

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Д.П. Шлык¹, В.Ф. Шаповалов¹, В.Б. Коренев², В.В. Талызин¹,

¹Брянский ГАУ, ²Новозыбковская сельскохозяйственная опытная станция ВНИИ люпина

Изучено в длительном полевом опыте на радиоактивно-загрязненной почве влияние комплексного применения средств химизации при возделывании в плодосменном севообороте картофеля сорта Кураж на его урожайность и качество. Установлено, что максимальный урожай картофеля получен при внесении органоминерального удобрения (навоз, 40 т/га + N₇₅P₃₀K₉₀) в комплексе со средствами защиты растений. Под влиянием средств химизации отмечено снижение крахмалистости клубней и сухих веществ. Наибольшее содержание витамина С получено по органоминеральной и минеральной системам удобрения. Наиболее высокое накопление нитратов в клубнях картофеля отмечено при внесении минеральных удобрений в дозах N₁₅₀P₆₀K₉₀ и N₂₂₅P₉₀K₂₇₀ как при отдельном, так и комплексном применении средств химизации. Содержание ¹³⁷Cs в урожае клубней картофеля снижалось под влиянием средств химизации в 2,8-6,9 раза по сравнению с контролем.

Ключевые слова: картофель, сорт, севооборот, урожай, средства химизации, крахмал, ¹³⁷Cs.

Картофель – важная продовольственная и техническая культура, мировое производство которой составляет около 275 млн т при площади посевов около 20 млн га. В Российской Федерации площади под картофелем превышают 3 млн га, а производство составляет около 35 млн т валового урожая [1].

Лидирующее положение по производству продовольственного картофеля в Центральном федеральном округе занимает Брянская область, где на душу населения производится более 300 кг картофеля в год [2]. Лучшими для выращивания картофеля считаются легкие песчаные и супесчаные почвы, которые в Брянской области занимают 256,4 тыс. га, или 20,1% общей площади [3, 4]. Мировой опыт возделывания этой культуры свидетельствует, что среди множества факторов, определяющих продуктивность и качество клубней картофеля, приобретают средства химизации. При этом комплексное использование средств химизации резко повышает их эффективность, когда каждый отдельный компонент создает условия для того, чтобы другие агрохимикаты могли максимально проявить свое действие на рост и развитие растений [5-8, 13, 14]. В условиях радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных угодий, наиболее эффективный агрохимический прием ограничения поступления ¹³⁷Cs в урожай сельскохозяйственных культур – применение повышенных доз калийных удобрений, известкование кислых почв, а также внесение азотных удобрений в оптимальных для культуры дозах [8,9]. Сбалансированный состав элементов питания в почве – основа повышения урожая и качества клубней картофеля, поэтому применение органических, минеральных удобрений, регуляторов роста и средств

защиты растений играет исключительно важную роль [6, 12, 13, 14] и требует познания этих приемов химизации.

Цель работы – изучить и научно обосновать влияние комплексного применения различных систем удобрения, химических средств защиты и стимулятора роста на продуктивность и качество клубней картофеля в плодосменном севообороте в условиях радиоактивного загрязнения.

Методика. Исследования проводили в 2009-2013 гг. в стационарном полевом опыте на дерново-слабоподзолистой рыхлопесчаной почве, сформированной на древнеаллювиальной супеси, подстилаемой связным песком. Перед закладкой опыта агрохимические показатели пахотного слоя были следующие: рН_{сол.} – 6,7-6,9, Нг – 0,51-0,56 ммоль-экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований – 10,0-16,4 ммоль-экв/100 г почвы, содержание органического вещества – 1,9-2,5 % (по Тюрину), обменного калия – 71-106 мг/кг, подвижного фосфора – 370-395 мг/кг (по Кирсанову). Плотность загрязнения опытного участка ¹³⁷Cs – 526-666 кБк/м². Сорт картофеля – Кураж. Повторность опыта – четырехкратная.

Опыт проводили в четырехпольном плодосменном севообороте со следующим чередованием культур: 1 – картофель; 2 – овес; 3 – люпин; 4 – озимая рожь. Полевые и лабораторно-аналитические исследования выполняли по общепринятым методикам [15, 16]. Схема опыта приведена в таблице. Всю расчетную дозу навоза и минеральных удобрений под картофель вносили весной под перепашку зяби. Для защиты растений от болезней, вредителей и сорняков применяли пестициды: зенкор, 50%-ный СП – 0,7 кг/га, титус, СТС – 0,050 кг/га, ридомил Голд МЦ, ВДГ – 2,5 кг/га, сектин Феномен, ВДГ – 1,25 кг/га, актара, ВДГ – 0,06 кг/га.

Погодные условия в период проведения исследований существенно различались: по степени увлажненности 2009 г. характеризовался как избыточно увлажненный, умеренными были 2011 и 2012 гг., засушливыми – 2010 и 2013 гг., которые характеризовались крайне низкими запасами продуктивной влаги в почве, дефицитом осадков и неравномерностью их выпадения. По этой причине урожайность клубней картофеля значительно колебалась по годам исследований. В среднем за 5 лет исследований в контрольном варианте урожайность клубней картофеля составила 8,5 т/га с колебаниями по годам исследований от 4,6 до 11,0 т/га (см. табл.).

В варианте с применением органических удобрений в виде подстилочного навоза КРС в дозе 80 т/га урожайность клубней картофеля по сравнению с контрольным вариантом возросла на 11,0 т/га. При этом следует отметить, что наиболее высокий урожай клубней в этом варианте получен во влагообеспеченные годы (2009, 2011, 2012).

Выявлена высокая эффективность органоминерального удобрения. Так, при внесении 40 т/га подстильного навоза в сочетании с эквивалентной дозой NPK ($N_{75}P_{90}K_{90}$) в среднем за 5 лет урожайность клубней картофеля была 25,7 т/га. Прибавка урожая клубней по

сравнению с органической системой составила 6,2 т/га, что объясняется более высокой доступностью питательных веществ органоминеральной системы удобрения для растений в первый год внесения.

Влияние средств химизации на урожайность и качество клубней картофеля

Вариант опыта	Урожайность, т/га					Среднее	Прибавка, т/га			В среднем за 2009-2013 г.				
	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.		от удобрений	от пестицидов	от гумистима	крахмал, %	сухое вещество, %	аскорбиновая кислота, мг/%	нитраты, мг/кг	удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг
Контроль (без удобрений)	6,4	9,3	11,0	11,0	4,6	8,5	-	-	-	13,0	19,8	12,28	85	76
Навоз, 80 т/га	17,3	16,9	22,6	26,2	14,6	19,5	11,0	-	-	12,6	19,3	12,29	178	31
Навоз, 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$	25,3	17,1	28,3	39,2	18,7	25,7	17,2	-	-	12,4	19,0	12,74	176	25
$N_{75}P_{30}K_{90}$	13,5	12,8	21,8	36,6	13,4	19,6	11,1	-	-	12,3	19,1	12,31	188	22
$N_{150}P_{60}K_{180}$	18,2	13,6	26,8	40,2	15,5	22,9	14,4	-	-	11,8	18,8	12,70	201	20
$N_{225}P_{90}K_{270}$	19,7	14,2	24,8	35,9	15,4	22,0	13,5	-	-	11,6	18,5	12,60	222	18
Навоз, 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$ + пестициды	27,7	21,0	29,3	42,7	20,9	28,3	-	2,6	-	12,2	18,9	12,94	198	19
$N_{75}P_{30}K_{90}$ + пестициды	16,3	13,5	23,8	37,2	16,4	21,4	-	1,8	-	12,3	19,2	12,19	184	22
$N_{150}P_{60}K_{180}$ + пестициды	24,1	20,6	28,7	34,3	23,3	26,2	-	3,3	-	12,0	18,8	12,68	200	17
$N_{225}P_{90}K_{270}$ + пестициды	26,5	19,2	27,3	30,9	20,7	24,9	-	2,9	-	11,7	18,4	12,87	222	14
Навоз, 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$ + пестициды + гумистим	32,8	26,7	37,6	43,2	23,4	32,7	-	-	4,4	12,4	19,1	13,84	196	16
$N_{75}P_{30}K_{90}$ + пестициды + гумистим	16,8	19,8	31,2	38,1	17,1	24,6	-	-	3,2	12,4	19,3	13,32	193	16
$N_{150}P_{60}K_{180}$ + пестициды + гумистим	29,0	19,8	33,8	43,0	22,7	29,7	-	-	3,5	12,5	19,3	13,68	202	13
$N_{225}P_{90}K_{270}$ + пестициды + гумистим	24,6	16,3	28,7	41,5	17,8	25,8	-	-	0,9	12,5	19,1	13,25	211	11
NCP_{05}	12	23	15	29	18					0,64	0,68	1,12	26	6

Применение минеральных удобрений в дозе $N_{75}P_{30}K_{90}$ повысило урожайность клубней картофеля в сравнении с контролем в среднем за 5 лет на 11,1 т/га. Наиболее высокая урожайность клубней картофеля в этом варианте – 21,8 и 36,6 т/га соответственно получена в наиболее благоприятные по влагообеспеченности годы (2011, 2012).

При внесении средней дозы $N_{150}P_{60}K_{180}$ прибавка урожая по сравнению с контролем достигла 14,4 т/га, а по сравнению с дозой $N_{75}P_{30}K_{90}$ увеличилась на 3,3 т/га, при этом самая высокая урожайность клубней картофеля (40,2 т/га) отмечена в благоприятном 2012 г. Применение повышенной дозы $N_{225}P_{90}K_{270}$ в отдельные годы способствовало повышению урожайности клубней картофеля, однако было неадекватным увеличению дозы минеральных удобрений. Прибавка урожая по сравнению с контролем составила в среднем 13,5 т/га, что в 1,1 раза ниже по сравнению с прибавкой, полученной при внесении средней дозы – $N_{150}P_{60}K_{180}$. Таким образом, эффективность применяемых доз NPK в годы с засушливым вегетационным периодом значительно снижается.

Исследованиями установлено, что урожайность клубней картофеля под действием пестицидов в зависимости от применяемой системы удобрения возраста-

ла в среднем за 5 лет с 21,4 до 28,3 т/га. Наибольшая прибавка урожая клубней картофеля 3,3 т/га от применения пестицидов получена по органоминеральной (навоз, 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$) и минеральной ($N_{150}P_{60}K_{90}$) системам удобрения.

Применение биопрепарата Гумистим в комплексе с другими средствами химизации обеспечило повышение урожая клубней картофеля в зависимости от фона удобренности от 3,2 до 4,4 т/га. В среднем за годы исследований получена максимальная урожайность по органоминеральной (навоз, 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$) и минеральной ($N_{150}P_{60}K_{180}$) системам удобрения в комплексе со средствами защиты растений. Прибавка урожая составила, соответственно, 4,4 и 3,5 т/га.

Результаты проведенных биохимических исследований свидетельствуют, что в аминокислотном составе клубней картофеля произошли некоторые количественные изменения (см. табл.).

Под влиянием изучаемых средств химизации отмечено снижение не только крахмалистости клубней картофеля, но и сухих веществ по сравнению с неудобренным контролем (по всем изучаемым вариантам), при этом применение стимулятора роста способствовало уменьшению снижения содержания сухих веществ.

Применение подстильного навоза, 80 т/га и органоминерального удобрения (навоз, 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$) приводило к снижению содержания крахмала в клубнях картофеля на 0,4-0,6% и сухих веществ на 0,5-0,8%. Минеральные удобрения также снижали содержание крахмала и сухих веществ в клубнях картофеля, как при отдельном внесении, так и при комплексном применении. С увеличением доз минеральных удобрений до $N_{150}P_{60}K_{180}$ – $N_{225}P_{90}K_{270}$ отмечалось последовательное снижение содержания крахмала и сухих веществ в клубнях картофеля. В целом изучаемые средства химизации снижали содержание крахмала на 0,4-1,4% и сухих веществ на 0,5-1,3% в клубнях картофеля относительно контроля.

Проведенными исследованиями установлено, что содержание аскорбиновой кислоты (витамин С) в клубнях картофеля изменялось в зависимости от погодных условий и применяемых средств химизации. Так, в условиях засушливых периодов вегетации 2010 и 2013 г., содержание витамина С в клубнях картофеля по сравнению с более благоприятными 2009, 2011 и 2012 г. было значительно ниже. Удобрения положительно влияли на содержание витамина С в клубнях картофеля, заметно повышая его. Наиболее высокое содержание витамина С в среднем за годы исследований отмечено в вариантах с органоминеральной системой удобрения (навоз, 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$) – 13,84 мг% и средней дозой ($N_{150}P_{60}K_{180}$) – 13,68 мг% при комплексном применении средств химизации, включая стимулятор роста Гумистим.

Содержание нитратов в клубнях картофеля зависело от погодных условий вегетационных периодов и систем удобрения. Оно возрастало в вариантах с повышенными дозами азота в составе NPK, однако, не превышало норматив (250 мг/кг). В среднем за годы исследований содержание нитратов в клубнях картофеля по вариантам опыта варьировало от 85 до 222 мг/кг физической массы клубней.

Максимальная концентрация ^{137}Cs в клубнях картофеля отмечена в контрольном варианте. В среднем за годы исследований она составила 76 Бк/кг при нормативе 120 Бк/кг (СанПиН 2.3.2.1078-01). Подстильный навоз в дозе 80 т/га снижал содержание ^{137}Cs в клубнях картофеля по сравнению с контролем в 2,5 раза. Внесение органоминерального удобрения (навоз, 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$) снизило переход радиоцезия в урожай клубней картофеля в 3 раза. От применения минеральных удобрений в возрастающих дозах от $N_{70}P_{30}K_{90}$ до $N_{225}P_{90}K_{270}$ отмечено снижение концентрации радиоцезия в клубнях картофеля в среднем за годы исследований от 3,8 до 4,2 раз.

Комплексное применение средств химизации (удобрения, средства защиты, биопрепарат Гумистим) способствовало росту урожайности клубней картофеля и приводило к снижению концентрации радиоцезия в клубнях. Наибольшее снижение концентрации ^{137}Cs – в 6,91 раза получено в варианте $N_{225}P_{90}K_{270}$ при комплексном применении средств химизации.

Таким образом, на радиоактивно загрязненной дерново-подзолистой песчаной почве в плодосменном севообороте максимальный урожай клубней картофеля – 32,7 т/га достигался от органоминеральных удобрений при их внесении в дозах: навоз, 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$ в комплексе со средствами защиты растений и стимулятором роста растений Гумистим.

Под влиянием изучаемых средств химизации отмечено снижение содержания крахмала по вариантам опыта на 0,4-1,4% и сухих веществ на 0,5-1,3% относительно контроля.

Наиболее высокое содержание витамина С в среднем за годы исследований отмечено при внесении удобрений: органоминеральных в дозах навоз, 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$ – 13,84 мг% и минеральных – $N_{150}P_{60}K_{180}$ – 13,68 мг% при комплексном применении средств химизации.

В среднем за годы исследований содержание нитратов в клубнях картофеля в зависимости от погодных условий и действия средств химизации по вариантам опыта изменялось от 85 до 222 мг/кг сырой массы, при нормативе 250 мг/кг. Наиболее высокое содержание нитратов в клубнях картофеля отмечено при внесении минеральных удобрений в дозах $N_{150}P_{60}K_{180}$ и $N_{225}P_{90}K_{270}$ как при отдельном, так и при комплексном использовании средств химизации.

Применяемые системы удобрения снижали удельную активность ^{137}Cs в клубнях картофеля по сравнению с контрольным вариантом в 2,8-6,9 раза при средней удельной активности на контроле 76 Бк/кг. Полученный урожай товарного картофеля по уровню удельной активности в нем соответствует санитарно-гигиеническому нормативу.

Литература

1. Чухина, О.В. Урожайность и качество клубней картофеля при применении удобрений в Вологодской области / О.В. Чухина, Ю.П. Жуков // *Агрохимия*. – 2012. – №6. – С. 29-34.
2. Белоус Н.М., Симоненко Н.К., Шаповалов В.Ф., Кондрашов Ю.Л. Продуктивность и качество клубней картофеля при различных системах удобрения // *Плодородие*. – 2009. – №5. – С.13-15.
3. Белоус, Н.М. Продуктивность пашни и реабилитация песчаных почв / Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов. – Брянск: БГСХА, – 2006. – 432 с.
4. Федотова, Л.С. Эффективность удобрений в интенсивном севообороте с картофелем: автореф. дис. к. с.-х. н. / Л.С. Федотова. – М.: ВНИИКС, 2003. – 51 с.
5. Белоус И.Н. Агроэкологическая эффективность технологий возделывания картофеля / И.Н. Белоус, Д.Н. Прищеп // *Вестник БГСХА*. – 2009. – №6. – С. 40-45.
6. Моляко, А.А. Комплекс агроприемов повышает рентабельность возделывания картофеля / А.А. Моляко, А.В. Марухленко, Н.П. Борисова // *Картофель и овощи*. – 2011. – №1. – С. 6-7.
7. Береснев Б.Г. Удобрение картофеля в условиях радиоактивного загрязнения дерново-подзолистой песчаной почвы / Б.Г. Береснев, Н.М. Белоус и др. // *Агрохимия*. – 1994. – №3. – С. 49-60.
8. Ториков В.Е. Качество переработки сортов картофеля на различных фонах минерального удобрения / В.Е. Ториков, А.В. Марухленко, М.П. Борисова и др. // *Вестник Брянской ГСХА*. – 2012. – №3. – С.9-12.
9. Алексашин, Р.М. Ведение земледелия на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению / Р.М. Алексашин, Т.Л. Жигарева, А.Н. Ратников, Т.И. Попова // *Земледелие*. – 2006. – №3. – С.22-27.
10. Санжарова, Н.И. Переход ^{137}Cs в растения из дерново-подзолистой почвы в зависимости от доз калия и степени его подвижности / Н.И. Санжарова, Н.В. Белова, П.И. Юриков, Л.А. Воробьева, Ф.В. Спиридонов // *Агрохимия*. – 2004. – №7. – С. 56-66.
11. Котиков М.В., Богомаз М.А., Ториков В.Е. Урожайность сортов картофеля при применении водорастворимых удобрений террафлекс // *Проблемы агрохимии и экологии*. – 2011. – №2. – С. 58-60.

12. Белоус Н.М., Влияние средств химизации на урожайность и качество картофеля в условиях радиоактивного загрязнения окружающей среды / Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов, Г.П. Малявко, Д.П. Шлык // Земледелие. -2015.-№2.-С.28-30. 13. Белоус Н.М. Влияние удобрений на урожайность и кулинарные качества картофеля// Агрохимия.-1995.-№10.- С.55-61. 14. Белоус И.Н., Коренев В.Б., Воробьёва Л.А. Влияние сочетания органических и минеральных удобрений в севообороте на продуктивность сельскохозяйственных культур и пло-

дородие почвы// Молодой ученый.- 2015.- №8.3 (88.3)- С.4-10. 15. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с. 16. Методические указания по определению естественных радионуклидов в почвах и растениях. – М.: Колос, 1985. – 112 с. 17. Сычев В. Г. Способ возделывания сельскохозяйственных культур, загрязненных радионуклидами / В. Г. Сычев, Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, В. Ф. Моисеенко, Г. Е. Мерзлая, Р. А. Афанасьев, М. О. Смирнов // Патент на изобретение № 2282978. – РФ, 2006.

EFFICIENCY OF THE INTEGRATED APPLICATION OF CHEMICALS AT THE GROWING OF POTATO UNDER RADIOACTIVE CONTAMINATION

D.P. Shlyk¹, V.F. Shapovalov¹, B.V. Korenev², V.V. Talyzin¹

¹*Bryansk State Agrarian University, ul. Sovetskaya 2, Kokino, Vygonichi raion, Bryansk oblast, 243365 Russia, e-mail: sev_84@mail.ru*

²*Novozybkovo Agricultural Experimental Station, All-Russian Research Institute of Lupine, Opytnaya Stantsiya 1G, Novozybkovo raion, Bryansk oblast, 243020 Russia*

The effect of the integral application of agrochemicals on the yield and quality of potatoes at the cultivation of the Kurazh potato cultivar in a crop rotation on radioactively contaminated soil has been studied in a long-term field experiment. It has been found that the maximum potato yield was obtained at the application of organomineral fertilizer (manure 40 t/ha + N₇₅P₃₀K₉₀) in combination with agrochemicals. A decrease in the content of vitamin C was observed under the effect of the organomineral and mineral fertilizing systems. The highest content of vitamin C in potato tubers has been obtained at the application of mineral fertilizers at rates of N₁₅₀P₆₀K₉₀ and N₂₂₅P₉₀K₂₇₀ separately or in combination with agrochemicals. The content of ¹³⁷Cs in potato tubers decreased under the effect of agrochemical by 2.8–6.9 times compared to the control.

Keywords: potato, cultivar, crop rotation, yield, agrochemicals, starch, ¹³⁷Cs.