности. В сложившихся погодных условиях в год исследований двукратная обработка растений сои испытуемыми препаратами оказала существенное влияние на формирование листового аппарата (табл. 1).

1. Влияние испытуемых препаратов на нарастание листового аппарата растений сои (среднее за 2014-2016 гг.)

Вариант опыта	Бутонизация		Цветение		Формирование бобов	
	число листьев на растение	площадь листьев, см ² /раст.	число листьев на растение	площадь листьев, см ² /раст.	число листьев на растение	площадь листьев, см ² /раст.
Контроль	6,1	422,9	14,6	672,1	12,1	565,0
ТЯК	6,4	438,5	16,3	697,7	14,2	572,9
Янтарин	6,6	445,6	17,4	714,7	14,5	609,0
Силк	6,6	461,2	18,1	729,9	15,3	616,9
Вэрва	7,0	473,9	18,7	748,2	17,0	656,6
Бигус	7,5	490,6	21,0	801,2	18,5	719,3
Гидрогумин	7,4	489,2	20,5	782,5	18,0	683,3
НСР ₀₅	0,3	21,0	0,8	32,4	0,7	29,5

Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что все изучаемые регуляторы роста существенно усиливали листообразование по фазам вегетации растений сои. Больших размеров площадь листьев достигла в фазе цветения как в контрольном, так и в опытных вариантах. Однако максимальной она была в варианте с двукратной обработкой растений сои гуминовыми препаратами, особенно препаратом Бигус (норма

расхода препарата – 500 мл/га, расход рабочего раствора – 200 л/га).

Преждевременное старение листьев происходит под действием климатических стрессов. При недостатке влаги ограниченные запасы ее в почве расходуются быстрее. Это приводит к отмиранию листьев, а следовательно, к снижению фотосинтетической активности растений.

Значительное увеличение числа и площади листьев в вариантах с применением гуминовых препаратов обусловлено механизмом их действия. Гуматы ускоряют рост и развитие растений, стимулируют цветение и плодообразование, повышают устойчивость растений к неблагоприятным факторам (высокая температура, засуха, солнечная радиация). Исходя из этого, двукратную обработку растений сои гуматами, особенно препаратом Бигус, можно рассматривать как способ более полного использования климатических ресурсов для фотосинтетической деятельности растений сои при длительной засухе и высоких температурах.

Меньший разрыв в значениях рассматриваемых в таблице 1 показателей при применении других групп регуляторов (на основе янтарной кислоты и терпеноиды) обусловлен тем, что они, как и гуматы, обладают высокой росторегулирующей способностью и значительно меньшей стрессоустойчивостью.

2. Влияние испытуемых препаратов на фотосинтетическую деятельность растений сои (среднее за 2014-2016 гг.)

Вариант опыта	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/(м ² ·сут)		Продуктивность работы листьев, г/дм ²		
	бутонизация – цветение	цветение – формирование бобов	бутонизация	цветение	формирование бобов
Контроль	4,06	5,77	1,23	1,28	2,51
ТЯК	4,48	6,08	1,31	1,38	2,73
Янтарин	4,97	6,35	1,31	1,45	2,78
Силк	4,94	6,57	1,32	1,46	2,85
Вэрва	5,06	6,61	1,40	1,52	2,84
Бигус	5,23	6,74	1,45	1,53	2,81
Гидрогумин	5,12	6,68	1,42	1,51	2,85

Как показали исследования (табл. 2), испытуемые регуляторы роста благоприятно влияли на повышение чистой продуктивности фотосинтеза и продуктивность работы листьев.

Основной предпосылкой для фотосинтеза является наличие хлорофилла. Применение в технологии возделывания сои испытуемых препаратов, повышающих жизнеспособность листьев и продлевающих срок их жизни, усиливают в них синтез пигментов во всех указанных фазах вегетации (бутонизация, цветение, формирование бобов).

Максимальное содержание в листьях растений сои пигментов отмечено в фазе цветения как в контрольном, так и в опытных вариантах, что связано с активизацией в этот период ассимиляционных процессов и возможностью более рационального перераспределения накопленных ассимилятов в формирующиеся репродуктивные органы.

Вместе с тем, необходимо отметить, что высокие температуры и засуха в период после цветения растения ускоряют, как отмечалось ранее, старение листьев и преждевременное разложение хлорофилла с последующим ослаблением фотосинтеза. Однако, двукратная обработка растений испытуемыми препаратами, особенно гуматами, усиливает фотосинтетическую дея-

тельность растений, ослабляя воздействие на них климатических стрессов.

3. Влияние испытуемых препаратов на содержание пигментов в листьях сои, мг/г сырого вещества (среднее за 2014-2016 гг.)

Вариант опыта	Бутонизация		Цветение		Формирование бобов	
	хлорофилл $a + b$	каротиноиды	хлорофилл $a + b$	каротиноиды	хлорофилл $a + b$	каротиноиды
Контроль	2,30	0,51	2,44	0,55	2,13	0,48
ТЯК	2,43	0,54	2,60	0,57	2,28	0,51
Янтарин	2,44	0,53	2,63	0,59	2,29	0,51
Силк	2,54	0,56	2,75	0,61	2,40	0,52
Вэрва	2,65	0,60	2,91	0,66	2,48	0,55
Бигус	2,77	0,64	3,03	0,71	2,57	0,59
Гидрогумин	2,69	0,62	2,96	0,68	2,52	0,56

Заключение. Результаты исследований показали, что двукратная обработка растений сои (1-я в фазе трех настоящих листьев, 2-я – в фазе ветвления) испытуемыми препаратами повышает облиственность растений сои, продуктивность работы листьев и чистую продуктивность фотосинтеза, усиливает синтез пигментов в листьях.

Наиболее эффективным был вариант с применением в технологии возделывания сои препарата Бигус, при обработке им растений (расход препарата – 500 мл/га, рабочего раствора – 200 л/га) значения показателей фотосинтетической активности (площадь листьев, продуктивность работы листьев, чистая продуктивность фотосинтеза, содержание в листьях пигментов) были максимальными.

PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF SOYBEAN PLANTS DEPENDING ON THE APPLICATION OF GROWTH REGULATORS DURING CULTIVATION

D.N. Zapisotsky, A.Ya. Barchukova
Kuban State Agrarian University,

Kalinina ul. 13, 350044 Krasnodar, Russia, e-mail: nv.chernisheva@yandex.ru

Given that the photosynthetic activity of plants in crops is closely correlated with obtaining a high yield and the ability to control its formation, it is very important to study the effect of the tested drugs on this physiological process. The results of the research showed that the most effective was the treatment of soybean plants with humic preparations-in the phases of three real leaves and branching (the drug consumption is 500 ml/ha, the working solution is 200 L/ha). Under their application, the most active was the process of growth of the leaf apparatus due to the increased viability of the leaves and the extension of their life. Under the action of humates, especially the preparation Bigus, in the leaves of soybean plants increased the content of pigments, increased productivity of leaves and pure productivity of photosynthesis (during budding-flowering – 4.48-5.23, in the control – 4.06 g/m² in a day; flowering-fruiting – 6.08-6.74 and 5.77 g/m² in a day, respectively).

Key words: soybean, growth regulators, plant treatment, activation, leaf growth, leaf productivity, net productivity of photosynthesis, synthesis of pigments.

УДК 633.18:631.811

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОХИМИКАТА ОПТИСИЛ НА РИСЕ

*Н.В. Чернышева, к.б.н., А.Я. Барчукова, к.с.-х.н., Я.К. Тосунов, к.с.-х.н.,
Кубанский ГАУ им. И.Т. Трубилина*

Работа поддержана грантом РФФИ №16-44-230270 «Изучение механизмов действия на растения комплексов физиологически активных веществ с целью эффективного управления продукционным процессом в агрофитоценозах»

Изучено в полевом опыте действие агрохимиката Оптисил, содержащего диоксид кремния (16,5 %), на рост и фотосинтетическую деятельность растений риса, процесс формирования элементов структуры урожая, урожайность и качество зерна. Установлено, что проведение некорневых подкормок растений испытуемым препаратом (в фазах кущения и выхода в трубку) стимулировало рост в высоту, нарастание листового аппарата и массы надземных органов, повышало работоспособность листьев и синтез в них пигментов. Оптимизация крем-

Литература

1. Баранов В.Ф. Соя на Кубани / В.Ф. Баранов, А.В. Кочегура, В.М. Лукомец. – Краснодар, 2009. – 320 с.
2. Барчукова А.Я. Фотосинтетическая активность растений риса при использовании гуминовых препаратов / А. Я. Барчукова, Н. С. Томашевич, Н. В. Чернышева, В.А. Ладатко, М.А. Ладатко. - Краснодар: ВНИИ риса // Рисоводство. – 2012. - № 1(20). – С. 17-22.
3. Барчукова А.Я. Влияние препарата Мелафен на ростовые процессы и фотосинтетическую деятельность растений сои / А. Я. Барчукова, Н.В. Чернышева, А.И. Туриченко // Труды Кубанского аграрного университета. - 2016. – № 62. – С. 61-67.
4. Годнев Т.Н. Хлорофилл, его строение и образование в растениях / Т.Н. Годнев. – Минск, 1963. – 319 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – Изд. 5-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
6. Ничипорович А.А. Световое и углеводное питание растений (фотосинтез) / А.А. Ничипорович. – М.: Изд-во АН СССР, 1955.
7. Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев / А.А. Ничипорович // XV Тимирязевские чтения. – М.: Изд-во АН СССР, 1956.
8. Ничипорович А.А. Фотосинтез и вопросы повышения продуктивности растений / А.А. Ничипорович // В сб.: Проблемы фотосинтеза. – М.: Изд-во АН СССР, 1959.
9. Посконин В.В. Средство, одновременно стимулирующее рост растений и повышающее их устойчивость к засухе / В.В. Посконин, В.А. Бадовская, Н.И. Ненько, А.Я. Барчукова, В.М. Ковалев // Патент на изобретение RUS 2133092.
10. Устенко Г.П. Формирование и работа фотосинтетического аппарата растений кукурузы в посевах / Г.П. Устенко, Г.Ф. Гайдуков // В сб.: Проблемы фотосинтеза. – М.: Изд-во АН СССР, 1959.
11. Федулов, Ю. П. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды: учебное пособие / Ю. П. Федулов, В.ю В. Котляров, К. А. Доценко, Я. К. Тосунов, А. Я. Барчукова, Ю. В. Подушин, Л. А. Оберюхтина. – Краснодар: КубГАУ, 2015.
12. Шаповал О.А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях основных сельскохозяйственных культур / О.А. Шаповал, И.П. Можарова, А.Я. Барчукова, А.А. Коршунов [и др.]. – М.: Изд-во ВНИИА, 2015. – 348 с.

ниевое питания положительно сказалась на формировании элементов структуры урожая, что обусловило повышение урожайности и качества зерна риса. Наиболее активно действие агрохимиката Оптисил проявилось при применении его в дозе 0,75 л/га. Прибавка урожая составила 12,0 %, при урожайности на контроле 60,0 ц/га.

Ключевые слова: рис, агрохимикат Оптисил, оптимальная доза, некорневая подкормка, усиление роста, фотосинтез, структура урожая, урожайность, качество зерна.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.105.09

Рис из всех культурных сельскохозяйственных растений является типичным кремнефилом, в его тканях содержится 5-10 % и более кремния. Потребность в этом элементе рис испытывает с момента прорастания семян и далее он необходим для нормального роста и развития надземных органов [3, 5, 11, 13].

Высокая продуктивность риса возможна при создании таких условий, когда формируется оптимальный по размерам и длительности работы фотосинтетический аппарат. Активизируют процесс нарастания листового аппарата и его фотосинтетическую деятельность регуляторы роста [4].

Оптимизация кремниевого питания также приводит к увеличению площади листьев и усилению биосинтеза необходимого количества пластидных элементов [1, 2].

Потери урожая сельскохозяйственных культур, в том числе риса, от различного рода стрессов (климатических, болезней, вредителей) составляют 50 % и более. Фактором, снижающим воздействие указанных стрессов, является применение в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур регуляторов роста [8, 10]. Устойчивость растений риса к полеганию, болезням и вредителям, климатическим стрессам повышает кремний.

Цель работы – изучить действие препарата Оптисил на ростовые и формообразовательные процессы растений риса, урожайность и качество зерна.

Методика. Исследования проводили в условиях полевого опыта на лугово-черноземной почве рисовой оросительной системы ВНИИ риса.

Учетная площадь делянок – 25 м², повторность – четырехкратная.

Минеральные удобрения из расчета N₁₀₄P₅₀ вносили на делянки полной дозой вручную, вразброс за один день до посева. В качестве удобрения использовали аммофос.

Посев осуществляли по предварительно прикатанной почве сеялкой СН-16 рядовым способом на глубину 0,5-1,0 см. Норма высева семян 220 кг/га.

В качестве объекта исследования использовали среднеспелый сорт риса Флагман.

Испытуемый агрохимикат Оптисил представляет собой микроудобрение, содержащее диоксид кремния (16,5 %), хелатированное ЕДТА Fe (2,0 %) и воду (81,5 %).

Схема опыта включала следующие варианты: контроль – без обработки растений; опытные варианты – Оптисил – двукратная некорневая подкормка растений: 1-я в начале кущения, 2-я – в начале выхода в трубку в дозах 0,25; 0,5; 0,75 л/га.

Обработку растений агрохимикатом Оптисил в указанных дозах и указанные сроки (схема опыта) проводили ранцевым опрыскивателем. Норма расхода рабочего раствора – 100 л/га.

Отбор растительных проб для определения показателей роста (высоты растений, биомассы и сухой массы надземных органов; числа и размеров листьев – длины и ширины – для определения листовой поверхности); про-

дуктивности работы листьев [7] и содержания в них пигментов [9] проводили в фазе выметывания. Модельные снопы для проведения структурного анализа (определения: кустистости, озерненности, длины метелок, массы зерна и соломы и их соотношения) отбирали в фазе полной спелости. Урожайность определяли по общему валу зерна, убранным с учетной площади. Уборку урожая проводили комбайном КУБОТА 1300. В средних пробах зерна определяли технологические показатели качества: натуру, массу 1000 зерен, стекловидность, трещиноватость – по существующим ГОСТам.

Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [6].

Результаты и их обсуждение. Каждый входящий в состав испытуемого агрохимиката химический элемент выполняет свойственные ему функции, что проявляется в усилении ростовых процессов растений риса (табл. 1).

1. Влияние агрохимиката Оптисил на рост растений риса

Вариант опыта	Высота растения, см	Масса надземных органов, г/растение		Площадь листьев, см ²
		сырая	сухая	
Контроль – без обработки растений	72,1	12,07	2,26	119,4
Оптисил, л/га: 0,25	76,0	14,32	2,78	126,9
0,50	79,7	16,18	3,17	132,8
0,75	83,1	17,98	3,56	137,7
НСР ₀₅	3,4	0,74	0,15	6,6

Как видно из данных таблицы 1, проведение некорневых подкормок (1-я в начале кущения, 2-я – в начале выхода в трубку) микроудобрением Оптисил стимулирует рост растений риса в высоту, нарастание площади ассимиляционной поверхности, что приводит к увеличению массы надземных органов. Следует отметить, что с увеличением дозы испытуемого агрохимиката абсолютные значения рассматриваемых в таблице 2 показателей возрастают, максимальными они были в варианте с применением Оптисила в дозе 0,75 л/га.

Оптимизация кремниевого питания приводит к увеличению не только площади листьев, что согласуется с данными, полученными ранее А.Х. Шеудженом и Н.Е. Алешиным [12], но и их работоспособности и к усилению биосинтеза пластидных пигментов.

2. Влияние агрохимиката Оптисил на фотосинтетическую деятельность растений риса

Вариант опыта	Продуктивность работы листьев, г/дм ²	Содержание пигментов, мг/г сырого вещества	
		хлорофилл а + b	каротиноиды
Контроль – без обработки растений	5,49	2,16	0,64
Оптисил, л/га: 0,25	6,35	2,42	0,72
0,50	7,06	2,58	0,77
0,75	7,63	2,63	0,80

Данные таблицы 2 показывают, что усиление кремниевого питания путем проведения двукратной некорневой подкормки растений риса кремниевым микроудобрением Оптисил способствует повышению про-

дуктивности работы листьев и усилению синтеза в них пигментов. С повышением дозы испытуемого агрохимиката значения показателей возрастали.

Приведенные данные показывают, что препарат Оптисил усиливает фотосинтетическую деятельность растений риса, что положительно сказалось на формировании элементов структуры урожая (табл. 3).

3. Влияние агрохимиката Оптисил на формирование структурных элементов урожая риса

Вариант опыта	Кустистость (число стеблей/растение)		Длина метелки, см	Озерненность, шт.		Масса, г/растение		Уборочный индекс т ₃ /т _с
	общая	продуктивная		общая	в т.ч. стерильных колосков	зерна т ₃	соломы т _с	
Контроль – без обработки растений	1,1	1,0	13,7	107,9	14,8	2,49	2,99	0,83
Оптисил, л/га: 0,25	1,4	1,2	14,9	119,9	16,0	2,93	3,33	0,88
0,50	1,7	1,4	15,3	126,5	15,4	3,21	3,53	0,91
0,75	1,9	1,5	15,5	130,7	15,2	3,39	3,61	0,94
НСР ₀₅	0,07	0,06	0,7	6,2	0,7	0,16	0,17	

По результатам исследований установлено, что оптимизация кремниевого питания и участие железа, входившего в состав испытуемого агрохимиката, в обменных процессах способствуют активному накоплению ассимилятов и рациональному передвижению их в репродуктивные органы. Результатом этого явилось увеличение числа стеблей на растении, особенно продуктивных. В опытных вариантах формировались более крупные метелки по длине и озерненности, следствием чего было повышение массы зерна с растения. Максимальные значения рассматриваемых в таблице 3 показателей отмечены в варианте с применением агрохимиката Оптисил в дозе 0,75 л/га.

Урожай формируется в процессе фотосинтеза, роста и развития культуры. Представленные в таблицах 1-3 данные указывают на то, что двукратная некорневая подкормка растений риса (1-я в начале кущения, 2-я – в начале выхода в трубку), стимулируя указанные процессы, способствовала получению более высокой, чем на контроле, урожайности риса.

4. Влияние агрохимиката Оптисил на урожайность риса

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю	
		ц/га	%
Контроль – без обработки растений	60,0	-	-
Оптисил, л/га: 0,25	63,9	3,9	6,5
0,50	65,8	5,8	9,7
0,75	67,2	7,2	12,0
НСР ₀₅	3,1		

Применение в технологии выращивания риса кремниевого микроудобрения Оптисил, особенно в дозе 0,75 л/га, весьма эффективно (табл. 4). Прибавка урожая в указанном варианте составила 12,0 % при урожайности на контроле 60,0 ц/га.

Необходимо также отметить, что испытуемый агрохимикат Оптисил оказал влияние и на качество зерна риса.

5. Влияние агрохимиката Оптисил на технологические показатели качества зерна риса

Вариант опыта	Технологические показатели качества зерна				
	натура, г/л	масса 1000 зерен, г	пленчатость	стекло-видность	трещиноватость
Контроль – без обработки растений	526,9	26,6	17,9	85,5	10,5
Оптисил, л/га: 0,25	547,1	28,4	17,2	87,0	8,0
0,50	556,4	28,9	16,7	89,5	7,2
0,75	560,0	29,5	16,3	91,5	6,3
НСР ₀₅	26,8	1,3			

В опытных вариантах формировалось более крупное и выполненное зерно с высокой стекловидной консистенцией. Пленчатость и трещиноватость зерна риса в опытных вариантах значительно снизились. Зерно лучшего качества было в варианте с применением агрохимиката Оптисил в дозе 0,75 л/га (расход рабочего раствора – 100 л/га).

Заключение. Применение в технологии возделывания риса кремниевого микроудобрения Оптисил в дозе 0,75 л/га (двукратные некорневые подкормки: 1-я – в начале кущения, 2-я – в начале выхода в трубку) эффективно, что обусловлено получением более высокой, чем на контроле урожайности зерна риса с лучшими технологическими показателями качества.

Литература

- Алешин Н. Е. Кремниевое питание риса / Н. Е. Алешин // Сельское хозяйство за рубежом. - 1982. - № 6. - С. 9-14.
- Алешин Н. Е. О биологической роли кремния / Н. Е. Алешин // Вестник с.-х. науки. - 1988. - № 10. - С. 77-85.
- Алешин Е. П. Рис / Е. П. Алешин, Н. Е. Алешин // 2-е изд., перераб. и доп. - Краснодар: Кн. изд-во, 1997. - 504 с.
- Барчукова А. Я. Фотосинтетическая активность растений риса при использовании гуминовых препаратов / А. Я. Барчукова, Н. С. Томашевич, Н. В. Чернышева, В. А. Ладатко, М. А. Ладатко. - Краснодар: ВНИИ риса/ Рисоводство. - 2012. - № 1(20). - С. 17-22.
- Бондарчук Е. Ю. Влияние кремнийсодержащих минеральных удобрений на продуктивность риса / Е. Ю. Бондарчук, А. Я. Барчукова // В сб.: Научное обеспечение АПК (к 95-летию Кубанского ГАУ и 80-летию образования Краснодарского края). - Краснодар: КубГАУ, 2017. - С. 231-232.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. - М.: Колос, 1985. - 351 с.
- Ничипорович А. А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев / А. А. Ничипорович // XV Тимирязевские чтения. - М.: Изд-во АН СССР, 1956.
- Посконин В. В. Средство, одновременно стимулирующее рост растений и повышающее их устойчивость к засухе / В. В. Посконин, Л. А. Бадовская, Н. И. Ненько, А. Я. Барчукова, В. М. Ковалев // Патент на изобретение RUS 2133092 от 10.01.1999.
- Федулов Ю. П. Влияние условий агротехники на содержание фотосинтетических пигментов в листьях озимой пшеницы / Ю. П. Федулов, И. И. Трубникова, А. В. Загорюлько, В. В. Маймистов, Д. В. Терещенко, А. А. Новиков, С. Ю. Фатькина // Труды Кубанского аграрного университета. - 1999. - № 372. - С. 40.
- Федулов Ю. П. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды: учебное пособие / Ю. П. Федулов, В. В. Котляров, К. А. Доценко и др. - Краснодар: КубГАУ, 2015.
- Шаповал О. А. Влияние кремнийорганических соединений на рост, развитие и продуктивность сельскохозяйственных культур / О. А. Шаповал, С. В. Логинов, В. В. Вакуленко, А. Я. Барчукова // В сб.: Инновационные решения регулирования плодородия почв сельскохозяйственных угодий (к 80-летию ВНИИА) / Под ред. В. Г. Сычева. - М.: ВНИИА, 2011. - С. 189-204.
- Шеуджен А. Х. Теория и практика применения микроудобрений в рисоводстве / А. Х. Шеуджен, Н. Е. Алешин. - Майкоп, 1996. - 313 с.
- Шеуджен А. Х. Агрохимия и физиология питания риса / А. Х. Шеуджен. - Майкоп: Адыгея, 2005. - 1012 с.

THE EFFICACY OF THE "OPTISIL" AGROCHEMICAL ON RICE

N.V. Chernisheva, A.Ya. Barchukova, Ya.K. Tosunov
Kuban State Agrarian University,
Kalinina ul. 13, 350044 Krasnodar, Russia, e-mail: nv.chernisheva@yandex.ru

In a field experiment experimentally studied the effect of the OPTISIL agrochemical, which contains silicon dioxide (16.5%) on the growth and photosynthetic activity of rice plants, the formation of the elements of crop structure, yield and grain quality. It is established that the conduct foliar fertilizing of plants of the test drug (phases of tillering and stem elongation) stimulated the growth in height, growth of leaf apparatus and the mass of aboveground organs increased efficiency of leaves and the synthesis of pigments in them. Optimization of silicon nutrition had a positive effect on the formation of yield structure elements, which resulted in higher yields and grain quality of rice. The most active action of OPTISIL was demonstrated when it was applied in the dose of 0.75 L/ha. The increase in the yield was 12.0%, with the yield in the control equals 6.0 t/ha.

Key words: rice, OPTISIL agrochemical, optimal dose, non-root feeding, increased growth, photosynthesis, yield structure, productivity, grain quality.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО СТАНДАРТНОГО ОБРАЗЦА СОСТАВА ТОРФЯНИСТОЙ ПОЧВЫ

Г.А. Ступакова, к.б.н., Е.Э. Игнатьева, Т.И. Щиплецова, ВНИИА vniiia@list.ru

Работа выполнена по госзаданию на 2018 г. № 0572-2014-0009

Приведены результаты методической деятельности по разработке стандартного образца торфянистой почвы. Рассмотрена возможность использования его в качестве средства метрологического обеспечения при оценке показателей качества и безопасности торфа и торфянистых почв.

Ключевые слова: стандартный образец, торфянистая почва, метрологическое обеспечение.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.105.10

По запасам торфа Россия занимает первое место в мире. По данным [1], оторфованные земли России составляют 21% территории страны. Все торфяные болота, т.е. совокупность всех используемых в разных целях и неиспользуемых торфяных болот (торфянистые почвы, сельскохозяйственные и водно-болотные угодья, особо охраняемые торфяные болота и месторождения торфа) выступают в качестве объектов права собственности государства, права пользования, правовой охраны и управления.

В связи с широко распространенными работами по экологической оценке залежей торфа и его использованию в сельском хозяйстве в качестве удобрения (приготовление компостов для улучшения плодородия почв), для подстилки сельскохозяйственным животным, а также как исходное сырье для получения биологически активных веществ и средств защиты растений возникла насущная потребность в исследовании залежей верхнего и низинного торфа по показателям экологической безопасности и удобрительной ценности. На сегодняшний день (по данным Госреестра СО РФ) многокомпонентные стандартные образцы торфянистой почвы (СО ТП) отсутствуют.

Развитие рынка производства СО, как и любой продукции, определяется прежде всего спросом на неё, который зависит в первую очередь от необходимости их применения. Основными потребителями рынка СО являются аккредитованные испытательные лаборатории, проводящие измерения показателей качества и безопасности объектов окружающей среды. В этой связи представляет интерес изготовление стандартных

образцов торфянистой почвы, как средства метрологического обеспечения при проведении химических анализов торфа и торфянистых почв.

Торф - это органическая порода, образующаяся в результате отмирания и неполного распада болотных растений в условиях повышенного увлажнения при недостатке кислорода и содержания менее 50 % минеральных компонентов на сухое вещество. В то же время он характеризуется как биологическая система, состоящая из микроорганизмов и ферментов растительного и животного происхождения, которые активно участвуют в трансформации растений-торфообразователей и формировании торфа на протяжении всего торфообразовательного процесса.

В связи с этим отбор материала для изготовления многокомпонентного стандартного образца торфянистой почвы в естественных условиях - наиболее трудоемкий и тонкий процесс. Образец был отобран в Томской области на рекультивированном участке торфяного месторождения Таган (кадастровый номер 967), которое расположено в 0,4 км на северо-запад от с. Тахтамышьево на второй надпойменной террасе р. Томи. Это месторождение имеет вытянутую форму с юго-запада на северо-восток в сторону р. Томи. Самая возвышенная юго-западная часть с максимальной отметкой 127,5 м. Наименьшая отметка поверхности составляет 87,2 м и находится в юго-восточной части торфяного месторождения. Максимальная глубина торфяной залежи достигает 9,3 м с очёсом. Подстилающие торфяную залежь грунты сложены песками, реже супесями

и суглинками. Водное питание месторождения осуществляется за счет атмосферных осадков.

Для отбора образца на территории выработанного участка месторождения выбрали ровную поверхность с однородными условиями.

Методика. Работы по подготовке и отбору ТП для СО проводят по методике, регламентирующей: отбор материала в естественных условиях; сушку и измельчение; усреднение и фасовку.

При отборе репрезентативных проб используют следующую методику. На представительном торфяном месторождении по данным геологической разведки выбирают типовой участок с торфяной залежью однородного ботанического состава (пробоотборочный). Изучают природные условия торфообразования: гидрографию, растительный покров, историю участка, физико-химические свойства залежи. На типовом участке представительного торфяного месторождения выделяют площадку 5 x 5 м и методом конверта отбирают пробы из торфяной залежи пробоотборочным буром через каждые 25 см (0-25; 25-50 см и т. д.) сплошной лентой до минерального грунта с последующим определением в образцах ботанического состава, степени разложения и зольности.

После проведения анализов на площадке 5 x 5 м на глубине (исключая верхний антропогенный слой от поверхности 0,2 м) отбирают образец пробоотборочным буром многократным бурением на одну и ту же глубину (от 0,5 до 1,0 м) до получения образца общей массой 200 кг. Пробы складывают на полиэтиленовую пленку. Отобранную пробу перемешивают и помещают в мешки. Исходный материал сопровождают паспортом по установленной форме и доставляют к месту дальнейшей работы с ним.

Сушат материал СО ТП в течение 1 мес при равномерном перемешивании. Высушенный образец измельчают на размольной машине с просеиванием через сито с отверстиями диаметром 2 мм. Оставшиеся на сите частицы отбрасывают.

Материал СО ТП усредняют ручным методом и фасуют во избежание вторичного разусреднения массы.

Перед фасовкой материала СО ТП отбирают точечные пробы для оценки однородности материала. Одновременно с фасовкой материала СО СП отбирают пробы на аттестационный анализ. Масса пробы должна быть достаточной для выполнения анализов всех аттестуемых показателей, указанных в техническом задании.

Результаты и их обсуждение. Исследования однородности и стабильности материала СО ТП проведены с учетом положений ГОСТ ISO Guide 35-2015 [2] и РМГ 93-2015 [3]. Установление аттестованных значений на содержание агрохимических показателей: массовой доли влаги, зольности, рН, гидролитической кислотности, аммиачного азота, нитратного азота, подвижного фосфора, подвижного калия, подвижного железа, массовой доли хлора, обменного кальция, обменного магния, обменной кислотности проведено по [2, 3].

Метрологические характеристики стандартного образца состава торфянистой почвы

Аттестованная характеристика	НД на метод испытаний	Аттестованное значение	Относительная расширенная неопределенность аттестованного значения (P=0,95)
1. Массовая доля влаги, %	ГОСТ 11305-2013	12,8	0,4
2. Зольность, %	ГОСТ 11306-2013	12,4	0,4
3. Гидролитическая кислотность, ммоль/100 г	ГОСТ 27894.1-88	38,4	2,4
4. Аммиачный азот, мг/100 г	ГОСТ 27894.3-88	6,96	0,8
5. Нитратный азот, мг/100 г	ГОСТ 27894.4-88	1,32	0,13
6. Подвижные формы фосфора, мг/100 г	ГОСТ 27894.5-88	46,0	2,3
7. Подвижные формы калия, мг/100 г	ГОСТ 27894.6-88	5,24	0,58
8. Подвижные формы железа, мг/100 г	ГОСТ 27894.7-88	623	19
9. Массовая доля хлора, %	ГОСТ 27894.8-88	0,040	0,008
10. Обменный кальций, %	ГОСТ 27894.10-88	3,79	0,33
11. Обменный магний, %	ГОСТ 27894.10-88	0,83	0,18
12. Обменная кислотность, ед. рН	ГОСТ 11623-89	5,40	0,05

Основными метрологическими характеристиками СО ТП являются аттестованные значения и относительная расширенная неопределенность аттестованного значения при P=0,95%.

Измерения при определении метрологических характеристик СО были проведены в соответствии со стандартными методиками анализа (табл.).

Заключение. По итогам проведенной работы разработан СО ТП, который может быть применен:

- при контроле точности результатов измерений, выполняемых по ГОСТам;
- проведении межлабораторных сравнительных испытаний (МСИ);
- проведении процедуры аккредитации и подтверждения компетентности Испытательных лабораторий;
- повседневном внутрилабораторном контроле точности результатов измерений торфа и торфянистой почвы, выполняемых по стандартным методикам.

СО ТП может быть использован для контроля правильности результатов анализов только тех методов, которыми он был аттестован.

Литература

1. Инишева Л.И. Болотоведение. – Томск: Изд-во Томского государственного педагогического университета, 2009. – 210 с.
2. ГОСТ ISO Guide 35-2015 Стандартные образцы – Общие и статистические принципы сертификации (аттестации). – М.: Стандартинформ, 2016. – 61 с.
3. РМГ 93-2015 ГСИ. Оценивание метрологических характеристик стандартных образцов. – М.: Стандартинформ, 2016. – 32 с.

METHODOLOGICAL APPROACHES TO DEVELOPMENT OF MULTICOMPONENT REFERENCE STANDARD OF PEATY SOIL COMPOSITION

G.A. Stupakova, Ye.E. Ignatyeva, T.I. Schiplecova

Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127550 Moscow, Russia, e-mail: vniia@list.ru

The results of the methodological work on the development of a reference standard of peaty soil are given. The possibility of using it as a mean of metrological assurance in evaluation of the quality and safety of peat and peaty soils is considered.

Key words: reference standard, peaty soil, metrological assurance.