

Защита растений

УДК 632.51:635.21+631.8/.559

DOI: <https://doi.org/10.31857/S2500-26272019427-30>

КОМПЛЕКСНОЕ ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСАДОК И УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ

А.М. Шпанев,^{1,2} доктор биологических наук,
В.В. Смук,^{1,2} М.А. Фесенко,¹ кандидаты сельскохозяйственных наук

¹Агрофизический научно-исследовательский институт,
195220, Санкт-Петербург, Гражданский пр., 14

²Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений,
196608, Санкт-Петербург – Пушкин, ш. Подбельского, 3
E-mail: ashpanev@mail.ru

Выявлен комплексный эффект от применения минеральных удобрений и защитных мероприятий, влияющий на засоренность посадок и урожайность картофеля. В большей мере он проявлялся во второй половине вегетации культуры, отмечено более сильное угнетение развития растений (с 36,6 до 20,4 и 11,1 г/м² – соответственно на низком, среднем и повышенном фонах минерального питания), снижение видового (с 12 до 10 и 10 видов/м²) и численного (с 69 до 42 и 32 экз./м²) обилия сорной растительности. Самый высокий биологический (снижение фитомассы – 95,3%, численности сорных растений – 79%) и хозяйственный (повышение урожайности – 228 ц/га или 107%) эффект достигался при использовании повышенных доз минеральных удобрений и комбинированной защиты посадок картофеля от сорных растений. Этот вариант характеризовался и наибольшей рентабельностью (125,3%), тогда как химическая защита, предусматривающая двукратную обработку посадок гербицидами, даже на среднем и повышенном фоне минерального питания оказалась менее целесообразна (102,6 и 109%) с экономической точки зрения.

INTEGRATED EFFECT OF FERTILIZER APPLICATION AND PROTECTIVE MEASURES ON WEED INFESTATION AND POTATO YIELD

Shpanev A.M.^{1,2}, Smuk V.V.^{1,2}, Fesenko M.A.¹

¹Agrophysical Research Institute,
196600, Sankt-Peterburg, Grazhdanskiy pr., 14

²All-Russian Research Institute for Plant Protection,
196608, Sankt-Peterburg-Pushkin, sh. Podbelskogo, 3
E-mail: ashpanev@mail.ru

The results of the research have revealed integrated effect of the mineral fertilizer application and protective measures influence on weed infestation and potato yield. This effect was developed on the second half of the vegetation and expressed in more stronger inhibition of plant development (from 36,6 to 20,4 and 11,1 g/m² on low, medium and high levels of mineral nutrition, respectively), in the reduction of species diversity (from 12 to 10 and 10 species/m²) and number of weeds (from 69 to 42 and 32 species/m²). The highest biological (biomass reduction – 95,3%, the number of weeds – 79%) and economic (yield increase – 228 c/ha or 107%) effect was achieved by the high rates of mineral fertilizer application and combined protective measures of potato crops from weeds. This variant was characterized by the greatest profitability (125,3%), whereas chemical protection providing double treatment of potato plantings with herbicides, even at the middle and high level of mineral nutrition, was less effective (102,6 and 109%) in economic terms.

Ключевые слова: картофель, минеральные удобрения, защитные мероприятия, сорные растения, защитный эффект

Key words: potatoes, mineral fertilizers, protective measures, weeds, integrated effect

Внесение удобрений имеет особое значение при возделывании картофеля на дерново-подзолистых почвах, которые в основном характеризуются низким содержанием основных элементов питания и повышенной кислотностью. По литературным данным, хозяйственный эффект от системы удобрений на посадках картофеля в Северо-Западном регионе РФ составляет 24-74% [1], в Республике Беларусь – 24-156% [2]. При этом удобрения влияют и на фитосанитарное состояние полей картофеля, в том числе и на засоренность, которая может как повышаться [3], так и снижаться [4-6]. По нашим данным, рост засоренности посадок на начальных этапах развития культуры компенсируется снижением видового и численного состава, а также степени развития сорных растений во второй половине вегетации картофеля. Это происходит вследствие повышения конку-

рентоспособности культурных растений, которые под влиянием удобрений формируют мощную вегетативную массу и густую посадку [7].

С другой стороны, на сорный компонент картофельного агробиоценоза сильно влияют защитные мероприятия, включая механическую обработку почвы, предусмотренную технологией возделывания культуры [8, 9]. Под влиянием удобрений может усиливаться эффективность защитных мероприятий против сорной растительности, что известно из литературы [10-14], однако, это справедливо не для всех культур и регионов возделывания. Накопление сведений по комплексному влиянию удобрений и защитных мероприятий в перспективе позволит перейти к научно обоснованному подбору дифференцированных норм применения средств защиты растений, зависящих от уровня

минерального питания культурных растений. Такие ресурсы востребованы региональным земледелием в связи с необходимостью увеличения экономической эффективности и обеспечения экологической безопасности продукции и объектов окружающей среды.

Целью настоящей работы была оценка совместного влияния минеральных удобрений и защитных мероприятий на засоренность посадок и урожайность картофеля в Северо-Западном регионе РФ.

Методика. В 2014-2016 гг. в длительном полевом опыте "агроэкологический стационар" Меньковского филиала Агрофизического НИИ (Ленинградская область, Гатчинский район) изучали эффективность влияния минеральных удобрений и защитных мероприятий на засоренность посадок и урожайность картофеля. Опыт заложен в системе развернутого во времени и пространстве зернотравяно-пропашного севооборота с традиционным для Северо-Западного региона набором и чередованием культур: сидеральный пар – рожь озимая – ячмень + многолетние травы – многолетние травы 1 и 2 года пользования – картофель – рапс яровой. Почва опытных полей – дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая. Мощность пахотного слоя составляет 23 см, pH_{KCl} 4,6, содержание гумуса (по Тюрину) – 1,9%, подвижных соединений фосфора и калия (по Кирсанову) – соответственно 257 и 92 мг/кг. Изучали сорт картофеля Сударыня, допущенный к возделыванию в Северо-Западном регионе с 2009 г.

Схемой двухфакторного опыта было предусмотрено три уровня удобренности (низкий – $N_{0,0}P_{0,0}K_{0,0}$, средний – $N_{65}P_{30}K_{50}$, повышенный – $N_{100}P_{75}K_{75}$), формируемые предпосадочным внесением азотоселитры и аммиачной селитры из расчета планируемой урожайности, и три способа защиты посадок картофеля от сорной растительности (механический, химический, комбинированный). Механический способ (контроль) включал две сплошные дождевые и две междурядные повсходовые обработки КОН-2,8 + БРУ-0,7, а также окучивания. В варианте с химической защитой кроме окучивания проводили две обработки гербицидами: Торнадо, водный раствор – ВР (3 л/га) за 3-5 дней до появления всходов и Титус, сухая текучая суспензия – СТС (50 г/га) + Тренд 90 (80 мл/га) при высоте растений 10-15 см. Комбинированный способ включал две сплошные дождевые обработки КОН-2,8 + БРУ-0,7, обработку гербицидом Титус, СТС (50 г/га) + Тренд 90 (80 мл/га) и окучивание.

Общая площадь делянки опыта составляла 200 м², размещение повторений и вариантов систематическое; повторность – 3-кратная. Для учета сорной растительности использовали методику постоянных площадок с их стационарным размещением на поле на протяжении всего периода вегетации культуры [15]. На площадках 1,4 м², устанавливаемых на поле через 7-10 дней после посадки картофеля, проводили 11 учетов численности сорных растений. Такое количество учетов обусловлено числом защитных мероприятий в вариантах опыта и методическими требованиями к оценке эффективности каждого из них [16]. Перед десикацией сорные растения удаляли с каждой площадки, в лабораторных условиях замеряли высоту и массу каждого вида в отдельности. На этих же постоянных площадках осуществляли учет урожая и основных элементов его структуры. Ежегодное их количество составляло 54, то есть по 18 площадок в каждом варианте опыта.

Статистическая обработка данных, состоящая из дисперсионного анализа для выявления достоверных

различий между эффектами, вызываемыми вариантами опыта, проведена с помощью программы Statistica 6.

Результаты и обсуждение. В ходе исследований установлено два периода вегетации картофеля, различающиеся по степени влияния изучаемых факторов на засоренность его посадок. В первой половине вегетации культуры не проявилось комплексное воздействие минеральных удобрений и защитных мероприятий на сорную растительность. При этом на всех фонах с внесением удобрений комбинированный способ защиты был более эффективным, чем химический. Так, фактическая засоренность в варианте химической защиты на среднем и повышенном фонах удобренности в период после окучивания составляла соответственно 3 и 6 экз./м², что в 1,8-2,2 раза больше, чем в варианте с комбинированной защитой, и в 5,0-12,5 раза меньше, чем при механической.

Комплексное влияние минеральных удобрений и защитных мероприятий на сорную растительность отмечено во второй период вегетации – от окучивания картофеля до десикации. При этом повышение дозы полного минерального удобрения приводило к увеличению эффективности мер защиты посадок против сорных растений. Так, если по завершении всего цикла обработок на неудобренном фоне в вариантах химической и комбинированной защиты насчитывалось 2-3 экз./м² сорных растений, при механической – 38 экз./м², то к проведению десикации – 63, 75 и 143 экз./м², что от исходной засоренности составило 58, 82 и 151%. На фоне средней удобренности после окучивания насчитывалось 1-2 и 34 экз./м², на момент десикации – 41-43, 97 экз./м², восстановление популяции составило 30, 31 и 60%. В условиях высокой удобренности численность сорняков к десикации достигла 16, 18 и 44% от начальной засоренности посадок.

Качественная характеристика засоренности посадок картофеля также значительно изменялась. Механические обработки контрольного варианта способствовали сохранению количества видов сорного компонента агроценоза на высоком уровне – 10 видов/м² вплоть до окучивания. Преобладали пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), марь белая (*Chenopodium album* L.), пикульники (*Galeopsis* spp.), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr.), дымянка аптечная (*Fumaria officinalis* L.), редька дикая (*Raphanus raphanistrum* L.). Двукратное применение гербицидов в варианте с химической обработкой сократило данный показатель до 3 видов/м², а однократное применение гербицида Титус, СТС в комбинированном варианте защиты – до 5 видов/м². Эффективность гербицидов была высокой по отношению ко всем доминантным видам сорных растений. Так, численность мари белой снизилась на 96%, редьки дикой – на 95%, дымянки аптечной – на 92%, пикульников – на 89%, пырея ползучего и фиалки полевой – на 86% [17]. К десикации на фоне без удобрений видовое обилие сорных растений составило 15 видов/м² при механической защите, 11 видов/м² – при химической и комбинированной, на средне удобренном фоне – соответственно 12, 9, 10 видов/м², на повышенном – 13, 10, 9 видов/м². Среди сорных растений численное превосходство по-прежнему имели пырей ползучий, фиалка полевая, марь белая, пикульники, дымянка аптечная, а также торица полевая (*Spergula arvensis* L.) и пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.). Таким образом, под действием совместного применения удобрений и защитных мероприятий снижались не только численный состав, но и видовое

Табл. 1. Засоренность посадок картофеля

Вариант		Численность сорных растений перед десикацией		Фитомасса сорных растений перед десикацией	
МУ	СЗ	экз./м ²	снижение, %	г/м ²	снижение, %
N ₀ P ₀ K ₀	М	143	-	137,6	-
	Х	63	55,9	32,5	76,4
	К	75	47,6	40,6	70,5
N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	М	97	32,2	67,6	50,9
	Х	43	69,9	23,2	83,1
	К	40	72,0	17,6	87,2
N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅	М	78	45,5	81,7	40,6
	Х	34	76,2	15,6	88,9
	К	30	79,0	6,5	95,3
НСП ₀₅ (МУ)		28,29		33,84	
НСП ₀₅ (СЗ)		24,82		31,20	
НСП ₀₅ (МУ*СЗ)		46,96		55,89	

Примечание. МУ – минеральные удобрения, СЗ – способы защиты, М – механический, Х – химический, К – комбинированный.

разнообразие сорных растений в посадках картофеля. Комплексное влияние удобрений и защитных мероприятий, проявляющееся во второй половине вегетации культуры, отразилось в итоговых показателях засоренности посадок. Так, с увеличением содержания элементов питания в пахотном слое возросла эффективность защитных мероприятий (табл. 1): в варианте с химической обработкой по сравнению с механической – с 55,9 до 76,2% по численности сорных растений и с 76,4 до 88,9% – по их фитомассе. Большой защит-

ный эффект выявлен при комбинированном способе воздействия на сорную растительность – ее численный состав к десикации в зависимости от фона минерального питания уменьшился на 47,6-79%, надземная масса – на 70,5-95,3%. Из данных табл. 1 следует, что преимущество химической защиты по сравнению с комбинированной проявляется только на фоне без удобрений.

Влияние изучаемых факторов интенсификации картофелеводства на засоренность посадок распространялось на величину формируемой урожайности клубней. Под действием минеральных удобрений повысился хозяйственный эффект от защитных мероприятий (табл. 2). В варианте с химической защитой общая урожайность корней была больше на 33% при средних дозах удобрений и на 74% – при высоких дозах, чем при механической. Хозяйственная эффективность комбинированного способа защиты оказалась еще выше и составила 55 и 107% соответственно этим фонам минерального питания. Преимущество комбинированной защиты связано с ее положительным влиянием на продуктивную густоту растений, которая была выше, чем в контроле, на 5, 11 и 16% в зависимости от дозы удобрений. Различия по показателям продуктивности растений, а именно: количеству и массе сформированных клубней между двумя сравниваемыми вариантами оказались невелики и недостоверны. Все основные элементы структуры урожая повышались при совместном применении удобрений и мероприятий по защите посадок картофеля от сорной растительности.

Таким образом, выявлен комплексный эффект от применения минеральных удобрений и защитных мероприятий, влияющий на засоренность посадок и урожайность картофеля. Наиболее высокий биологический (снижение фитомассы – 95,3%, численности сорных растений – 79%) и хозяйственный (повышение урожайности – 228 ц/га или 107%) эффект достигался при использовании высоких доз минеральных удобрений и комбинированной защиты посадок от сорных растений.

Табл. 2. Урожайность и элементы структуры урожая картофеля

Вариант		Урожайность клубней		Густота продуктивных растений		Масса клубней с растения		Число клубней с растения	
МУ	СЗ	кг/м ²	% к контролю	шт./м ²	% к контролю	кг	% к контролю	шт.	% к контролю
N ₀ P ₀ K ₀	М	2,14	-	4,4	-	0,49	-	12,3	-
	Х	2,08	97	3,9	89	0,52	106	11,5	93
	К	2,46	115	4,6	105	0,55	112	11,9	97
N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	М	2,99	140	4,9	111	0,62	127	15,0	122
	Х	2,84	133	4,1	93	0,71	145	13,9	113
	К	3,32	155	4,9	111	0,69	141	14,9	121
N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅	М	2,92	136	4,8	109	0,61	125	13,6	111
	Х	3,73	174	4,2	95	0,91	186	19,0	154
	К	4,42	207	5,1	116	0,87	178	17,4	142
НСП ₀₅ (МУ)		0,35		0,55		0,06		1,39	
НСП ₀₅ (СЗ)		0,31		0,58		0,07		1,47	
НСП ₀₅ (МУ*СЗ)		0,56		1,04		0,12		2,29	

Примечание. Обозначения см. в табл. 1.

Литература

1. Фесенко М.А., Шпанев А.М. Вклад факторов интенсификации земледелия и условий вегетации в формирование урожайности культур полевого севооборота // *Аграрная Россия*. – 2015. – №10. – С.2–6.
2. Щетко А.И., Рыбак А.Р. Эффективность применения удобрений под картофель на дерново-подзолистой супесчаной почве // *Почвоведение и агрохимия*. – 2013. – №1(50). – С. 300–306.
3. Родионова А.Е. Как защитить картофель от сорняков на мелиорированных землях // *Главный агроном*. – 2007. – №4. – С. 27–28.
4. Полин В.Д. Влияние севооборота и удобрений на засоренность посадок картофеля и посевов озимой ржи // *Агро XXI*. – 2009. – №4-6. – С. 8–9.
5. Скрябин А.А. Влияние доз азотных удобрений и нормы посадки на засоренность, урожайность и качества раннеспелого картофеля сорта Розалинд в Предуралье // *Таврический научный обозреватель*. – 2017. – №6(23). – С. 132-137.
6. Молявко А.А., Марухленко А.В., Борисова Н.П. От чего зависит засоренность картофеля // *Защита и карантин растений*. – 2011. – №1. – С. 30–31.
7. Шпанев А.М., Смук В.В., Фесенко М.А. Фитосанитарный эффект применения минеральных удобрений на посадках картофеля в Северо-Западном регионе // *Агрохимия*. – 2017. – №12. – С. 38–45.
8. Смук В.В., Шпанев А.М. Борьба с сорняками на посадках картофеля, размещенных по пласту многолетних трав // *Защита и карантин растений*. – 2017. – №1. – С. 18–21.
9. Петрущенко С.Е. Ведущие факторы продуктивности картофеля на дерново-подзолистой супесчаной почве // *Современные проблемы опытного дела*. – СПб, 2000. – С. 129–133.
10. Немченко В.В., Рыбина Л.Д. Эффективность систематического применения гербицидов и азотных удобрений при выращивании яровой пшеницы // *Агрохимия*. – 2007. – №3. – С. 41–46.
11. Емельянов Ю.Я., Копылов А.Н., Кириллова Е.В. Эффективность гербицидов в сочетании с удобрениями на яровой пшенице // *Нивы Зауралья*. – 2013. – №6. – С. 76–77.
12. Байрамбеков Ш.Б., Валиева З.Б. Эффективность совместного применения удобрений и гербицидов под овощные культуры в севообороте // *Земледелие на рубеже 21 века*. – М., 2003. – С. 356–360.
13. Ваулина Г.И., Тимофеев О.В. Фитосанитарное состояние посевов и урожай пшеницы при использовании пестицидов и удобрений // *Плодородие*. – 2005. – №2. – С. 20–21.
14. Семенов В.Д., Васильев А.А. Эффективность комплексного применения минеральных удобрений и гербицидов на посевах яровых зерновых культур // *Агро 21*. – 2010. – №7-9. – С. 18–20.
15. Зубков А.Ф. Методические указания по сбору полевой биоэкологической информации с целью оценки вредоносности комплекса вредных организмов. – Л., 1978. – 18 с.
16. Танский В.И., Левитин М.М., Павлюшин В.А., Буров В.Н., Гончаров Н.Р., Зубков А.Ф., Ишкова Т.И., Кондратенко В.И., Сухорученко Г.И. Методические рекомендации по совершенствованию интегрированной защиты зерновых культур от вредных организмов. – СПб., 2000. – 56 с.
17. Смук В.В., Шпанев А.М. Результативность разных способов защиты посадок картофеля от сорной растительности по предшественнику многолетние травы // *Достижения науки и техники АПК*. – 2018. – Т.32. – №3. – С. 83–87.

Поступила в редакцию 15.01.19
После доработки 20.02.19
Принята к публикации 10.03.19