

# ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОВЕНЬ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

**Б.В. Шурганов, А.И. Сорокин, к.с.-х.н., Калмыцкий НИИСХ имени М.Б. Нармаева, В.Н. Музраев, ВНИИА, А.Г. Тертышная, к.с.-х.н. 358011, г. Элиста, пл. О.И. Городовикова, 1, Калмыцкий НИИСХ имени М.Б. Нармаева, e-mail: eightrepublic@gmail.com, gb\_kniish@mail.ru**

Центральная часть Калмыкии является зоной рискованного земледелия. Основным лимитирующим фактором, определяющим продуктивность посевов зерновых культур, являются условия влагообеспеченности. Приведены результаты исследований зависимости уровня водопотребления посевов озимой пшеницы и ярового ячменя от их обеспеченности минеральным питанием.

Ключевые слова: озимая пшеница, яровой ячмень, минеральные удобрения, суммарное водопотребление, коэффициент водопотребления.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.103.05

Республика Калмыкия – один из самых засушливых регионов Российской Федерации, по уровню влагообеспеченности он сравним лишь со странами Средней Азии [4]. Уровень урожайности зерновых культур в засушливых условиях центральной природно-сельскохозяйственной зоны Республики зависит от множества факторов, но в большей степени от условий влагообеспеченности в период вегетации растений. Обеспеченность же влагой в свою очередь зависит от выбора предшественника в севообороте, способа основной обработки почвы, конкретных складывающихся метеорологических условий [2]. В то же время экономное расходование влаги напрямую связано с сортовыми различиями культур и другими факторами, среди которых важная роль принадлежит использованию минеральных удобрений [2, 6].

Цель наших исследований - определить влияние минеральных удобрений на водопотребление озимой пшеницы и ярового ячменя в севообороте.

**Методика.** Исследования проводили в 2015-2017 гг. на опытном поле, расположенном в 10 км к западу от с.Троицкое Целинного района Республики Калмыкия. Почва опытного участка - светло-каштановая в комплексе с солонцами. Участок выровненный, с небольшим уклоном с юга на север. Агрохимическая характеристика почвы данного участка (в среднем за два года) представлена в таблице 1.

## 1. Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

Слой почвы, см	Гумус, %	N-NO <sub>3</sub> + N-NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	ЕКО, мг-экв/100 г	pH
		мг/кг					
0-20	1,41	11,85	18,00	368	6,75	18,60	8,35
20-40	1,22	9,35	14,50	317	6,80	18,55	8,35

Агротехника, применяемая в опыте, общепринятая в центральной агроклиматической зоне Республики. Предшественник озимой пшеницы в севообороте – чистый пар, основная обработка которого проведена отвальным способом на глубину 18-20 см. Посев семян осуществляли на глубину 4-5 см. Расположение делянок в опытах систематическое, в один ряд. Повторность вариантов четырехкратная. В опыте использовали сорта озимой пшеницы Булгун и ярового ячменя – Странник.

Из минеральных удобрений, согласно схеме опыта, применяли аммофос и аммиачную селитру, вносимые в предпосевную культивацию (в опыте с озимой пшени-

цей аммиачную селитру вносят в ранневесеннюю подкормку).

## Схема опыта

Доза удобрений, кг д.в./га	Форма удобрения
1. Контроль (без удобрений)	-
2. N <sub>7</sub> + P <sub>30</sub>	Аммофос
3. N <sub>14</sub> + P <sub>60</sub>	
4. N <sub>30</sub>	Аммиачная селитра
5. N <sub>60</sub>	
6. N <sub>37</sub> + P <sub>30</sub> *	Аммофос и аммиачная селитра
7. N <sub>44</sub> + P <sub>60</sub> *	
8. N <sub>67</sub> + P <sub>30</sub> *	
9. N <sub>74</sub> + P <sub>60</sub> *	

\*Дозы аммиачной селитры рассчитаны с учетом процентного содержания азота в аммофосе (здесь и в табл. 2-4).

Следует отметить, что в годы исследования выпало рекордное количество осадков (рис.). Так в мае, на который приходятся этапы развития растений, как озимой пшеницы, так и ярового ячменя, наиболее требовательные к содержанию влаги в почве, среднее за два года количество осадков в 3 раза превысило среднелетние данные.

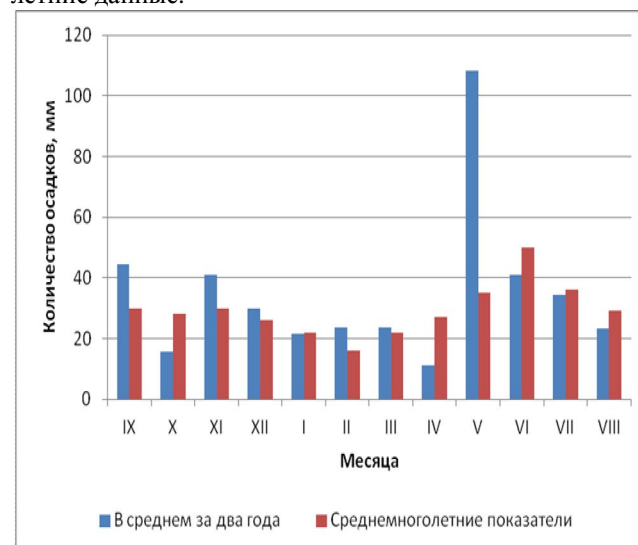


Рис. Количество осадков, выпавших в годы исследования (2015-2017 гг.), в сравнении со среднелетними показателями

Установлено, что в среднем за два года исследования поле под паром к моменту посева озимой пшеницы накапливало 94,1 мм продуктивной влаги в метровом слое почвы, с варьированием по годам от 93,4 до 94,8

мм. Средний показатель соответствует удовлетворительным запасам для озимой пшеницы.

К началу зимнего покоя растений пшеницы обеспеченность почвы влагой остается практически на уровне предпосевного определения.

Закрепление в почве части зимних осадков способствовало увеличению запасов влаги в ней к началу весенней вегетации растений в среднем до 143,8 мм (табл. 2).

## 2. Динамика влажности почвы под посевами озимой пшеницы, мм продуктивной влаги (в слое 0-100 см)

Доза удобрений, кг д.в./га	Фаза развития растений			
	Посев	Начало весенней вегетации	Колошение	Полная спелость
Контроль	94,1	144,6	81,6	73,5
N <sub>7</sub> + P <sub>30</sub>	-	144,8	80,2	69,8
N <sub>14</sub> + P <sub>60</sub>	-	146,4	67,8	68,2
N <sub>30</sub>	-	143,1	74,8	66,8
N <sub>60</sub>	-	142,6	68,9	62,3
N <sub>37</sub> + P <sub>30</sub> *	-	143,4	72,4	59,5
N <sub>44</sub> + P <sub>60</sub> *	-	143,1	70,9	59,8
N <sub>67</sub> + P <sub>30</sub> *	-	142,8	69,3	59,2
N <sub>74</sub> + P <sub>60</sub> *	-	143,1	70,8	59,2

В течение весенне-летней вегетации в результате эвапотранспирации происходит резкое снижение запасов влаги в почве. В неудобренных посевах от начала весеннего отрастания до полного колошения растений расход влаги составил 71,1 мм. В удобренных посевах почвенная влага потреблялась в большем объеме. Так при внесении фосфорных удобрений в дозе P<sub>30</sub> дополнительно использовано 3,9 мм почвенной влаги, а в варианте с P<sub>60</sub> – 7,1 мм, при внесении азотных удобрений - 5,2 мм в варианте N<sub>30</sub> и 9,2 мм в варианте N<sub>60</sub>. При комбинированном внесении азотных и фосфорных удобрений в среднем израсходовано на 12,6 мм продуктивной влаги больше, чем на контроле.

Перед посевом ярового ячменя запасы продуктивной почвенной влаги составили 131,1 мм (табл. 3). Установлена высокая связь уровня урожая ярового ячменя с запасами влаги в предпосевной период. Кроме того на уровень урожая ярового ячменя большее влияние оказывает сумма осадков в мае – в наиболее критический период развития растений.

## 3. Динамика влажности почвы под посевами ярового ячменя, мм продуктивной влаги (в слое 0-100 см)

Доза удобрений кг д.в./га	Фаза развития растений			
	Посев	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость
Контроль	131,1	114,3	80,0	41,8
N <sub>7</sub> +P <sub>30</sub>	-	115,6	78,6	38,1
N <sub>14</sub> +P <sub>60</sub>	-	114,7	66,2	36,5
N <sub>30</sub>	-	114,8	73,2	35,1
N <sub>60</sub>	-	113,6	70,8	30,6
N <sub>37</sub> +P <sub>30</sub> *	-	113,1	67,3	27,8
N <sub>44</sub> +P <sub>60</sub> *	-	112,9	69,3	28,1
N <sub>67</sub> +P <sub>30</sub> *	-	112,5	69,2	27,5
N <sub>74</sub> +P <sub>60</sub> *	-	112,6	67,7	27,5

Как и в случае с озимой пшеницей, действие удобрений также способствовало более полному расходу почвенной влаги посевами ярового ячменя. Так к концу вегетации в контрольных вариантах (без удобрений) расход почвенной влаги составил 89,4 мм, в то время как при применении аммофоса в дозе P<sub>60</sub> – 94,6 мм, в варианте же с аммиачной селитрой N<sub>60</sub> – 100,5 мм и при совместном внесении азотных и фосфорных удобрений в максимальных дозах N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> – 103,6 мм.

Анализируя данные динамики влажности почвы с учетом количества выпавших осадков за вегетационный период развития растений, установили водопотребление изучаемых зерновых культур в зависимости от применения минеральных удобрений (табл. 4).

## 4. Водопотребление озимой пшеницы и ярового ячменя в зависимости от применения минеральных удобрений

Доза удобре- ний, кг д.в/га	Содержание влаги в метро- вом слое почвы, мм		Осадки за период вегета- ции, мм	Суммарное водопотребле- ние, м <sup>3</sup> /га	Урожай зерна, ц/га	Кoeffи- циент водопо- требле- ния, м <sup>3</sup> /ц
	в нача- ле весен- ней вегета- ции	в конце вегета- ции				
Озимая пшеница						
Кон- троль	144,6	73,5	160	2311	49,2	47,0
N <sub>7</sub> + P <sub>30</sub>	144,8	69,8	160	2350	50,8	46,3
N <sub>14</sub> + P <sub>60</sub>	146,4	68,2	160	2382	52,0	45,8
N <sub>30</sub>	143,1	66,8	160	2363	52,6	44,9
N <sub>60</sub>	142,6	62,3	160	2403	54,4	44,2
N <sub>37</sub> +P <sub>30</sub> *	143,4	59,5	160	2439	55,2	44,2
N <sub>44</sub> +P <sub>60</sub> *	143,1	59,8	160	2433	55,0	44,2
N <sub>67</sub> +P <sub>30</sub> *	142,8	59,2	160	2436	56,3	43,3
N <sub>74</sub> +P <sub>60</sub> *	143,1	59,2	160	2439	56,9	42,9
					HCP <sub>0,95</sub> = 2,6	
Яровой ячмень						
Кон- троль	131,1	41,8	195	2843	36,1	79
N <sub>7</sub> + P <sub>30</sub>	131,1	38,1	195	2880	37,7	76
N <sub>14</sub> + P <sub>60</sub>	131,1	36,5	195	2896	39,4	74
N <sub>30</sub>	131,1	35,1	195	2910	42,0	69
N <sub>60</sub>	131,1	30,6	195	2955	42,5	70
N <sub>37</sub> +P <sub>30</sub> *	131,1	27,8	195	2983	42,4	70
N <sub>44</sub> +P <sub>60</sub> *	131,1	28,1	195	2980	43,1	69
N <sub>67</sub> +P <sub>30</sub> *	131,1	27,5	195	2986	42,1	71
N <sub>74</sub> +P <sub>60</sub> *	131,1	27,5	195	2986	43,7	68
					HCP <sub>0,95</sub> = 2,7	

Установлено, что суммарное водопотребление озимой пшеницы оказалось минимальным на неудобренных посевах. Усиление только фосфорного питания (P<sub>30</sub> и P<sub>60</sub>) увеличивало этот показатель, соответственно, на 39 и 71 м<sup>3</sup>/га, или на 1,7 и 3,1%. При внесении азотных удобрений в дозах N<sub>30</sub> и N<sub>60</sub> водопотребление выросло на 52 и 92 м<sup>3</sup>/га соответственно, или на 2,2 и 4,0%. При сочетании различных доз азотных и фосфорных удобрений суммарное водопотребление увеличивалось в среднем на 126 м<sup>3</sup>/га, или на 5,4 %.

Посевы ярового ячменя расходовали влагу почвы и атмосферных осадков в зависимости от удобрений также в разном объеме. Суммарное водопотребление в вариантах с фосфорными удобрениями в дозах P<sub>30</sub>, P<sub>60</sub> оказалось выше контрольных показателей на 37 и 53 м<sup>3</sup>/га соответственно. При действии азотных удобрений (N<sub>30</sub>, N<sub>60</sub>) водопотребление возрастало по отношению к контролю на 67-112 м<sup>3</sup>/га. Внесение различных доз как фосфорных, так и азотных минеральных удобрений способствовало тому, что суммарное водопотребление в этих вариантах возросло по отношению к контролю в среднем на 141 м<sup>3</sup>/га.

Коэффициент водопотребления, или количество влаги, использованное на формирование 1 ц товарной продукции, по вариантам незначительно различался. Так, на посевах озимой пшеницы в неудобренных вариантах на формирование 1 ц зерна было использовано 47 м<sup>3</sup>, в вариантах с применением удобрений - от 42,9 до 46,3

м<sup>3</sup>/ц. В опыте с яровым ячменем коэффициент водопотребления в контрольном варианте составил 79 м<sup>3</sup>/ц, в вариантах, где применялись минеральные удобрения на формирование 1 ц зерна было израсходовано в среднем 70 м<sup>3</sup> влаги. Это свидетельствует о том, что удобренные посевы полнее использовали почвенную влагу, что в свою очередь способствовало увеличению уровня урожайности зерна в данных вариантах.

**Заключение.** В результате исследований установлено, что под влиянием минеральных удобрений происходит более полное и экономное расходование почвенной влаги посевами изучаемых зерновых культур. При этом отмечается существенное увеличение урожайности зерна, следовательно, удобрения можно отнести к средствам борьбы с засухой в условиях светлосухих почв Калмыкии.

## INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON THE LEVEL OF WATER CONSUMPTION BY WINTER WHEAT AND SPRING BARLEY

B.V. Shurganov<sup>1</sup>, A.I. Sorokin<sup>1</sup>, V.N. Muzraev<sup>1</sup>, A.G. Tertishnaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kalmyk research Institute of agriculture named after M. B. Narmaev, Gorodovikov sq. 1, 358011 Elista, Russia, gb\_kniish@mail.ru

<sup>2</sup> Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127550 Moscow, Russia

*The Central zone of Kalmykia is characterized by natural conditions, which makes local agriculture risky. The main limiting factors which determine the productivity of grain crops are the conditions of moisture availability. This article presents the results of studies of the dependence of the water consumption of winter wheat and spring barley crops on their availability with mineral nutrition.*

*Key words: winter wheat, spring barley, mineral fertilizers, total water consumption, water consumption coefficient.*

## НАКОПЛЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЗЕЛЁНОЙ МАССЕ КУКУРУЗЫ ПРИ ЕЁ ВЫРАЩИВАНИИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

A.P. Бахитова, В.М. Лапушкин, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева  
127550, Москва, ул. Прянишникова, д.6., timakad2014@gmail.com

*При планировании высоких урожаев сельскохозяйственных культур, как правило, резко возрастает необходимость применения микроудобрений. В связи с неоднородностью химического состава почвенного профиля, уровень минерального питания растений кукурузы регулировали путем послойного внесения макро- и микроэлементов с целью получения высокого урожая хорошего качества, а также повышения устойчивости к болезням и неблагоприятным факторам окружающей среды (низкие температуры в начале и конце вегетационного периода, неравномерное распределение осадков и др.).*

*Ключевые слова: микроудобрения, кукуруза, зелёная масса, дерново-подзолистая почва, медь, цинк, молибден, железо, марганец.*

DOI: 10.25680/S19948603.2018.103.06

В связи с неоднородностью химического состава и неравнозначностью отдельных почвенных слоев в формировании урожая сельскохозяйственных культур некоторые авторы (Щербинин, 1970; Маринина, Терехин, 2014) указывают на необходимость оценки плодородия отдельных горизонтов (слоев) почвы. Локальное внесение удобрений может стать эффективным способом регулирования продукционного процесса путём снижения отрицательного действия на продуктивность растений повышенной плотности почвы, недостатка влаги и элементов питания на бедных почвах, в районах с коротким вегетационным периодом (Соколов, 1980, Трапезников, 1983, Гордеев, 1991).

**Методика.** Гибрид кукурузы Катерина СВ выращивали на опытном поле Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева с применением макро- и микроудобрений.

Азот, фосфор и калий вносили в виде аммиачной селитры, аммонизированного двойного суперфосфата и сульфата калия, микроэлементы - в виде химически

### Литература

1. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. - 3-е изд. - М.:Агропромиздат, 1986.- 416 с.
2. Гриценко В.Г., Гольдварг Б.А. Гидротермические факторы, урожай и водопотребление озимых зерновых культур в Центральной засушливой зоне Калмыкии//Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития мясного животноводства».- Элиста, 2012.- 60 с.
3. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв: Учебник. - 3-е изд. - М.: Изд-во МГУ, 2003. - 448 с.
4. Народецкая Ш.Ш. Агроклиматические ресурсы Калмыцкой АССР//Ш.Ш. Народецкая.-Л.: Гидрометиздат, 1974.-171 с.
5. Почвоведение. Учеб. для ун-тов. Ч. 2 /Под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. Ч. 1. Почва и почвообразование/Г. Д. Белицина, В. Д. Васильевская, Л. А. Гришина и др. — М.: Высш. шк., 1988. — 400 с.
6. Сорокин А.И., Гольдварг Б.А., Шурганов Б.В. Технология применения минеральных удобрений и регуляторов роста под озимую пшеницу в условиях Республики Калмыкия//Калмыцкий НИИСХ.- Элиста, 2017.-20 с.

чистых солей точечным способом в разные слои почвы для того, чтобы выявить оптимальную глубину, с которой происходит наиболее эффективное усвоение элементов питания с учетом особенностей корневой системы кукурузы и химического состава дерново-подзолистой почвы (среднесуглинистой в слое 0-40 см и супесчаной в слое 40-80 см).

Схема опыта включала 20 вариантов (см. табл. 3). Площадь делянки 1 м<sup>2</sup>, повторность опыта – трехкратная.

Органические удобрения, химические средства защиты и мелиоранты на опытном участке не применяли. Дважды за вегетационный период по мере отрастания сорняков проводили ручную прополку.

Агрохимические условия каждого слоя почвы, анализируемого в опыте, были неоднородными, что могло повлиять на доступность определяемых микроэлементов растениям. Микроудобрения вносились по фону макроудобрений (РК, NPK), дозы внесённых микроудобрений по д.в. представлены в таблице 1.