

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ КАЛМЫКИИ

А.И. Сорокин, к.с.-х.н., Б.А. Гольдварг, к.с.-х.н., Калмыцкий НИИСХ,
Г.Д. Унканжинов, к.с.-х.н., САС «Калмыцкая»

Изучена реакция озимой пшеницы на внесение минеральных удобрений в зоне светло-каштановых почв Калмыкии. Выявлены особенности водопотребления культуры, установлена динамика питательного режима почвы, определены оптимальные дозы удобрений и их экономическая эффективность.

Ключевые слова: озимая пшеница, удобрения, водный и питательный режимы почвы, урожай, качество, окупаемость.

Производство зерна озимой пшеницы в аридных условиях зоны светло-каштановых почв жестко лимитируется низкими показателями их естественного плодородия и сухостью климата [1]. Вместе с тем, повышения уровня урожайности культуры можно добиться за счет подбора оптимальных элементов агротехники: лучших предшественников в севообороте, влагосберегающих способов обработки почвы, адаптированных сортов, научно обоснованных систем удобрения и др.

Цель исследований – уточнить факторы повышения уровня урожайности и качества зерна озимой пшеницы.

Методика. В связи с недостатком имеющихся научных данных, в течение ряда лет в Калмыкии проведены исследования по уточнению влияния различных доз удобрений на урожай зерна озимой пшеницы, динамику питательного и водного режимов почвы, особенности роста и развития растений. Предшественником в севообороте для озимой пшеницы служил чистый пар на фоне вспашки с оборотом пласта на глубину 18-20 см. Фосфорные и калийные удобрения вносили под вспашку пара, азотные – в весеннюю подкормку озимой пшеницы по таломерзлой почве.

Почва – светло-каштановая слабосолонцеватая среднесуглинистая. Степень солонцеватости 5,8%, тип засоления – хлоридно-сульфатный. Степень эродированности – слабая. Средние показатели почвенного плодородия пахотного слоя (0-20 см) опытного участка следующие: содержание гумуса низкое – 1,57%, реакция почвенной среды нейтральная, содержание общего азота 0,13%, минерального азота 43,2-55,0 мг/кг, подвижного фосфора – 23,4 обменного калия 378 мг/кг.

Результаты и их обсуждение. Наблюдения за динамикой водного режима почвы позволили выявить различия в водопотреблении озимой пшеницы в зависимости от удобрений во второй половине вегетации растений. Так если к началу весенней вегетации запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы изучаемых вариантах были практически равны, то к фазе колошения при внесении P_{60} дополнительно к контролю израсходовано 126 м³/га воды, при N_{30} – 42 при $N_{30}P_{60}$ – 73 м³/га. К полной спелости зерна такие различия сохранились, составив, соответственно, 151; 60 и 121 м³/га.

С использованием данных динамики влажности почвы и с учетом количества выпавших осадков за весенне-летний период вегетации проведен анализ водопотребления озимой пшеницы в зависимости от удобрений (табл. 1).

Установлено, что суммарное водопотребление озимой пшеницы оказалось минимальным в неудобренных посевах. Усиление только фосфорного питания увеличило этот показатель на 11%. При одностороннем внесении N_{30} водопотребление выросло на 3,8%, а при сочетании $N_{30}P_{60}$ на 7,6%.

Коэффициент водопотребления, или затраты воды на 1 ц зерна, различался мало в зависимости от удобрений, но при удобрении почвенная влага использовалась полнее, что привело к существенному увеличению урожая.

Наблюдения за динамикой питательного режима почвы

проводили с начала парования опытного участка. Установлено, что в остросухливых условиях пар способствует накоплению не только влаги в почве, но и доступных для растений форм питательных веществ. Так содержание нитратного азота ($N-NO_3$) в пахотном слое почвы возросло от начала весеннего парования до посева пшеницы в 2,58 раза, в подпахотном слое в 2,4 раза и достигло, соответственно, 30,5 (73,2 кг/га) и 26,2 мг/кг (62,8 кг/га). С учетом того, что озимая пшеница в осенний период вегетации потребляет минимум азота, применять азотные удобрения с осени под эту культуру по пару нет необходимости. Наоборот, в таких условиях часто требуется уравновесить избыточное питание растений азотом, усилив фосфорно-калийное питание [2].

1. Водопотребление озимой пшеницы в зависимости от удобрений

Доза удобрения, кг д.в./га	Содержание влаги в почве, мм		Осадки за период вегетации, мм	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность зерна, ц/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /ц
	весной (0-100 см)	в конце вегетации				
Без удобрений (контроль)	122,4	42,2	79,0	1592	17,8	89,4
P_{60}	123,9	28,6	79,0	1743	19,6	88,9
N_{30}	121,1	34,9	79,0	1652	18,0	91,8
$N_{30}P_{60}$	121,1	28,8	79,0	1713	19,0	90,3

Содержание аммиачного азота в паровом поле с весны до осени снижалось на 34% в верхнем исследуемом слое и на 57,6% в нижнем слое и составляло в сумме минерального азота, соответственно, 11,6 и 9,6%. Вследствие того, что основная часть корней пшеницы расположена в слое почвы 0-60 см [4] дальнейшие наблюдения за динамикой азота проводили как в пахотном так и в подпахотном слое почвы.

Заметные различия в содержании легкоусвояемых форм НРК в почве в зависимости от удобрений отмечены в течение весенне-летней вегетации пшеницы. Так на неудобренном фоне в начале весны запасы минерального азота ($N-NO_3 + N-NH_4$) составили 26,4 мг/кг. В варианте P_{60} азота меньше на 1,6 мг/кг, а при подкормке N_{30} – азота больше, чем на контроле на 3,4-3,6 мг/кг, или на 16,3-16,9 кг/га.

В дальнейшем в неудобренной азотом почве обеспеченность этим элементом снижается от одной фазы вегетации к другой. К фазе полной спелости зерна при внесении только P_{60} расход азота почвы оказался несколько выше, чем в контрольных посевах (табл. 2).

При подкормке N_{30} обеспеченность почвы азотом выше в течение всей вегетации. Причем при дозе $N_{30}P_{60}$ этот показатель меньше, чем при внесении только азотного удобрения, что можно связать с дополнительным потреблением азота пшеницей при усилении фосфорного питания. После окончания вегетации растений почва, удобренная N_{30} , имела остаток азота больше, чем на контроле на 5,0-5,9 мг/кг.

Существенные изменения в обеспеченности почвы подвижным фосфором (P_2O_5) в зависимости от возрастающих доз фосфорных удобрений произошли лишь в пахотном слое почвы. Неудобренная почва весной имела самую низкую обеспеченность P_2O_5 .

Внесение P_{30} способствовало повышению обеспеченности

фосфатами на 4,7 мг/кг, а от P_{60} и P_{90} увеличение составило, соответственно, 7,0 и 10,7 мг/кг. Эти данные позволяют при определенном приближении судить о необходимом количестве фосфора, которое следует внести, чтобы обеспечить повышение содержания P_2O_5 на 1 мг в 100 г почвы. В данном случае это доза P_{90} . По оценке обеспеченности подвижным фосфором почва в нашем случае перешла из низко обеспеченной в средне обеспеченную.

В фазе колошения растений отмечен пик в динамике содержания фосфатов как в вариантах с удобрениями, так и на контроле. Это можно объяснить высвобождением фосфатов из труднорастворимых соединений [5] (табл. 2).

2. Содержание минерального азота и подвижного фосфора в почве в зависимости от удобрений, мг/кг

Доза удобрения, кг д.в./га	Фаза развития растений			
	начало весенней вегетации	выход в трубку	колошение	полная спелость
<i>Минеральный азот в слое почвы 0 – 40 см</i>				
Без удобрений (контроль)	26,4	22,2	24,6	17,4
P_{60}	24,8	21,4	22,0	16,8
N_{30}	29,8	30,3	34,0	23,3
$P_{30} P_{60}$	30,0	26,5	32,7	22,4
<i>Подвижный фосфор в слое 0 – 20 см</i>				
Б/у	22,6	О	22,6	О
P_{30}	27,3	P_{30}	27,3	P_{30}
P_{60}	29,6	P_{60}	29,6	P_{60}
P_{90}	33,3	P_{90}	33,3	P_{90}

В конце вегетации озимой пшеницы в почве контроля содержание P_2O_5 снизилось по сравнению с предпосевным определением на 2,8 мг/кг. При внесении P_{30} остаток фосфатов оказался выше на 2,7 мг/кг и P_{90} – на 9,9 мг/кг. При этом почва в варианте P_{90} , как и в начале весны, осталась средне обеспеченной P_2O_5 .

Содержание обменного калия (K_2O) в почве при внесении калийных удобрений в дозе K_{30} не изменялось. По-видимому, при повышенных его запасах в почве, более 350 мг/кг, уловить разницу от внесения K_{30} используемым методом не представляется возможным. Вместе с тем, в среднем за годы исследований, озимой пшеницей использовано 69,2% от внесенных калийных удобрений в дозе K_{30} . Подобный эффект вызван тем, что растениям в засушливых условиях калий удобрений может быть более доступен, чем калий почвы [3].

Отмечено влияние удобрений на особенности динамики формирования урожая озимой пшеницы. Каких-то существенных изменений в развитии растений осенью не наблюдалось. За зимний период установлено положительное влияние фосфорных удобрений на сохранность растений. Так, если на неудообренном фоне погибло в среднем 29,2% растений, то при внесении суперфосфата зимостойкость растений повышалась, причем с возрастанием дозы фосфора гибель растений уменьшалась с 22,5% при P_{30} до 17,4% при P_{90} .

В начале активной весенней вегетации одностороннее усиление азотного питания приводило к образованию повышенного количества стеблей на 1 растение (3,72), что нельзя относить в засушливых условиях к благоприятным последствиям применения удобрений. На контроле общая кустистость составила 3,14, а при внесении фосфорных и азотно-фосфорных удобрений – 2,96-3,54. Количество зеленой массы с 1 м² минимально в этот срок на контроле – 269 г, при удобрении этот показатель возрастал до 299-368 г, как при одностороннем внесении N и P, так и при их сочетании.

Обеспеченность растений азотом в начале весны была высокой даже в посевах без азотной подкормки. Иное положение складывалось с содержанием в растениях фосфора. На контроле растения были низко обеспечены P_2O_5 , при внесении различных доз P этот показатель повышался, но ни при одной из них не достигал высокой обеспеченности. Примерно такое же положение наблюдалось и при анализе растений в более поздние сроки.

В фазе полного колошения растений количество вегетативной массы в контрольных посевах составляло 917 г/м².

Фосфорное удобрение, вносимое в чистом виде, привело к снижению этого показателя до 797 г/м², что связано с некоторым уменьшением общей кустистости. Максимум выхода зеленой массы с единицы площади отмечен при внесении полного минерального удобрения ($N_{30}P_{60}K_{30}$) – 959 г/м².

Количество колосных стеблей на неудообренном фоне составило 263 шт/м², а при внесении удобрений было на 2,0-11,0% больше с преимуществом повышенной дозы фосфора, вносимого в чистом виде и в комбинации с N_{30} . Применение азотной подкормки без сочетания с фосфором не способствовало росту количества продуктивных стеблей, хотя при этом формировалось большое количество биомассы.

Анализ данных по прибавкам урожая зерна позволяет заключить, что в условиях светло-каштановых почв Калмыкии удобрения, особенно фосфорные, способствуют стабильному увеличению урожая (табл. 3).

3. Урожайность озимой пшеницы и показатели качества зерна в зависимости от удобрений

Доза удобрения, кг д.в./га	Урожайность, ц/га	Содержание, %		Группа качества клейковины
		белка	клейковины	
Без удобрений (контроль)	20,5	17,1	32,7	II
P_{30}	22,2	18,1	32,7	II
P_{60}	22,5	18,0	32,8	I-II
P_{90}	23,5	18,4	33,7	I
N_{30}	21,2	18,3	33,9	I-II
$N_{30}P_{30}$	22,5	18,9	34,4	I-II
$N_{30}P_{60}$	23,1	18,8	33,8	I
$N_{30}P_{90}$	23,6	18,8	34,2	I-II
$N_{60}P_{60}$	22,9	18,8	33,8	I
$N_{30}P_{60}K_{30}$	24,2	18,1	33,2	I-II

В среднем по варианту P_{90} урожай увеличился на 14,6%, а от P_{30} и P_{60} , соответственно, на 8,3 и 9,8%.

Внесение K_{30} на фоне $N_{30}P_{60}$ дважды за годы исследований, в условиях весенне-летней засухи, существенно увеличивало урожай: на 3,7 и 3,1 ц/га, или на 13,9-17,8%. В среднем за 5 лет максимальный урожай получен при этой же системе удобрения – на 18,1% выше, чем на контроле.

Установлено, что практически все испытываемые дозы удобрений повышали содержание белка в зерне. Увеличение от фосфорных удобрений составило 0,8-1,3%. Подкормка N_{30} без сочетания с фосфорными удобрениями повысила белковость на 1,2%, хотя при этом, как отмечалось ранее, урожайность существенно не увеличилась. При сочетании N с P происходит дальнейшее повышение белка в зерне.

Удобрения влияли и на группу качества клейковины, которая была лучшей в вариантах с повышенной дозой фосфора и в сочетаниях азота с фосфором.

Заключение. Применение минеральных удобрений под озимую пшеницу в аридных условиях на светло-каштановых почвах способствует повышению обеспеченности почвы легкодоступными формами азота и фосфора. При этом происходит более полное и экономное расходование почвенной влаги: растения в течение вегетации формируют больше биомассы на единицу площади, содержание азота и фосфора в растениях возрастает. В результате все названные факторы приводят чаще всего к получению достоверных прибавок зерна озимой пшеницы и повышению его качества.

Основной элемент удобрений, увеличивающий урожай – фосфор. Азотные удобрения не всегда увеличивают урожай, но способствуют улучшению его качества.

Литература

1. *Агроклиматические ресурсы Калмыцкой АССР.* – Л.: Гидрометиздат, 1974. – С. 29-31.
2. *Постников В.Д., Минеев В.Г.* Почва, климат, удобрение и урожай. – М.: Колос, 1977. – 416 с.
3. *Петербургский А.В.* Агрохимия и физиология питания растений. – М.: Россельхозиздат, 1981. – 335 с.
4. *Пруцков Ф.М.* Озимая пшеница. – М.: Колос, 1976. – 352 с.
5. *Радов А.С., Чуян.* Распределение и миграция подвижных форм элементов питания в светло-каштановой почве и последствие азотно-фосфорных удобрений// Агрохимия. 1977. – № 1. – С.44-48.

EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON THE YIELD OF WINTER WHEAT GROWN ON LIGHT CHESTNUT SOILS OF KALMYKIA

A.I. Sorokin¹, B.A. Goldvarg¹, G.D. Unkanzhinov²

¹Kalmyk Research Institute of Agriculture, pr. Gorodovikova 5, Elista, 358011 Republic of Kalmykia, Russia

²Kalmytskaya Station of Agrochemical Service, ul. Gubarevicha 10, Elista, 358000 Republic of Kalmykia, Russia gb_kniish@mail.ru

The response of winter wheat to the application of mineral fertilizers in the light chestnut soils of Kalmykia was studied. Features of water consumption by the crop were revealed; the dynamics of the nutritive regime of soil was studied; optimal application rates of fertilizers and their economic efficiency were determined.

Keywords: winter wheat, fertilizers, water and nutritive regimes of soil, yield, quality, recoupment.