



ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ THE NATURAL SCIENCES

УДК 633.11 «321»+631.559

Н. С. Алметов, Н. В. Горячкин
N. S. Almetov, N. V. Goryachkin

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола
Mari State University, Yoshkar-Ola

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ, УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТА **YIELD AND GRAIN QUALITY OF SPRING WHEAT DEPENDING ON PRECEDING CROPS, FERTILIZERS AND BIOLOGICAL PRODUCT**

В работе представлены результаты исследований по изучению влияния предшественников, минеральных удобрений и биопрепарата на урожайность и качество зерна яровой пшеницы. Установлено, что на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах с высоким содержанием подвижных форм фосфора и калия близкой к нейтральной реакцией почвенного раствора и средним содержанием гумуса при возделывании яровой пшеницы лучшим предшественником является красный клевер с одновременным внесением минеральных удобрений и использованием биопрепарата. При этом прибавка урожая от внесения $P_{60}K_{60}$ составляла 0,11–0,12 т/га, от $N_{30}P_{60}K_{60}$ — 0,85–0,99 т/га и инокуляции семян биопрепаратом — 0,29–0,44 т/га. Лучшие показатели качества зерна отмечаются на варианте *клевер красный II г. п. + $N_{30}P_{60}K_{60}$ + биопрепарат*.

The present work shows the results of studies of preceding crops, mineral fertilizers and biological product effect on yield and grain quality of spring wheat. It was found that when managing spring wheat the best preceding crop on the sod-podzolic medium-loamy soils with high content of mobile phosphorus and potassium, which is close to the neutral reaction of the soil solution and the average content of humus, was red clover with simultaneous application of mineral fertilizers and use of a biological product. With regard to the abovementioned, yield gain from $P_{60}K_{60}$ application was 0,11–0,12 t/ha, $N_{30}P_{60}K_{60}$ — 0,85–0,99 t/ha, and from seed inoculation with a biological product — 0,29–0,44 t/ha. The best grain quality is shown using the following variant: *red clover II year of application + $N_{30}P_{60}K_{60}$ + a biological product*.

Ключевые слова: яровая пшеница, предшественник, биопрепарат, белок, клейковина, стекловидность, натура.

Key words: spring wheat, preceding crop, biological product, protein, fibrin, vitreousness, natural weight.

Увеличение производства зерна является ключевой проблемой сельского хозяйства [4]. В ее решении большую роль в нашей стране, как и мировом земледелии, играет яровая пшеница, урожайность которой во многом определяется местом в севообороте [2; 7] и удобрениями [1; 8; 9]. При возделывании яровой пшеницы в Нечерноземной зоне, где большинство почв характеризуется невысоким содержанием гумуса, а внесение удобрений уменьшилось до критического уровня, азотное питание растений является лимитирующим фактором повышения продуктивности растений [5]. При ограниченном ресурсном обеспечении сельского хозяйства многолетние бобовые и бобово-злаковые травы, как предшественники, являются наиболее доступным средством повышения урожайности растений и вовлечения атмосферного азота в агроце-

ноз. На бедных органическим веществом и азотом дерново-подзолистых почвах [6], которые преобладают в Республике Марий Эл, исследования по изучению предшественников для яровой пшеницы приобретают особую актуальность. Поэтому возникла необходимость поиска новых дополнительных источников азотного питания растений. Одним из них может стать азот биологический, фиксированный на корнях сельскохозяйственных культур ассоциативными diazотрофами, образующими экзоризосферные ассоциации на корнях небобовых культур [5; 10; 11].

Цель исследования — изучение влияния предшественников, доз минеральных удобрений и биопрепарата на урожайность и качество зерна яровой пшеницы.

Полевые опыты по изучению влияния предшественников, минеральных удобрений и биопрепарата

на урожайность и качество зерна яровой пшеницы сорта Симбирка проводили на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Марийского аграрного колледжа (филиала) ФГБОУ ВПО «Марийский государственный университет» в течение 2009–2011 годов.

Почва опытного участка характеризовалась высоким содержанием подвижного фосфора и калия, близкой к нейтральной реакцией почвенного раствора, содержание гумуса составляло 2,0–2,2 %. Анализы образцов почвы проводили по общепринятым методикам:

Таблица 1 — Влияние предшественников, удобрений и биопрепарата на урожайность яровой пшеницы, т/га

Предшественники	Удобрения	Биопрепарат	Урожайность по годам			Средняя урожайность	Прибавка от биопрепарата	Прибавка от азота	Средняя урожайность	
			2009	2010	2011				по удобрениям	по предшественникам
Клевер красный	контроль	контроль	1,47	1,65	3,75	2,29	–	–	2,44	2,79
		флавобактерин	1,78	1,94	4,05	2,59	0,30	–		
	P ₆₀ K ₆₀	контроль	1,59	1,78	3,85	2,41	–	–	2,56	
		флавобактерин	1,88	2,08	4,15	2,70	0,29	–		
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	контроль	2,14	2,33	4,95	3,14	–	0,73	3,36	
		флавобактерин	2,54	2,74	5,45	3,58	0,44	0,88		
Тимофеевка луговая	контроль	контроль	1,14	1,32	2,64	1,70	–	–	1,83	2,19
		флавобактерин	1,40	1,63	2,81	1,95	0,25	–		
	P ₆₀ K ₆₀	контроль	1,26	1,45	2,86	1,86	–	–	1,99	
		флавобактерин	1,55	1,75	3,06	2,12	0,26	–		
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	контроль	1,81	2,02	3,90	2,58	–	0,72	2,76	
		флавобактерин	2,19	2,41	4,20	2,93	0,35	0,81		
Клевер красный + тимофеевка луговая	контроль	контроль	1,34	1,53	3,61	2,16	–	–	2,30	2,60
		флавобактерин	1,63	1,82	3,85	2,43	0,27	–		
	P ₆₀ K ₆₀	контроль	1,40	1,63	3,57	2,20	–	–	2,35	
		флавобактерин	1,72	1,94	3,81	2,49	0,29	–		
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	контроль	1,90	2,20	4,71	2,94	–	0,74	3,16	
		флавобактерин	2,34	2,59	5,20	3,38	0,44	0,89		
НСР ₀₅ для частных различий			0,147	0,114	0,145	0,080				
НСР ₀₅ для предшественников			0,060	0,046	0,069	0,033				
НСР ₀₅ для удобрений			0,060	0,046	0,069	0,033				
НСР ₀₅ для биопрепарата			0,049	0,038	0,048	0,027				

Таблица 2 — Качество зерна яровой пшеницы (среднее за 2009–2011 гг.)

Предшественники	Удобрения	Биопрепарат	Белок, %	Клейковина, %	Стекловидность, %	Нагура, г/л	ИДК, у. е.
Клевер красный	контроль	контроль	10,3	22,6	78,2	743,5	75
		флавобактерин	11,0	23,0	78,4	744,5	75
	P ₆₀ K ₆₀	контроль	10,8	22,5	78,5	744,1	75
		флавобактерин	11,5	23,3	78,7	746,2	75
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	контроль	12,2	24,2	81,3	753,6	70
		флавобактерин	13,0	25,1	81,7	756,0	70
Тимофеевка луговая	контроль	контроль	9,3	20,4	76,9	736,8	70
		флавобактерин	9,8	21,1	77,5	738,4	75
	P ₆₀ K ₆₀	контроль	9,3	21,0	77,4	737,3	72
		флавобактерин	9,7	21,4	77,8	739,6	70
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	контроль	10,7	22,4	80,3	751,1	70
		флавобактерин	11,2	22,8	80,7	752,6	75
Клевер красный + тимофеевка луговая	контроль	контроль	9,8	21,7	77,8	739,6	74
		флавобактерин	10,2	22,1	78,4	741,1	73
	P ₆₀ K ₆₀	контроль	10,3	22,2	78,6	741,7	73
		флавобактерин	11,0	22,6	78,9	742,8	72
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	контроль	11,0	22,9	81,1	753,4	74
		флавобактерин	12,3	23,4	81,4	754,7	75
НСР ₀₅ для частных различий			0,8	0,4	0,5	2,1	
НСР ₀₅ для предшественников			0,3	0,2	0,2	0,9	
НСР ₀₅ для удобрений			0,3	0,2	0,2	0,9	
НСР ₀₅ для биопрепарата			0,2	0,1	0,1	0,7	

P_2O_5 и K_2O_5 по Кирсанову, гумус по Тюрину. Общая площадь делянки — 108 м², учетной — 80 м², расположение вариантов систематическое, повторность трехкратная. Предшественниками были клевер красный П г. п. сорта Марино, тимофеевка луговая П г. п. сорта Казанская и смесь клевера красного и тимофеевки луговой П г. п. в соотношении 1 : 1. Минеральные удобрения в виде N_{aa} , R_{cd} , K_x вносили под предпосевную культивацию вручную, согласно схеме опыта. Агротехника возделывания общепринятая для условий республики. В течение вегетационного периода проводились фенологические наблюдения и анализы. Уборку урожая проводили в фазу полной спелости зерна комбайном СК-5 «Нива» прямым комбайнированием поделочно. Урожайные данные приведены к 100 % чистоте и стандартной влажности. Отбор образцов почвы и растений проводили по стандартной методике, агрохимические анализы осуществляли в аккредитованной лаборатории ФГБУ САС «Марийская». Статистическую обработку урожайных данных проводили по Б. А. Доспехову [3].

Результаты исследований показали, что изучаемые факторы существенно увеличивают урожайность зерна яровой пшеницы (табл. 1). Так, в среднем за три года наиболее высокая урожайность получена на варианте, где предшественником был клевер красный (2,79 т/га), а наиболее низкая — по злаковому предшественнику (2,19 т/га). На варианте, где в качестве предшественника использовали смесь клевера красного и тимофеевки луговой в соотношении 1 : 1 получено по 2,60 т/га зерна. Существенное влияние на увеличение сбора зерна оказали минеральные удобрения, особенно азотные. Так, если прибавка урожая от $P_{60}K_{60}$ составила по разным предшественникам 0,05–0,16 т/га, то дополнительное внесение N_{30} на фоне $P_{60}K_{60}$ увеличило урожайность зерна на 0,72–0,89 т/га. Окупаемость 1 кг фосфорно-калийных удобрений зерном в зависимости от предшественников составила 0,8–1,2 кг, на варианте $N_{30}P_{60}K_{60}$ — 5,9 кг/кг, а окупаемость каждого кг азота — 24–25 кг зерна. При инокуляции семян флавобактерином как без внесения минеральных удобрений, так и на фоне $P_{60}K_{60}$ прибавка составила 0,26–0,30 т/га и на фоне $N_{30}P_{60}K_{60}$ — 0,35–0,44 т/га. Использование биопрепарата увеличивало окупаемость NPK, в том числе 1 кг азота до 27–29 кг зерна. Продуктивность яровой пшеницы в годы исследований во многом зависела от метеорологических условий вегетационного периода. Так, если в 2009–2010 годах урожайность зерна по изучаемым приемам составляла 1,14–2,59 т/га, то в благоприятном 2011 году она была в пределах 2,64–5,20 т/га.

Данные анализов, представленные в таблице 2, показывают, что наиболее существенное влияние на белковость зерна оказали метеорологические условия вегетационного периода. Так, в условиях 2009 и 2010 гг. содержание белка в зерне составляло 7,5–12,5 %, а в благоприятном 2011 году — 12,8–14,5 %. При этом, во все годы исследований больше сырого белка в зерне яровой пшеницы было при размещении ее по кле-

веру красному. Фосфорно-калийные удобрения в дозе по 60 кг/га д. в. в среднем за три года увеличивали белковость зерна на 0,4–0,5 %, а дополнительное внесение N_{30} на фоне $P_{60}K_{60}$ — на 0,6–2,5 %. Инокуляция семян биопрепаратом флавобактерин увеличивала белковость зерна на 0,3–1,8 %. Содержание сырой клейковины в зерне в годы исследований колебалось в зависимости от изучаемых факторов от 16,8 до 28,2 %. Так как сырая клейковина представляет собой комплекс спирторастворимых и щелочнорастворимых белков, то все тенденции по изменению сырого белка в зерне характерны и для клейковины. По содержанию ИДК зерно относится к первой группе. Изучаемые факторы существенного влияния на данный показатель не оказали. Натура зерна изменялась от 728,8 до 770,7 г/л. Биопрепарат и минеральные удобрения способствовали ее увеличению, а предшественники влияли несущественно.

Стекловидность зерна наиболее высокой была по клеверу красному и несколько увеличивалась при использовании минеральных удобрений и флавобактерина.

Выводы. На дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах Республики Марий Эл, характеризующихся высоким содержанием подвижных форм фосфора и калия, близкой к нейтральной реакцией почвенного раствора и средним содержанием гумуса для получения высокого урожая зерна с хорошим его качеством яровую пшеницу целесообразно возделывать после клевера красного П г. п. с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{30}P_{60}K_{60}$ и инокуляцией семян биопрепаратом флавобактерин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булгакова Н. Н., Николаева Н. Г. Биологические аспекты оптимизации минерального питания яровой пшеницы. М.: ВНИИА, 2006. 224 с.
2. Волынкина О. В., Новоселов В. П., Токарева В. И. Влияние предшественников и азотного удобрения на урожай и качество зерна яровой пшеницы // Земледелие. 2006. № 6. С. 29–30.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) теория и практика. М.: Агрорус, 2008. Т. 1. 814 с.; 2009. Т. 2. 1098 с.
5. Завалин А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай. М.: Изд-во ВНИИА, 2005. 302 с.
6. Завалин А. А., Алметов Н. С. Применение биопрепаратов и биологический азот в земледелии Нечерноземья. М.: Изд-во ВНИИА, 2009. 152 с.
7. Овсянников В. И. Предшественники и удобрение яровой пшеницы // Земледелие. 2000. № 2. С. 26–27.
8. Романенко Г. А., Тютюнников А. Н., Сычев В. Г. Удобрения: значение, эффективность применения. М.: РАСХН, 1998. 378 с.
9. Сычев В. Г. Основные ресурсы урожайности сельскохозяйственных культур. М.: ЦИНАО, 2003. 228 с.
10. Биопрепараты в сельском хозяйстве (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве) / И. А. Тихонович, А. П. Кожемяков, В. К. Чеботарь и др. М.: Россельхозакадемия, 2005. 154 с.
11. Умаров М. М. Ассоциативная азотфиксация. М.: МГУ, 1986. 136 с.