

EFFECT OF CEREAL CROP CONCENTRATION ON PRODUCTIVITY OF SPECIALIZED CEREAL CROP ROTATIONS**L.N. Gribanov, E.S. Byk, V.F. Likhtarovich**

The results of the researches conducted in 1992-2011 on the study of the productivity of crop rotations with 50-100% concentration of spiked cereals are presented in the article. The advantage of classical crop rotations over highly specialized cereal crop rotations under the conditions of the concentration and specialization of agricultural industry is shown. It is established that the excessive specific weight of cereals in a crop rotation does not provide significant grain yield increase per hectare.

УДК 633.11:631.582

**УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА
ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ
В КОРОТКОРОТАЦИОННЫХ СЕВООБОРОТАХ
ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ**

*Д.В. Литвинов, кандидат с.-х. наук, П.С. Вишневский, доктор с.-х. наук,
Н.Г. Буслаева, кандидат с.-х. наук
Национальный научный центр «Институт земледелия Национальной
академии аграрных наук Украины», г. Киев*

(Поступила 23.10.2014 г.)

Аннотация. Изучены условия формирования продуктивности пшеницы озимой в подзоне неустойчивого увлажнения Лесостепи Украины в зависимости от системы удобрения, предшественника и насыщения севооборота. Установлено, что максимальную урожайность исследуемой культуры обеспечивает размещение ее после гороха, а наименьшую – после раннеспелых сортов сои. Приведены результаты исследования влияния климатических условий на уровень урожайности пшеницы озимой.

Введение. Пшеница в мировом масштабе имеет большое продовольственное значение. По посевной площади она занимает первое место в мире среди сельскохозяйственных культур. Крупнейшими производителями зерна пшеницы являются США – 18,9-22,5 млн га (средняя урожайность 3,0 т/га), Канада – 8,6-11,0 млн га (1,8-2,9 т/га), Австра-

лия – 11,1-13,4 млн га (0,9-2,1 т/га), Аргентина – 4,2-6,8 млн га (2,1-2,9 т/га), Евросоюз (в целом) – 24,3-26,8 млн га (урожайность – 4,5-5,7 т/га) и Россия – 7,4-10,6 млн га (2,1-3,0 т/га). В Украине площадь под пшеницей озимой колеблется в пределах 5,5-6,6 млн га при средней урожайности 2,3-3,6 т/га [4, 5].

Важным показателем качества и ценности ее зерна является содержание белка, которое может колебаться в зависимости от технологических факторов от 10-12 до 20-25% [1]. Пшеничный хлеб практически полностью обеспечивает потребности человека в фосфоре и железе и на 40% – в кальции [2, 3].

Современный уровень урожайности и производство зерна пшеницы при имеющихся почвенно-климатических условиях страны не соответствует ее потенциальным возможностям. Поэтому особую актуальность имеет решение всего комплекса вопросов, связанных с обеспечением устойчивого наращивания производства высококачественного зерна в Украине, в т.ч. подбор и размещение пшеницы озимой в севооборотах после лучших предшественников.

Условия и методика проведения исследований. Полевые исследования выполнены в длительном опыте по изучению короткоротационных севооборотов, размещенном на черноземе типичном малогумусном в подзоне неустойчивого увлажнения Лесостепи Украины в Панфильской опытной станции ННЦ «Институт земледелия НААН». Перед закладкой опыта общее содержание гумуса в пахотном слое находилось в узком промежутке значений 3,15-3,18%, подвижного фосфора – 22-25 мг, обменного калия – 8-12 мг на 100 г почвы. Реакция почвенного раствора слабокислая, степень насыщения почвенно-поглощающего комплекса основаниями – высокая (85-90%). Пшеницу озимую сорта Полесская 90 выращивали в пятипольном (вариант 13), четырехпольном (варианты 1-5, 14), трехпольном (варианты 9, 10) и двухпольном (вариант 15) севооборотах после гороха, гречихи, сои и многолетних бобовых трав на фоне без внесения удобрений и внесения их под культуру в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$. Чередование культур в исследуемых севооборотах следующее: вариант 13 – горох – пшеница озимая – подсолнечник – ячмень яровой – кукуруза на зерно; варианты 1-5 – горох – пшеница озимая – кукуруза на зерно – ячмень яровой; вариант 14 – люцерна – пшеница озимая – кукуруза на зерно – ячмень яровой; вариант 9 – гречиха – пшеница озимая – кукуруза на зерно; вариант 10 – соя – пшеница озимая – кукуруза на зерно; вариант 15 – гречиха – пшеница озимая. Севообороты развернуты при разных системах применения удобрений: без внесения удобрений (вариант 1); минеральная система удобрений – $N_{45}P_{42}K_{55}$ на 1 га севооборотной площади (варианты 2, 14, 15); органи-

ческая система удобрения – 10 т навоза на 1 га севооборотной площади (вариант 4) и 10 т навоза на 1 га севооборотной площади + побочная продукция культур (вариант 5); органо-минеральная система удобрения – 10 т навоза + $N_{40-54}P_{42-47}K_{53-62}$ на 1 га севооборотной площади (варианты 3, 9, 10, 13).

Общая площадь деланки – 90 м², учетная – 40 м², повторность опыта – трехкратная, размещение вариантов и повторений – систематическое, агротехника в опыте – общепринятая для этой зоны. Анализ результатов исследований проводили при помощи статистического, дисперсионного и корреляционно-регрессионного методов математического анализа [6].

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ экспериментальных данных свидетельствует о том, что в среднем за 2004-2010 гг. амплитуда колебаний урожайности пшеницы озимой в зависимости от системы удобрения находилась в пределах $4,65 \pm 0,26$ т/га при стандартном отклонении $S=0,59$ т/га и среднем уровне варьирования ($V=12,7\%$) урожайности культуры в зависимости от вариантов удобрения (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность и качество зерна пшеницы озимой в зависимости от системы удобрения (среднее за 2004-2010 гг.)

Доза удобрения под культуру	Урожайность, т/га	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Белок, %	Клейковина, %
1. Без удобрений	3,95	769,1	38,0	62,0	11,3	24,8
2. $N_{60}P_{60}K_{60}$	5,29	771,0	39,1	72,0	11,7	25,0
3. $N_{60}P_{60}K_{60}$ + последствие навоза	5,23	770,7	38,5	78,0	11,6	24,1
4. Последствие навоза	4,47	773,5	39,7	68,0	11,4	24,2
5. Последствие навоза + побочная продукция предшественника	4,30	761,2	39,1	78,0	11,7	25,5
$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$4,65 \pm 0,26$	$768,7 \pm 2,7$	$39,0 \pm 0,4$	$69,9 \pm 3,4$	$11,5 \pm 0,1$	$24,9 \pm 0,3$
$V, \%$	12,7	0,7	1,9	9,8	1,9	2,2
S	0,59	5,32	0,74	6,84	0,22	0,54
HCP_{05}	0,31					

Максимальная урожайность (5,29 т/га) получена при минеральной системе удобрения в севообороте с внесением под пшеницу $N_{60}P_{60}K_{60}$ (вариант 2) и органо-минеральной системе (5,23 т/га), где культура

испытывала последствие навоза и прямое действие $N_{60}P_{60}K_{60}$ (вариант 3). Последствие навоза, внесенного под кукурузу на зерно (вариант 4), на фоне последствия навоза и заправки соломы гороха (вариант 5) формировало урожайность культуры на уровне 4,47 и 4,30 т/га. Также следует отметить, что заправка соломы гороха снижала урожайность озимой пшеницы на 0,17 т/га ($НСР_{05}=0,31$ т/га) по сравнению с вариантом 4. Самую низкую урожайность в среднем за годы исследований озимая пшеница сформировала без внесения удобрений (вариант 1) – 3,95 т/га.

Что касается качественных показателей зерна, то следует отметить, что самой высокой его натура была в вариантах органической системы удобрения, где пшеница использовала последствие навоза (вариант 4) – 773,5 г/л.

Самые высокие показатели массы 1000 зерен (39,1 г) и стекловидности (78%) отмечены в варианте последствия навоза и прямого действия соломы гороха (вариант 5); также в этом варианте получены достаточно высокие биохимические показатели зерна, содержание белка 11,7% и клейковины 25,5%.

Применение минеральной системы удобрения (вариант 2) обеспечило аналогичные показатели по белку (11,7%) и клейковине (25,0%) и несколько ниже – по стекловидности (72%). Наиболее низкие показатели зерна озимой пшеницы, а именно масса тысячи зерен (38,0 г), стекловидность (62,0%), содержание белка (11,3%) и 24,8% клейковины обеспечивал вариант без применения удобрений (вариант 1). В результате корреляционного анализа определен высокий уровень зависимости между показателями урожайности и натурой зерна ($r=0,810$) и средний уровень – между урожайностью и содержанием клейковины в зерне ($r=0,527$).

Анализ результатов исследований о влиянии размещения озимой пшеницы после разных предшественников свидетельствует о формировании стабильного уровня урожайности в разрезе исследуемых предшественников, что подтверждается уровнем варьирования ($V=3,08-4,70\%$) (таблица 2). Установлено, что в условиях подзоны неустойчивого увлажнения Лесостепи Украины лучшим предшественником пшеницы озимой является горох, который обеспечил урожайность этой культуры на уровне 5,29 т/га. Размещение после гречихи (вариант 9) обеспечило ее урожайность на уровне 5,14 т/га, после многолетних бобовых трав – 5,05 т/га, после сои – 4,80 т/га. При этом разница между вариантами находилась в пределах 0,08-0,24 т/га при $НСР_{05}=0,30$ т/га.

Таблица 2 – Урожайность пшеницы озимой в зависимости от предшественника (среднее за 2004-2010 гг.)

Вариант	Предшественник	Доза удобрений под культуру	Урожайность, т/га	Прирост урожайности от удобрения	
				т/га	%
2	горох – пшеница озимая – кукуруза на зерно – ячмень яровой				
	горох	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,29	–	–
14	многолетние бобовые травы – пшеница озимая – кукуруза на зерно – ячмень яровой				
	многолетние бобовые травы	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,05	-0,24	-4,5
$\overline{X} \pm S\overline{x}$			5,17±0,11		
V, %			3,08		
S			0,16		
9	гречиха – пшеница озимая – ячмень яровой				
	гречиха	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + последействие навоза	5,14	–	–
10	соя – пшеница озимая – кукуруза на зерно				
	соя	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + последействие навоза	4,80	-0,34	-6,6
$\overline{X} \pm S\overline{x}$			4,97±0,20		
V, %			4,70		
S			0,24		
НСР ₀₅			0,30		

Анализируя качественные показатели зерна в зависимости предшественника, следует отметить высокое содержание белка при размещении пшеницы озимой после гречихи (12,4%), тогда как после гороха, многолетних трав и сои его содержание в зерне варьировало в пределах 11,7-11,8% (таблица 3). Однако высокое содержание клейковины в зерне пшеницы озимой (26,7%), массы тысячи зерен (40,4 г), стекловидности (83%) получено при размещении после сои.

Установлено, что увеличение доли пшеницы озимой в севообороте приводит к несущественному снижению ее продуктивности. В среднем за 2004-2010 гг. интервал колебания урожайности пшеницы в зависимости от насыщения ею севооборота находился в пределах 5,09-5,33 т/га, о чем свидетельствует стабильность варьирования этого показателя в зависимости от исследуемых факторов в севообороте ($V=2,0\%$) (таблица 4).

Таблица 3 – Показатели качества зерна пшеницы озимой в зависимости от предшественника (среднее за 2004-2010 гг.)

Вариант	Доза удобрений под культуру	Предшественник	Натура, г/л	Маса 1000 зерен, г	Стекло-видность, %	Белок, %	Клейко-вина, %
2	горох – пшеница озимая – кукуруза на зерно – ячмень яровой						
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	горох	771,0	39,1	72,0	11,7	25,0
14	многолетние бобовые травы – пшеница озимая – кукуруза на зерно – ячмень яровой						
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	много-летние травы	773,5	39,4	78,0	11,7	25,1
9	гречиха – пшеница озимая – ячмень яровой						
	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + после-действие навоза	гречи-ха	767,3	38,9	78,0	12,4	23,3
10	соя – пшеница озимая – кукуруза на зерно						
	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + после-действие навоза	соя	779,3	40,4	83,0	11,8	26,7
HCP_{05}			10,6	1,4	9,4	0,7	2,9

Таблица 4 – Урожайность и качество зерна пшеницы озимой в зависимости от насыщения ею севооборота (среднее за 2004-2010 гг.)

Вариант	Насыщение севооборота, %	Доза удобрений под культуру	Урожайность, т/га	Натура, г/л	Маса 1000 зерен, г	Стекло-видность, %	Белок, %	Клейко-вина, %
15	50	$N_{60}P_{60}K_{60}$	5,09	780,6	40,5	77,0	11,6	25,5
9	33,3	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + последей-ствие навоза	5,14	767,3	38,9	78,0	12,4	23,3
3	25	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + последей-ствие навоза	5,23	770,7	38,5	78,0	11,6	24,1
13	20	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + последей-ствие навоза	5,33	775,8	39,2	76,0	12,0	25,9
$\bar{X} \pm S\bar{x}$			5,20± 0,05	773,6± 3,4	39,3± 0,5	77,2± 0,6	11,9± 0,2	24,7± 0,7
$V, \%$			2,0	0,8	2,2	1,3	3,3	5,0
S			0,11	5,86	0,85	0,97	0,40	1,24
HCP_{05}			0,43					

Максимальную урожайность культуры (5,33 т/га) обусловил пятипольный севооборот с 20% насыщением пшеницей. Увеличение насыщения этой культурой до 25% в четырехпольном севообороте незначительно снижало ее урожайность – на 0,1 т/га (до 33,3%), в трехпольных севооборотах – на 0,19 т/га, а до 50% в двухпольном севообороте – на 0,24 т/га (при НСР₀₅=0,43 т/га).

Анализ показателей качества зерна показал, что самая высокая белковость зерна получена при 33,3% и 20% насыщении севооборота пшеницей озимой – соответственно 12,4% и 12,0% (варианты 9 и 13), тогда как высокое содержание клейковины отмечено в зерне озимой пшеницы при 50% (вариант 15) – 25,5% и 20% (вариант 13) – 25,9%.

Формирование продуктивности сельскохозяйственных культур, в т.ч. и пшеницы озимой находится в определенной зависимости от климатических условий региона – температурного режима и количества осадков за вегетационный цикл культуры. Следует отметить, что вегетационный период пшеницы озимой в годы исследований характеризовался незначительными колебаниями погодных условий в сравнении со среднегодовыми показателями.

По результатам экспериментальных данных на основе корреляционно-регрессионного анализа созданы математические модели, которые воспроизводят зависимость урожайности пшеницы озимой от комплекса погодных условий в севооборотах при размещении культуры после разных предшественников и систем удобрений (таблица 5).

Таблица 5 – Математические модели зависимости урожайности пшеницы озимой от комплекса погодных условий (2004-2010 гг.)

Месяц	Уравнение регрессии	Множественный коэффициент корреляции, R	Коэффициент детерминации, D, %
декабрь–февраль	$Y = -6,2112 - 0,1379 * X + 0,0015 * X^2 - 1,8998 * X_1 - 0,3639 * X_1^2$	0,990	98,0
март–май	$Y = 46,0571 + 0,2246 * X - 0,0025 * X^2 - 9,9473 * X_1 + 0,5329 * X_1^2$	0,676	45,7
июнь–август	$Y = -33,4197 + 0,0566 * X - 0,0004 * X^2 + 3,9510 * X_1 - 0,1055 * X_1^2$	0,984	96,8
сентябрь–ноябрь	$Y = 3,9129 + 0,9000 * X - 0,0118 * X^2 - 2,7663 * X_1 + 0,1111 * X_1^2$	0,579	33,5

Примечание – Y – урожайность, X – среднее количество осадков, мм; X₁ – средняя температура воздуха, °C

Корреляционный анализ показывает, что продуктивность пшеницы озимой в значительной степени зависит от метеорологических условий зимнего периода ($R=0,990$), что обусловлено в первую очередь условиями перезимовки культуры, а также летнего ($R=0,984$), когда неблагоприятные погодные условия в период формирования и налива зерна могут привести к снижению продуктивности.

Выводы

1. Максимальную урожайность пшеницы озимой в четырехпольных севооборотах (5,29 т/га) обеспечивает минеральная система удобрения. Применение органической системы обеспечивает урожайность культуры 4,30-4,47 т/га.

2. В условиях неустойчивого увлажнения лучшим предшественником пшеницы озимой является горох. Урожайность в этом случае составила 5,29 т/га. Гречиха как предшественник обеспечивает урожайность культуры на уровне 5,14 т/га, многолетние бобовые травы – 5,05 т/га, соя – 4,80 т/га.

3. Результаты математического анализа свидетельствуют о среднем уровне варьирования урожайности пшеницы озимой в зависимости от системы удобрения ($V=12,7\%$) и о высокой стабильности показателей при ее выращивании после разных предшественников ($V=3,9-4,70\%$). Вместе с этим продуктивность пшеницы озимой в значительной степени зависит от метеорологических условий. На основе корреляционно-регрессионного анализа созданы математические модели, которые позволяют осуществить расчет уровня урожайности пшеницы озимой в зависимости от погодных условий.

Литература

1. Жемела, Г.П. Агротехнічні основи підвищення якості зерна / Г.П. Жемела, А.Г. Мусатов. – Київ: Урожай, 1989. – С. 139-158.
2. Куперман, Ф.М. Биологические основы культуры пшеницы / Ф.М. Куперман. – М.: Из-во МГУ, 1958. – 280 с.
3. Бондаренко, В.И. Рост и развитие растений / В.И. Бондаренко, Н.А. Федорова, Е.М. Лебедев, А.Д. Артюх // В кн.: Пшеница. – Киев: Изд-во «Урожай», 1977. – С. 7-25.
4. Мировой рынок зерна: основные производители и потребители [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://newworld.blox.ua/2010/07/Mirovoj-rynok-zerna-osnovnye-proizvoditeli-i.html>. – Дата доступа: 06.05.2012.

5. Рослинництво України-2012: статистичний збірник / Державна служба статистики України. – Київ, 2013. – 180 с.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

YIELD AND QUALITY OF WINTER WHEAT GRAIN AT CULTIVATION IN SHORT-TERM CROP ROTATIONS IN LEFT-BANK FOREST STEPPE OF UKRAINE

D.V. Litvinov, P.S. Vishnevskiy, N.G. Buslaeva

The conditions for winter wheat productivity formation in unstable moistening subzone of Forest Steppe of Ukraine according to the system of fertilizing, preceding crops and crop rotation saturation are studied. It is established that the highest yield of the studied crop is provided by its growing after pea and the lowest yield level is at sowing after early maturing soybean varieties. The research results of the impact of climatic conditions on the yield of winter wheat are presented.

УДК 633.112.9«324»:631[559+58]

РОЛЬ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ В ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ

А.Ч. Скируха¹, канд. с.-х. наук, **Т.М. Булавина¹**, **Л.А. Булавин¹**,
доктора с.-х. наук, **И.Е. Бобрик²**, **Ф.Н. Леонов²**, кандидаты с.-х. наук

¹Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию,

²Гродненский государственный аграрный университет

(Поступала 10.11.2014 г.)

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению зависимости урожайности зерна озимого тритикале от предшественников. Установлено, что по реакции на предшественники озимое тритикале значительно ближе к пшенице, чем ко ржи. Возделывание его по неблагоприятным предшественникам не компенсируется применением пестицидов и повышенных доз азотных удобрений.

Введение. Одним из основных элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур является соблюдение севооборота. Правильный подбор предшественников позволяет поддерживать удовлетворительное фитосанитарное состояние посевов, а также оказывает