

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ЭКОЛОГО-  
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «СЛЕДОВО» ИМ. Ю.П. КАРВАЦКОГО»

Тема опытно-исследовательской работы:

**Влияние вирусных инфекций на урожайность картофеля сорта Импала в  
условиях Красносельского района Костромской области**

Выполнила: Трофимова Анастасия Евгеньевна, учащаяся 8-го класса МКОУ  
Апраксинской ООШ

Руководитель: Бураменская Мария Владимировна, педагог дополнительного  
образования ГБУ ЭБЦ Следово

Учитель биологии: Корякина Ирина Владимировна

Консультант: научный сотрудник лаборатории биотехнологии Костромской  
ГСХА Толоконцев Дмитрий Валерьевич

**Кострома 2024 г**

## Оглавление

Введение .....	3
Обзор литературных источников .....	4
Характеристика климатических, почвенных, хозяйственных условий района ....	4
Методы проведения исследований (место и сроки, схема опыта, техника наблюдения и учетов, агротехническое обоснование, статистическая и экономическая оценка результатов).....	6
Результаты исследований .....	7
Выводы .....	10
Список литературы .....	11
Приложения .....	12

## Введение

Картофель – это одна из важнейших продовольственных культур в России. В настоящее время очень важно развивать отечественное семеноводство картофеля, чтобы уменьшить зависимость от семян, которые ввозятся из зарубежных стран.

Картофель (*Solanum tuberosum*) заражается многими вирусами, некоторые из них вызывают потери урожая, а также снижение качества продукции. Для борьбы с вирусными инфекциями принимаются санитарные меры, предусматривающие диагностику и мониторинг распространения вирусов, и сертификацию посадочного материала.

Существуют сорта более и менее восприимчивые к вирусным инфекциям. В настоящем исследовании мы решили выбрать сорт Импала, который несмотря на устойчивость к ряду заболеваний – черная ножка, нематодам, парше, раку картофеля, довольно быстро накапливает различные вирусы, которые можно увидеть в том числе визуально, в виде светло-желтых участков листа, некроза тканей, скручивания листьев.

Мы решили оценить, каким образом накопление вирусных инфекций влияет на общую и товарную урожайность картофеля данного сорта. В связи с этим мы поставили следующую **цель**:

- изучить влияние вирусных инфекций на урожайность картофеля сорта Импала, категории суперсуперэлита.

Для достижения цели нами были поставлены **задачи**:

- Изучить литературу по теме исследований
- Провести фенологические наблюдения за растениями картофеля
- Оценить урожайность и структуру урожая картофеля
- Провести анализ картофеля на основные вирусные заболевания картофеля методом ИФА

## Обзор литературных источников

Мы изучили литературу, по теме нашего исследования и выяснили, что наибольшие проблемы семеноводству создает вирус Y. В определенные годы вредоносность данного вируса может составлять до 70%. А если семенной материал окажется зараженным не только этим вирусом, но и другими видами вирусов, тогда урожайность семян снижается на 80% и более. Разнообразие штаммов Y-вируса приводит к его высокой вирулентности.

Основной симптом поражения - морщинистая мозаика (поверхность листа становится морщинистой в результате разрастания тканей между жилок). Листья могут быть более мелкими, края их скручиваются, наблюдается пожелтение листьев.

X-вирус при визуальном диагностировании проявляется в виде мозаики и крапчатости листьев.

L-вирус картофеля вызывает сильное скручивание листьев, угнетение роста, некротические пятна на листовых пластинках, мозаику. Потери урожая составляют от 30 до 70%.

M-вирус картофеля вызывает деформацию листьев картофеля, скручивание, мозаику. Симптомы проявляются на более поздних стадиях развития растения. Потери урожая составляют 10-40%.

Инфекция, вызванная S-вирусом картофеля во многих сортах картофеля, находится в латентной форме. При визуальном диагностировании может наблюдаться слабая мозаика листьев, волнистость краев. Потери урожая составляют 10-20%.

(Широко распространённые и потенциально опасные для Российского агропроизводства возбудители вирусных болезней картофеля. Е.В. Рогозина<sup>1</sup>, Н.В. Мироненко<sup>2</sup>, О.С. Афанасенко<sup>2</sup>, Ю. Мацухито, Рогозина Е.В. и др. / Вестник защиты растений 4(90) – 2016, с. 24–33)

В исследовании Н.А. Лапинова показана взаимосвязь между заселенностью растений картофеля тлями и накоплением вирусных инфекций. Тли переносят инфекцию с больных растений на здоровые. Существуют гены устойчивости к вирусным инфекциям, что должно являться основой для селекции картофеля в настоящее время. (Макарова С.С., Макаров В.В., Тальянский М.Э., Калинина Н.О. Устойчивость картофеля к вирусам: современное состояние и перспективы. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017;21(1):62-73. DOI 10.18699/VJ17.224)

## Характеристика климатических, почвенных, хозяйственных условий района

Красносельский район расположен на юго-западе Костромской области. Административный центр — посёлок городского типа Красное-на-Волге. Район граничит с севера с Судиславским, с запада — с Костромским и Нерехтским районами, с юга и востока с Ивановской областью.

Район расположен в бассейне верхней Волги и её притоков рек Стёжеры, Покши, Шачи. Равнинные междуречья и разделяющие их широкие долины, наряду с рядовым рельефом составляют типичные черты территории района, основная часть которой расположена на левом берегу и примерно девятая часть на правом берегу реки Волги. Площадь территории района составляет 951,4 кв. км, на которой проживает 18,2 тыс. человек (7,8 тыс. чел в пос. Красное-на-Волге), плотность населения — 19,1 человек на 1 кв. км. Посевная площадь составляет 14177 га, под зерновыми занято 3651 га или 104% к площади 2016 года. Урожайность зерна в среднем 15,8 ц/га

Климат. Умеренно континентальный; зима умеренно суровая, снежная, длительная; лето умеренно теплое, короткое. Вегетационный период  $\approx$  110-140 дней. Зима на севере области значительно длиннее, чем в южных ее районах, лето — короче. Переход температуры воздуха весной через  $0^{\circ}\text{C}$  наблюдается в начале апреля, через  $+5^{\circ}\text{C}$  — во 2-й половине апреля, через  $+10^{\circ}\text{C}$  — во 2-й декаде мая. Последний заморозок весной наблюдается в конце мая, первый осенью — во 2-й декаде сентября. Абсолютный максимум при оттепелях  $+3...+4^{\circ}\text{C}$ . В июле абсолютный минимум при резких похолоданиях в некоторые годы может быть  $+2...+3^{\circ}\text{C}$  на юго-западе и  $0...-1^{\circ}\text{C}$  на севере. Амплитуда абсолютных температур составляет  $83-85^{\circ}\text{C}$ .

Среднегодовая температура  $+2,3^{\circ}\text{C}$ . За теплый период накапливается положительных температур  $2250-2320^{\circ}\text{C}$ , из них активных  $1800-1950^{\circ}\text{C}$ . Среднегодовое количество осадков  $540-570$  мм. При этом в период с мая по август включительно выпадает  $250-290$  мм, в холодный период года  $180-190$  мм. Изменчивость месячных сумм осадков по годам довольно велика, особенно в теплый период, когда месячные суммы могут значительно отклоняться от многолетних средних значений.

Почвы дерново-подзолистые неглубокоподзолистые — 31,7%, дерново-подзолистые преимущественно мелко- и неглубокоподзолистые — 23,8%, дерново-подзолистые иллювиально-железистые — 13,2%, пойменные кислые — 9,4%, подзолистые, преимущественно неглубокоподзолистые — 5,6%, дерново-подзолистые глубокоглееватые и глееватые (в т.ч. поверхностно-глееватые) преимущественно глубокие — 5,3%, торфяные болотные верховые — 2,6%, подзолы глеевые торфянистые и торфяные, преимущественно иллювиально-гумусовые — 2,4%, торфяные болотные низинные — 1,3%, непочвенные образования (вода) — 1,3%, дерново-подзолистые (без разделения) — 1%, дерново-подзолисто-глеевые — 1%, торфяно- и торфянисто-подзолисто-глеевые — 0,6%, дерново-подзолистые поверхностно-глееватые преимущественно глубокие и сверхглубокие — 0,5%, торфяные болотные переходные — 0,3%, дерново-глеевые и перегнойно-глеевые — 0,2%.

На территории Красносельского района выращивают пшеницу, ячмень, рожь, тритикале, картофель, кормовые культуры. Красносельский муниципальный район входит в самую благоприятную природно-климатическую зону Костромской области. Доля производства молока и зерна, произведённого в районе, формирует валовый сбор продукции в регионе. ([Сельское хозяйство \(kostroma.gov.ru\)](http://kostroma.gov.ru))

Надо отметить, что природно-климатические условия Красносельского района позволяют успешно выращивать картофель, как на семенные, так и на продовольственные цели.

### **Методы проведения исследований (место и сроки, схема опыта, техника наблюдения и учетов, агротехническое обоснование, статистическая и экономическая оценка результатов)**

Полевые исследования проводили в Красносельском районе Костромской области, лабораторные исследования по определению вирусов картофеля проводили на базе учебно-производственной лаборатории сельскохозяйственной биотехнологии Костромской ГСХА с 28 мая по 12 сентября 2024 года.

Нами были проведены фенологические наблюдения за растениями картофеля сорта Импала, (Фенология. Д.В.Тишин, Н.А.Чижикова, 2022), Фенология (методика наблюдений) / Д. В. Тишин, Н. А. Чижикова. - Казань: Казанский федеральный университет, 2022. - 36 с.) . Для этого регулярно проводилось обследование поля.

Для определения 5 основных вирусов картофеля: X, Y, M, S, L, использовали метод иммуноферментного анализа, по методическим указаниям РАСХН ВНИИКХ им. А.Г.Лорха, (Москва, 2004), (рисунок 1).

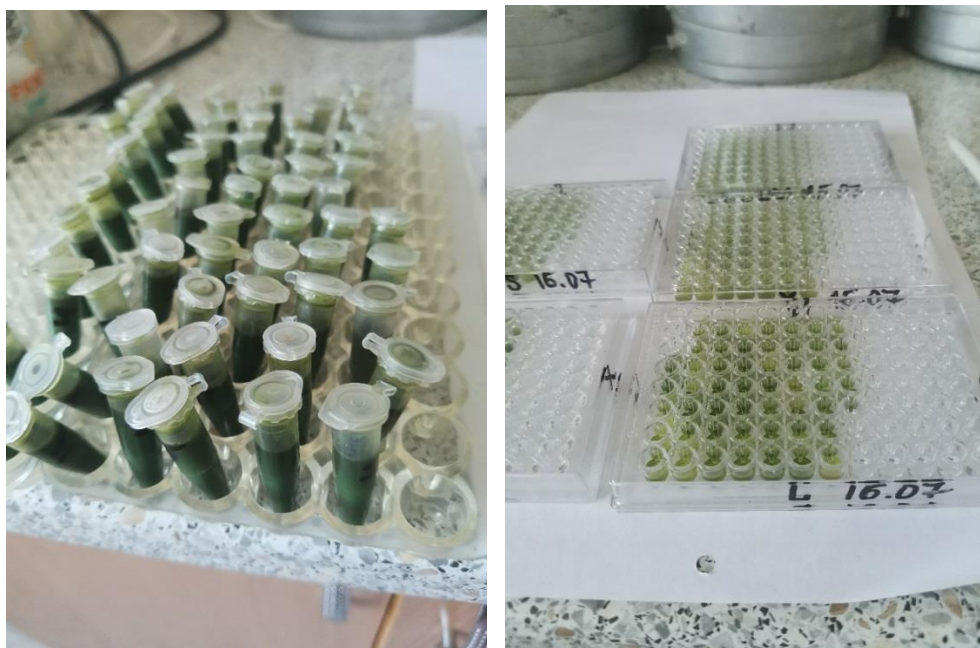


Рисунок 1. Нанесение сока картофеля из листовых проб на планшет для определения вирусов.

Определяли урожайность и товарность картофеля сорта Импала (ГОСТ 7176-2017), для этого попусто взвешивали клубни картофеля с опытных делянок, считали и взвешивали количество средних, мелких и крупных клубней.

Вспашка осуществлялась трактором МТЗ-80 28 мая. Посадка клубней осуществлялась 5 июня, в оптимальные сроки, когда температура почвы была больше 8-10 градусов на глубину 10-13 см. Предшественник – масличный лен. Клубни картофеля были высажены в однорядковых делянках, по 90 клубней на каждый вариант, в трехкратной повторности по 30 клубней каждая.

В период роста картофеля осуществляли своевременный уход за растениями в виде двукратного окучивания вручную и прополок – 18-20 июня – первое окучивание, 8-10 июля – второе окучивание, 5-7 августа - прополка. Обработка от колорадского жука не проводилась в виду отсутствия вредителей. Уборка и учет урожайности картофеля были проведены 25 августа после того, как наступила 5 фаза – увядание ботвы. В этом периоде отмечалось также поражение фитофторозом 30% растений.

#### **Схема опыта:**

**Объект исследования:** картофель сорта Импала категории суперсуперэлита.

**Количество повторностей:** 3

**Размещение вариантов:** рандомизированное

**Площадь опытной делянки:** 25 кв. м

**Площадь учетной делянки:** 6,75 кв. м.

**Густота стояния растений:** 44000 шт/га

**Схема посадки клубней:** 75х30 см.

В период цветения мы отобрали листовые пробы для ИФА с каждой опытной делянки, и по результатам этих анализов в соответствии с зараженностью вирусами растений картофеля на каждой делянке, были определены следующие **варианты опыта:**

1. Урожайность растений картофеля сорта Импала без вирусных заболеваний (контроль)
2. Урожайность растений картофеля сорта Импала, зараженного двумя вирусами (У, S)
3. Урожайность растений картофеля сорта Импала, зараженного тремя вирусами (У, S, М)

#### **Результаты исследований**

По итогам работы были получены следующие результаты:

После посадки картофеля 28 мая нами были отмечены следующие фенологические фазы растений картофеля:

1 фаза - появление всходов, наступила 22 июня. Всходы были неравномерные. Всхожесть составила 97%, часть клубней не взошли.

2 фаза – бутонизация, наступила 7 июля;

3 фаза – начало цветения, было отмечено 13 июля, наступило быстро благодаря жаркой погоде и достаточному количеству влаги в почве.

Цветение наступило 19 июля. В этот срок наблюдалось цветение 75% растений.

4 фаза – образование и рост клубней, которая соответствовала максимальному приросту массы клубней эта фаза как правило продолжается в течении 45-70 дней. Плоды не завязались.

5 фаза – отмирание ботвы, которая наблюдается, как правило через 90-100 дней. Но благодаря осадкам и жаркой погоде надземные органы начали увядать уже 15 августа.

В период цветения картофеля нами были отобраны листовые пробы с опытных делянок и проведен анализ картофеля на основные вирусные заболевания картофеля методом ИФА.

На базе лаборатории биотехнологий Костромской ГСХА методом иммуноферментного анализа проводилась диагностика зараженности картофеля вирусами X, M, L, S, Y (рис. 1, 2).

Мы определили урожайность картофеля, взвешивая клубни (табл.1), отдельно определили структуру урожая (табл.2), считая и взвешивая крупные, средние и мелкие клубни, затем определили товарность, которая выражалась в доле средних и крупных клубней в процентах (табл.2).

Таблица 1. Урожайность картофеля в зависимости от вариантов опыта

Вариант	Урожайность ц/га	Отклонение от контроля	
		ц/га	%
Безвирусные растения (контроль)	87,39	-	-
Растения картофеля, зараженные двумя вирусами: Y, S	75,41	11,98	15,88
Растения картофеля, зараженные тремя вирусами: Y, S, M	59,42	27,97	32
НСР <sub>05</sub>			

Зараженность растений картофеля вирусами негативно отразилась на показателе урожайности картофеля (табл. 1, рис. 2). Наблюдалось снижение урожайности на 15,88 и 32 %. Экономически целесообразно использовать посадочный материал картофеля высокой степени чистоты, оздоровленный от вирусов, чтобы исключить потери урожая, связанные с вирусной нагрузкой.



Таблица 2. Структура урожая в опыте

Вариант	Кол-во клубней, шт	Масса клубней, г	Фракции						Товарность, %
			Мелкая (до 50 г)		Средняя (50-80 г)		Крупная (более 80 г)		
			шт	г	шт	г	шт	г	
Безвирусные растения (контроль)	23,8	1987	7	252	5,33	326	11,5	1409	87,51
Растения картофеля, зараженные двумя вирусами: Y, S	25,8	1600	11,5	150	5,84	413	8,5	1037	82,45
Растения картофеля, зараженные тремя вирусами: Y, S, M	19,5	1465	5,84	301	7,17	376	6,5	788	89,01

Несмотря на значительное снижение урожайности, снижения товарности в вариантах опыта отмечено не было (табл. 2, рис. 2).

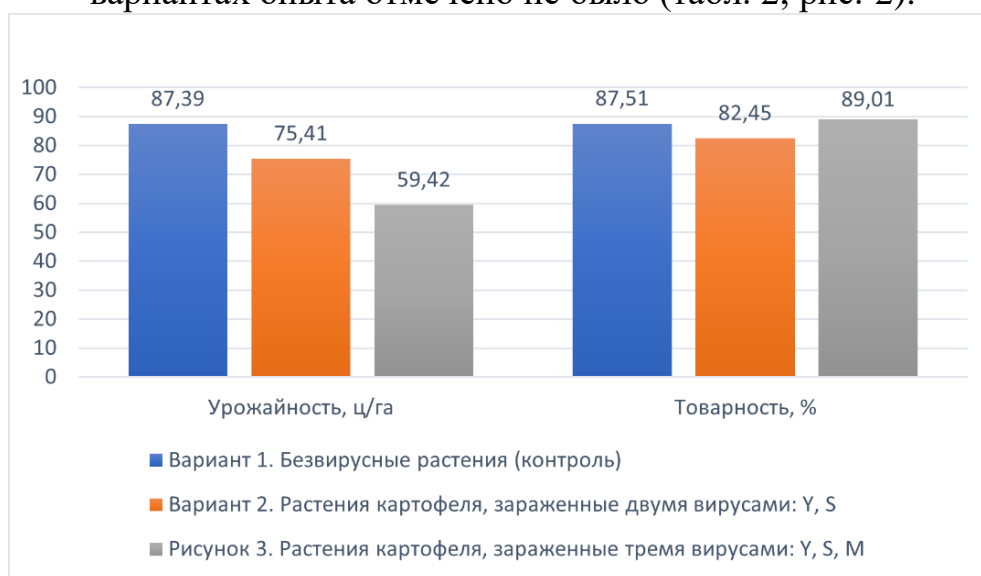


Рисунок 2. Урожайность и товарность картофеля в вариантах опыта.

## Выводы

По результатам исследований мы сделали следующие выводы:

Растения картофеля, зараженные двумя вирусами: Y, S снизили урожайность по сравнению с контролем на 11,98 %, урожайность в этом варианте опыта составила 75,41 ц/га. Растения, зараженные комплексом вирусов (Y, S, M) были еще менее урожайными – 59,42 ц/га, что на 27,97% меньше контрольной урожайности.

Из пяти исследованных вирусов, вирус L не был обнаружен ни в одной пробе.

Показатели товарности картофеля были в целом высокими во всех вариантах опыта – от 82% до 89%. Вирусные инфекции не повлияли отрицательно на товарность картофеля в нашем опыте.

Диагностика вирусов картофеля имеет большое экономическое значение. Использование качественного посадочного материала, свободного от вирусов позволяет сократить затраты для получения урожая.

## Список литературы

1. Методические указания по проведению послеуборочного контроля семенного картофеля при его сертификации с использованием метода иммуноферментного анализа, РАСХН ВНИИКХ им. А.Г.Лорха, Москва, 2004
2. ГОСТ 7176-2017 Картофель продовольственный. Технические условия
3. Широко распространённые и потенциально опасные для Российского агропроизводства возбудители вирусных болезней картофеля. Е.В. Рогозина<sup>1</sup>, Н.В. Мироненко<sup>2</sup>, О.С. Афанасенко<sup>2</sup>, Ю. Мацухито, Рогозина Е.В. и др. / Вестник защиты растений 4(90) – 2016, с. 24–33
4. Фенология (методика наблюдений) / Д. В. Тишин, Н. А. Чижикова. - Казань: Казанский федеральный университет, 2022. - 36 с.
5. Электронный ресурс: Сельское хозяйство в Красносельском районе Костромской области. <https://krasnoe.kostroma.gov.ru/khozyaystvennaya-deyatelnost/selskoe-khozyaystvo>
6. Электронный ресурс: статья в электронном журнале: Н.А. Лапшинов. Влияние вирусной инфекции на урожайность картофеля в условиях северной лесостепи Западной Сибири <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-virusnoy-infektsii-na-urozhaynost-kartofelya-v-usloviyah-severnoy-lesostepi-zapadnoy-sibiri/viewer>
6. Макарова С.С., Макаров В.В., Тальянский М.Э., Калинина Н.О. Устойчивость картофеля к вирусам: современное состояние и перспективы. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017;21(1):62-73. DOI 10.18699/VJ17.224

## Приложения

Приложение 1. Подготовка листовых проб картофеля и получение сока на вальцовом прессе для дальнейшего определения вирусов картофеля

