

УДК: 631.8.0222.3

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ И ТУКОСМЕСЕЙ С РАЗНЫМ СООТНОШЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ НА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕ

В.И. Титова, А.А. Тихонов

ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»,

г. Нижний Новгород, Россия

(Поступила в редакцию 2013 г.)

Аннотация. В полевых опытах на светло-серой лесной легкосуглинистой почве Нижегородской области оценено влияние заводских комплексных удобрений (аммофос, диаммофоска, NPK-удобрение, азофоска, нитроаммофоска) и тукосмесей на основе аммофоса, аммиачной селитры и хлористого калия, на урожайность яровой пшеницы при условии внесения удобрений локально при посеве или под зяблевую вспашку в качестве основного удобрения. Тукосмеси готовили, меняя соотношение основных элементов питания: тукосмесь для локального внесения имела соотношение N:P:K как 1,3:1:1, а для внесения под вспашку 2:1:1 и 2:1:2 при выровненной для всех вариантов дозе фосфора в 16 и 40 кг/га соответственно.

Установлено, что оптимальным соотношением элементов питания для основного удобрения яровой пшеницы является 2:1:1, что обеспечивает прибавку урожая от 10 до 30% по сравнению с урожайностью на неудобренном контроле в 2,43 т/га. Окупаемость 1 кг NPK в таком случае составила 3,9 кг зерна. Двойное увеличение доли (и дозы) калия в составе тукосмеси не сказалось на величине урожайности зерна. Двойное увеличение доли (и дозы) азота в составе тукосмеси при локальном внесении удобрений вместе с посевом пшеницы до 20 кг/га было неэффективным. Среди изучаемых комплексных удобрений наибольшую прибавку урожая обеспечивали нитроаммофоска и NPK-удобрение. Максимальная отдача от удобрений, равная 7,1-8,6 кг зерна на 1 кг внесенных удобрений, получена при их внесении совместно с посевом пшеницы.

Summary. The article considers the results of field experiments on light-gray forest light loamy soil of Nizhny Novgorod region. The impact of the complex fertilisers (ammophos, diammophoska, NPK fertilizer, azophoska, nitroammophoska) and mixed fertilizers on the basis of ammonium sulphate, ammonium nitrate and potassium chloride on the yield of spring wheat when applied locally when sowing or under autumn plowing, as the basic fertilizer was estimated. Mixed fertilizers were prepared by changing the ratio of the main nutrients: mixed fertilizers for local application had a ratio of N:P:K as 1.3:1:1, and for the application for plowing as 2:1:1 and 2:1:2 with equal dose of phosphorus 16 and 40 kg/ha for all variants, respectively.

It is established that an optimum ratio of nutrients for basic fertilizer spring wheat is 2:1:1, which provides yield increase from 10 up to 30% compared with the

yield on control without fertilizers about 2,43 t/ha. Recoupment of 1 kg of NPK in this case amounted to 3.9 kg of grain. Double increase of the share (and dose) of potassium in the composition of mixed fertilizers did not affect the largest grain yield. Double increase of the share (and dose) of nitrogen in the composition of mixed fertilizers at local application of fertilizers together with the sowing of wheat up to 20 kg/ha was ineffective. Among the studied complex fertilizers the greatest increase of harvest provided nitroammophoska and NPK fertilizer. Maximum return on fertilizers, equal to 7.1-8.6 kg of grain per 1 kg of fertilizers was received when they occurred together with the sowing of wheat.

Введение. В последние годы значительное распространение получили сложные и комплексные минеральные удобрения с заданным соотношением элементов питания, далеко не всегда сбалансированным, исходя из требований конкретной культуры и почвенных условий [8]. Несомненным преимуществом в этом плане обладают тукоsmеси, экономическая эффективность внесения которых, по некоторым оценкам [4], на 20-30% выше традиционных комплексных удобрений. Генеральным же направлением в применении минеральных удобрений должно стать именно тукоsmешение, основанное на использовании односторонних удобрений, качество которых соответствует агротехническим требованиям.

Цель исследований. Изучение эффективности использования тукоsmесей,готавливаемых промышленным способом для удовлетворения потребностей регионального уровня, в сравнении с комплексными многосторонними удобрениями, выпускаемыми современной тукоsmовой промышленностью России, явилось целью проведения данного исследования. Исследование выполнено в полевых опытах, позволивших сделать доказательное заключение о направленности и силе влияния удобрений на яровую пшеницу в производственных условиях.

В соответствии с задачами исследования удобрения использовали двумя приемами – в качестве припосевного или основного удобрения.

Условия и методика исследований. Принимая во внимание факт наибольшей нуждаемости большинства культурных растений в фосфоре в фазу проростков и учитывая при этом современный ассортимент выпускаемых отечественной промышленностью удобрений, где на долю односторонних фосфорных удобрений (суперфосфаты) приходится менее 20%, целью полевого опыта №1 являлась сравнительная оценка комплексных фосфорсодержащих удобрений и тукоsmесей с разным соотношением элементов питания, вносимых при посеве. Учитывая же, что главнейшим для зерновых культур элементом, определяющим их рост и развитие, является азот, доза его в тукоsmеси была несколько увеличена, а соотношение вносимых элементов питания приобрело вид 1,3:1:1.

В схему опыта №2 с внесением удобрений под основную обработку почвы (с осени под вспашку) включены основные формы комплексных удобрений и 2 варианта тукосмеси, одна из которых имеет удвоенное в сравнении другими элементами питания содержание азота (Смесь А), а вторая – удвоенное содержание азота и калия (Смесь В). Исключительно важная роль азота в формировании урожая зерновых культур общеизвестна [1, 3, 9]. Считается, что доля участия данного элемента в прибавке урожая пшеницы в южно-таежной зоне России составляет 52, в лесостепной – 41, в степной – 47% [2], а каждый внесенный килограмм азота обеспечивает получение в Нечерноземной зоне РФ 8-15 кг зерна [5]. В ассортименте удобрений, предлагаемых сельскому хозяйству мира, стабильно преобладают азотные туки. Так, согласно данным Международной Ассоциации Производителей Удобрений (IFA) соотношение между N:P₂O₅:K₂O, вносимыми с удобрениями, составляет около 1:0,4:0,3 [10]. Учитывая же, что конечный урожай зерна пшеницы в значительной степени будет определяться условиями уборки и устойчивостью стеблестоя к полеганию (что, в свою очередь, напрямую связано с обеспеченностью культуры калием), а также легкий гранулометрический состав почв, используемых в опыте, вполне логичным представляется и введение в одну из тукосмесей повышенного количества калия.

Из заводских комплексных удобрений изучали аммофос – АФ, диаммофоску – ДАФК, NPK-удобрение – NPK-уд., азофоску – АЗФК и нитроаммофоску – НАФК. Тукосмеси готовили из аммофоса, аммиачной селитры и хлористого калия с базовым соотношением элементов питания как 1:1:1, которое менялось в зависимости от цели исследования. Варианты выровнены по содержанию фосфора, доза которого в опыте №1 составила 16 кг, а в опыте №2 – 40 кг/га.

Технология возделывания культуры соответствовала зональной. Повторность 4^х-кратная, общая площадь делянки 100 м² (5х20), учетная – 64 м² (4х16), предшественник – озимая пшеница, идущая по занятому (рапс на зеленую массу) пару. До посева семена были протравлены препаратом Раксил Ультра из расчета 0,2 л/т, а в фазу начала трубкования посевы обрабатывали от вредителей препаратом Карате-Зеон из расчета 150 мл/га.

Опыты проводили в 2009-2011 гг. в учхозе «Новинки» Нижегородской ГСХА на светло-серой лесной легкосуглинистой почве, слабогумусированной (содержание гумуса 1,8-2,0%), близкой к нейтральной реакцией среды (рН_{ккл} 5,6-5,8), повышенным содержанием подвижных соединений фосфора и калия (158-165 мг/кг и 118-132 мг/кг подвижных соединений фосфора и калия соответственно).

Погодные условия различались значительно: вегетационный период 2009 г. можно охарактеризовать как умеренно теплый с повышенным количеством осадков в июне и июле, 2010 г. – жаркий и очень сухой, практически с полным отсутствием осадков в июле, а 2011 г. – как наиболее близкий к среднемноголетним данным по сумме осадков и среднемесячной температуре.

Результаты исследований и их обсуждение. Важнейшим показателем эффективности использования удобрений является урожайность (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние припосевного и основного внесения удобрений на урожайность яровой пшеницы, среднее за 2009-2011 гг.

Опыт №1				Опыт №2			
Вариант	Урожай, т/га	± к контролю		Вариант	Урожай, т/га	± к контролю	
		т/га	%			т/га	%
1. Контроль	2,22	–	–	1. Контроль	2,43	–	–
2. АФ	2,33	0,11	5	2. ДАФК	2,67	0,24	10
3. ДАФК	2,36	0,14	6	3. NPK-уд.	2,82	0,39	16
4. NPK-уд.	2,59	0,37	17	4. АЗФК	2,87	0,44	18
5. АЗФК	2,34	0,12	5	5. НАФК	2,90	0,47	19
6. НАФК	2,41	0,19	9	6. Смесь А	3,06	0,63	26
7. Тукосмесь	2,38	0,16	7	7. Смесь В	3,03	0,60	25
НСР ₀₅		0,22		НСР ₀₅		0,18	

Результаты опыта №1 свидетельствуют, что локальное внесение комплексных удобрений по-разному сказывается на урожайности яровой пшеницы. Если учесть, что доза фосфора во всех вариантах была равной (16 кг/га), а по дозе азота варианты можно расставить в ряду по мере ее увеличения следующим образом «АФ → ДАФК → NPK-уд. → НАФК → Тукосмесь» (соответственно 4, 6, 11, 16 и 20 кг/га), то можно утверждать, что лучшей дозой азота для припосевного внесения удобрений является доза в 11 кг/га (вариант с внесением NPK-удобрения). При этом в более благоприятные по погодным условиям годы доза азота может быть доведена до 16 кг/га (вариант с внесением нитроаммофоски) и даже до 20 кг/га (внесение тукосмеси с дозой азота в 20 кг/га, опыт 1в, 2011 г.).

Таким образом, по результатам полевого опыта №1 можно констатировать, что включение азота в состав тукосмеси не приводит к угнетению растений и даже обеспечивает небольшую (в пределах 6-9% по отношению к неудобренному контролю) прибавку урожая зерна.

Урожайность в целом по опыту №2 значительно выше, чем в опыте №1. Процент прибавки урожая от удобрений тоже вырос. Немного изменилась и направленность действия разных форм удобрений, внесенных под основную обработку почвы. Так, очень четко вид-

но повышение урожайности от увеличения дозы азота в составе полного удобрения: увеличение дозы с 15 до 27 кг (вар. 3 в сравнении с вар. 2) привело к повышению урожайности на 7 %, с 27 до 40 кг (вар. 4 и 5 по отношению к вар. 3) – на 2-4 %, а с 40 до 80 кг (вар. 6 к вар. 4 и вар. 5) – еще на 7-9 %. При этом использование тукосмеси А (соотношение элементов питания как 2:1:1) привело к достоверному повышению урожайности пшеницы не только по сравнению с контролем, но и в сравнении с комплексными удобрениями с соответствующим соотношением основных элементов питания (азофоска и нитроаммофоска). Учитывая, что доза фосфора и калия во всех этих вариантах была одинаковой – по 40 кг/га, можно утверждать, что прибавка урожая пшеницы напрямую была связана с увеличением дозы азота в составе основного удобрения.

Среди комплексных удобрений с равным соотношением элементов питания при равных дозах внесения лучшей формы выявить не удалось – азофоска и нитроаммофоска были одинаково эффективны. Увеличение дозы калия вдвое существенной прибавки урожайности не дало (вар. 7 в сравнении с вар. 6), но и к снижению урожайности (что можно было ожидать при увеличении дозы удобрений до 200 кг/га) не привело. В данной ситуации, вероятнее всего, положительная роль калия проявилась в укреплении соломины, что и позволило удержать на корню весомый урожай зерна яровой пшеницы (3,52 т/га в среднем за 2 благоприятных года). В среднем за 3 опытных года, включая неблагоприятный по погодным условиям 2010 год, тукосмесь с повышенным содержанием азота (смесь А, вар. 6) обеспечила получение достоверной прибавки урожая в сравнении с диаммофоской, NPK-удобрением и азофоской. Внесение нитроаммофоски в сравнении с тукосмесью А было одинаково эффективно, а увеличение доли калия в тукосмеси (смесь В по сравнению с тукосмесью А) не способствовало приросту урожайности зерна яровой пшеницы.

В земледелии основным фактором, определяющим эффективность использования удобрений, является урожайность культуры и степень ее отзывчивости на применяемое удобрение. Оценка эффективности использования удобрений по оплате 1 кг действующего вещества туков количеством дополнительно полученной продукции в условиях серьезного диспаритета цен на минеральные удобрения и сельскохозяйственную продукцию становится универсальной единицей, позволяющей сравнивать эффективность работы с удобрениями в опытных учреждениях с подобной работой в хозяйствах разного уровня экономического развития. Расчеты окупаемости удобрений для полевых опытов с тукомесями показаны в таблице 2.

Результаты показывают, что самая высокая оплата удобрений урожаем в среднем за годы проведения опытов отмечается на 2^х вариантах: при использовании в качестве основного удобрения нитроаммофоски (вар. 5) и тукосмеси с двойной дозой азота (Смесь А) – 3,9 кг зерна на 1 кг NPK. Для двух наиболее благоприятных по сумме осадков и температурному режиму лет этот показатель (окупаемость удобрений прибавкой урожая) относительно еще более высок и также равен – 4,8 кг прибавки урожая в расчете на 1 кг внесенных питательных веществ. Здесь дополнительно следует отметить, однако, что при равной окупаемости удобрений урожаем суммарный сбор дополнительной продукции на варианте 6 (тукосмесь А) значительно превышает таковой на варианте 5 (нитроаммофоска): 630 и 770 кг прибавки зерна против 470 и 580 кг прибавки с каждого гектара соответственно.

Таблица 2 – Агрономическая эффективность разных форм комплексных удобрений и тукосмесей на яровой пшенице

Внесение удобрений при посеве, полевой опыт №1			Внесение удобрений под основную обработку почвы, полевой опыт №2		
Вариант	Доза NPK, кг/га	Окупаемость, кг з.ед. / 1 кг NPK*	Вариант	Доза NPK, кг/га	Окупаемость, кг з.ед. / 1 кг NPK*
2. АФ	4+16+0	5,5 / 5,5	2. ДАФК	15+40+40	2,5 / 3,1
3. ДАФК	6 +16+16	3,7 / 4,2	3. NPK-уд.	27+40+40	3,6 / 4,6
4. NPK-уд.	11+16+16	8,6 / 7,2	4. АЗФК	40+40+40	3,7 / 4,6
5. АЗФК	16+16+16	2,5 / 2,3	5. НАФК	40+40+40	3,9 / 4,8
6. НАФК	16+16+16	4,0 / 7,1	6. Смесь А	80+40+40	3,9 / 4,8
7. Тукосмесь	20+16+16	3,1 / 3,1	7. Смесь В	80+40+80	3,0 / 4,2

* в числителе – для среднего из 3^х лет,

в знаменателе – для среднего из 2^х благоприятных лет

Азофоска и NPK-удобрение также показали высокую агрономическую эффективность при их внесении под основную обработку почвы. Увеличение дозы удобрений до 200 кг/га за счет повышения доли калия в составе тукосмеси В (вар. 7) привело к снижению оплаты единицы удобрений прибавкой урожая.

Среди изученных форм удобрений наиболее эффективно NPK-удобрение, на варианте с применением которого получена максимальная в наших исследованиях окупаемость единицы питательных веществ прибавкой зерна. Количественно она сравнима с имеющимися в литературе данными по окупаемости [6,7] и может быть охарактеризована как высокая. Причем она была максимальной при любом усреднении данных и превосходит нормативную окупаемость в 3,9 кг/кг [11] более чем в 2 раза. В годы, благоприятные по условиям вегетационного периода, получена высокая окупаемость использования нитроаммофоски – 7,1 кг прибавки зерна на 1 кг действующего вещества удобрений.

Что касается повышения дозы азота в составе припосевного удобрения, то установлено, что это приводит к снижению агрономической эффективности использования удобрений.

В целом по результатам расчета агрономической эффективности использования минеральных макроудобрений следует отметить, что их локальное внесение окупается гораздо большими прибавками урожая в расчете на 1 кг внесенных удобрений и оценивается в 3-8 кг зерна на 1 кг НРК. Внесение удобрений под основную обработку почвы с их заделкой плугом агрономически, в расчете на 1 кг внесенных удобрений, менее эффективно (2,5-4,8 кг/кг), хотя и обеспечивает при этом максимально высокие прибавки урожайности, достигающие по результатам данного исследования 0,3-0,8 т зерна с каждого гектара.

Таким образом, оценка агрономической эффективности использования комплексных удобрений и тукосмесей разного состава при внесении их под яровую пшеницу разными приемами и дозами показала следующее:

- яровая пшеница, выращиваемая по фону $P_{40}K_{40}$, положительно отзывается на увеличение дозы азота в составе основного удобрения, обеспечивая в благоприятные по погодным условиям годы прирост урожайности в пределах 10-30 % при возрастании дозы азота с 15 до 40 и 80 кг/га. В засушливых условиях лучшей была доза азота в 30 кг/га.
- оптимальным соотношением элементов питания в составе основного удобрения в типичные по увлажнению и температурным условиям годы является соотношение 2:1:1 ($N_{80}P_{40}K_{40}$), а в засушливые и сухие периоды – 1:1:1 ($N_{40}P_{40}K_{40}$). Двойное увеличение дозы калия и доведение соотношения N:P:K до 2:1:2 ($N_{80}P_{40}K_{80}$) не способствует приросту урожайности яровой пшеницы.
- из всех испытываемых комплексных удобрений в качестве припосевного по ряду показателей в среднем за 3 года лучшим было НРК-удобрение (прибавка урожайности зерна по отношению к контролю составила более 30 %), а также нитроаммофоска. Увеличение доли азота (в 1,3 раза) в составе тукосмеси при внесении удобрений вместе с посевом дополнительного эффекта не дало.
- в полевых условиях наивысшей оплатой прибавкой урожая – 3,9 кг/кг в среднем за 3 года исследований и 4,8 кг/кг в среднем по двум годам с наиболее благоприятными температурно-влажностными характеристиками вегетационного периода – единица питательных элементов достигает при внесении нитроаммофоски ($N_{40}P_{40}K_{40}$) и тукосмеси с двойной дозой азота ($N_{80}P_{40}K_{40}$). Локальное внесение туков общей дозой до 50 кг/га агрономически выгодно: единица НРК при использова-

нии такого приема внесения удобрений окупается максимально, достигая 7,1-8,6 кг зерна на каждый внесенный килограмм удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Городний, Н.М. Сортовая отзывчивость пшеницы яровой на внесение удобрений / Н.М. Городний, Т.Н. Шквир // Агрохимия и агроэкология: история и современность: Материалы междунар. научно-практ. конф., т. 1. Н.Новгород, 2008 / НГСХА, 2008. – С. 128-132.
2. Державин, Л.М. Применение минеральных удобрений в интенсивном земледелии / Л.М. Державин. – М.: Колос, 1992. – 272 с.
3. Ивенин, В.В. Окупаемость минеральных удобрений зерном яровой пшеницы / В.В. Ивенин, А.В. Ивенин, А.П. Саков // Земледелие и его ресурсное обеспечение в современных условиях. – Н. Новгород: НГСХА, 2010. – С. 43-44.
4. Кляузер, В.А. Тукосмеси – удобрения XXI века / В.А. Кляузер // Ассортимент минеральных удобрений, средств защиты растений и совершенствование научно-технологического агрохимического обеспечения сельхозтоваропроизводителей. Матер. Всерос. научно-практ. конференции, НИИСХ ЦРНЗ. – М.: Наука, 2004. – С. 104-107.
5. Кореньков, Д.А. Агроэкологические аспекты применения азотных удобрений / Д.А. Кореньков. – М.: Агроконсалт, 1999. – 296 с.
6. Кулаковская, Т.Н. Оптимальное содержание подвижного фосфора в дерново-подзолистой почве // Докл. ВАСХНИЛ. – 1979. – № 11. – С.18-20.
7. Милащенко, Н.З. Состояние плодородия почв России и меры по стабилизации производства зерна // Химия в с. х. – 1996. – № 5. – С. 3-8.
8. Ненайденко, Г.Н. Эффективность азотной подкормки озимой пшеницы и ржи сложным азотно-фосфорным удобрением / Г.Н. Ненайденко, Т.В. Сибирякова // Агрохимия. – 2010. – № 1. – С. 33-36.
9. Прошкин, В.А. Эффективность азота, фосфора и калия на различных почвах Российской Федерации / В.А. Прошкин, А.П. Смирнов // Агрохимия и экология. Матер. междунардн. научно-практ. конф., Т. 1. – Н. Новгород, 2008. – С. 57-60.
10. Приюдом, М. Поставки сырья и удобрений: Мировой баланс спроса и предложения 2011-2015 гг. / М. Приюдом // Материалы 79-й Ежегодной конференции IFA (Монреаль (Канада), 23-25 мая 2011 г.).
11. Справочное пособие по агрохимии и агроэкологии: 4-е изд., перераб. и доп. / В.И. Титова [и др.] – Н. Новгород, НГСХА, 2008. – 79 с.

УДК 634.11:631.8 (476.6)

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ И КРАТНОСТИ ВНЕСЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ВОДОРАСТВОРИМЫХ УДОБРЕНИЙ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА ДЕРЕВЬЕВ ЯБЛОНИ В ПЛОДОВОМ САДУ ИНТЕНСИВНОГО ТИПА

П.С. Шешко, А.С. Бруйло

УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 01.07.2013 г.)

Аннотация. В статье представлены результаты 3-летних исследований (2009-2011 гг.) по изучению влияния сроков и кратности некорневого вне-