

УДК 633.11"324":[631.5:631.445.4(470.62)]

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

А.С. Найденов, д.с.-х.н., С.С. Терехова, к.с.-х.н., Т.А. Рутор, к.с.-х.н., Кубанский ГАУ, А.А. Коршунов, ВНИИА

Определены на черноземе обыкновенном Западного Предкавказья в трехфакторном полевом опыте оптимальная система обработки почвы, дозы удобрений и регуляторы роста для повышения урожайности озимой пшеницы.

Ключевые слова: озимая пшеница, обработка почвы, минеральные удобрения, регуляторы роста, урожайность.

В условиях Краснодарского края можно получать высокий урожай озимой пшеницы за счет комплексного внедрения агротехнических приемов с учетом конкретных почвенно-климатических условий. Важнейшие из этих приемов – обработка почвы, сбалансированность минерального питания в течении всей вегетации и применение регуляторов роста [4].

Методика. Исследования проводили в северной зоне (недостаточного увлажнения) Краснодарского края в 2010-2013 гг. в КФХ «Барсуک Т. Л.» Павловского района. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный малогумусный сверхмощный. Содержание гумуса в пахотном слое почвы 4,0%. Мощные (113-116 см) запасы гумуса в 0-30 см слое почвы составляют 108,7 т/га, а в 0-200 см слое – 448,2 т/га. Реакция почвенного раствора ($pH_{водн.}$) 8,0-8,2, что обусловлено содержанием карбонатов. Содержание валового азота 0,23-0,24%, минерального азота в пахотном слое 2,0-2,4 мг/100 г почвы, валового фосфора – 0,16-0,22%, подвижных фосфатов 1,0-1,5 мг/100 г почвы, валового калия – 1,7-2,0%, обменного калия – 20-30 мг/100 г почвы. Погодные условия 2010-2011 сельскохозяйственного года были благоприятными для роста и развития озимой пшеницы.

2011-2012 сельскохозяйственный год по климатическим условиям для Кубани был нестандартный: ранняя и продолжительная зима, поздняя весна с резко нарастающими температурами воздуха, летняя жара. Эти факторы отрицательно повлияли на рост, развитие растений и продуктивность озимой пшеницы.

2012-2013 сельскохозяйственный год характеризовался недобором осадков с осени (42%) и пониженным температурным режимом. Вегетация озимой пшеницы прекратилась во второй декаде ноября. Весной и летом погодные условия способствовали ускоренному росту озимой пшеницы.

В опыте возделывали озимую пшеницу сорта Лебедь по предшественнику соя. Общая площадь делянки 72,0

м², учетная – 32,4 м². Повторность опыта трехкратная, расположение делянок систематическое. В опыте применяли агротехнику, рекомендованную для озимой пшеницы в северной зоне Краснодарского края.

Изучали влияние трех факторов: фактор А – система основной обработки почвы: А₁ – поверхностная обработка (2-3 лущения на 8-10 см, контроль), А₂ – отвальная обработка (2-3 лущения на 6-8 см, 8-10 см, отвальная вспашка на 20-22 см), А₀ – нулевая обработка (прямой посев); фактор В – дозы минеральных удобрений с учетом накопления биологического азота после предшественника сои, семена которой были инокулированы азотфиксирующими бактериями; фактор С – регуляторы роста (бигус, карвитол, мелафен).

Сою возделывали как пропашную культуру. В годы исследований в период вегетации влажность почвы была в пределах ВРК и азотфиксирующие бактерии работали на среднем уровне (в почве фиксировалось 60–70 кг/га азота).

Схема внесения минеральных удобрений: 1. Без удобрения. 2. N₄₀P₆₀K₄₀. 3. N₈₀P₁₂₀K₈₀. Основное внесение удобрений: азотные – 33% от дозы, фосфорно-калийные 100% (аммофос, калийная соль). Ранневесеннюю подкормку проводили аммиачной селитрой – 67% от дозы.

Применение регуляторов роста следующее: бигус – обработка семян (400 мл/т), расход рабочей жидкости – 10 л/т; 1-е опрыскивание растений в фазе кущения – начала выхода в трубку (400 мл/га), расход рабочей жидкости 300 л/га; 2-е опрыскивание в фазе молочно-восковой спелости (400 мл/га); карвитол – обработка семян (25 мл/т), расход рабочей жидкости – 300 л/га; 1-е и 2-е опрыскивания по 200 мл/га; мелафен – предпосевная обработка семян (100 мл/т), расход рабочей жидкости – 10 л/т; 1-е и 2-е опрыскивания по 100 мл/га.

Урожайность зерновых колосовых культур на 50% определяется плотностью продуктивного стеблестоя, на 25% – числом зерен в колосе и массой зерна с него и на 25% – массой 1000 зерен [2, 3].

Результаты исследований и их обсуждение. Трехфакторный дисперсионный анализ количества продуктивных стеблей озимой пшеницы показал, что по факторам А, В и С были получены статистически достоверные прибавки при НСР₀₅: фактор А = 3,8, фактор В = 3,8, фактор С = 4,6 (табл. 1).

1. Число продуктивных стеблей озимой пшеницы на 1 м² в зависимости от обработки почвы, минеральных удобрений и регуляторов роста (в среднем за 2011–2013 гг.)

Система основной обработки почвы (А)	Доза удобрений (В)	Регулятор роста (С)	Среднее по						
			вариантам	А	В	С	АВ	АС	ВС
Поверхностная (контроль)	Без удобрения	Без регулятора роста	484		495		542	529	436
		Бигус	535					574	483
		Карвитол	548					586	509
		Мелафен	600					636	552
	N ₄₀ P ₆₀ K ₅₄₀	Без регулятора роста	525		519		576		467
		Бигус	568	581					510
		Карвитол	582						534
		Мелафен	627						564
	N ₈₀ P ₁₂₀ K ₈₀	Без регулятора роста	580		554		627		502
		Бигус	618						545
		Карвитол	627						566
		Мелафен	680						603
Отвальная вспашка	Без удобрения	Без регулятора роста	441				509	470	
		Бигус	485					523	
		Карвитол	531					556	
		Мелафен	578					601	
	N ₄₀ P ₆₀ K ₅₄₀	Без регулятора роста	473				539		
		Бигус	519	538					
		Карвитол	563						
		Мелафен	600						
	N ₈₀ P ₁₂₀ K ₈₀	Без регулятора роста	496				565		
		Бигус	566						
		Карвитол	573						
		Мелафен	625						
Нулевая	Без удобрения	Без регулятора роста	384				435	406	
		Бигус	428					440	
		Карвитол	448					467	
		Мелафен	479					482	
	N ₄₀ P ₆₀ K ₅₄₀	Без регулятора роста	403				441		
		Бигус	442	449					
		Карвитол	455						
		Мелафен	463						
	N ₈₀ P ₁₂₀ K ₈₀	Без регулятора роста	432				469	471	
		Бигус	450				512		
		Карвитол	498				536		
		Мелафен	504				573		
НСР ₀₅			15,7	3,8	3,8	4,6	7,5	8,8	8,8

Взаимодействие факторов АВ показало варьирование продуктивного стеблестоя от 435 до 627 шт/м² при НСР₀₅ факторов АВ=7,5. Взаимодействие факторов АС показало варьирование от 406 до 636 шт/м² при НСР₀₅ факторов АС=8,8. Взаимодействие факторов ВС показало варьирование от 436 до 603 шт/м² при НСР₀₅ факторов ВС=8,8. Увеличение продуктивного стеблестоя в зависимости от обработки почвы, минеральных удобрений и регуляторов роста математически доказуемо.

В среднем за три года между густотой продуктивного стеблестоя озимой пшеницы и изучаемыми факторами был высокий множественный коэффициент корреляции $r = 0,924$. Уравнение регрессии имело вид:

$$Y = (-0,09X_1) + 0,95X_2 + (-2,11X_3) + 63,6.$$

Доля влияния фактора А – 3,4%, фактора В – 7,6, фактора С – 0,5%.

Озерненность колоса и масса зерна с одного колоса являются важнейшими показателями, определяющими величину биологической и хозяйственной урожайности озимой пшеницы. При поверхностной обработке почвы в варианте без удобрений средняя озерненность колоса составила 29 шт., на отвальной вспашке 28, на нулевой обработке – 28 шт., т. е. изучаемые обработки не влияли на озерненность колоса.

Изучаемые дозы удобрений при поверхностной обработке почвы оказывали значительное влияние на озерненность колоса: при внесении N₄₀P₆₀K₄₀ озерненность колоса составила 32 шт., а при внесении N₈₀P₁₂₀K₈₀ – 36 шт. Озерненность колоса увеличивалась,

соответственно, на 3 и 7 шт., или на 10 и 24%.

При отвальной вспашке на фоне N₄₀P₆₀K₄₀ озерненность колоса – 32 шт., на фоне N₈₀P₁₂₀K₈₀ – 38 шт., т. е. озерненность увеличилась на 4 и 10 зерен, или на 14 и 36%. На нулевой обработке этот показатель составил, соответственно, 31 и 32 шт. За счет минеральных удобрений озерненность увеличивалась на 3 и 4 зерна, или на 11 и 14%.

Изучаемые регуляторы роста не влияли на озерненность колоса. При увеличении числа зерен в колосе масса зерна с колоса не уменьшалась, а имела тенденцию к возрастанию.

Масса зерна с колоса озимой пшеницы зависела от обработки почвы, применения минеральных удобрений, регуляторов роста и погодных условий в период проведения опытов.

Между массой зерна с колоса и изучаемыми факторами наблюдалась сильная корреляционная связь $r = 0,751$. Уравнение регрессии имело вид:

$$Y = 4,00X_1 + 25,50X_2 + 6,56X_3 + 53,75.$$

Доля влияния фактора А=6,39%, фактора В=29,92, фактора С=18,41%.

Результаты исследований показывают, что обработка почвы, минеральные удобрения и регуляторы роста неодинаково влияли на урожайность.

По фактору А (обработка почвы) урожайность зерна озимой пшеницы варьировала от 37,0 (нулевая обработка) до 52,4 ц/га (поверхностная). Разность между обработками почвы по урожайности составляла 2,9-15,4 ц/га (НСР₀₅ фактора А=0,47). Разница между обработ-

ками почвы больше НСР₀₅, поэтому математически достоверна (табл. 2).

2. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от обработки почвы, минеральных удобрений и регуляторов роста, ц/га (среднее за 2011–2013 гг.)

Система основной обработки почвы (А)	Доза удобрений (В)	Регулятор роста (С)	Среднее по						
			вариантам	А	В	С	АВ	АС	ВС
Поверхностная (контроль)	Без удобрения	Без регулятора роста	38,4					49,3	34,3
		Бигус	40,7					51,8	36,2
		Карвитол	41,8					53,8	37,2
		Мелафен	43,1		36,6		41,0	54,6	38,7
	N ₄₀ P ₆₀ K ₅₄₀	Без регулятора роста	47,4						42,8
		Бигус	50,0						44,7
		Карвитол	51,2						46,6
		Мелафен	52,6		45,4		50,8		47,4
	N ₈₀ P ₁₂₀ K ₈₀	Без регулятора роста	62,2						54,4
		Бигус	64,7						56,4
		Карвитол	66,5						57,6
		Мелафен	68,0	52,4	56,9		65,4		59,1
Отвальная вспашка	Без удобрения	Без регулятора роста	35,1					47,1	
		Бигус	36,9					49,0	
		Карвитол	38,1					50,1	
		Мелафен	39,7				37,4	51,7	
	N ₄₀ P ₆₀ K ₅₄₀	Без регулятора роста	45,7						
		Бигус	47,3						
		Карвитол	48,5						
		Мелафен	50,1				48,0		
	N ₈₀ P ₁₂₀ K ₈₀	Без регулятора роста	60,6						
		Бигус	62,6						
		Карвитол	63,7						
		Мелафен	65,2	49,5			63,0		
Нулевая	Без удобрения	Без регулятора роста	29,3					35,0	
		Бигус	31,0					36,5	
		Карвитол	31,9					37,5	
		Мелафен	33,4				31,4	38,9	
	N ₄₀ P ₆₀ K ₅₄₀	Без регулятора роста	35,4						
		Бигус	36,8						
		Карвитол	38,0						
		Мелафен	39,3				37,4		
	N ₈₀ P ₁₂₀ K ₈₀	Без регулятора роста	40,4			43,8			
		Бигус	41,8			45,8			
		Карвитол	42,6			47,1			
		Мелафен	44,0	37,0		48,4	42,2		
НСР ₀₅			2,0	0,47	0,47	0,57	0,94	1,1	1,1

По фактору В (минеральные удобрения) урожайность зерна варьировала от 36,6 (без удобрения) до 56,9 ц/га (N₈₀P₁₂₀K₈₀). Прибавки урожайности составляли 11,2-20,3 ц/га (НСР₀₅ фактора В = 0,47), что математически доказуемо.

По фактору С (регулятор роста) урожайность варьировала от 43,8 (без регулятора роста) до 48,4 ц/га (мелафен). Разность урожайности составляла 2,0-4,6 ц/га (НСР₀₅ фактора С=0,57), что математически достоверно.

По поверхностной обработке взаимодействие факторов АхВ показало, что урожайность зерна варьировала от 41,0 (без удобрения) до 65,4 ц/га (N₈₀P₁₂₀K₈₀). Прибавки изменялись от 9,8 до 24,4 ц/га при НСР₀₅ факторов АВ=0,94. На отвальной обработке взаимодействие этих же факторов варьировало от 37,4 до 63,0 ц/га.

Прибавки составляли 10,6 + 25,6 ц/га при НСР₀₅ факторов АхВ=0,94. На нулевой обработке взаимодействие факторов АхВ показало, что урожайность зерна варьировала от 31,4 (без удобрения) до 42,2 ц/га (N₈₀P₁₂₀K₈₀). Прибавки составляли 6,0-10,8 ц/га при НСР₀₅ факторов АВ=0,94, что математически доказуемо.

На всех изучаемых обработках почвы взаимодействие факторов АС, способствовало получению достоверных прибавок урожая: на поверхностной обработке от 2,5 до 5,3 ц/га, на отвальной обработке от 1,9 до 4,6, на нулевой от 1,5 до 3,9 ц/га при НСР₀₅ факторов АС = 1,1.

При взаимодействии факторов ВхС урожайность зерна варьировала от 34,3 до 59,1 ц/га: на фоне без удобрения прибавки от регуляторов роста составляли 1,9-4,4 ц/га, на

фоне N₄₀P₆₀K₄₀ 1,9-4,6, на фоне N₈₀P₁₂₀K₈₀ – 2,0-4,7 ц/га при НСР₀₅ факторов ВС=1,1. Это говорит о достоверности полученных прибавок за счет регуляторов роста.

Результаты математического моделирования пошаговой множественной регрессии показали, что между урожайностью озимой пшеницы и изучаемыми факторами существует тесная корреляционная зависимость. Множественный коэффициент корреляции равнялся $r = 0,832$. Уравнение регрессии имело вид: $Y = 0,19X_1 + 0,93X_2 + 0,18X_3 + 2,90$. Доля влияния обработки почвы (фактор А) – 30,6%, минеральных удобрений (фактор В) – 35,4, регуляторов роста (фактор С) – 4,2%. Меньший вклад регуляторов роста при формировании урожайности объясняется слабой онтогенетической изменчивостью на последних этапах онтогенеза растений озимой пшеницы.

В опыте изучали влияние агротехнологических приемов не только на урожайность озимой пшеницы, но и на технологические качества зерна.

Из изучаемых показателей качества зерна озимой пшеницы наиболее важными являются содержание белка и клейковины. Содержание белка определяет не только питательную ценность зерна и продуктов его переработки, но и технологические свойства. Наибольшую ценность представляют белки глютеин и глиадин. Они составляют около 70% всех белковых веществ зерна.

Способы обработки почвы практически не оказывали влияния на содержание белка в зерне. На поверхностной обработке и на отвальной вспашке оно составляло,

соответственно, 10,3 и 10,1%, а на нулевой было на 0,1- 0,3% меньше (табл. 3).

3. Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от обработки почвы, минеральных удобрений и регуляторов роста (среднее за 2011–2013 гг.)

Система основной обработки почвы (А)	Доза удобрений (В)	Регулятор роста (С)	Содержание	Содержание	Натура зерна, г/л	Стекловидность, %
			белка	клейковины		
			%			
Поверхностная (контроль)	Без удобрения	Без регулятора роста	10,3	21,7	714	45
		Бигус	10,5	21,8	716	47
		Карвитол	10,6	21,9	717	46
		Мелафен	10,8	21,9	717	47
	N ₄₀ P ₆₀ K ₅₄₀	Без регулятора роста	10,9	21,4	723	50
		Бигус	12,1	22,0	725	51
		Карвитол	12,0	22,0	724	51
		Мелафен	12,1	22,0	727	52
	N ₈₀ P ₁₂₀ K ₈₀	Без регулятора роста	13,2	24,6	732	53
		Бигус	13,5	24,8	736	54
		Карвитол	13,7	25,0	738	54
		Мелафен	13,8	25,2	741	56
Отвальная вспашка	Без удобрения	Без регулятора роста	10,1	21,3	711	44
		Бигус	10,3	21,4	713	46
		Карвитол	10,4	21,5	714	47
		Мелафен	10,6	21,6	715	47
	N ₄₀ P ₆₀ K ₅₄₀	Без регулятора роста	10,7	21,7	720	48
		Бигус	12,0	21,9	722	49
		Карвитол	12,1	22,0	721	51
		Мелафен	12,1	23,1	725	50
	N ₈₀ P ₁₂₀ K ₈₀	Без регулятора роста	13,2	24,1	729	51
		Бигус	13,5	24,4	733	52
		Карвитол	13,5	24,6	735	53
		Мелафен	13,6	24,8	738	52
Нулевая	Без удобрения	Без регулятора роста	10,0	21,1	707	42
		Бигус	10,1	21,2	709	44
		Карвитол	10,3	21,4	710	45
		Мелафен	10,5	21,5	711	48
	N ₄₀ P ₆₀ K ₅₄₀	Без регулятора роста	10,5	21,6	717	47
		Бигус	11,2	21,8	718	48
		Карвитол	12,0	22,0	718	49
		Мелафен	12,0	22,9	722	49
	N ₈₀ P ₁₂₀ K ₈₀	Без регулятора роста	12,9	23,7	725	50
		Бигус	13,0	23,9	729	51
		Карвитол	13,1	23,8	731	50
		Мелафен	13,2	24,0	734	51

Внесение минеральных удобрений увеличивало содержание белка в зерне озимой пшеницы. Так, если на поверхностной обработке в варианте без удобрения содержание белка в зерне составляло 10,3%, то внесение средней и удвоенной дозы удобрений повышало его на 0,6-2,9%. На отвальной вспашке содержание белка увеличивалось по сравнению с неудобренным вариантом на 0,6-3,1%, а на нулевой обработке – на 0,5-2,9%.

Применение регуляторов роста способствовало увеличению содержания белка в зерне озимой пшеницы на всех системах основной обработки почвы. Так, в среднем по опыту на фоне без удобрения применение бигуса увеличивало содержание белка на 0,2%, карвитола – на 0,3, мелафена – на 0,5%. На фоне средней дозы удобрений (N₄₀P₆₀K₄₀) применение регуляторов роста повышало содержание белка на 1,1-1,2%, а на фоне повышенной дозы удобрений – на 0,2-0,4%.

Таким образом в вариантах без удобрений зерно по содержанию белка относилось к продовольственной пшенице, в вариантах с внесением средней и повышенной дозы удобрений и применением регуляторов роста – к ценной и сильной пшеницам.

Не менее важным показателем качества зерна является содержание клейковины, которая представляет собой в основном белковое вещество с небольшими примесями жиров, углеводов и зольных элементов. В зерне пшеницы или в муке клейковина находится в виде сухих веществ, которые расположены между крах-

мальными зернами [1].

Содержание клейковины в среднем по опыту изменялось от 21,1 до 25,2%. В зависимости от обработки почвы оно варьировало незначительно – от 21,1 до 21,7%. Внесение минеральных удобрений и применение регуляторов роста растений повышали содержание клейковины в зерне. На поверхностной обработке во всех вариантах количество клейковины варьировало от 21,7 до 25,2%. На фоне без удобрений и на фоне средней дозы удобрений по количеству клейковины зерно относилось к 4-му классу (продовольственное зерно). На фоне внесения повышенной дозы удобрений клейковина была 3-го класса. На отвальной вспашке и нулевой обработке наблюдалась такая же закономерность.

В соответствии с требованиями ГОСТа 52554, для ценного зерна натура должна составлять не менее 730 г/л. В среднем за три года натурная масса зерна варьировала от 707 до 741 г/л. Ценное по этому показателю зерно было на всех обработках почвы при внесении N₈₀P₁₂₀K₈₀ и при применении регуляторов роста.

Важный показатель качества зерна – его стекловидность, что связывают с величиной выхода муки. Высокая стекловидность отражает хорошие хлебопекарные свойства зерна и повышенное содержание в нем белковых веществ.

Общая стекловидность зерна в опыте варьировала от 42 до 56% и по этому показателю соответствовала ГОСТу 52554 на ценную пшеницу. Внесение минераль-

ных удобрений и применение регуляторов роста способствовали увеличению стекловидности зерна. Наиболее стекловидным было зерно на поверхностной обработке на фоне внесения $N_{80}P_{120}K_{80}$ и с трехкратным применением регуляторов роста и составляло 53-56%, что на 2-3 и 4-5% больше по сравнению с отвальной вспашкой и нулевой обработкой.

Технологические качества зерна озимой пшеницы варьировали по годам незначительно. Лучшие показатели по содержанию белка и клейковины в зерне отмечались в 2012 г.

Таким образом, применение минеральных удобрений и регуляторов роста (бигуса, карвитола и мелафена) способствовало повышению урожайности и качества

зерна.

В среднем за 3 года наибольший урожай зерна – 68,0 ц/га получен на фоне поверхностной обработки с внесением повышенной дозы удобрений – $N_{80}P_{120}K_{800}$ и применением регулятора роста мелафен. В этом варианте также были лучшие показатели качества зерна, отвечающие требованиям стандарта на ценную пшеницу.

Литература

1. Казарцева А.Т. Пшеница / А. Т. Казарцева, В. В. Казакова. – Краснодар, 2007. – 353 с.
2. Лукьяненко П.П. Избранные труды / П. П. Лукьяненко. – М.: Колос, 1973. – 412 с.
3. Носатовский А.Н. Пшеница / А. Н. Носатовский. – М.: Колос, 1997. – 568 с.
4. Шаповал О.А. Биологическое обоснование использования регуляторов роста растений в технологии выращивания озимой пшеницы / О. А. Шаповал. – М.: ВНИИА, 2005. – 350 с.

DEVELOPMENT OF ELEMENTS OF WINTER WHEAT CULTIVATION TECHNOLOGY ON ORDINARY CHERNOZEM IN THE WESTERN CISCAUCASIA

A.S. Naidenov¹, S.S. Terekhova¹, T.A. Rutor¹, A.A. Korshunov²

¹Kuban State Agrarian University, ul. Kalinina 13, Krasnodar, 350044 Russia

²Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia

E-mail: alexkorshunov01@mail.ru

Optimal tillage system and application rates of fertilizers and growth regulators to increase the yield of winter wheat grown on ordinary chernozem of Western Ciscaucasia have been determined in a three-factor field experiment.

Keywords: winter wheat, tillage practice, mineral fertilizers, plant growth regulators, crop yield.