

Отзывчивость картофеля на удобрение и потери урожая от фитофтороза в условиях Северо-Запада России

А.И. Иванов, Ж.А. Иванова, О.И. Якушева, П.А. Филиппов

Целью комплексного исследования, выполненного в Меньковском филиале АФИ в 2012-2017 годах была оценка вредоносности возбудителя фитофтороза в зависимости от почвенно-агрохимических и погодно-климатических условий. Методической основой исследования служил длительный полевой опыт «агрофизический стационар» в системе полевого и овощекормового севооборотов, в которых картофель возделывали по обороту пласта многолетних трав после озимой ржи и после ячменя. Объектами исследования служили: картофель ран-незрелого сорта Ломоносовский среднеустойчивого к возбудителю фитофтороза по клубням и слабоустойчивого – по ботве; дерново-подзолистая почва средней, хорошей и высокой степени окультуренности и системы удобрения культуры. Супесчаная почва опыта характеризовалась pH_{KCl} 5,2-6,3, содержанием гумуса – 2,1-3,7%, подвижных соединений P_2O_5 – 195-676 мг/кг и K_2O – 97-298 мг/кг. На хорошо окультуренной и высокоокультуренной почвах их поддерживали применением под картофель 35 и 70 т/га органических удобрений соответственно. Факторы исследования: степень окультуренности почвы (варианты: средняя, хорошая и высокая) и уровень применения минеральных удобрений в расчете на заданный КПД (коэффициент полезного действия фотосинтетически активной радиации) (варианты: КПД ФАР, 1-3% – без удобрений; КПД ФАР, 2-4% – $N_{80}P_{20}K_{100}$; КПД ФАР, 3-5% – $N_{120}P_{30}K_{150}$). В ходе комплексного исследования установлены параметры поражения возбудителем фитофтороза и уровень потерь урожая картофеля в зависимости от агроклиматических и почвенно-агрохимических условий. Агрономическая эффективность изученных вариантов системы удобрения на культуре картофеля высокая. Уровень прибавок урожайности клубней и окупаемость 1 кг д.в. удобрений достигли 33-58 % и 8,3-11,6 з.ед. (зерновых единиц) на минеральной, 25-45 % и 3,9-8,0 з.ед. – на органической и 33-79% и 3,8-6,7 з.ед. – на органо-минеральной системе удобрения. В неэпифитотийных условиях (2 из 3 лет наблюдений) на фоне низких и умеренных показателей поражения общие потери урожая составляют 5%, а окультуривание почвы и применение органических и минеральных удобрений снижают их на 30-80%. На эпифитотийном фоне, повторяющемся 1 раз в 3 года, пораженность ботвы и клубней картофеля возрастает в 4,3 и 6,1, интенсивность поражения – в 2,8 и 3 и развитие – в 12 и 17,5 раза соответственно. В эпифитотийные годы потери урожая возрастают в 5,2 раза (до 26%), а минеральная система удобрения сокращает их только на среднеокультуренной почве. На этом фоне повышение степени окультуренности почвы и доз органических удобрений до высокого уровня неэффективно.

Ключевые слова: картофель, органическое удобрение, минеральное удобрение, фитофтороз, поражение, эпифитотия, урожайность, потери урожая.

Почвенно-климатические условия Северо-Запада России обеспечивают наивысшую в нашей стране отдачу от применения практически всех видов удобрений [1-3]. Оптимальное и своевременное их применение улучшает состояние растений картофеля, повышая их резистентность к широкому кругу возбудителей заболеваний [3-5]. Особенно велика роль в этом направлении усиленного питания калием [4-6]. Напротив, разбалансиро-

ванное удобрение может служить фактором обострения фитосаниатрных рисков для этой культуры [7, 8]. И наиболее тяжелые последствия отмечаются в годы эпифитотийного развития оомицета *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, вызывающего фитофтороз. В годы с влажным и прохладным периодом формирования клубней вредоносность достигает критических величин, а потери урожая могут превышать 50% [4, 9, 10]. Общий негативный фон на

Северо-Западе России формируют и погодно-климатические изменения последних лет [4, 10].

В 2012-2017 годах выполнено комплексное исследование по оценке эффективности различных систем удобрения на дерново-подзолистых почвах разной окультуренности на посадках картофеля.

Цель исследований – оценить вредоносность возбудителя фитофтороза в зависимости от почвенно-агрохимических и погодно-климатических условий.

Условия, материалы и методы исследований. Методической основой исследования служил длительный полевой эксперимент «агрофизический стационар», заложенный в Меньковском филиале ФГБНУ АФИ в 2006 году в системах полевого (ячмень + многолетние травы – многолетние травы первого и второго года пользования – озимая рожь – картофель – однолетние травы) и овощекормового (картофель – озимая пшеница – люпин узколистный – свекла столовая – капуста белокочанная – ячмень) севооборотов [11]. Факторами исследования в этом опыте выступали степень окультуренности супесчаной дерново-слабоподзолистой почвы (варианты: средняя, хорошая и высокая), поддерживаемая применением органических удобрений и уровень применения минеральных удобрений в расчете на заданный коэффициент полезного действия фотосинтетически активной радиации (КПД ФАР) (варианты: КПД ФАР, 1-3% – без удобрений; КПД ФАР, 2-4% – $N_{80}P_{20}K_{100}$; КПД ФАР, 3-5% – $N_{120}P_{30}K_{150}$). Основные агрохимические свойства почвы у средней, хорошо и высоко окультуренного видов составляли по pH_{KCl} 5,2-5,3, 5,8-5,9 и 6,1-6,3, содержание гумуса – 2,1-2,4, 2,9-3,2 и 3,5-3,8%, подвижных соединений P_2O_5 – 195-246; 330-418 и 496-676 и K_2O – 97-131, 180-234; 260-298 мг/кг. У хорошо и высокоокультуренной почв они поддерживались периодическим (один раз за

ротацию севооборота) применени-ем под картофель 35 и 70 т/га органических удобрений соответственно.

В опыте возделывали картофе-ль среднеустойчивого по клуб-ням и слабоустойчивого к возбу-дителя фитофтороза по ботве сорта Ломоносовский. Органические удоб-рения вносили под перепашку зяби, а минеральные в форме аммиачной селитры, азофоски и хлористого ка-лия – под предпосадочную культи-вацию. Технология возделывания включала четыре междурядные об-работки, одну – гербицидную, три – фунгицидных (первая – в начале фазы бутонизации 2 кг/га препара-та Ридомил Голд МЦ, вторая – через 10-14 дней 1 кг/га препарата Сектин Феномен, третья – через 7-14 дней 2,5 кг/га (препарат Хом) и десикацию препаратом Реглон. Общая площадь делянки в опыте 200 м², повторность трехкратная. Учет пораженности ли-стьев и стеблей фитофторозом прово-дился в фазу полной спелости перед десикацией, а клубней – при уборке урожая [12]. Потенциальную урожай-ность картофеля устанавливали ве-совым учетом урожайности клубней с непораженных фитофторозом расте-ний на площади 10 м². Фактическую урожайность картофеля устанавли-вали сплошным весовым методом с учетной площади делянки 140 м². Статистическая обработка результа-тов выполнена дисперсионным ме-

тодом с использованием програм-ного пакета Statistica версия 6.1.

Результаты исследований.

Погодно-климатические условия – один из основных факторов, опреде-ляющих как развитие патогенов, так и самой культуры. В условиях Северо-Запада России максимальная эф-фективность земледелия приходит-ся на годы с некоторым отклонением от среднего многолетнего прихода тепла и влаги в сторону повышенной теплообеспеченности и засушливост-и [4,10]. Как правило, в такие годы условия для развития *Phytophthora infestans* (Mont.) неблагоприятные. Данные наших наблюдений за пери-од 1964-2018 годы показали, что в 24% лет из-за недостатка атмосфер-ной влаги возбудитель заболевания пребывает в подавленном состоя-нии, в 48% – имеет условия для нор-мального, а в 28% – для эпифитотий-ного развития. Применяемая в опыте система защиты высокоэффективна в 72% случаев. Однако на фоне эпи-фитотий возбудителя фитофтороза ее эффективность обычно снижается за счет смыва фунгицидов с поверх-ности растений непрекращающимися осадками и негативного аддитив-ного эффекта почвенного переув-лажнения. К сожалению, наблюдае-мые климатические изменения ука-зывают на увеличение вероятности таких лет в сравнении со второй по-ловиной 20 века на 25% [10]. В годы

исследования такие погодно-клима-тические условия достигли повто-ряемости в 33% и пришлось на 2016 и 2017 годы с необычно продолжи-тельными волнами холода в начале вегетационного периода и 3-5 крат-ным избытком осадков в августе.

Прямым следствием таких разли-чий в погоде условно эпифитотийных и неэпифитотийных лет, стало рез-кое отличие в фитосанитарном со-стоянии посадок картофеля перед десикацией и в момент уборки (табл. 1). С учетом применяемой системы защиты от возбудителя фитофтороза в неэпифитотийные годы удавалось сдерживать основные параметры пора-жения на слабом и умеренном уров-не. В эпифитотийные годы, достиг-нув критических значений, средняя по вариантам опыта пораженность ботвы и клубней картофеля возрос-ла в 4,3 и 6,1, интенсивность пораже-ния – в 2,8 и 3 и развития – в 12 и 17,5 раза соответственно.

Влияние почвенно-агрохимичес-ких условий эксперимента на эти по-казатели имело разный характер. В неэпифитотийные годы на фоне нор-мальных условий тепло- и влагообес-печенности повышение уровня пло-дородия почвы и применение орга-нических удобрений способствовало стабильному достоверному сниже-нию пораженности ботвы и клубней на 24 и 57, интенсивности поражения – на 16 и 23 и развития – на 36 и 53 %

Таблица 1. Пораженность растений картофеля фитофторозом (среднее за 2012-2017 годы)

Фон минерального питания (фактор А)	Параметр поражения к уборке по частям растений и годам											
	листья и стебли						клубни					
	пораженность, %		интенсивность поражения, %		развитие, %		пораженность, %		интенсивность поражения, %		развитие, %	
	неэпифит.	эпифит.	неэпифит.	эпифит.	неэпифит.	эпифит.	неэпифит.	эпифит.	неэпифит.	эпифит.	неэпифит.	эпифит.
среднеокультуренная почва – без навоза (фактор Б)												
Без удобрений (контроль)	24,8	94,0	40,8	87,3	10,1	82,1	9,9	20,9	17,5	38,7	1,7	8,1
N ₈₀ P ₂₀ K ₁₀₀	20,5	85,6	35,5	83,9	7,3	71,8	1,5	16,3	12,2	32,6	0,2	5,3
N ₁₂₀ P ₃₀ K ₁₅₀	21,4	87,3	34,7	85,8	7,4	74,9	2,8	15,7	8,6	32,6	0,2	5,1
хорошо окультуренная почва – навоз, 35 т/га (фактор Б)												
Без удобрений (контроль)	18,9	83,1	34,2	90,4	6,5	75,1	4,3	17,8	13,4	31,0	0,6	5,5
N ₈₀ P ₂₀ K ₁₀₀	17,3	85,2	30,5	89,2	5,3	76,0	2,0	20,5	7,9	28,9	0,2	5,9
N ₁₂₀ P ₃₀ K ₁₅₀	18,4	84,4	27,9	83,5	5,1	70,5	1,7	22,6	8,2	24,5	0,1	5,5
высокоокультуренная почва – навоз, 70 т/га (фактор Б)												
Без удобрений (контроль)	19,2	84,5	30,5	87,6	5,9	74,0	4,2	23,7	11,7	33,7	0,5	8
N ₈₀ P ₂₀ K ₁₀₀	20,4	83,7	25,2	90,1	5,1	75,4	3,8	28,8	8,8	34,0	0,3	9,8
N ₁₂₀ P ₃₀ K ₁₅₀	19,5	85,0	22,3	94,4	4,3	80,2	1,9	31,7	7,2	32,2	0,1	10,2
НСР ₀₅	фактор А	1,74	3,51	2,88	3,97	0,05	0,14	0,88	3,03	1,46	3,55	0,01
	фактор Б	2,15	4,35	3,57	4,92	0,08	0,21	1,09	3,78	1,95	4,40	0,02

соответственно. На фоне применения органических удобрений отзывчивость иммунной системы растений к возбудителю заболевания на переход почвы к высококультурному состоянию отсутствовала. В эпифитотийные годы положительная роль окультуривания почвы и применения органических удобрений заметно ослабевала.

Минеральная система удобрения обладала стабильным положительным эффектом снижения показателей поражения возбудителем фитофтороза только на среднекультуренной не удобряемой навозом почве. При этом уровень их сокращения находился в пределах 7-85%. На хорошо и высококультуренной почве ее положительная роль проявлялась только в неэпифитотийных условиях и выражалась в снижении отдельных показателей поражения на 11-83%. Эпифитотии 2016-2017 годов были отягощены удлинением вегетационного периода за счет волн холода в начале вегетации, наиболее выраженном в максимально удобренных вариантах опыта. Это негативно влияло не только на показатели поражения растений возбудителем фитофтороза, но и на продуктивность культуры и потери урожая от его недобора вследствие заболева-

ния растений и отбраковки зараженных клубней (табл. 2). В результате уровень недобора урожая от такого неблагоприятного сочетания агроэкологических условий варьировал от 21-27% в контрольных вариантах (без минеральных удобрений) до 19-38% – на фоне высокой их дозы. Потенциальная продуктивность картофеля в эти годы снижалась за счет неблагоприятных погодно-климатических условий на средне, хорошо и высококультуренной почвах на 25, 21 и 19% соответственно.

Прямые потери урожая от поражения растений фитофторозом достигли в среднем по вариантам 26%. Если в относительно благоприятные неэпифитотийные годы окультуривание дерново-подзолистой почвы с применением органических удобрений и использование минеральной системы удобрения сократили потери от фитофтороза на 30-60 и 43-80% соответственно, то на эпифитотийном фоне положительные эффекты (21-25%) от применения минеральных удобрений проявились только на среднекультуренной почве. В неблагоприятных по фитофторозу условиях, сопровождающихся переувлажнением почвы, внесение высоких доз органических и минеральных удобрений оказалось неэ-

эффективно, так как сопровождалось существенным ростом потерь урожая. В результате наиболее высокий разрыв (до 1,7 раза) в отдаче от применения органических и минеральных удобрений в сравниваемых фитосанитарных условиях пришелся на варианты с максимальной дозировкой навоза. Тем не менее, и здесь окупаемость 1 кг д.в. органических и минеральных удобрений достигала 3,8 з.ед. (зерновых единиц), достигая у органической и минеральной систем удобрения значений в 3,9-8,0 и 8,3-11,6 з.ед. (зерновых единиц) соответственно.

Заключение. Агрономическая эффективность изученных вариантов системы удобрения на культуре картофеля высокая. Уровень прибавок урожайности клубней и окупаемость 1 кг д.в. удобрений достигли 33-58% и 8,3-11,6 з.ед. на минеральной, 25-45% и 3,9-8,0 з.ед. – на органической и 33-79% и 3,8-6,7 з.ед. – на органо-минеральной системе удобрения.

Широко распространенная в производственных условиях система защиты картофеля от фитофтороза, опирающаяся на его междурядные механические и фунгицидные обработки высокоэффективна в неэпифитотийных условиях его развития от слабого до среднего уровня, повто-

Таблица 2. Продуктивность картофеля в зависимости от почвенно-агрохимических условий и поражения фитофторозом (среднее за 2012-2017 годы)

Фон минерального питания (фактор Б)		Показатели продуктивности по годам и видам почвы (фактор А)									
		неэпифитотийные годы					эпифитотийные годы				
		урожайность клубней, т/га		потери, %	прибавка урожайности		урожайность клубней, т/га		потери, %	прибавка урожайности	
		потенц.	фактич.		т/га	%	потенц.	фактич.		т/га	%
среднекультуренная почва – без навоза											
Без удобрений (контроль)		31,4	28,2	10	-	-	23,5	17,9	24	-	-
N ₈₀ P ₂₀ K ₁₀₀		38,3	37,5	2	9,3	33	30,5	25,1	18	7,2	40
N ₁₂₀ P ₃₀ K ₁₅₀		39,9	38,5	3	10,3	37	34,7	28,2	19	10,3	58
хорошо окультуренная почва – навоз, 35 т/га											
Без удобрений (контроль)		37,7	35,2	7	7,0	25	29,9	23,7	21	5,8	32
N ₈₀ P ₂₀ K ₁₀₀		38,9	37,5	4	9,3	33	37,8	29,5	22	11,6	65
N ₁₂₀ P ₃₀ K ₁₅₀		43,6	42,9	2	14,7	52	44,6	32,1	28	14,2	79
высокоокультуренная почва – навоз, 70 т/га											
Без удобрений (контроль)		42,5	40,9	4	12,7	45	34,5	25,3	27	7,4	41
N ₈₀ P ₂₀ K ₁₀₀		45,3	42,3	7	14,1	50	43,7	28,1	36	10,2	57
N ₁₂₀ P ₃₀ K ₁₅₀		48,9	46,9	4	18,7	66	48,2	30,0	38	12,1	68
НСР ₀₅	Фактор А	2,81	2,15	-	-	-	3,14	2,17	-	-	-
	Фактор Б	3,12	2,89	-	-	-	3,89	2,69	-	-	-
	Взаимод. АБ	F _φ < F ₀₅	F _φ < F ₀₅	-	-	-	F _φ < F ₀₅	F _φ < F ₀₅	-	-	-

ряющихся в двух годах из трех. При этом на фоне низких и умеренных показателей поражения общие потери урожая составляют в среднем 5%. На эпифитотийном фоне, повторающемся раз в три года, пораженность ботвы и клубней картофеля возрастает в 4,3 и 6,1, интенсивность поражения – в 2,8 и 3 и развитие – в 12 и 17,5 раза соответственно. Вследствие этого средний уровень потерь урожая увеличивается в 5,2 раза (до 26%), делая неэффективным применение высоких доз органических удобрений и снижая отдачу от минеральных удобрений.

Роль почвенно-агрохимических условий в способности картофеля противостоять поражению возбудителем фитофтороза имеет двойственный характер. В неэпифитотийные годы повышение уровня плодородия почвы за счет применения органических удобрений снижает показатели поражения и потери на 16-57 и 30-60%, а внесение минеральных – на 7-85 и 43-80% соответственно. В эпифитотийных условиях минеральная система удобрения повышает устойчивость растений к возбудителю только на среднекультурной почве.

Библиографический список

1. Иванов И.А., Иванов А.И., Иванова В.Ф. Научно-производственные основы системы удобрения в Нечерноземной зоне. Великие Луки, 2002. 216 с.
2. Производство, изучение и применение удобрений на основе птичьего помета. Под общей редакцией А.И. Иванова и В.В. Лапы. СПб.: ФГБНУ АФИ, 2018. 317 с.
3. Иванов А.Л. и др. Рекомендации по проектированию интегрированного применения средств химизации в ресурсосберегающих технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия. М., 2010. 464 с.
4. Конашенков А.А. и др. Агротехнические аспекты реализации биоклиматического потенциала Северо-Запада России // Агрофизика. 2016. №2. С. 35–44.
5. Малиюга А.А. Биологические основы защиты картофеля в лесостепи Западной Сибири от основных почвенно-клубневых инфекций: автореф. дисс.... д-ра наук. М., 2008. 35 с.
6. Малиюга А.А., Якименко В.Н. Влияние калийных удобрений на поражаемость картофеля ризоктониозом в Западной Сибири // Вестник защиты растений. 2013. № 3. С. 45–50.
7. Нестерова Ю.А., Мелькумова Е.А., Хоршева Т.Е. Защита картофеля от распространенных и вредоносных фитопатогенов в Воронежской области // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2011. №2. С. 15–23.
8. Иванюк В.Г. Фитофтороз картофеля и пути снижения его вредоносности // Защита и карантин растений. 2009. № 5. С. 52–55.
9. Золфагари А. и др. Фитофтороз и альтернариоз картофеля и томата при аномальных погодных условиях в Московской области // Защита и карантин растений. 2011. № 12. С. 40–42.
10. Иванов А.И., Конашенков А.А. Снижение зависимости земледелия Северо-Запада России от погодно-климатических аномалий: проблемы и решения // Мелиорация и водное хозяйство. 2018. № 5. С. 32–37.
11. Иванов А.И. и др. Особенности методологии полевых исследований на современном этапе // Агрофизика. 2017. № 2. С. 9–19.

12. Методика исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитета. М.: ВНИИХ, 1995. 105 с.

Об авторах

Иванов Алексей Иванович, доктор с.-х. наук (ответственный за перепечатаку), профессор, чл.-корр. РАН, г.н.с., зав. отделом физико-химической мелиорации и опытного дела, Агрофизический научно-исследовательский институт (ФГБНУ АФИ), г.н.с., зав. лаб. органического и природоохранного земледелия, Северо-Западный центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения (ФГБНУ СЗЦППО).

E-mail: ivanovai2009@yandex.ru.

Тел.: +7 (911) 082-57-81.

Иванова Жанна Анатольевна, канд. с.-х. наук, с.н.с., ФГБНУ АФИ.

E-mail: ivanovai2009@yandex.ru.

Якушева Ольга Игоревна, канд. с.-х. наук, инженер, Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии (ФГБНУ ВНИИФ).

E-mail: o.vladykina@inbox.ru

Филиппов Петр Александрович, инженер, соискатель, ФГБНУ АФИ.

Potato responsiveness to fertilizers and crop losses from late blight in the North-West of Russia

A.I. Ivanov, DSc (responsible for correspondence), professor, corresponding member of Russian Academy of Sciences, chief research fellow, head of department of physical and chemical melioration and experimental work, Agrophysical Research Institute (FSBSI API), chief research fellow, head of laboratory of organic and environmental farming in the North-West Centre of Interdisciplinary Researches of Problems of Food Maintenance (N-W CIRPFM). E-mail: ivanovai2009@yandex.ru

Zh.A. Ivanova, PhD, senior researcher of Agrophysical Research Institute (FSBSI API). E-mail: ivanovai2009@yandex.ru

O.I. Yakusheva, PhD, engineer. All-Russian research Institute of Phytopathology (FSBSI ARRIF). E-mail: o.vladykina@inbox.ru

P.A. Filippov, engineer of Agrophysical Research Institute (FSBSI API).

Summary. Late blight is one of the most harmful potato diseases in the North-West of Russia. Today, its negative effects are aggravated by weather and climate changes. The goal of a comprehensive study carried out in the Menkovsky branch of the Agrophysical Institute in 2012–2017 was an assessment of the harmfulness of the late blight pathogen depending on soil-agrochemical, weather and climate conditions. The methodical basis of the research was a prolonged field agrophysical stationary experiment in the system of field and vegetable-feed crop rota-

tions, where potato was cultivated after winter rye and after barley, which, in turn, were grown after perennial grasses. The objects of the study were potato 'Lomonosovsky', sod-podzolic soil with different degree of cultivation and fertilizer systems for the culture. Potato 'Lomonosovsky' is early ripening variety, its tubers are medium resistant to the late blight agent, and its tops are weakly resistant to it. The sod-podzolic soil had average, good and high cultivation degree. Sandy loam soil in the experiment had the value of pH_{KCl} of 5.2–6.3, the humus content of 2.1–3.7%, the content of mobile P_2O_5 and K_2O compounds of 195–676, 97–298 mg/kg, respectively. In well- and highly cultivated soils, these parameters were maintained by the application of 35 and 70 t/ha of organic fertilizers for potato, respectively. The experimental factors were the degree of soil cultivation (average, good and high) and the level of mineral fertilizer application for a given efficiency of photosynthetically active radiation (PAR efficiency of 1–3%, without fertilizers; PAR efficiency of 2–4%, $N_{120}P_{20}K_{100}$; PAR efficiency of 3–5%, $N_{120}P_{30}K_{150}$). In the course of the comprehensive study, the parameters of potato damage by late blight and the level of crop losses were established depending on the agro-climatic soil-agrochemical conditions. Agronomic efficiency of the studied variants of the fertilizer system for potato was high. The level of tuber yield increase and payback of 1 kg of fertilizers' active substances reached 33–58% and 8.3–11.6 cereal units (CU) for the mineral system, 25–45% and 3.9–8.0 CU for the organic one, and 33–79% and 3.8–6.7 CU for the organic and mineral fertilizer system. Under non-epiphytotic conditions (2 of 3 years of the observation), against the background of low and moderate damage rates, the total yield loss was 5%, and the soil improvement and organic and mineral fertilizer application reduced them by 30–80%. Against an epiphytotic background, repeated 1 time in 3 years, the damage of tops and potato tubers increases by a factor of 4.3 and 6.1, the intensity of the damage grew 2.8 and 3 times, and the development increases by a factor of 12 and 17.5 times, respectively. In the epiphytotic years, yield losses increased 5.2 times (up to 26%), and the mineral fertilizer system reduced them only in medium cultured soil. Against this background, increasing the soil cultivation degree and organic fertilizer doses to a high level is ineffective.

Keywords: potato, organic fertilizer, mineral fertilizer, late blight, damage, epiphytotic, yield, yield loss.