

УДК 633.11 «324» : 631.559

РОЛЬ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ПРОГРАММИРОВАНИИ УРОЖАЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗОНЕ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Устименко Е.А., Есаулко А.Н., Подколзин А.И., Лысенко И.О.

ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», Ставрополь, Россия, (355017, г.Ставрополь, пер.Зоотехнический, 12), e-mail: ustimenko_elen_26@mail.ru

Озимая пшеница - важнейшая зерновая культура в нашей стране. По посевным площадям она занимает первое место и является главной продовольственной культурой. Ценность пшеничного хлеба определяется богатым химическим составом зерна. В зерне пшеницы от 11 до 20% белка, 63-74% крахмала, около 2% жиров, до 2% зольных минеральных веществ и много витаминов (В1, В2, РР, Е, провитамины А, Д). Кафедрой агрохимии и физиологии растений ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет» на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности в 2009-2012 гг, были проведены исследования по программированию урожайности озимой пшеницы (сорт Зустрич) в зоне умеренного увлажнения на основе оптимизации применения минеральных удобрений. В статье представлены трехлетние данные по влиянию норм удобрений на динамику подвижного фосфора и обменного калия в слое почвы 0-20 см, на урожайность и качество зерна озимой пшеницы сорт Зустрич на черноземе выщелоченном в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. По результатам трехлетних данных, на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности достоверность программирования 93% была получена при внесении дозы $N_{126}P_{80}K_{72}$ на планируемый урожай 6,0 т/га по методике расчета В.В. Агеева

Ключевые слова: погодные условия, минеральные удобрения, чернозем выщелоченный, озимая пшеница, сорт Зустрич, качество зерна озимой пшеницы.

ROLE OF FERTILIZERS IN PROGRAMMING WINTER WHEAT CROP IN A BAD MOISTENING OF STAVROPOL TERRITORY

Ustimenko E.A., Esaulko A.N., Podkolzin A.I., Lisenko I.O.

FSBEI HPE «Stavropol state agrarian University», Stavropol, Russia, (355017, Stavropol, lane Zootehnicheskii, 12), e-mail: ustimenko_elen_26@mail.ru

Winter wheat - important crops in our country. By sowing areas it occupies the first place is the main food crop. Value is determined by wheat bread rich chemical composition of grain. In the wheat grains from 11 to 20 % protein, 63-74 % starch, about 2 % fat and 2% ash and mineral substances of vitamins (B1, B2, PP, E, provitamin A, D). The Department of agricultural chemistry and plant physiology FSBEI HPE «Stavropol state agrarian University» on leached chernozem Stavropol height in 2009-2012, studies were conducted on the programming of winter wheat (cultivar Zustrich) in the zone of moderate humidity based on the optimization of fertilizer application. The paper presents the three-year data on the effect of fertilization rates on the dynamics of mobile phosphorus and exchangeable potassium in the soil layer 0-20 cm, yield and quality of winter wheat cultivar Zustrich on leached chernozem zone of unstable moistening of the Stavropol Territory. According to the results of three years of data on leached chernozem Stavropol Upland programming accuracy 93% was obtained at a dose $N_{126}P_{80}K_{72}$ Making a planned harvest of 6.0 t / ha according to the method of calculation of V.V Ageeva

Keywords: weather conditions, fertilizers, leached chernozem, winter wheat cultivar Zustrich quality of winter wheat.

Под программированием урожая понимают разработку и осуществление научно-обоснованного комплекса взаимосвязанных мероприятий по возделыванию сельскохозяйственных культур, своевременное и качественное выполнение которых обеспечивает получение запрограммированных с определенным допуском колебания уровней урожая, при заданном качестве продукции, а также повышение почвенного плодородия и производительности труда [4].

Уровень программированного урожая определяется на основании почвенно-климатических ресурсов поля и реально сложившейся обстановки (окультуренность поля, уровень агротехники, ресурсные возможности хозяйства и т. д.) [1,5].

Величина действительно возможного урожая показывает, насколько почвы данного поля и сложившийся уровень агротехники позволяют реализовать возможности климатических условий хозяйства. Если разрыв между действительно возможной урожайностью и урожайностью, обеспеченной климатическими ресурсами, велик, то это свидетельствует о низком уровне агротехники, применяемой в хозяйстве, так как в процессе сельскохозяйственного производства человек может регулировать агротехническими приемами режим питания растений, агрофизические и физико-химические показатели почвы, водный режим и пр. [2].

Для получения программированного урожая в широких масштабах осуществляется производство растениеводческой продукции по заданным программам, которые дают возможность управлять продуктивностью культурных растений[3].

Заключается в оптимизации применения удобрений на основе балансовых методов расчета норм туков для достижения программируемого уровня урожайности озимой пшеницы в зоне умеренного увлажнения Ставропольского края.

Место проведения полевых исследований - землепользование опытной сельскохозяйственной станции Ставропольского государственного аграрного университета. Исследования были проведены в 2010-2012 гг. Объект исследований – озимая пшеница (сорт Зустрич – среднеспелый (273-282 дня), среднерослый и устойчивый к полеганию. Это сорт степного экотипа, обладающий высокой экологической пластичностью, засухоустойчивостью и морозостойкостью. По качеству он относится к сильным пшеницам (содержание белка – 12.0-13.5%, клейковины – 27-28%).

Почва опытного участка представлена чернозем выщелоченный, мощный, тяжелосуглинистый. Имеет довольно плотное сложение 1,15-1,31 г/см³. Емкость поглощения пахотного слоя – 40 мг.экв. на 100 г почвы. Реакция почвенного раствора в среднем равна 6,7, что близко к нейтральной рН. Почва участка характеризуется средней обеспеченностью гумуса – 5,1-5,6%, средней обеспеченностью подвижным фосфором – 22 мг/кг почвы, и обменным калием почва относится к группе с высокой обеспеченностью – 240-260 мг/кг почвы. Среднегодовая многолетняя сумма осадков в зоне проведения опытов составляет 623мм, а среднегодовая температура воздуха равна 9,2 °С. Исходя из основных агроклиматических показателей, можно сделать вывод, что погодные условия опытной станции благоприятны для выращивания и получения стабильных урожаев озимой пшеницы

В качестве минеральных удобрений были использованы: Аф, Наа и Кх. Удобрения

вносились до посева и под основную обработку почвы. Предшественник – горох. Размещение делянок по методу рендомизированных повторений, повторность опыта 3-х кратная. Ширина – 12, длина 80м, общая S опыта – 960м², учетная S опыта – 528м².

Расчет доз минеральных удобрений на планируемую урожайность озимой пшеницы 4.0, 5.0 и 6.0 т/га проводился по двум методикам. В соответствии с первым подходом, разработанным В.В. Агеевым [1], дозы фосфорных и калийных удобрений рассчитывались следующим образом:

$$Д = \frac{В - ВК_n}{K_y} \cdot 100, \text{ где:}$$

Д – доза P₂O₅ и K₂O, кг/га;

В – вынос P₂O₅ и K₂O с планируемым урожаем зерна, кг/га;

K_n – коэффициент использования фосфора и калия из почвы от выноса с планируемым урожаем зерна (0.47-0.66 для фосфора и 0.58-0.70 для калия с учетом содержания в почвах подвижных форм фосфора и калия и планируемой урожайности);

K_y – коэффициент использования фосфора и калия из удобрений (40 и 70% соответственно).

Дозы азотных удобрений рассчитывались по преобразованной формуле:

$$Д = \frac{В(N) - В(P_2O_5) \cdot K_n(P_2O_5) \cdot K}{K_y} \cdot 100, \text{ где:}$$

K – отношение выноса N с планируемым урожаем зерна к выносу P₂O₅ с планируемым урожаем зерна;

K_y – коэффициент использования азота из удобрений (70%).

Согласно второй методике, разработанной специалистами Ставропольского НИИСХ и ГЦАС «Ставропольский» [6], дозы удобрений были рассчитаны по формуле:

$$Д = УВК_k, \text{ где:}$$

У – планируемая урожайность зерна, ц/га;

В – вынос N, P₂O₅ и K₂O с 1 ц планируемого урожая зерна, кг;

K_k – коэффициент компенсации выноса элементов питания за счет удобрений (0.49-0.52 для азота, 1.10-1.36 для фосфора и 0.30-0.43 для калия в зависимости от планируемого уровня урожайности).

Кроме того, был включен контрольный вариант (без удобрений) и вариант со средне-рекомендованными дозами удобрений для данной почвенно-климатической зоны. Хлористый калий вносили под вспашку, аммофос – при посеве, аммиачную селитру – в ранневесеннюю подкормку.

Погодные условия (таблица 1) в годы проведения исследований характеризовались

неравномерным выпадением осадков, уступающим многолетней норме на 43-89 мм (за исключением 2009-2010 гг.) на фоне повышенного температурного режима (+1,1-1,4°C).

Таблица 1 - Распределение осадков в годы исследований по данным метеостанции г. Ставрополя, мм

Год	Сумма осадков												Сумма
	месяцы												
	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	
2009-2010	85	70	13	68	21	53	36	68	25	94	22	70	625
2010-2011	5	67	83	19	24	19	17	46	52	87	107	54	580
2011-2012	75	11	10	20	20	37	17	37	13	38	96	83	457
Среднемноголетние	54	43	46	41	32	27	34	53	70	90	80	53	623

Наиболее благоприятные агрометеорологические условия для формирования урожая культуры сложились 2010-2011 гг. Сумма осадков, выпавших за вегетацию культуры (580 мм), уступала норме 7%, однако их равномерное распределение способствовало оптимальной влагообеспеченности посевов и формированию наибольшей урожайности озимой пшеницы. Среднегодовая температура воздуха оказалась на 1,4⁰С выше многолетних значений, достигнув 10,6⁰С. Погодные условия в 2011-2012 гг., сложились крайне неблагоприятно для формирования урожая. Неравномерное распределение осадков в весенне-летний период оказало неблагоприятное влияние на формирование урожая озимой пшеницы. Количество осадков в 2011-12 гг. оказалось меньше многолетней годовой нормы на 27%.

Нами установлено, что наибольшее содержание подвижного фосфора и обменного калия отмечалось на всех вариантах в фазу стеблевания на подвижном фосфоре и перед посевом на обменном калии, по методике расчета В.В. Агеева которое уменьшалось с нарастанием вегетативной массы до фазы полной спелости (таблица 2 и 3).

Не все удобренные варианты в среднем за вегетацию превосходили контроль по содержанию подвижного фосфора в почве. Так, содержание подвижного фосфора в почве на вариантах с рекомендованной и N₁₀₅P₆₀K₆₀ было несущественно ниже контроля во все исследуемые фазы вегетации. Другие изучаемые дозы удобрений в период вегетации увеличивали содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-20 см, и разница с контролем составляла (мг/кг) перед посевом– 4,7-6,9; в фазу кущения – 4,0-5,6; в фазу колошение – 2,2-4,4 и в фазу полной спелости – 2,9-5,1. При этом существенное увеличение подвижного фосфора относительно контроля отмечалось на всех вариантах с рекомендованной системой удобрений и N₁₂₆P₈₀K₇₂.

Наибольшее содержание подвижного фосфора в почве во все фазы развития растения отмечалось на варианте N₁₂₆P₈₀K₇₂– 31,2, 31,0, 26,4, 25,3 мг/кг почвы.

Таблица 2 – Влияние оптимизации применение минеральных удобрений на динамику

содержания (мг/кг) подвижного фосфора в 0-20 см слое чернозема выщелоченного, 2009-2012 гг.

Методика расчета	перед посевом	кущение	колошение	полная спелость
контроль	24,3	25,4	22,0	20,2
рекомендованная N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	29,0	29,4	24,2	23,1
*N ₆₀ P ₃₄ K ₃₄	26,7	27,3	22,9	21,0
*N ₁₀₅ P ₆₀ K ₆₀	28,0	27,9	24,1	22,7
*N ₁₂₆ P ₈₀ K ₇₂	31,2	31,0	26,4	25,3

*методика расчета по В.В. Агееву

Не все удобренные варианты в среднем за вегетацию превосходили контроль по содержанию подвижного обменного калия в почве. Так, содержание обменного калия в почве на варианте с N₆₀P₃₄K₃₄ было несущественно ниже контроля во все исследуемые фазы вегетации. При этом существенное увеличение обменного калия относительно контроля отмечалось на всех вариантах N₁₂₆P₈₀K₇₂ - 262, 254, 240 и 237 мг/кг почвы и разница по сравнению с контролем составила 21 и 22 мг/кг почвы.

Таблица 3 - Влияние оптимизации применения минеральных удобрений на динамику содержания (мг/кг) обменного калия в 0-20 см слое чернозема выщелоченного, 2009-2012 гг.

Методика расчета	перед посевом	кущение	колошение	полная спелость
контроль	241	232	218	216
рекомендованная N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	253	244	228	231
*N ₆₀ P ₃₄ K ₃₄	244	238	221	203
*N ₁₀₅ P ₆₀ K ₆₀	257	250	232	220
*N ₁₂₆ P ₈₀ K ₇₂	262	254	240	237

*методика расчета по В.В. Агееву

Из данных приведенных таблицы 4 видно, что все изучаемые дозы норм удобрений достоверно увеличивали урожайность озимой пшеницы, и разница относительно контроля в 2009-2010 гг составила 0,76-2,8 т/га, в 2010-2011 гг составила 1,03-2,9 т/га и в 2011-2012 гг составила 0,97-2,28 т/га.

Таблица 4 - Урожайность озимой пшеницы в зоне умеренного увлажнения на основе оптимизации применения минеральных удобрений за 2009-2012 гг.

Дозы удобрений	Методика расчета*	Планируемая урожайность	Урожайность, т/га			средняя
			2009-2010	2010-2011	2011-2012	
0	контроль	-	3,06	3,12	2,63	2,94
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	рекомендованная	-	4,59	4,3	3,60	4,16

N ₆₀ P ₃₄ K ₃₄	1	4,0	3,82	4,15	3,72	3,9
N ₆₈ P ₄₄ K ₂₄	2		4,18	4,39	3,93	4,16
N ₁₀₅ P ₆₀ K ₆₀	1	5,0	5,22	4,63	4,34	4,73
N ₉₀ P ₆₇ K ₄₀	2		4,63	5,17	4,21	4,67
N ₁₂₆ P ₈₀ K ₇₂	1	6,0	5,86	6,02	4,91	5,6
N ₁₁₀ P ₈₂ K ₅₁	2		5,68	5,8	4,61	5,36
НСП ₀₅	-	-	3,7	2,7	3,2	3,9
Sx, %	-	-	4,3	3,6	4,6	4,6

* 1- Методика расчета по Агееву В.В.

* 2- Методика расчета ученых СНИИСХ и агрохимцентр «Ставропольский»

При оптимизации минерального питания на планируемый уровень урожайности озимой пшеницы 4,0 т/га, нами установлено, что все изучаемые расчетные методы определения доз минеральных удобрений показали довольно высокую точность программирования урожайности культуры, а отклонения от -2,5 до +4 %, являются незначительными. Отмечается более высокий уровень продуктивности культуры, при внесении N₆₈P₄₄K₂₄ (4,16 т/га), рассчитанной по 2 методике, которая оказалась выше на 6 %, по сравнению с расчетом норм по методу В.В. Агеева.

При планировании урожайности на 5,0 т/га, наблюдались аналогичные результаты. Оба расчетных метода обеспечили несущественное отклонение от планируемой урожайности в сторону уменьшения – 5,4 и 7 %.

При внесении удобрений на планируемый уровень урожайности 6,0 т/га, рассчитанный методом В.В. Агеева, оказался выше метода расчета, рекомендованный учеными СНИИСХ и агрохимцентра «Ставропольский» на 4%. В свою очередь, при внесении N₁₁₀P₈₂K₅₁ отмечалось существенное отклонение от планируемого уровня урожайности на 11 %, чего нельзя сказать при внесении N₁₂₆P₈₀K₇₂, рассчитанной по методике В.В. Агеева, где отклонение находилось в пределах ошибки опыта. Мы не смогли получить запрограммированный уровень урожайности озимой пшеницы 6,0 т/га независимо от метода расчета, но наибольший эффект от программирования был получен в 2010-2011 г, когда все варианты обеспечивали достоверную прибавку в урожайности культуры (отклонение составило +3 и -3%).

Таким образом, в ходе проведения исследований, все изучаемые дозы удобрений существенно увеличивали урожайность озимой пшеницы по сравнению с контролем. Сравнение изучаемых методик расчетных норм удобрений на программируемый уровень урожайности 4,0 и 6,0 т/га, показало, что существенной разницы в показателях урожайности озимой пшеницы не выявлено. В среднем за 3 года исследований оба метода расчета норм удобрений обеспечили запрограммированный уровень урожайности озимой пшеницы 4 т/га N₆₀P₃₄K₃₄ и N₆₈P₄₄K₂₄. Программированный уровень 5,0 и 6,0 т/га достигнут не был, но

наибольшая достоверность программирования 93% была получена при внесении дозы N₁₂₆P₈₀K₇₂ на планируемый урожай 6,0 т/га по методике расчета В.В. Агеева.

Таблица 5 - Влияние минеральных удобрений на качество зерна озимой пшеницы на основе оптимизации применения минеральных удобрений за 2009-2012 гг.

Планируемая урожайность, т/га	Методика расчета	Дозы удобрений	Содержание клейковины, %	Показатель ИДК	Группа клейковины	Белок
контроль	контроль	0	17,1	80	V	10,49
	рекомендованная	N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	22,3	73	III	11,34
4,0	1	N ₆₀ P ₃₄ K ₃₄	23,7	75	III	11,00
	2	N ₆₈ P ₄₄ K ₂₄	24,3	72	III	11,34
5,0	1	N ₁₀₅ P ₆₀ K ₆₀	25,5	72	III	11,51
	2	N ₉₀ P ₆₇ K ₄₀	24,9	73	III	11,12
6,0	1	N ₁₂₆ P ₈₀ K ₇₂	27,0	75	III	12,48
	2	N ₁₁₀ P ₈₂ K ₅₁	26,3	73	III	12,71

Повышение качества зерна озимой пшеницы имеет исключительно важное значение. Представленные в таблице 5 результаты свидетельствуют о том, что применение всех изученных доз удобрений способствовало увеличению содержания клейковины в зерне – на 5,2-9,9% в среднем за 3 года исследований по сравнению с контрольным вариантом. При этом наибольшее содержание клейковины (27,0 и 26,3%) было получено в вариантах с внесением максимальных доз удобрений (соответственно N₁₂₆P₈₀K₇₂ и N₁₁₀P₈₂K₅₁). Применение всех изученных доз минеральных удобрений также способствовало получению клейковины хорошего качества – показания прибора ИДК составили 72-75 ед. Достоверное повышение содержания белка (на 2,0-2,2%) было получено только при внесении удобрений в максимальных дозах (N₁₂₆P₈₀K₇₂ и N₁₁₀P₈₂K₅₁).

Таким образом, оптимизация минерального питания растений азотом, фосфором и калием – это мощный фактор повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы при возделывании на черноземах выщелоченных Ставропольского края. Изученные методы расчета доз удобрений обеспечили получение программируемого уровня урожайности озимой пшеницы 4 т/га. Исходя из средней урожайности за 3 года, планируемые уровни урожайности 5,0 и 6,0 т/га не были достигнуты, но наибольшая точность программирования урожайности 93% получена при расчете доз удобрений по методике В.В. Агеева.

Список литературы

1. Агеев В.В., Подколзин А.И. Агрехимия (Южно-Российский аспект): Учебник для

студентов вузов, - Т. 2 / В.В. Агеева. – Ставрополь: Ставропольский ГАУ, 2006. - 480 с.

2. Есаулко А.Н., Голосной Е.В., Фурсова А.Ю., Устименко Е.А., Айсанов Т.С., Донцов А.Ф. Влияние азотных подкормок различными формами удобрений на урожайность озимой пшеницы на черноземе выщелоченном. В кн.: Применение современных ресурсосберегающих инновационных технологий в АПК.- 2013. - С. 5-8.

3. Есаулко А.Н., Устименко Е.А., Гуруева А.Ю. Эффективность программирования урожайности озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности. В кн.: Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. Т. 46. № 4. – 2012. - С. 95-98.

4. Есаулко А.Н. Оптимизация систем удобрений в севооборотах Центрального Предкавказья как фактор повышения плодородия почвы и продуктивности сельскохозяйственных культур / Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Ставрополь, 2006.

5. Есаулко А.Н., Агеев В.В., Донцов А.Ф., Попов Ю.Н., Гречишкина Ю.И., Сигида М.С., Голосной Е.В. особенности проведения ранневесенних азотных подкормок озимых зерновых культур в различных почвенно-климатических зонах Ставропольского края. Вестник АПК Ставрополя. 2011. №1. С. 11-14

6. Петрова Л.Н., Чернов А.Я., Шустикова Е.П., Подколзин А.И., Карандашов Л.Г., Булавинов А.В. Методические указания для расчета потребности и распределения фондов минеральных удобрений в колхозах и совхозах Ставропольского края. Ставрополь. – 1987.- 20 С.

Рецензенты:

Цховребов В.С., д.с.-х.н., профессор, заведующий кафедрой почвоведения имени В.И. Тюльпанова, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», г.Ставрополь.

Дорожко Г.Р., д.с.-х.н., профессор кафедры общего и мелиоративного земледелия, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», г.Ставрополь.