

рального питания (NPK)₃₀ и средствами защиты растений (129,0 %). Повышение доз внесения удобрений до (NPK)₄₀₋₆₀ снижало уровень рентабельности.

8. На черноземе типичном с высокой обеспеченностью питательными веществами при возделывании ярового ячменя в зернопаропропашном севообороте, можно ограничиться технологиями с низким насыщением удобрениями (NPK)₃₀ кг действующего вещества на 1 га в комплексе со средствами защиты растений и применением безотвальной при комбинированной системе основной обработки почвы в севообороте, получая при этом урожай на уровне 3,7 т/га с хорошими экономическими показателями.

Литература

1. Воронцов, В.А. Технологии земледелия в северо-восточном регионе ЦЧЗ/ В.А. Воронцов. – Тамбов, 2011. – 79 с.

2. Доманов Н.М., Солнцев П.И., Прокопенко С.А., Столяров Д.П. Продуктивность ячменя в зависимости от доз минеральных удобрений и погодных условий. // Земледелие. 2011. - № 7. – С.39-40.

3. Кирдин В.Ф. Теория практика обработки почвы в Центральных районах России. – Москва, 1996. – 114 с.

4. Шикула Н.К. Почвозащитная система земледелия. – Харьков, Прапор, 1987.

УДК 633.14:631.43.550.378

**И.Н. Белоус, аспирант
ФГБОУ ВПО Брянская ГСХА**

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ РЖИ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВАХ

В статье представлены результаты исследований по изучению влияния технологий возделывания на продуктивность и качественные показатели озимой ржи в полевом севообороте на радиоактивно загрязненных почвах. Предложены модификации региональных технологий возделывания озимой ржи по критериям – продуктивность, качество и экологическая безопасность.

In the article these are presented the results of investigation of cultivating technologies' influence upon productivity and qualitative features of winter rye in field crop rotation on radioactively contaminated soil. These are suggested modifications of regional cultivating technologies of winter rye according to such criteria as productivity, quality and ecologic safety.

Ключевые слова: *озимая рожь, технология, урожайность, радиоактивно загрязненная почва.*

Keywords: *winter rye, technology, productivity, radioactively contaminated soil.*

Введение. Национальная продовольственная безопасность невозможна без стабильного высококонкурентного рынка зерна. В условиях дерново-подзолистых песчаных почв юго-запада Центрального региона России озимая рожь – наиболее распространенная зерновая культура. Её высокая адаптационная способность, стабильность получения урожая зерна и зеленой массы, агротехническая значимость как хорошего предшественника в сочетании с традиционным использованием ржаного хлеба в питании, а зерна в кормопроизводстве, получении крахмала, спирта, солода и других продуктов ставят озимую рожь в ряд важнейших сельскохозяйственных культур. Среди зерновых она предъявляет самые низкие требования к плодородию почвы, внесению удобрений, гербицидов, пестицидов, т.е. позволяет получать экологически чистое и дешевое зерно. Однако урожайность и особенно качество зерна – один из главных приоритетов в условиях радиоактивного загрязнения почв вследствие глобальной техногенной катастрофы – аварии на Чернобыльской АЭС, пока остаются низкими и определяют необходимость пересмотра технологических основ возделывания озимой ржи [1-3].

Актуальной задачей становится формирование технологий разного уровня интенсивности, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям, обеспечивающим получение продукции, соответствующей санитарно-гигиеническим нормам, экологической устойчивости агрофитоценозов и требует первоочередного решения.

Целью исследований являлось научное обоснование технологий возделывания озимой ржи, обеспечивающих стабильную урожайность и хорошее качество зерна в условиях радиоактивного загрязнения дерново-подзолистых песчаных почв юго-запада Центрального региона России.

Материалы и методы. Климат области умеренно-континентальный с теплым летом, умеренно холодной зимой и достаточно устойчивым увлажнением. Осадки в течение года выпадают неравномерно: в холодный период их меньше, в теплый - больше, со среднегодовым количеством – 603,0 мм, а за вегетационный период (апрель-сентябрь) – 370,9 мм. Такое распределение осадков благоприятно для роста и развития растений. Самый влажный месяц – июль (80,5 мм), меньше всего осадков выпадает в апреле (38,5 мм). Тип водного режима периодически промывной. Продолжительность периода вегетации (в пределах среднесуточных температур + 5 °С и выше) составляет 176-193 дня, сумма температур за это время - 2450-2750 °С. Метеорологические условия за годы исследований характеризовались значительным разнообразием, что позволило достаточно объективно оценить влияние технологий на урожайность и качество зерна озимой ржи.

Экспериментальная работа осуществлялась на Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции ВНИИ люпина в условиях многолетнего стационарного полевого опыта на дерново-подзолистой песчаной почве. Мощность гумусового горизонта составляет 20-22 см. Исходные показатели агрохимической характеристики почвы пахотного слоя следующие: содержание органического вещества – 2,4-2,5% ; pH_{KCl} - 6,7-6,9; гидролитическая кислотность (по Каппену-Гильковицу) - 0,58-0,73 мг-экв/100 г почвы; сумма поглощенных оснований - 7,18-16,88 мг-экв/100 г почвы; содержание подвижного P_2O_5 и обменного K_2O

(по Кирсанову) – соответственно 38,5-51,0 и 6,9-11,7 мг на 100 г почвы. Плотность загрязнения почвы цезием-137 колебалась в пределах 526-666 кБк/м².

Исследования проводили в полевом плодосменном севообороте со следующим чередованием культур: картофель – овес – люпин на зеленый корм - озимая рожь. Опыт заложен в 1993 году, с 2004 года началась четвертая ротация севооборота. Повторность вариантов опыта четырехкратная, посевная площадь делянки – 90, учетная – 70 м². Расположение делянок систематическое.

Уборку урожая проводили поделяночно зерноуборочным комбайном «Сампо-500» методом прямого комбайнирования

Биохимический состав зерна определялся с применением следующих методов: общий азот – фотометрический индофенольный (ГОСТ 13496.4-84), сырой белок – пересчетом по коэффициенту 5,83, крахмал - с антроновым реактивом (ГОСТ 26176-91). Содержание радионуклида ¹³⁷Cs в растительных образцах – на гаммаспектрометре «Гамма – 1С».

В опыте применялся системный подход к исследованиям. В качестве единственного различия выступал не отдельный агроприем, а завершенная технология. Сравнивались и объективно оценивались 10 технологий возделывания озимой ржи, отличающиеся между собой уровнем интенсификации (табл. 1).

1. Схема полевого опыта (2006-2010 гг.)

Культура	Технология									
	экстенсивная	биологизированная	альтернативная		умеренная		переходная		интенсивная	
			1	2	1	2	1	2	1	2
Картофель	Контроль	Навоз 80 т/га	Навоз 40 т/га + N ₇₅ P ₃₀ K ₉₀		N ₇₅ P ₃₀ K ₉₀		N ₁₅₀ P ₆₀ K ₁₈₀		N ₂₂₅ P ₉₀ K ₂₇₀	
Овес		-	N ₅₅ P ₂₀ K ₅₀		N ₅₅ P ₂₀ K ₅₀		N ₁₁₀ P ₄₀ K ₁₀₀		N ₁₆₅ P ₆₀ K ₁₅₀	
Люпин		-	P ₂₀ K ₄₀		P ₂₀ K ₄₀		P ₄₀ K ₈₀		P ₆₀ K ₁₂₀	
Озимая рожь		-	N ₇₀ P ₃₀ K ₆₀		N ₇₀ P ₃₀ K ₆₀		N ₁₄₀ P ₆₀ K ₁₂₀		N ₂₁₀ P ₉₀ K ₁₈₀	
За севооборот		Навоз 80 т/га	Навоз 40 т/га + N ₂₀₀ P ₁₀₀ K ₂₄₀		N ₂₀₀ P ₁₀₀ K ₂₄₀		N ₄₀₀ P ₂₀₀ K ₄₈₀		N ₆₀₀ P ₃₀₀ K ₇₂₀	

Примечание: 1 – без применения химических средств защиты растений;

2 – с применением пестицидов.

В качестве органического удобрения использовали подстилочный навоз КРС. Из минеральных удобрений применяли: аммиачную селитру, суперфосфат

двойной гранулированный; калий хлористый. Всю расчетную дозу фосфорных удобрений вносили в предпосевную культивацию почвы. Азотные и калийные удобрения применяли дробно: $N_{70}K_{60} \rightarrow N_{30}K_{30}$ до посева с осени + $N_{70}K_{30}$ - весеннее возобновление вегетации; $N_{140}K_{120} \rightarrow N_{30}K_{30}$ до посева с осени + $N_{70}K_{90}$ - весеннее возобновление вегетации + N_{40} - выход в трубку; $N_{210}K_{180} \rightarrow N_{30}K_{30}$ до посева с осени + $N_{90}K_{150}$ - весеннее возобновление вегетации + N_{90} - выход в трубку.

Система защиты растений озимой ржи предусматривала применение следующих пестицидов: фундазол 50% с.п. - 0,6 кг/га осенью в фазу кушения; кампозан М - 4 л/га и байлетон 25% с.п. - 0,6 кг/га в фазу выхода в трубку - колошения; децис 25% к.э. - 0,3 л/га – в фазу цветения.

Объект исследований – сорт озимой ржи Пуховчанка. Включен в Госреестр по Центральному региону с 1985 года. Оригинатор – Белорусский НИИ земледелия и кормов.

Агротехника возделывания озимой ржи в опытах, кроме изучаемых элементов технологии, соответствовала общепринятой для Центрального региона России. Уборку урожая проводили поделяночно зерноуборочным комбайном «Сампо-500» методом прямого комбайнирования.

Полевые и лабораторно-аналитические исследования выполняли в соответствии с общепринятыми методиками.

Результаты. Создание оптимального пищевого режима почв является основным фактором интенсификации земледелия и её составляющей – зерновой отрасли.

В результате проведенных исследований установлено, что урожайность зерна озимой ржи зависела от ГТК вегетационного периода и уровня интенсификации технологии (табл. 2). В 2006 году при достаточном увлажнении она изменялась от 0,69 т/га (экстенсивная технология) до 2,92 т/га (умеренная 2). В условиях менее благоприятного 2009 года интервал урожайности несколько уступал и варьировал от 0,67 до 2,26 т/га, а в засушливом 2010 году был значительно ниже – 0,63-1,55 т/га. Таким образом, неравномерность выпадения осадков, очень слабая водоудерживающая способность песчаных почв, преобладающих в регионе, сни-

жали эффективность удобрений и других агротехнических мероприятий и, следовательно, уменьшали продуктивность посевов озимой ржи.

2. Влияние технологий возделывания на урожайность зерна озимой ржи, т/га

Технология	Годы					Среднее	Прибавка
	2006	2007	2008	2009	2010		
1 Экстенсивная (контроль)	0,69	0,55	0,67	0,68	0,63	0,64	-
2 Биологизированная (последствие навоза 80 т/га)	1,02	0,83	1,05	0,99	1,01	0,98	+ 0,34
3 Альтернативная 1 (последствие навоза 40 т/га + $N_{70}P_{30}K_{60}$)	2,23	1,43	1,50	1,78	1,22	1,63	+ 0,99
4 Умеренная 1 ($N_{70}P_{30}K_{60}$)	1,71	1,27	1,27	1,53	1,12	1,34	+ 0,70
5 Переходная 1 ($N_{140}P_{60}K_{120}$)	2,61	1,82	1,63	2,54	1,42	2,00	+ 1,36
6 Интенсивная 1 ($N_{210}P_{90}K_{180}$)	2,43	0,98	1,25	2,01	1,52	1,64	+ 1,00
7 Альтернативная 2 (последствие навоза 40 т/га + $N_{70}P_{30}K_{60}$ + пестициды)	2,49	2,02	1,86	2,02	1,55	1,99	+ 1,35
8 Умеренная 2 ($N_{70}P_{30}K_{60}$ + пестициды)	1,85	1,16	1,43	1,84	1,01	1,46	+ 0,82
9 Переходная 2 ($N_{140}P_{60}K_{120}$ + пестициды)	2,92	1,55	2,18	2,63	1,55	2,17	+ 1,53
10 Интенсивная 2 ($N_{210}P_{90}K_{180}$ + пестициды)	2,91	1,46	2,26	2,20	1,33	2,03	+ 1,39
НСР ₀₅	0,22	0,20	0,20	0,18	0,22	-	-

В среднем за годы исследований минимальная урожайность зерна озимой ржи (0,64 т/га), получена по экстенсивной технологии. На биологической технологии урожайность озимой ржи увеличилась на 0,34 т/га по отношению к контролю, следовательно, навоз (80 т/га), внесенный под первую культуру севооборота – картофель – проявил свое последствие в течение четырех лет. Однако действие органических удобрений носит явно затухающий характер, что особенно характерно для почв легкого гранулометрического состава.

Действие органо-минеральной системы удобрения (альтернативная 1 технология) оказалось более эффективным на повышение продуктивности озимой ржи. В среднем за пять лет исследований прибавка составила 0,99 т/га, то есть прибавка по данной технологии оказалась в 2,9 раза выше в сравнении с предыдущей.

Применение N₇₀P₃₀K₆₀ по умеренной 1 технологии повысило урожайность озимой ржи по сравнению с контролем на 0,7 т/га, а усиление фона питания в два раза обеспечило урожайность озимой ржи на уровне 2,0 т/га (переходная 1 технология). Дальнейшее усиление уровня интенсификации технологии до N₂₁₀P₉₀K₁₈₀ не привело к росту урожайности, наоборот она снизилась на 0,36 т/га, что объясняется депрессирующим действием высоких доз минеральных удобрений особенно в засушливые годы, а также полеганием растений в годы с обильными осадками в период созревания хлебов.

Включение в технологии химических средств защиты растений обеспечило устойчивую тенденцию к повышению урожайности зерна озимой ржи.

Разрабатываемые технологии должны учитывать влияние условий питания не только на урожай, но и на качество получаемой продукции. Наиболее важным показателем качества зерна является содержание в нем белка.

В среднем за годы исследований содержание сырого белка было высоким – 12,8-13,5 %. По сбору белка с единицы площади выделилась переходная технология, включающая среднюю дозу NPK как без применения химических средств защиты растений, так и в сочетании с пестицидами (табл. 3).

Содержание крахмала в зерне озимой ржи изменялось в пределах от 58,9 до 61,6 %. По экстенсивной и биологизированной технологиям оно было минимальным и составило соответственно 59,2 и 58,9 %. По интенсивной технологии отмечено достоверное увеличение содержания крахмала на 2,3-2,4 % в сравнении с контролем, что объясняется большей продолжительностью работы фотосинтетического аппарата растений и улучшением углеводного обмена.

3. Влияние технологий возделывания на качество зерна озимой ржи (в среднем за 2006-2010 гг.)

Технология		Белок, %	Сбор белка, т/га	Крахмал, %	Соотношение <u>крахмал</u> / <u>белок</u>
1	Экстенсивная	12,8	0,08	59,2	4,6
2	Биологизированная	13,2	0,13	58,9	4,5
3	Альтернативная 1	13,0	0,21	60,2	4,6
4	Умеренная 1	13,1	0,18	60,0	4,6

Продолжение таблицы 3

Технология		Белок, %	Сбор белка, т/га	Крахмал, %	Соотношение крахмал/белок
5	Переходная 1	13,4	0,27	60,1	4,6
6	Интенсивная 1	13,1	0,22	61,5	4,7
7	Альтернативная 2	13,3	0,27	60,1	4,5
8	Умеренная 2	13,2	0,19	60,0	4,5
9	Переходная 2	13,4	0,29	60,9	4,5
10	Интенсивная 2	13,5	0,27	61,6	4,6

Для получения хлеба хорошего качества необходимо поддерживать определенное соотношение между крахмалом и белком. Оптимальное их соотношение, учитывая качество хлеба, должно находиться на уровне 4,6-5,2. На величину соотношения крахмал/белок оказывали влияние те же факторы, которые определяли накопление крахмала и сырого белка в зерне озимой ржи. Поскольку возрастание белковости зерна не сопровождалось снижением содержания крахмала соотношение крахмал/белок, равное 4,6-4,7, отмечено практически по всем технологиям, исключая применение химических средств защиты растений.

В условиях радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных угодий основным показателем качества является содержание радионуклидов в основной продукции возделываемых культур.

Проведенные нами исследования позволяют констатировать, что изучаемые технологии оказали разноплановое влияние на содержание ^{137}Cs в зерне озимой ржи.

Наиболее высокий показатель отмечен на экстенсивной технологии, который в среднем за годы исследований превышал норматив (СанПиН 2.3.2.1078-01 – 70 Бк/кг) [4], варьируя от 35 до 170 Бк/кг. Характерно, что максимальное содержание ^{137}Cs 170 Бк/кг отмечено в условиях острозасушливого 2010 года. Данная продукция может быть использована только на кормовые цели (табл. 4).

4. Влияние технологий возделывания на содержание ^{137}Cs в зерне озимой ржи, Бк/кг

Технология		Годы					Среднее	Ксн
		2006	2007	2008	2009	2010		
1	Экстенсивная	46	40	35	69	170	72	-
2	Биологизированная	23	33	25	44	88	43	1,69
3	Альтернативная 1	13	30	21	30	50	29	2,50
4	Умеренная 1	13	36	19	36	31	27	2,67
4	Переходная 1	10	34	18	30	27	24	3,03
6	Интенсивная 1	14	28	19	32	23	23	3,10
7	Альтернативная 2	12	28	21	30	41	26	2,73
8	Умеренная 2	15	33	23	35	27	27	2,71
9	Переходная 2	11	19	22	26	31	22	3,30
10	Интенсивная 2	10	21	23	24	16	19	3,83

Примечание: Ксн – коэффициент снижения, раз.

По биологизированной технологии содержание ^{137}Cs в зерне озимой ржи снизилось в 1,69 раза, а по альтернативным технологиям – в 2,5-2,7 раза по сравнению с контролем. Умеренная, переходная и интенсивная технологии обеспечили более высокую кратность снижения ^{137}Cs – соответственно в 2,67-2,71; 3,03-3,30 и 3,10-3,83 раз. Снижение ^{137}Cs происходит за счет увеличения урожайности, то есть наблюдается биологический процесс разбавления, а также улучшаются агрохимические свойства почвы в результате применения удобрений, что способствует закреплению ионов ^{137}Cs в почвенно-поглолительном комплексе и меньшему переходу его в растения [5].

Таким образом, повышение уровня интенсификации технологий возделывания озимой ржи способствует получению нормативно чистого зерна на почвах, загрязненных ^{137}Cs .

Выводы. Наиболее высокую урожайность зерна озимой ржи (2,00-2,17 т/га) обеспечила переходная технология, основанная на применении минеральной системы удобрения со средней дозой $\text{N}_{140}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$. Прибавка к контролю составила 1,36-1,53 т/га.

Содержание сырого белка в зерне озимой ржи было высоким (12,8-13,5%) и в большей степени определялось метеорологическими условиями вегетационного периода и в меньшей – уровнем интенсификации технологии.

Повышение уровня интенсификации технологий не приводило к достоверному увеличению содержания крахмала в зерне.

Наиболее высокое содержание ^{137}Cs (72 Бк/кг) получено на экстенсивной технологии, что превышает норматив для продовольственного зерна (СанПиН 2.3.2.1078-01 – 70 Бк/кг). Умеренная, переходная и интенсивная технологии обеспечили более высокую кратность снижения ^{137}Cs – соответственно в 2,67-2,71; 3,03-3,30 и 3,10-3,83 раз.

Литература

1. Малявко, Г.П. Агрэкологические основы повышения урожайности зерна озимой ржи в севообороте / Г.П. Малявко, М.П. Наумова, А.Е. Сорокин // Достижения науки и техники АПК, 2003.– № 12. – С. 12-15.

2. Малявко, Г.П. Технологические основы регулирования урожайности озимой ржи в адаптивном земледелии Нечерноземной зоны России / Г.П. Малявко, М.П. Наумова // Достижения науки и техники АПК, 2005. - № 9. – С. 14-15.

3. Малявко, Г.П. Продуктивность озимой ржи при разных уровнях использования средств химизации / Г.П. Малявко / Агрехимический вестник, 2009. – № 3. – С. 22-23.

4. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: Санитарно-эпидемиологические правила и нормы СанПиН 2.3.2.1078-01. – М.: Минздрав РФ, 2002. – 164 с.

5. Белоус, Н.М. Влияние средств химизации на динамику накопления радиоцезия в сельскохозяйственных культурах, его миграцию и плодородие дерново-подзолистой песчаной почвы / Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов, В.Б. Корнев / Проблемы агрохимии и экологии, 2011. – № 2. – С.5-12.

УДК 633.16:631.559:631.42

**А.С. Попов, канд. с.-х. наук,
И.Н. Лысенко
ГНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калининко**