

УДК 633.11"324":631.5]:551.585.55(470.620)

UDC 633.11"324":631.5]:551.585.55(470.620)

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agriculture

**УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА  
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ НЕ-  
ДОСТАТОЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ КРАСНО-  
ДАРСКОГО КРАЯ**

**YIELD AND GRAIN QUALITY OF THE WIN-  
TER WHEAT IN THE CONDITIONS OF INSUF-  
FICIENT HUMIDIFYING IN KRASNODAR RE-  
GION**

Квашин Александр Алексеевич  
д-р с.-х. наук  
РИНЦ AuthorID: 340880

Kvashin Aleksandr Alekseevich  
Dr.Sci.Agr.  
AuthorID: 340880

Нешади́м Николай Николаевич  
д-р с.-х. наук, профессор  
SPIN-код: 8727-0250  
neshhadim.n@kubsau.ru

Neshhadim Nikolay Nikolaevich  
Dr.Sci.Agr., professor  
SPIN-code: 8727-0250  
neshhadim.n@kubsau.ru

Горпинченко Ксения Николаевна  
д-р экон. наук  
SPIN-код: 9812-7883  
*«Кубанский государственный аграрный универси-  
тет имени И.Т. Трубилина», Краснодар, Россия*

Gorpinchenko Ksenija Nikolaevna  
Dr.Sci.Econ.  
SPIN-code: 9812-7883  
*Kuban State Agrarian University named after  
I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia*

В опыте изучено влияние, предшественника и различных доз минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой мягкой пшеницы сорта Краснодарская 99. Исследования проводили на Северо-Кубанской сельскохозяйственной опытной станции в двух десятипольных - зернопропашном и зернотравянопропашном севообороте (стационарный опыт). Почва-чернозем обыкновенный, малогумусный мощный с содержанием гумуса, в зависимости от фонов питания в пахотном (0-30 см) слое почвы 3,95-4,00%, минерального азота 5,9-8,3 мг/кг почвы, обменного калия 330-360 мг/кг почвы. Установлено, что максимальный урожай озимой пшеницы отмечено при системах удобрения с полным минеральным удобрением, минимальные - с использованием РК и НК. Урожайность озимой пшеницы зависит от предшественника - 15-18% и от удобрений 27-31%. Содержание белка в основном определялась дозой удобрения. Повышенные и высокие дозы удобрений способствовали увеличению содержания белка до 12%. Установлена сильная корреляционная связь между содержанием белка, агроприемами и осадками в период вегетации

The influence of the predecessor and different doses of mineral fertilizers on the yield and the quality of the winter wheat cultivar 'Krasnodar 99' were investigated. Investigations were carried out in the North-Kuban Agricultural Experiment Station in two ten-course crop-rotations: grain plowing and grain - grass plowing (stationary experience). The soil is the black soil, low in humus, powerful, with humus content 3,95-4,00%, depending on the nutrition in the arable soil layer (0-30sm), mineral nitrogen is 5,9-8,3 mg / kg of soil, exchangeable potassium is 330-360 mg / kg of soil. It was found that the maximum value of the winter wheat crop structure elements is noticed in the fertilizer systems with complete mineral fertilizer, and the minimum value - with PK and NK. Winter wheat yield depends on the crop rotation of 8-15%; from its predecessor - 15-18% and 27-31% of the fertilizer. The protein content was mainly determined by the fertilizer dose. Enhanced and high doses of fertilizers contributed to an increase in the protein content to 12%. A strong correlation between protein content, agronomic methods and precipitation was determined

Ключевые слова: ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА, СЕВО-  
ОБОРОТ, ПРЕДШЕСТВЕННИК, ДОЗА УДОБРЕ-  
НИЙ, УРОЖАЙНОСТЬ, СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА,  
КОЭФФИЦИЕНТ КОРРЕЛЯЦИИ

Keywords: WINTER WHEAT, CROP ROTATION,  
PREDECESSOR, FERTILIZER DOSE, YIELD  
STRUCTURE, YIELD, PROTEIN CONTENT,  
CORRELATION COEFFICIENT

Doi: 10.21515/1990-4665-128-067

Кубань является ведущим регионом по производству зерна озимой пшеницы. В Краснодарском крае размещается более 1 млн га посевов ози-

мой пшеницы, в том числе в зоне неустойчивого увлажнения на обыкновенном черноземе Западного Предкавказья [7,12,35].

В процессе сельскохозяйственного использования чернозема обыкновенного происходит деградация почвы, что ведет к снижению продуктивности агроэкосистем и ослаблению устойчивости урожаев полевых культур [1,2,3,36,37]. В связи с этим необходим поиск агроприемов, позволяющих сохранить и приумножить плодородие почвы и повысить продуктивность пашни, а также эффективность различных систем удобрения, применяемых с целью оптимизации продуктивности и стабилизации урожаев важнейших зерновых и технических культур [3,7,23].

Есть необходимость уточнения приемов применения минеральных удобрений с целью повышения их целесообразности в различных видах севооборотов с учетом прямого действия и последствия удобрений, а также поддержания уровня плодородия почвы в соответствии с потребностями сельскохозяйственных культур [2,21,24].

Главным показателем, который в основном является и основным экономическим уровнем развития в регионе, является урожайность сельскохозяйственных культур [4,8,10,11,35].

Определяющим условием увеличения производства продуктов питания является рациональное применение средств химизации в севооборотах [25,26] и в частности минеральных удобрениях [2,28,30,31]. Устойчивая тенденция к снижению поставок удобрений, отказ сельского хозяйства от их применения в силу дороговизны и нерационального использования с другой стороны, приводят не только к недобору урожая, к снижению качества продукции, увеличению себестоимости, но и к потере плодородия почвы [8,9,12,28,37].

Рациональная система удобрения при оптимальном размещении туков предполагает не только снижение норм их применения, частоту и

своевременность внесения, но и более эффективное расходование материальных затрат [13,14,16,21].

Важнейшим свойством озимой пшеницы, определяющим место её в севообороте, является реакция на изменение агрофона. Учитывая то, что среди злаковых культур, озимая пшеница наиболее требовательна к плодородию почвы, поэтому низкий агрофон является причиной снижения, а оптимальный – способствует повышению урожая зерна [24,28,36].

Пропашные и зерновые культуры в условиях юга России, где размещаются основные площади их возделывания, часто попадают под засуху, что усугубляет темпы роста и развития растений, формирование генеративных органов, соответственно это ведет к снижению продуктивности культур и засорению посевов [27].

В современных условиях перед сельскохозяйственным производством остро стала проблема эффективности производства зерна [20]. Это вызвано с возрастанием стоимости энергоносителей, сельскохозяйственной техники, средств защиты растений, удобрений. Размеры этих затрат значительно увеличиваются по мере интенсификации технологии [5,6,17].

В связи с применением удобрений, новой техники и технологий, введение новых сортов должно быть экономически выгодно и энергетически целесообразным возделывание пшеницы [12,15,22,33,36]. Для разработки более прогрессивных энергосберегающих технологий и с учетом эффективности инноваций в зерновом производстве важна комплексная оценка с учетом агрономической, экономической и энергетической эффективности [5,7,18].

Увеличение стабильности производства высококачественного зерна озимой пшеницы в значительной степени зависит от создания высокопродуктивных, современных сортов, максимально адаптированных для рекомендованных зон возделывания [12,32]. Даже при наличии хороших сортов необходимо знание агротехнических приёмов управления процессами, как

формирования урожая, так и качества зерна, позволяющих наиболее полно реализовывать наследственный потенциал растений с учётом их биологических особенностей [2,35].

Сочетания высокой урожайности с хорошим качеством зерна остаётся одной из важных задач. Важными признаками высококачественного зерна остаются такие показатели как содержание белка и клейковины, которые определяют продовольственную и кормовую ценность зерна озимой пшеницы, а также технологические свойства муки, хлебопекарную, крупяную и кондитерскую её оценку [23,31,32].

Методика. Опыт закладывался в северной зоне Краснодарского края. Почвы этого региона формируются в условиях теплого лета, сухой осени и нередко теплой зимы. Данные факторы способствуют активному разложению в почве органического вещества растительных остатков, образованию гуминовых веществ и распределению его по профилю почвы. Водно-физические свойства чернозема обыкновенного способствуют хорошему сохранению осадков, увеличению активности микроорганизмов и улучшению питательного режима почвы.

Черноземы обыкновенные отличаются невысоким содержанием гумуса 4,5-5,5% характеризуются значительной мощностью гумусового горизонта. Содержание общего азота находится в пределах 0,22-0,33%, фосфора 0,16-0,19%. Количество калия в черноземе обыкновенном в 8-10 раз превышает запасы азота и фосфора.

Программой исследований предусматривалось изучение влияния предшественника и систем удобрений на продуктивность озимой пшеницы и технологического качества товарной продукции. Сорт озимой пшеницы – Краснодарская 99, который имеет широкую адаптивность, высокую устойчивость к полеганию и осыпанию зерна, среднеспелый.

Исследования проводили в Северо-Кубанской сельскохозяйственной опытной станции в двух десятипольных севооборотах: зернопропашном

(ЗП) и зернотравянопропашном (ЗТП). Чередование культур в ЗП: озимая пшеница – озимая пшеница – сахарная свекла – озимая пшеница – кукуруза на зерно – горох – озимая пшеница – подсолнечник – яровой ячмень – кукуруза на зерно; в ЗТП: озимая пшеница – сахарная свекла – озимая пшеница – кукуруза на зерно – горох – озимая пшеница – подсолнечник – яровой ячмень с подсевом под покров эспарцета – эспарцет (на семена) – озимая пшеница.

Удобрение вносилось по следующей схеме: 1 - без удобрений (контроль); 2 – средняя доза РК ( $P_{60}K_0$ ); 3 – средняя доза НК( $N_{40}K_0$ ); 4 – средняя доза НР( $N_{40}K_{60}$ ); 5 – минимальная доза НРК( $N_{20}P_{30}K_0$ ); 6 – средняя доза НРК( $N_{40}P_{60}K_0$ ); 7 – повышенная доза НРК( $N_{80}P_{120}K_0$ ). Общая площадь делянки  $190 \text{ м}^2$ , учетная –  $108 \text{ м}^2$ . Повторность опыта четырехкратная.

Проведённые нами исследования в условиях недостаточного увлажнения северной зоны Краснодарского края показали, что за годы эксперимента величина продуктивного стеблестоя озимой пшеницы на единице площади посева также находилась в зависимости от изучаемых агроприёмов и варьировала в пределах 423-659 и 432-685 шт./ $\text{м}^2$ . При этом определяющими факторами формирования продуктивного стеблестоя, исключая норму высева, были погодные условия, предшественники и уровень минерального питания.

Влияние предшественника на плотность продуктивного стеблестоя чётко просматривается на неудобренных контрольных вариантах.

Результаты эксперимента показали значительное варьирование урожайности озимой пшеницы по различным предшественникам соответственно и изучаемым системам удобрения. Изменения сбора зерна с гектара на неудобренных контрольных вариантах находился в пределах: по предшественнику кукуруза – 2,50-3,21, по гороху – 3,50-5,72 (таблица 1).

Таблица 1 –Влияние предшественника и удобрений на урожайность озимой пшеницы, т/га

Система удобрения	Предшественник					Среднее по системе удобрения	Прибавка к контролю
	кукуруза, эспарцет	озимая пшеница	горох	сахарная свёкла			
зернопропашной севооборот							
Без удобрений (контроль)	2,85	3,58	4,41	3,05	3,47		
Минимальная доза NPK	4,07	5,02	5,38	4,32	4,70	1,23	
Средняя доза NPK	5,56	6,52	6,31	5,52	5,88	2,41	
Повышенная доза NPK	6,20	6,16	6,30	6,24	6,22	2,75	
Высокая доза NPK	6,16	5,94	6,22	6,12	6,11	1,76	
Среднее по предшественнику	4,97	5,36	5,72	5,05	5,28		
НСР <sub>05</sub>	0,42	0,47	0,52	0,43			
зернотравянопропашной севооборот							
Без удобрений (контроль)	5,41	4,11	4,65	3,34	4,38		
Минимальная доза NPK	6,17	5,11	5,42	4,43	5,28	0,90	
Средняя доза NPK	6,36	5,55	6,13	5,67	5,93	1,55	
Повышенная доза NPK	6,41	5,81	6,46	6,12	6,20	1,82	
Высокая доза NPK	6,43	5,82	6,37	6,06	6,17	1,79	
Среднее по предшественнику	6,16	5,28	5,81	5,12	5,59		
НСР <sub>05</sub>	0,50	0,52	0,55	0,39			

Математическая обработка урожайных данных выявила закономерность формирования продуктивности озимой пшеницы в зависимости от применяемых систем удобрения по зернобобовому предшественнику.

Оптимизация условий минерального питания способствовало получению достаточно высокого урожая (таблица 1).

При применении минимальных доз полного минерального удобрения величина урожая зерна озимой пшеницы с одного гектара возрастала в зернопропашном севообороте до 5 т/га. Изменения по предшественникам

были от 4,07 до 5,38 т/га, а в зернотравянопропашном – от 4,43 до 6,17 т/га. Прирост урожайности при использовании данной системы удобрения в среднем за годы изучения составил 0,90-1,23 т/га или 20,5 %-35,4% в сравнении с контрольными вариантами.

Внесение доз удобрения до уровня  $N_{20}P_{40}, N_{40}P_{60}K_{60}$ , обеспечило получение урожая озимой пшеницы в пределах 5,52-6,30 и 5,56-6,32 т/га. В сравнении с контролем прибавка здесь соответственно севооборотам 69,4 - 35,3%.

Статистическая обработка урожайных данных позволила выявить закономерность формирования продуктивности озимой пшеницы в зависимости от применяемых систем удобрения и предшественника. Коэффициент множественной корреляции в зернопропашном севообороте составил 0,56-0,77 и в севообороте с травами 0,47-0,80 (таблица 2).

Таблица 2 – Корреляционная связь между урожайностью озимой пшеницы и системой удобрения в зависимости от предшественника в зернопропашном севообороте

Предшественник	Коэффициент корреляции		Доля влияния, %	
	среднее	варьирование	среднее	варьирование
Кукуруза	0,683	0,522-0,776	48,7	27,2-60,2
Озимая пшеница	0,687	0,242-0,829	47,3	5,8-68,8
Горох	0,558	0,101-0,842	31,2	1,0-70,9
Сахарная свёкла	0,769	0,659-0,843	59,2	43,4-71,1

При этом следует отметить, что доля влияния удобрений значительно варьировала по годам. Более высокой она была в годы с жесткими условиями периода вегетации. Средний показатель данного фактора в зернопропашном севообороте соответственно предшественника составил 31,3-59,2%. Минимальные значения установлены по бобовым предшественникам.

Использование при выращивании озимой пшеницы таких агроприёмов как подбор предшественника, размещение ее в севообороте и диффе-

ренцированное применение удобрений обеспечивает достоверно стабильно высокие урожаи зерна.

Известно, что урожайность озимая пшеница во многом определяется складывающимися погодными условиями. Исследования за динамикой формирования урожая по годам показало, что при абсолютном одинаковой подготовке почвы, вносимых минеральных удобрений, урожайность озимой мягкой пшеницы находилась в прямой зависимости внешних факторов и периода вегетации культуры. Варьирование урожайности находится в пределах от 4,22 до 5,92 т/га в зернопропашном и примерно на таком же уровне в зернотравянопропашном севообороте при среднем показателе 5,09-5,45 т/га.

Высокая корреляционная (таблица 3) связь между гидротермическими уровнями (ГТК) и урожайностью озимой мягкой пшеницы в весенний период вегетации (ВВВВ – выход в трубку) с коэффициентом корреляции 0,66 отмечена при размещении озимой мягкой пшеницы по предшественнику сахарная свёкла и слабая положительная ( $r=0,270$ ) по кукурузе на зерно. Более сильная зависимость была в межфазный период выход в трубку.

Таблица 3 – Коэффициент множественной корреляции между гидротермическим коэффициентом и продуктивностью озимой мягкой пшеницы по предшественникам

Межфазный период	Предшественник				
	эспарцет	кукуруза	озимая пшеница	горох	сахарная свекла
Возобновление весенней вегетации-выход растений в трубку	0,345	0,270	0,337	0,451	0,675
Выход в трубку-колошение	0,457	0,540	0,530	0,318	0,507
Колошение-восковая спелость	0,630	0,679	0,525	0,589	0,579
Восковая-полная спелость	0,083	- 0,224	- 0,068	- 0,071	- 0,443

Слабая и средняя отрицательная корреляционная связь наблюдалась в период полного созревания зерна, особенно при размещении озимой пшеницы по пропашным предшественникам ( $r = -0,22, -0,44$ )

Урожайность озимой пшеницы зависимость также и от запасов продуктивной влаги в почве. Статистическая обработка урожайных данных с величиной запасов продуктивной влаги в почве в различные фазы вегетации показала тесную прямолинейную корреляционную связь.

Тесная взаимосвязь между запасами продуктивной влаги в почве и урожайностью наблюдалась при возделывании озимой пшеницы по предшественникам кукуруза ( $r = 0,52-0,71$ ) и сахарной свёкле ( $r = 0,46-0,64$ ). Влияние данных факторов выразилось уравнениями регрессии представленными в таблице 4.

Изучение белковости зерна озимой пшеницы показало, что наименьшим содержанием белка обладало зерно при размещении посевов озимой пшеницы по предшественникам кукуруза и сахарная свекла.

Влияние предшественника на белковость зерна особенно чётко просматривается на неудобренных вариантах, с естественным агрохимическим плодородием и на вариантах с исключением из состава удобрений азота. Самое высокое содержание белка отмечено по предшественникам горох и озимая пшеница. Минимальное было по предшественнику сахарная свёкла при среднем показателе 9,9 % (таблица 5)

Отмечена значительная дифференциация накопления белка на вариантах с применением только фосфорных и фосфорно-калийных удобрений. Исключение из состава удобрений азота снижало белковость зерна в среднем на 0,6-0,8 % .

Таблица 4 – Уравнения регрессии взаимосвязи количества осадков в различные межфазные периоды и влагообеспеченности почвы с урожайностью озимой пшеницы

Предшественник	Уравнение множественной регрессии	Фактор			
		X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
период посев-всходы					
Эспарцет	$Y=14,719-0,1496 X_0+ 1,7689 X_1+$ $+0,0297 X_2-0,1704 X_3$	4,11	47,00	4,31	42,52
Кукуруза	$Y=53,7386-0,0795 X_0 + 0,0565 X_1+$ $+0,0137 X_2-0,025 X_3$	8,72	7,81	6,76	22,62
Озимая пшеница	$Y=28,9880-0,3305 X_0 + 0,0691 X_2-$ $-0,0512 X_3$	16,69	20,88	17,13	23,56
Горох	$Y-24,1888 0,0839 X_0+ 0,746 X_2+$ $+0,0260 X_3$	4,32	31,38	8,34	11,68
Сахарная свёкла	$Y=36,8271 + 0,2145 X_0 + 0,4133 X_1 -$ $-0,0984 X_2 + 0,0303 X_3$	8,89	22,91	19,94	11,13
возобновление весенней вегетации					
Эспарцет	$Y=108,9335 -0,0156 X_0 +1,5346 X_2-$ $0,8873 X_4$	0,59	-	48,86	46,33
Кукуруза	$Y=73,2661+ 0,0652 X_0- 0,2156 X_2 +$ $+0,2526 X_3$	10,60	-	30,12	34,32
Озимая пшеница	$Y=42,4091 - 0,1044 X_0 + 0,2891 X_3-$ $-0,08267 X_4$	4,27	-	19,96	16,30
Горох	$Y=37,7458- 0,2503 X_0+ 0,0833 X_1 +$ $+0,0455 X_3$	12,46	-	45,38	16,85
Сахарная свёкла	$Y=28,0601+0,0992X_2+0,0009X_2+$ $0,0527 X_3$	42,52	-	0,30	39,12
выход в трубку-колошение					
Эспарцет	$Y=55,3281+0,2710 X_0+ 0,4214 X_2-$ $0,2006 X_3$	3,03		13,55	13,60
Кукуруза	$Y=42,9146+0,1748 X_0- 0,0035 X_2+$ $0,0098 X_3$	46,13	-	3,84	17,50
Озимая пшеница	$Y=42,4091+0,1044 X_0+ 0,2891 X_2-$ $0,0827 X_3$	4,27	-	19,86	16,30
Горох	$Y=48,0085+0,5267 X_0+ 1,1105 X_2-$ $0,5267 X_3$	6,91	-	38,84	41,78
Сахарная свёкла	$Y= 36,5421+0,1018 X_0+ 0,1609 X_2-$ $0,0197X_3$	10,55	-	29,45	9,49

Примечание: X<sub>0</sub> – осадки за период вегетации, мм; X<sub>1</sub> – содержание влаги в слое почвы 0-30 см, мм; X<sub>2</sub> – содержание влаги в слое почвы 0-100 см, мм; X<sub>3</sub> – содержание влаги в слое почвы 0-200 см, мм.

Таблица 5 – Накопление белка в зерне озимой пшеницы в зависимости от предшественника и системы удобрения в различных видах севооборота, %

Удобрения	Предшественник				Среднее по удобрениям
	кукуруза, эспарцет	озимая пшеница	горох	сахарная свёкла	
зернопропашной севооборот					
Без удобрения (контроль)	10,1	10,4	10,6	9,9	10,2
Средняя доза РК	9,8	10,5	11,4	9,9	10,4
Средняя доза НК	11,0	11,9	11,5	10,8	11,3
Средняя доза NP	11,4	12,0	11,8	10,8	11,5
Минимальная доза NPK	10,1	10,5	11,4	9,6	10,4
Средняя доза NPK	10,8	11,2	11,7	10,4	11,0
Повышенная доза NPK	11,7	12,5	12,3	12,3	12,2
Высокая доза NPK	11,8	12,6	12,3	12,3	12,2
НСР <sub>05</sub>	0,06	0,08	0,06	0,07	
зернотравянопропашной севооборот					
Без удобрения (контроль)	11,8	11,2	11,4	9,9	11,1
Средняя доза РК	11,6	11,7	11,2	9,2	10,9
Средняя доза НК	12,0	11,9	11,6	10,1	11,4
Средняя доза NP	12,1	12,1	12,1	10,7	11,7
Минимальная доза NPK	11,9	И,4	12,2	9,9	11,3
Средняя доза NPK	11,9	11,6	12,1	11,2	11,7
Повышенная доза NPK	11,9	12,6	12,4	12,1	12,2
Высокая доза NPK	12,1	12,5	12,3	12,3	12,3
НСР <sub>05</sub>	0,06	0,08	0,07	0,09	

Недостаточное азотное питание растений этих вариантах сдерживало образование белковых соединений в зерне в сравнении с контролем. Полученные данные свидетельствуют, что без применения сбалансированных по элементам питания систем удобрения по пропашным предшественни-

кам невозможно получить зерно с содержанием белка отвечающих требованиям ГОСТ даже на ценную пшеницу. Использование минимальных доз полного удобрения по пропашным предшественникам кукурузе  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , а после сахарной свёклы  $N_{20}P_{30}K_{30}$  способствовало формированию белка на уровне 10,1, 9,6-9,9 %. С увеличением дозы удобрения до средней количество белка возросло до 10,8%. Увеличение дозы фосфорными и калийными туками до 120 кг/га не обеспечивает дополнительного накопления белка в зерне. Оценивая роль предшественников по влиянию на содержание белка, следует отметить преимущество бобовых культур, где при более низких затратах удобрений  $N_{10}P_{20}$  – белковость зерна была выше в сравнении с пропашными предшественниками. Соответственно по данному показателю технологического качества зерна преимущество имел зернотравянопропашной севооборот.

Увеличение содержания белка в зерне озимой пшеницы на вариантах с применением удобрений объясняется улучшением минерального питания растений, и, прежде всего, азотного, при котором концентрация азота повышается как в вегетативных органах, так и в зерне.

Регрессионный анализ показал наличие корреляционной связи между изучаемыми в опыте элементами технологии, погодными условиями в период роста озимой пшеницы и белковостью зерна. Сильная корреляционная связь между содержанием белка в зерне и агрометеорологическими условиями складывалось в межфазный период молочная-полная спелость и дифференцировалась соответственно предшественникам. При этом общие закономерности изменения количества белка в зерне озимой пшеницы выразились уравнениями, представленными в таблице 6, где доля влияния погодных условий составила на удобренных вариантах 59,3 %, на удобренных 68,5 %. Значительное влияние на содержание белка оказывали удобрения с коэффициентом корреляции  $r = 0,80$ .

Таблица 6 – Уравнения регрессии содержания белка в зерне озимой пшеницы и метеорологическими условиями

Предшественник	Уравнение регрессии	Фактор			
		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>
зернопропашной севооборот					
Кукуруза	$Y = -29,336 - 0,146 X_1 + 0,0222 X_2 + 0,971 X_3 + 13,1587 X_4$	29,63	13,78	4,14	23,56
Озимая пшеница	$Y = -12,644 - 0,173 X_1 + 0,0212 X_2 + 0,2042 X_3 + 16,2693 X_4$	27,31	10,22	0,68	22,67
Горох	$Y = 6,602 - 0,0330 X_1 - 0,0012 X_2 + 0,2187 X_3 + 3,8649 X_4$	44,84	4,84	5,98	44,40
Сахарная свёкла	$Y = -10,757 - 0,0475 X_1 + 0,0037 X_2 + 0,8391 X_3 + 4,5753 X_4$	21,43	5,15	7,97	18,26
зернотравянопропашной севооборот					
Кукуруза	$Y = -19,0409 - 0,1820 X_1 + 0,00251 X_2 - 0,4407 X_3 + 15,9149 X_4$	28,02	11,85	1,43	21,70
Озимая пшеница	$Y = -10,8858 - 0,1125 X_1 + 0,0127 X_2 + 0,5145 X_3 + 10,5135 X_4$	32,45	11,27	3,13	26,84
Горох	$Y = -1,9652 - 0,0321 X_1 + 0,0015 X_2 + 0,7147 X_3 - 1,1685 X_4$	43,75	15,33	4,09	22,37
Сахарная свёкла	$Y = -10,7576 + 0,0037 X_2 + 0,8391 X_3 + 4,5735 X_4$	21,43	5,15	7,97	18,26

Примечание: Y – содержание белка, %, X<sub>1</sub> – сумма осадков за межфазный период молочная-восковая спелость; X<sub>2</sub> – сумма положительных температур; X<sub>3</sub> – среднесуточная температура воздуха; X<sub>4</sub> – гидротермический коэффициент.

По сбору сырого протеина прослеживалось преимущество бобовых предшественников, по которым сбор его с единицы площади неудобренных вариантов был выше относительно других. Самая низкая белковая продуктивность на данном фоне питания отмечена по предшественникам кукуруза и сахарная свёкла 0,30-0,33 т/га

Установлено, что урожайность озимой пшеницы зависит от типа севооборота, от предшественника и от вносимых удобрений. На долю этих факторов приходится 60%. Максимальная прибавка урожая получена после посева по эспарцету и гороху.

Прибавка урожая зерна на удобренных, по сравнению с контролем, составила в зернопропашном севообороте до 80%, в зернотравянопропашном – до 42%.

Качество зерна озимой пшеницы зависело от дозы минеральных удобрений и погодных условий в межфазный период колошение-восковая спелость.

### Список литературы

1. Абасов М.М. Роль предшественников в накоплении питательных веществ в почве / М.М. Абасов, Г.Н. Гасанов // *Агрехимический вестник*. – 2004. – №36. – С. 9-11.
2. Баршадская С.И. Эффективность выращивания различных сортов озимой пшеницы в условиях недостаточного увлажнения Краснодарского края / С.И. Баршадская, А.А. Квашин, К.Н. Горпинченко, Ф.И. Дерка // *Политематический сетевой журнал Кубанского государственного аграрного университета*. – 2016. – №120. – С. 1322-1336.
3. Василько В.П. Плодородие орошаемых и гидроморфных пахотных земель Северного Кавказа и путь его оптимизации: учебное пособие / В.П. Василько, В.Н. Герасименко, Н.Н. Нецадим. – Краснодар, 2010. – 118 с.
4. Горпинченко К.Н. Эффективность производства зерна в Краснодарском крае / К.Н. Горпинченко // *АПК: Экономика, управление*. – 2007. – №10. – С. 65-66.
5. Горпинченко К.Н. Экономическая эффективность применения перспективных агрегатов / К.Н. Горпинченко // *Экономика сельского хозяйства России*. – 2007. – №10. – С. 31-32.
6. Горпинченко К.Н. Эффективность технологий выращивания озимой пшеницы / К.Н. Горпинченко // *Экономика сельского хозяйства Россия*. – 2007. – №5. – С.35-36.
7. Горпинченко К.Н. Эффективность производства зерна в Краснодарском крае / К.Н. Горпинченко // *Экономика сельского хозяйства Россия*. – 2007. – №12. – С. 38-39.
8. Горпинченко К.Н. Оценка эффективности и применения перспективных технологий выращивания зерна озимой пшеницы [Электронный ресурс] / К. Н. Горпинченко // *Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. – 2007. – №34(10). – С. 102-108. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/10/pdf/13.pdf>.
9. Горпинченко К.Н. Экономическая оценка и обоснование направлений снижения ресурсоемкости производства зерна озимой пшеницы: Автореф. ... канд. эк. наук./ К.Н. Горпинченко. – Краснодар, 2008.
10. Горпинченко К.Н. Экономическая эффективность производства и качества зерна в зависимости от приемов выращивания и технологий / К.Н. Горпинченко // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. – 2008. – №10. – С. 52-57.
11. Горпинченко К.Н. Уровень ресурсоемкости производства зерна в сельскохозяйственных организациях Краснодарского края / К.Н. Горпинченко // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2008. – №2. – С. 102-106.
12. Горпинченко К.Н. Особенности прогнозирования производства зерна/К.Н. Горпинченко// *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. – 2012. – №4. – С. 46-49.

13. Горпинченко К.Н. Экономическая оценка влияния инвестиций на эффективность зернового производства / К.Н. Горпинченко // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – №1(39). – С. 118-121.

14. Горпинченко К.Н. Технологический фактор научно-технического прогресса зернового производства / К.Н. Горпинченко // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – №6 (116). – С. 171-173.

15. Горпинченко К.Н. Техническая модернизация зернового производства в Краснодарском крае / К.Н. Горпинченко // Наука и Мир. – 2013. – №2(2). – С. 85-88.

16. Горпинченко К.Н. Системы показателей инновационного развития в зерновом производстве/ К.Н. Горпинченко// Вестник АПК Ставрополя. – 2013. –№2(10). – С. 152-156.

17. Горпинченко К.Н. Проблемы развития инновационного процесса в зерновом производстве [Электронный ресурс] /К.Н. Горпинченко//Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. –№86. – С. 634-649.– Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/02/pdf/38.pdf>.

18. Горпинченко К.Н. Методология анализа и эффективности инноваций в зерновом производстве (часть 2)/ К.Н. Горпинченко // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2014. – №1. – С. 39-41.

19. Горпинченко К.Н. Методология формирования организационно-экономического механизма управления инновационным процессом в зерновом производстве / К.Н. Горпинченко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – №48. – С. 14-17.

20. Горпинченко К.Н. Методические рекомендации по разработке программы развития инновационного процесса в зерновом производстве региона / К.Н. Горпинченко // Политематический сетевой журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – №101. – С. 1598-1611.

21. Квашин А.А. Плодородие чернозема обыкновенного и продуктивность сельскохозяйственных культур /А.А. Квашин, С.И. Баршадская, Ф.И. Дерка // Плодородие. – №2, – 2011. – С. 36-39.

22. Квашин А.А. Сорт – основа высоких урожаев озимой пшеницы в Краснодарском крае /А.А. Квашин// Земледелие. – №3. – 2011. – С. 47-48.

23. Квашин А.А. Эффективность выращивания различных сортов озимой пшеницы в условиях Западного Предкавказья /А.А. Квашин, К.Н. Горпинченко, Н.Н. Нецадим // Политематический сетевой журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – №123. – С. 1152-1181.

24. Малюга Н.Г. Влияние приемов выращивания на содержание основных элементов питания, тяжелых металлов в почве и урожайность зерна озимой пшеницы в центральной зоне Краснодарского края / Н.Г. Малюга, Н.Н. Нецадим, С.В. Гаркуша, Г.Ф. Петрик // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2012.– №35. – С. 135-142.

25. Нецадим Н.Н. Продуктивность ячменя и пшеницы при обработке посевов хлорхолинхлоридом (препаратом Тур) / Н.Н. Нецадим // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 1978. – №158(186). – С. 15-20.

26. Нецадим Н.Н. Регуляторы роста растений и факторы физического воздействия при возделывании сельскохозяйственных культур в условиях Кубани: дис:… док. с.-х. наук / Н.Н. Нецадим – Краснодар, 1997. – 516 с.

27. Нецадим Н.Н. Гербология и особенности применения гербицидов на сельскохозяйственных культурах в интегрированных системах защиты / Н.Н. Нецадим, Л.Г. Мордалева, И.В. Бедловская, Н.Н. Дмитриенко // Краснодар – 2014. – 179 с.

28. Нецадим Н.Н. Оценка действия поликомпонентных удобрений в условиях Западного Предкавказья / Н.Н. Нецадим, Л.М. Онищенко, С.В. Есипенко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – №35, С. 208-213.

29. Нецадим Н.Н. Современные проблемы качества зерна / Н.Н. Нецадим, К.Н. Горпинченко, А.А. Квашин // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – №35. – С. 338-342.

30. Нецадим Н.Н. Предшественник и урожайность различных сортов озимой пшеницы / Н.Н. Нецадим, А.А. Квашин, С.И. Баршадская, К.Н. Горпинченко // В сборнике: Актуальные вопросы научных исследований по материалам V Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 20-23.

31. Нецадим Н.Н. Реакция различных сортов озимой пшеницы на условия выращивания в зоне недостаточного увлажнения Краснодарского края / Н.Н. Нецадим, А.А. Квашин, К.Н. Горпинченко, Н.Н. Филипенко В сборнике: Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований. Материалам X Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 67-70.

32. Прудников А.Г. Совершенствование системы семеноводства зерновых культур в Краснодарском крае [Электронный ресурс] / А.Г. Прудников, К.Н. Горпинченко // Политематический сетевой журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – №115. – С. 894-907. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/01/pdf/56.pdf>.

33. Прудников А.Г. Формирование затрат на создание нового сорта (гибрида) зерновых культур / А.Г. Прудников, К.Н. Горпинченко // В мире научных открытий. – 2013. – №8.1 (44). – С. 293-305.

34. Прудников А.Г. Современные проблемы качества зерна / А.Г. Прудников, К.Н. Горпинченко, А.А. Квашин // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – №83. – С. 747-770.

35. Коробко А.Н. Система земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе / А.Н. Коробко, С.Ю. Орленко, А.И. Трубилин, Н.Н. Нецадим и др. – Краснодар, 2015. – 352 с.

36. Шеуджен А.Х. Органическое вещество почвы и его экологические функции / А.Х. Шеуджен, Н.Н. Нецадим, Л.М. Онищенко // Краснодар, – 2011. – 113 с.

37. Штомпель Ю.А. Оценка качества почв, пути воспроизводства плодородия их и рационального использования: учебник / Ю.А. Штомпель, Н.Н. Нецадим, И.А. Лебедевский // Краснодар, – 2009. – 315 с.

#### References

1. Abasov M.M. Rol' predshestvennikov v nakoplenii pitatel'nyh veshhestv v pochve / M.M. Abasov, G.N. Gasanov // Agrohimicheskij vestnik. – 2004. – №36. – S. 9-11.

2. Barshadskaja S.I. Jeffektivnost' vyrashhivaniya razlichnyh sortov ozimoy pshenicy v uslovijah nedostatochnogo uvlazhnenija Krasnodarskogo kraja / S.I. Barshad-skaja, A.A. Kvashin, K.N. Gorpichenko, F.I. Dereka // Politematicheskij setevoj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – №120. – S. 1322-1336.

3. Vasil'ko V.P. Plodorodie oroshaemyh i gidromorfnyh pahotnyh zemel' Se-vernogo Kavkaza i put' ego optimizacii: uchebnoe posobie / V.P. Vasil'ko, V.N. Gerasimenko, N.N. Neshhadim. – Krasnodar, 2010. – 118 s.

4. Gorpichenko K.N. Jeffektivnost' proizvodstva zerna v Krasnodarskom krae / K.N. Gorpichenko // APK: Jekonomika, upravlenie. – 2007. – №10. – S. 65-66.

5. Gorpichenko K.N. Jekonomicheskaja jeffektivnost' primeneniya perspektivnyh agregatov / K.N. Gorpichenko // Jekonomika sel'skogo hozjajstva Rossii. – 2007. – №10. – S. 31-32.

6. Gorpichenko K.N. Jeffektivnost' tehnologij vyrashhivaniya ozimoy pshenicy / K.N. Gorpichenko // Jekonomika sel'skogo hozjajstva Rossija. – 2007. – №5. – S.35-36.
7. Gorpichenko K.N. Jeffektivnost' proizvodstva zerna v Krasnodarskom krae / K.N. Gorpichenko // Jekonomika sel'skogo hozjajstva Rossija. – 2007. – №12. – S. 38-39.
8. Gorpichenko K.N. Ocenka jeffektivnosti i primenenija perspektivnyh tehnologij vyrashhivaniya zerna ozimoy pshenicy [Jelektronnyj resurs] / K. N. Gorpichenko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo ag-rarnogo universiteta. – 2007. – №34(10). – S. 102-108. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2007/10/pdf/13.pdf>.
9. Gorpichenko K.N. Jekonomicheskaja ocenka i obosnovanie napravlenij snizhenija resursoemkosti proizvodstva zerna ozimoy pshenicy: Avtoref. ... kand. jek. nauk./ K.N. Gorpichenko. – Krasnodar, 2008.
10. Gorpichenko K.N. Jekonomicheskaja jeffektivnost' proizvodstva i kachestva zerna v zavisimosti ot priemov vyrashhivaniya i tehnologij / K.N. Gorpichenko // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2008. – №10. – S. 52-57.
11. Gorpichenko K.N. Uroven' resursoemkosti proizvodstva zerna v sel'skohozjajstvennyh organizacijah Krasnodarskogo kraja / K.N. Gorpichenko // Izvestija Samar-skoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. – 2008. – №2. – S. 102-106.
12. Gorpichenko K.N. Osobennosti prognozirovaniya proizvodstva zerna/K.N. Gorpichenko// Jekonomika sel'skohozjajstvennyh i pererabatyvajushhh predpriyatij. – 2012. – №4. – S. 46-49.
13. Gorpichenko K.N. Jekonomicheskaja ocenka vlijaniya investicij na jeffektivnost' zernovogo proizvodstva / K.N. Gorpichenko // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – №1(39). – S. 118-121.
14. Gorpichenko K.N. Tehnologicheskij faktor nauchno-tehnicheskogo progressa zernovogo proizvodstva / K.N. Gorpichenko // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – №6 (116). – S. 171-173.
15. Gorpichenko K.N. Tehnicheskaja modernizacija zernovogo proizvodstva v Krasnodarskom krae / K.N. Gorpichenko // Nauka i Mir. – 2013. – №2(2). – S. 85-88.
16. Gorpichenko K.N. Sistemy pokazatelej innovacionnogo razvitija v zernovom proizvodstve/ K.N. Gorpichenko// Vestnik APK Stavropol'ja. – 2013. –№2(10). – S. 152-156.
17. Gorpichenko K.N. Problemy razvitija innovacionnogo processa v zernovom proizvodstve [Jelektronnyj resurs] /K.N. Gorpichenko//Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. –№86. – S. 634-649.– Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/02/pdf/38.pdf>.
18. Gorpichenko K.N. Metodologija analiza i jeffektivnosti innovacij v zernovom proizvodstve (chast' 2)/ K.N. Gorpichenko // Jekonomika sel'skohozjajstvennyh i pererabatyvajushhh predpriyatij. – 2014. – №1. – S. 39-41.
19. Gorpichenko K.N. Metodologija formirovaniya organizacionno-jekonomicheskogo mehanizma upravlenija innovacionnym processom v zernovom proizvodstve / K.N. Gorpichenko // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – №48. – S. 14-17.
20. Gorpichenko K.N. Metodicheskie rekomendacii po razrabotke programmy razvitija innovacionnogo processa v zernovom proizvodstve regiona / K.N. Gorpichenko // Politematicheskij setevoj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – №101. – S. 1598-1611.
21. Kvashin A.A. Plodorodie chernozema obyknovennogo i produktivnost' sel'skohozjajstvennyh kul'tur /A.A. Kvashin, S.I. Barshadskaja, F.I. Dereka // Plodorodie. – №2, – 2011. – S. 36-39.

22. Kvashin A.A. Sort – osnova vysokih urozhaev ozimoy pshenicy v Krasnodar-skome krae /A.A. Kvashin// Zemledelie. – №3. – 2011. – S. 47-48.

23. Kvashin A.A. Jefferktivnost' vyrashhivaniya razlichnyh sortov ozimoy pshenicy v uslovijah Zapadnogo Predkavkaz'ja /A.A. Kvashin, K.N. Gorpichenko, N.N. Neshhadim // Politematicheskij setevoy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – №123. – S. 1152-1181.

24. Maljuga N.G. Vlijanie priemov vyrashhivaniya na sodержanie osnovnyh jelementov pitaniya, tjazhelyh metallov v pochve i urozhajnost' zerna ozimoy pshenicy v cen-tral'noj zone Krasnodarskogo kraja / N.G. Maljuga, N.N. Neshhadim, S.V. Garkusha, G.F. Petrik // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012.– №35. –S. 135-142.

25. Neshhadim N.N. Produktivnost' jachmenja i pshenicy pri obrabotke posevov hlorholinhloridom (preparatom Tur) / N.N. Neshhadim // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 1978. – №158(186). – S. 15-20.

26. Neshhadim N.N. Reguljatory rosta rastenij i faktory fizicheskogo vozdejstvija pri vzdelyvanii sel'skohozjajstvennyh kul'tur v uslovijah Kubani: dis... dok. s.-h. nauk / N.N. Neshhadim – Krasnodar, 1997. – 516 s.

27. Neshhadim N.N. Gerbologija i osobennosti primeneniya gerbicidov na sel'skohozjajstvennyh kul'turah v integrirovannyh sistemah zashhity / N.N. Neshhadim, L.G. Mordaleva, I.V. Bedlovskaja, N.N. Dmitrienko // Krasnodar – 2014. – 179 s.

28. Neshhadim N.N. Ocenka dejstvija polikomponentnyh udobrenij v uslovijah Zapadnogo Predkavkaz'ja / N.N. Neshhadim, L.M. Onishhenko, S.V. Esipenko // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – №35, S. 208-213.

29. Neshhadim N.N. Sovremennye problemy kachestva zerna / N.N. Neshhadim, K.N. Gorpichenko, A.A. Kvashin // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – №35. –S. 338-342.

30. Neshhadim N.N. Predshestvennik i urozhajnost' razlichnyh sortov ozimoy pshe-nicy /N.N. Neshhadim, A.A. Kvashin, S.I. Barshadskaja, K.N. Gorpichenko // V sbornike: Aktual'nye voprosy nauchnyh issledovanij po materialam V Mezhdunarodnoj nauch-no-prakticheskoj konferencii. – 2016. – S. 20-23.

31. Neshhadim N.N. Reakcija razlichnyh sortov ozimoy pshenicy na uslovija vyrashhivaniya v zone nedostatochnogo uvlazhnenija Krasnodarskogo kraja /N.N. Neshhadim, A.A. Kvashin, K.N. Gorpichenko, N.N. Filipenko V sbornike: Aktual'nye napravlenija fundamental'nyh i prikladnyh issledovanij. Materialam H Mezhdunarodnoj nauch-no-prakticheskoj konferencii. – 2016. – S. 67-70.

32. Prudnikov A.G. Sovershenstvovanie sistemy semenovodstva zernovyh kul'tur v Krasnodarskom krae [Jelektronnyj resurs] / A.G. Prudnikov, K.N. Gorpichenko // Politematicheskij setevoy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – №115. – S. 894-907. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2016/01/pdf/56.pdf>.

33. Prudnikov A.G. Formirovanie zatrat na sozdanie novogo sorta (gibrida) zernovyh kul'tur /A.G. Prudnikov, K.N. Gorpichenko// V mire nauchnyh otkrytij. – 2013. – №8.1 (44). – S. 293-305.

34. Prudnikov A.G. Sovremennye problemy kachestva zerna /A.G. Prudnikov, K.N. Gorpichenko, A.A. Kvashin// Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – №83. – S. 747-770.

35. Korobko A.N. Sistema zemledelija Krasnodarskogo kraja na agrolandshafnoj osnove /A.N. Korobko, S.Ju. Orlenko, A.I. Trubilin, N.N. Neshhadim i dr. – Krasnodar, 2015. – 352 s.

36. Sheudzhen A.H. Organicheskoe veshhestvo pochvy i ego jekologicheskie funkicii /A.H. Sheudzhen, N.N. Neshhadim, L.M. Onishhenko // Krasnodar, – 2011. – 113 s.

37. Shtompel' Ju.A. Ocenka kachestva pochv, puti vosproizvodstva plodorodija ih i racional'nogo ispol'zovanija: uchebnik /Ju.A. Shtompel', N.N. Neshhadim, I.A. Lebedovskij // Krasnodar, –2009. – 315 s.