

# Растениеводство

## Картофель как пищевой продукт для здоровья и долголетия: современные тенденции и перспективы

М.П. Тентюков<sup>1</sup>, С.В. Коковкина<sup>2</sup>, А.А. Юдин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина»

г. Сыктывкар

<sup>2</sup> Институт агrobiотехнологий им. А.В. Журавского

ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,

г. Сыктывкар

nipti@bk.ru

### Аннотация

Показана необходимость нового подхода к селекции столовых сортов картофеля как источника здорового питания в условиях территорий холодного климата. Впервые выполнена оценка информативности применения в практической селекции картофеля световых ростков растения в качестве самостоятельного объекта изучения при сопряженных морфологических и биохимических исследованиях, связанных с поиском биомаркеров для индикации хозяйственно ценных признаков у гибридов картофеля. Оценена возможность применения гидротермического коэффициента Селянинова в качестве параметра математической модели динамики прироста урожайности картофеля с учетом агрометеопрогноза с целью корректировки времени начала сбора урожая данной культуры.

### Ключевые слова:

картофель, селекция, биомаркеры, гидротермический коэффициент, холодный климат, хозяйственно полезные признаки

### Введение

Известно, что картофель занимает важное место в рационе питания человека. Первыми начали употреблять картофель жители Южной Америки около 8 тыс. л. н. В Европу он попал только в середине XVI в. Привез его из Перу на родину испанский священник, историк и географ Сьеса де Леон. Однако вначале картофель восприняли только как декоративное растение, популярным он стал во Франции, но не благодаря тому, что французы оценили его вкусовые качества. Распространению корнеплода способствовала мощная пропаганда. В XVIII в. французский ученый Антуан-Августин Пармантье делал все возможное, чтобы популяризировать этот овощ. Например, днем он выставял охрану вокруг картофельных посадок, чтобы овощи казались ценными, а ночью убирал работников, чтобы картофель благополучно воровали, уверовав в его

# Crop production

## Potato as a food product for health and longevity: modern tendencies and prospects

M.P. Tentyukov<sup>1</sup>, S.V. Kokovkina<sup>2</sup>, A.A. Yudin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar

<sup>2</sup> A.V. Zhuravsky Institute of Agrobiotechnologies, Federal Research Centre Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,

Syktyvkar

nipti@bk.ru

### Abstract

The paper highlights the need in a new approach to selection of table potato varieties as a healthy nutrition source in the conditions of cold climate. For the first time, we access the informative value of the use of green plant sprouts in practical potato breeding as an independent study topic accompanied with morphological and biochemical studies related to the search for biomarkers indicating economic characters in potato hybrids. The applicability of the Selyaninov hydrothermal coefficient as a mathematical model parameter of the potato yield increment dynamics with account to agro-meteorological forecast in order to specify the beginning time of potato harvest.

### Keywords:

potato, breeding, biomarkers, hydrothermal coefficient, cold climate, economic characters

уникальность. Ученый устраивал роскошные приемы, на которых подавалось около 20 картофельных блюд.

По своей природе картофель, являясь традиционным пищевым продуктом, служит важным источником аскорбиновой кислоты (витамин С), пиридоксина (витамин В6), фолиевой кислоты (витамин В9) и целого ряда важных для организма макро- и микроэлементов.

Все эти микронутриенты обеспечивают поддержку гомеостаза и препятствуют началу и развитию многих возрастных дегенеративных заболеваний и как биологически активные компоненты участвуют в жизнедеятельности организма. Между тем установлено, что существуют значительные межсортные различия по составу и концентрации микронутриентов с потенциалом, который можно использовать в селекции картофеля.

К весьма перспективным направлениям относят исследования биологически активных веществ картофеля, таких как каротиноиды, полифенолы. Все они определены как полезные для здоровья, поскольку снижают риск дегенеративных заболеваний. Данное направление имеет важное значение для здравоохранения в свете развития профилактической медицины.

В современных исследованиях картофеля отдельное место занимает изучение влияния токсичных гликоалкалоидов на здоровье человека. Эти вещества могут накапливаться в картофеле, снижая его пищевые качества. Однако недавние разработки показали возможность управлять их уровнями посредством геномной селекции.

Картофель имеет очень высокий индекс сытости по сравнению с продуктами с эквивалентным содержанием углеводов, что рассматривается весьма положительно в диетическом питании. При этом однозначной связи между потреблением картофеля и увеличением гликемического индекса не установлено. Отмечается только, что значения гликемического индекса зависят от сорта картофеля и способа его приготовления. Известно также, что результаты многочисленных исследований не дают убедительных доказательств о наличии связи между потреблением картофеля и риском ожирения, возникновением диабета II типа или сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Весьма интересные итоги получены при оценке текущего состояния рынка картофеля. Были выявлены две устойчивые тенденции. Первая обусловлена ростом потребления пожилыми людьми пищевого картофеля, что во многом связано с результатами исследования его влияния на улучшение когнитивных функций и увеличения продолжительности жизни. Все это требует переоценки роли картофеля как источника здоровья и питания у стареющего населения. Вторая тенденция обусловлена необходимостью увеличения объемов производства химических веществ, получаемых из технического картофеля, таких как крахмал, пектины, белки, гликоалкалоиды, полифенолы, каротиноиды.

За всем вышеперечисленным стоит понимание того, что современные сорта картофеля должны быть устойчивыми к изменениям климата и окружающей среды (включая и устойчивость к болезням), а также учитывать изменяющиеся вкусы и предпочтения у населения. Понятно, что программа развития картофелеводства по своей сути и содержанию является долгосрочной. Однако новые подходы к геномному отбору, гибриднему размножению и технологиям редактирования генов вполне могут сократить время получения новых высокопродуктивных и устойчивых к болезням сортов картофеля.

Что может предложить в этом плане современная наука? В настоящее время в мире наблюдаются две противоположные тенденции. Первая – идет снижение производства пищевого картофеля, а вторая – отражает увеличение объемов технического. При этом наличие первого тренда не свидетельствует о стремлении населения исключить картофель из своего рациона. Ожидается, что в свете новых результатов исследований о роли картофеля в поддержании здоровья и когнитивных функций у стареющего населения потребление картофеля будет только расти.

В этом определенное значение будет иметь расширение предпочтений в разнообразии вкуса и консистенции столовых сортов картофеля. В этой связи необходимо развивать исследования свойств картофеля, избирательно влияющих на здоровье человека. Справедливости ради заметим, что исследований в указанном направлении чрезвычайно много, но работы по их систематизации отсутствуют.

Не следует также упускать из вида растущий интерес к картофелю как источнику здорового питания и поддержания когнитивных способностей у пожилых людей. Это быстрорастущий рынок и требует постановки специальных исследований потенциала потребления картофеля данной группой населения. В данном контексте требуется также изучить потенциал производства картофеля с адресным составом микронутриентов для разных групп населения для выхода на быстрорасширяющийся рынок продуктов здорового питания.

Картофель традиционно служит сырьем для получения пищевых добавок (пектин, крахмал), которые могут быть получены как из технического картофеля, так и отходов потребления пищевого. Тем не менее необходимо провести целевую оценку рынка потребностей для оценки потенциала бизнес-возможностей в условиях территорий холодного климата.

Анализ опубликованной литературы показал, что одной из главных задач в биологии и селекции картофеля является углубление знаний о его основных физиолого-биохимических, генетических и молекулярных механизмах регуляции онтогенеза. В данном аспекте изучение роли влияния внешних факторов среды на формирование качественных признаков (холодостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к болезням) может рассматриваться в качестве приоритетного направления при выведении новых сортов картофеля. При этом следует обратить внимание на первые этапы онтогенеза растений картофеля, начиная с прорастания семян. Последнее позволяет оценить продуктивный потенциал растения еще на ранней стадии, что придает прогностический импульс в селекционной работе. В этой связи разноаспектное изучение новых генотипов клубней селекционных линий картофеля в конкретных почвенно-климатических условиях позволяет выявить перспективные гибриды, пригодные для использования в селекции на Севере и территориях, приравненных к Арктике.

Известно, что анализ продуктивного потенциала растений предполагает изучение влияния лимитирующих факторов внешней среды [1], устойчивость к которым выступает основной причиной выживаемости растений [2]. При этом в качестве критерия устойчивости растения к воздействию внешней среды могут выступать ростовые процессы, более среди прочих физиологических процессов чувствительные к температуре и влажности. При ростовых процессах скорость клеточных делений больше зависит от температуры, тогда как для растяжения клеток существенное значение имеет обеспеченность влагой [3]. Следовательно, неблагоприятные гидротермические условия вызывают замедление процессов деления и растяжения клеток, которые, если совпадают с периодом роста листьев, уменьшают площадь листового аппарата, из-за

чего снижается продуктивность агроценоза. Иначе говоря, гидротермические условия выращивания определенным образом влияют на уровень и структуру урожайности сельскохозяйственных растений. Хотя некоторые исследователи считают, что применительно к урожайности отдельных сортов и видов продовольственных растений и, в частности, картофеля влияние температурных условий и режима увлажнения не столь однозначно [4–9].

Отмечается, что наблюдаемые в настоящее время существенные изменения климата на значительной территории России проявляются в общем повышении температуры и увеличении числа погодных аномалий [10, 11]. При этом суммарное потепление за период с 1976 по 2007 г. составило по России 1,33 °С, тогда как глобальная температура за последнее столетие возросла только на 0,74 °С, при этом данные процессы сопровождаются увеличением суммы эффективных температур. Данное обстоятельство имеет важное значение для северных районов, поскольку увеличивает продолжительность вегетационного развития растений, что положительно сказывается на урожайности, особенно для растений с ранним созреванием.

## Результаты и их обсуждение

Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН имеет потенциал развития картофелеводства, во многом обусловленный созданием в его структуре лаборатории геномной селекции, которая использует современные молекулярно-генетические методы для генотипирования сортообразцов картофеля из коллекции института, определения маркеров генов устойчивости к карантинным вредителям, бактериальным и вирусным заболеваниям.

В Республике Коми потребность картофеля на 90–95 % обеспечивается за счет местного производства, но почвенно-климатические условия Республики Коми накладывают свой отпечаток на требования к сортам. Особенно остро стоит вопрос о скороспелости, что связано как с коротким безморозным периодом (95–105 дней) и возможными резкими критическими понижениями температуры воздуха до отрицательных  $-2...-4$  °С в июне и августе, так и с обильными осадками в период вегетации (в сентябре – 70 мм в среднем, а в отдельные годы – 140–160 мм). В этой связи на Севере иначе, чем в других регионах России, стоит вопрос о количестве клубней под кустом. Если сегодня в целом в селекции взят курс на большое количество клубней в кусте, то на Севере их не должно быть больше 8–10 шт., в противном случае либо сильно затягивается период вегетации, либо отмечается невыравненность клубней по размеру.

Неоднозначно влияние световых условий на рост и развитие картофеля. С одной стороны, длинный световой день в июне, июле способствует быстрому нарастанию ботвы, с другой – тот же длинный световой день в июле–августе (18–20 ч, на 2–3 ч больше, чем в Подмоскovie) задерживает формирование урожая у картофеля, который является короткодневной культурой. Все это требует создания собственных раннеспелых сортов с длиной вегетационного периода 60–65 дней, урожайностью 25–30 т/га и средне-ранних с периодом вегетации 70–75 дней. Необходимость

создания собственных сортов подтверждается и таким фактом, что за 70 лет работы инспектуры Госсортсети в республике не районирован ни один из 40 сортов селекции ВНИИХ им. А.Г. Лорха – ведущего селекционного центра по картофелю в России. Поэтому с 2006 г. в Институте агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН совместно с ВНИИХ им. А.Г. Лорха проводится селекционная работа с целью создания новых сортов картофеля.

Первые этапы работы – подбор родительских форм, гибридизация, получение гибридных семян и выращивание сеянцев (получение одноклубневок), проводятся в лабораториях ВНИИХ им. А.Г. Лорха; последующие, начиная с испытания одноклубневок, – в Институте агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. За период 2006–2016 гг. выделено четыре перспективных гибрида картофеля с разными сроками созревания. В 2017 г. получено авторское свидетельство на новый сорт картофеля Зырянец, который передан в Госкомиссию РФ по испытанию и охране селекционных достижений; в 2020–2021 гг. на государственное сортоиспытание поданы сорта Вычегодский и Печорский. Характеристики сортов картофеля позволяют расширить ареал их выращивания на Крайний Север. Фермеры Ухты, Печоры, Усть-Цильмы отмечают их высокую урожайность и лежкость при хранении.

**Использование цветковых ростков картофеля в качестве биомаркеров в селекционной работе.** Цель исследований – оценить применимость световых и темновых ростков картофеля в качестве самостоятельного объекта изучения в практической селекции при поиске биомаркеров для индикации хозяйственно ценных признаков у перспективных гибридов картофеля.

Исследовалась возможность использования световых ростков в качестве объекта изучения при поиске биомаркеров в селекционной работе. Для получения световых ростков было взято по 14 клубней четырех перспективных гибридов (1523–16, 1497–3, 1657–7, 1603–7) и двух районированных сортов, которые рассматривались в качестве стандарта (Удача и Невский). Для проращивания клубни были помещены в пластмассовые кассеты. Образцы проращивали на свету в интервале температур  $+15...+20$  °С. Наблюдения за динамикой развития световых ростков проводились с 27.04 по 11.06.2018 г. (45 дней). После чего по 10 клубней каждого образца высажены в питомнике динамического испытания для получения достаточного количества растительного материала для биохимического анализа, процесс проращивания для оставшихся образцов продлили еще на 20 дней, доведя таким образом общее время проращивания до 65 дней. Из полученного растительного материала подготовлены экстракты, которые анализировались методами ГЖХ и ГЖХ–МС. Установлено, что все выявленные алкалоиды имеют большую молекулярную массу (869 г/моль). Кроме этого, гликоалкалоиды плохо испаряются, что ограничивает применение ГЖХ–МС. Данное обстоятельство не позволило продолжить их дальнейшую идентификацию этими методами. Для продолжения поиска биомаркеров образцы проанализированы масс-спектрометрическим методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ–МС).

Результаты сравнительных биохимических исследований показали, что в полученных экстрактах в дополнении к  $\alpha$ -соланину устойчиво регистрируется  $\alpha$ -хаконин. Их соотношение между гибридами и стандартными сортами варьирует в широких интервалах. Последнее весьма важное обстоятельство, поскольку содержание гликоалкалоидов в вегетативных органах картофеля может сильно колебаться и не только из-за тканеспецифичности, но и быть следствием воздействия факторов внешней среды: колебаний режимов температуры и влажности при вегетации картофеля; из-за механических повреждений клубней и при пораженности их патогенами, а также в результате их длительной экспозиции на свету. Все это активизирует накопление гликоалкалоидов в растении. Существует также мнение, что динамика изменчивости соотношения  $\alpha$ -хаконин:  $\alpha$ -соланин в клонах культивируемых сортов больше связана с результатами селекционного отбора, нежели с влиянием естественной гибридизации (интрогрессией). Поскольку  $\alpha$ -хаконин является более токсичным соединением, чем  $\alpha$ -соланин, желательнее, чтобы в соотношении данной пары  $\alpha$ -хаконина было как можно меньше. В целом все проанализированные образцы можно условно объединить в две группы. Первую образуют два сорта-стандарта: Удача и Невский. В них, судя по соотношению  $\alpha$ -хаконина больше, чем  $\alpha$ -соланина, тогда как для всех гибридов соотношение обратное –  $\alpha$ -соланина больше, нежели  $\alpha$ -хаконина. Для образцов второй группы характерны большие интервалы соотношения. Причина столь широких колебаний малопонятна. Тем более, что и  $\alpha$ -хаконин, и  $\alpha$ -соланин имеют общий агликон – соланидин – и отличаются друг от друга только строением боковой трисахаридной цепи. Предполагается, что ширина интервала в соотношении данной пары гликоалкалоидов определяется скоростью биосинтеза этих гликоалкалоидов, которая неодинакова для разных сортов картофеля.

Известно, что при хранении картофеля биохимические процессы в нем не прекращаются. В этот период в клубнях постепенно снижается содержание крахмала и общего сахара. Также накапливаются продукты протеолиза картофельных белков, являющиеся ингибиторами протеиназ, что повышает устойчивость картофеля к патогенам. Вместе с тем концентрация антиоксидантных компонентов, в частности аскорбиновой кислоты, изменяется мало. Однако, если условия хранения картофеля нарушаются, то в клубнях как ответная реакция активизируются биохимические процессы. При холодовом стрессе в клубнях растет содержание общего сахара, а показатели крахмала снижаются, тогда как при тепловом шоке картофель начинает прорастать. Последнее сопровождается биосинтезом гликоалкалоидов, среди которых часто обнаруживаются  $\alpha$ -хаконин и  $\alpha$ -соланин. На эту пару соединений приходится более 90 % массы всех гликоалкалоидов, обнаруживаемых в картофеле. В связи с этим начатые ранее наблюдения за динамикой изменчивости соотношения этих двух гликоалкалоидов в ростках картофеля были продолжены. Их отличием стало то, что биохимическому анализу ВЭЖХ вместо световых ростков подверглись темновые ростки. Методы ВЭЖХ являются наиболее распространенными

для лабораторного анализа гликоалкалоидов картофеля. Темновые ростки для анализа получены в картофелехранилище в предвесенний период подготовки клубней к посадке (рис. 1). Для этого отобрано по 14 клубней картофеля шести селекционных линий: четыре гибрида (1523-16, 1497-3, 1657-7, 1603-7) и два районированных сорта-эталоны (Удача и Невский). Все они были помещены в пластиковые контейнеры-кассеты, размещенные на стеллаже в картофелехранилище. Температура в нем поддерживалась в интервале +2...+4 °С. На период яровизации ее подняли до +8...+10 °С, а к ее концу – до +14 °С. Проращивание ростков прекращено 13.06.2019. Экстракты готовились по методике, аналогично применяемой в эксперименте со световыми ростками. Результаты анализа оказались неожиданными – во всех полученных экстрактах  $\alpha$ -хаконин и  $\alpha$ -соланин отсутствовали. Проведено повторное экстрагирование с использованием четырех методик. Все показали нулевой результат. Анализ соответствующей литературы для поиска объяснений полученного факта позволил предположить, что, возможно, данный эффект связан с условиями зимнего хранения клубней, когда температура в картофелехранилище могла неконтролируемо снизиться до отрицательных значений.

**Изучение особенностей динамики изменчивости структуры урожая картофеля с использованием гидротермического коэффициента Селянинова и математического моделирования.** Цель исследований – изучить возможность применения гидротермического коэффициента Селянинова при математическом моделировании прироста урожая картофеля для выбора оптимальных сроков его уборки в условиях Северного Нечерноземья и территорий, приравненных к Арктике.

Задачи исследований: установить степень корреляционной связи между динамикой прироста урожая картофеля и гидротермическими условиями в период вегетативного развития растения и оценить информативность данного методического приема для прогнозирования урожайности картофеля применительно к условиям Северного Нечерноземья и территорий, приравненных к Арктике.

**Новизна исследований.** Оценена возможность применения гидротермического коэффициента Селянинова в качестве параметра математической модели динамики прироста урожайности картофеля с учетом агрометеопрогноза с целью корректировки времени начала сбора урожая данной культуры. Предполагается, что сопряжение гидротермического коэффициента Селянинова с данными по приросту урожая и изменчивости его структуры может оптимизировать сроки его уборки с максимальной эффективностью.

Полевые исследования проводились на участках с посадками картофеля, принадлежащих ООО «Пригородный». Сорт картофеля – Ред Скарлет. Площадь поля – 25 га. Плотность посадки – 49 383 куст/га. Наблюдения и учеты связаны с оценкой урожайности и выполнены по известным методикам [13, 14].

**Влияние агрометеорологических условий на фенологические особенности развития картофеля.** Анализ влияния погодных условий на прирост урожайности картофеля выполнен с использованием гидротермического коэффици-



Рисунок 1. Сортообразец картофеля 1657.  
Figure 1. Potato variety sample 1657.

ента Селянинова (ГТК), расчет которого для временных периодов вегетации растения осуществлен на основе метеоданных, размещенных на сайте [mete.ru](http://mete.ru) для метеостанции «Сыктывкар». Для работы с ними разработана оригинальная сервисная программа составления выборки по температуре и осадкам для временных интервалов, ограниченных длительностью фенофаз (автор-разработчик Д.А. Тимушев, Физико-математический институт ФИЦ Коми НЦ УрО РАН). При сравнении временной изменчивости ГТК использовали медиану и квартили. Продолжительности временных интервалов фенофаз вегетативного развития картофеля взяты из работ [15–20] и уточнены по полевым наблюдениям (табл. 1).

Анализ погодных условий, сопряженных с временными интервалами вегетативных фаз развития картофеля, выполнен с использованием подекадного Агрометеорологического бюллетеня по полеводству, выпускаемого Филиалом ФГБУ Северное УГМС «Коми ЦГМС» в 2019 г. (вып. 9–19).

В период от посадки до появления полных всходов наблюдалась контрастная по температуре с осадками погода. До 31 мая сумма температур выше 5° С составила 78–141° С, что на 20–57° С выше прошлогодних значений и на 19–99° С выше нормы. В первой декаде июня преобладала неустойчивая с осадками погода, со сменой теплых, холодных и жарких дней. До 10 июня сумма температур выше 5° С соста-

вила 168–189° С, что выше нормы и прошлогодних значений. Наиболее теплые дни – 8–10 июня, когда среднесуточные температуры воздуха были на 4–9° С выше нормы, а максимальная температура повышалась до 26–31° С. Дождевые осадки превысили норму. 20–37 мм, или 129–208 %. На глубине 10 см почва прогрелась до 8–11° С. Верхний слой почвы на полях в большинстве дней декады хорошо увлажнен. В целом неустойчивая погода в данный период неблагоприятна для роста и развития растений.

В период от полных всходов до бутонизации и начала цветения наблюдалась неустойчивая погода: теплые дни чередовались с холодными, осадки выпадали в отдельные дни. Средняя температура в начале периода составила +9° С, что на 1–5° С ниже нормы и прошлого года, но во второй – +12° С. Первая декада июля выпала теплой – средняя температура – +16° С. Эффективное тепло накапливалось неравномерно: с 5 по 20 июня сумма температур выше 5° С составила 276° С, что на 49° С выше нормы. 30 июня сумма температур выше 5° С уже была 396° С, что на 80° С выше нормы. Но затем рост эффективного тепла шел умеренно: на 10 июля сумма температур выше 5° С составила 465° С, что в пределах нормы и прошлогодних значений. Редкие осадки выпадали в виде ливней. Запасы продуктивной влаги в почве были оптимальными: 32–47 мм – в пахотном и 95–121 мм – в полуметровом слоях почвы. В ито-

Таблица 1

Временные периоды фенофаз картофеля, 2019 г.

Table 1

Time periods of potato phenophases, 2019

Время посадки	Полные всходы	Бутонизация	Цветение	Формирование урожая
20 мая	2-5 июня	9-13 июля	18-25 июля	18 июля – 4 сентября

Примечание. Первая цифра обозначает начало фенофазы, вторая – ее окончание.  
Note. The first figure indicates the beginning of the phenophase, the second figure – its end.

ге агрометеорологические условия вышеуказанного периода до фазы полного цветения были удовлетворительными для роста и развития растений.

Но затем установившаяся холодная и дождливая погода во второй декаде июля, совпавшая с фазой полного цветения, сдерживала развитие растений. Среднедекадная температура воздуха составила +14 °С, что в большинстве районов на 2 °С ниже нормы. В условиях холодной погоды эффективное тепло накапливалось слабо. К 20 июля сумма температур выше 5 °С составила 565 °С, что хотя и в пределах нормы, но на 42 °С ниже прошлого года. Осадки выпадали в виде ливней. Они переувлажняли и уплотняли почву. Запасы продуктивной влаги в почве повышены. Агрометеорологические условия в целом неблагоприятны для растений.

Период формирования урожая характеризовался неустойчивой погодой. Так, в первой половине третьей декады июля преобладала теплая погода, во второй – холодная и дождливая. Среднедекадная температура воздуха составила +15 °С, что на 2 °С ниже нормы. Эффективное тепло в начале декады накапливалось быстро, а затем замедлилось. К 31 июля сумма температур выше 5 °С составила 650 °С, что на 20 °С ниже нормы. Осадки выпадали часто в виде интенсивных ливневых дождей: 41 мм, что в 1,5 раза выше нормы. Верхний слой почвы сильно увлажнен. Запасы продуктивной влаги в почве (доступной для растений) были избыточными. В первой декаде августа наблюдалась холодная и дождливая погода. Среднедекадная температура воздуха составила +13 °С, что на 3 °С ниже прошлогодних значений. Эффективное тепло накапливалось слабо. К 10 августа сумма температур выше 5 °С составила 681 °С, что на 88 °С ниже прошлого года. Отмечались ливневые осадки. Верхний слой почвы сильно увлажнен всю декаду. Во второй декаде августа наблюдалась контрастная погода: первые четыре дня очень холодные, затем произошло повышение температуры и вторая половина декады была теплой. Среднедекадная температура воздуха составила +14 °С, что в пределах нормы. Прирост эффективного тепла в начале декады медленный, но затем стал возрастать, и к 20 августа сумма температур выше 5 °С составила 736 °С, что на 61 °С ниже нормы. Осадки – в виде кратковременных ливней. Верхний слой почвы в большинстве дней декады оставался сильно увлажненным. В третьей декаде августа первые четыре дня были теплыми, затем похолодало. Среднедекадная температура воздуха составила +12 °С, что на 2 °С ниже нормы. Накопление эффективного тепла шло медленно. Сумма температур выше 5 °С на 31 августа составила 790 °С, что на 100-125 °С ниже нормы и прошлогодних значений. Осадки выпадали в основном в первой половине декады. Суточный максимум осадков колебался от 8 до 22 мм. Сумма осадков превысила норму – 46 мм, или 165 %. Запасы продуктивной влаги в почве на конец декады повышены. В первой декаде сентября преобладала теплая и сухая погода. Среднедекадная температура воздуха составила +10 °С, что на 1 °С выше нормы и в пределах прошлогодних значений. Сумма эффективных температур продолжала медленно прирастать. К 10 сентября она составила: 849 °С, что на 114 °С ниже прошлогодних значений и на 40 °С ниже нормы. Осадков выпало мало – менее 1 мм. Верхний слой

почвы в начале декады оставался сильно увлажненным, но во второй половине декады подсых.

**Оценка погодной пластичности раннеспелого сорта картофеля.** Для этого по каждому временному интервалу фенофаз картофеля выполнены расчеты гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК), по величинам которого принята следующая градация: ГТК < 0,7 – засуха; 0,7 ≤ ГТК < 1,0 – недостаточное увлажнение («сухой» период); 1,0 ≤ ГТК < 2,0 – достаточное увлажнение; ГТК ≥ 2,0 – переувлажнение («влажный» период). Для сравнения тепловлагообеспеченности строились гистограммы (рис. 2) для каждого временного периода, указанного в табл. 1.

График показывает, что распределение гидротермического коэффициента, рассчитанного по многолетним данным (с 1967 по 2019 г.) для периода от посадки до появления полных всходов (от 20 мая до 5 июня), имеет небольшую дисперсию и характеризуется близким к логнормальному распределению с выраженной правой асимметрией. На этом фоне значение ГТК=7,07, полученного для 2019 г., сильно смещено вправо от 75 % квартиля (рис. 2, а), что свидетельствует об экстремальной влажности данного периода в год наблюдений.

Распределение ГТК, рассчитанного по многолетним данным для временного периода от полных всходов до полного цветения (от 5 июня до 25 июля), приведено на рис. 2, в, который отражает смешение двух совокупностей – «сухих» и «влажных». Широкий межквартильный интервал значений ГТК свидетельствует о сильном раз-

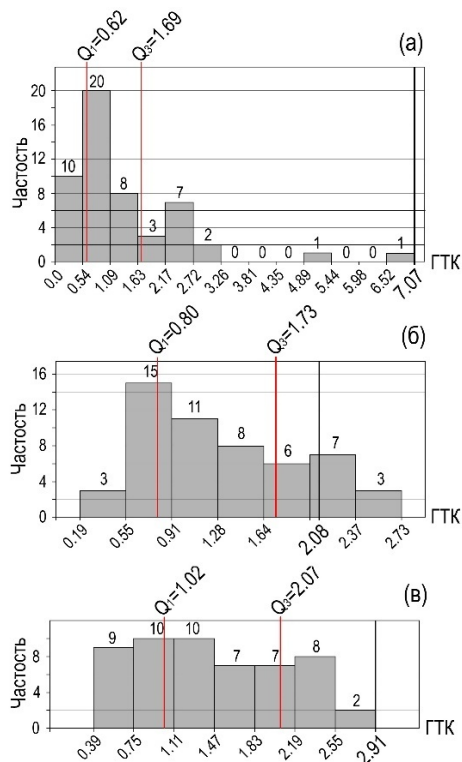


Рисунок 2. Распределение гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК) по многолетним данным (с 1967 по 2019 г.) в периоды вегетационного развития картофеля.  
Figure 2. Distribution of the hydro-thermal coefficient (HTC) of Selayninov according to perennial data (from 1967 to 2019) during the vegetation development periods of potato.



бросе дисперсий и распределении, близком к логнормальному. В 2019 г. величина ГТК составила 2,08, и она «не вписывается» в межквартильный интервал многолетних медианных значений ГТК. Ее крайне правое положение указывает на то, что данный период был переувлажнен.

В период формирования урожая (от 18 июня до 4 сентября) характер распределения ГТК для данного временного интервала, рассчитанного по многолетним данным, явно отражает объединение двух совокупностей с широкой модой в «сухом» и «влажном» периодах. Значение ГТК для 2019 г. составило 2,91 (рис. 2, в). Оно так же, как и в предыдущем периоде, сильно смещено вправо и «не укладывается» в межквартильный интервал, что указывает на переувлажненность. В целом, сопоставляя данные расчетов ГТК для 2019 г. с многолетними, выбранными в качестве эталона, погодные условия в 2019 г. по температуре и влажности были крайне неблагоприятными для развития ранних сортов картофеля.

**Динамика изменчивости структуры урожая картофеля и возможность прогнозного моделирования его урожайности с учетом погодных условий.** Начало наблюдений за динамикой прироста урожайности картофеля охватывало период от 25 июня по 4 сентября. Взятие проб производили с микроплощадок. Погодные условия в период вегетационного развития картофеля в 2019 г. можно охарактеризовать как не вполне благоприятные. Посадка картофеля совпала с хорошей теплой погодой, но затем наступило похолодание. Осадки в этот период были в пределах нормы. Но на периоды цветения картофеля и начала формирования урожая установилась умеренно теплая и влажная погода.

Максимальная масса ботвы отмечена в фазу полного цветения. Ее высота на момент начала наблюдений составила 55–65 см.

После 14 августа ботва стала усыхать. На первом этапе количество кустов в пробе составило 10 шт. Но затем число кустов в пробе было увеличено до 15. В завершающей фазе наблюдений их количество насчитывало 30.

Такое изменение объемов проб было вызвано необходимостью обеспечить репрезентативность выборки, поскольку по небольшим выборкам (10–15), как показали предварительные результаты, невозможно выполнить прогнозное моделирование урожайности (рис. 3).

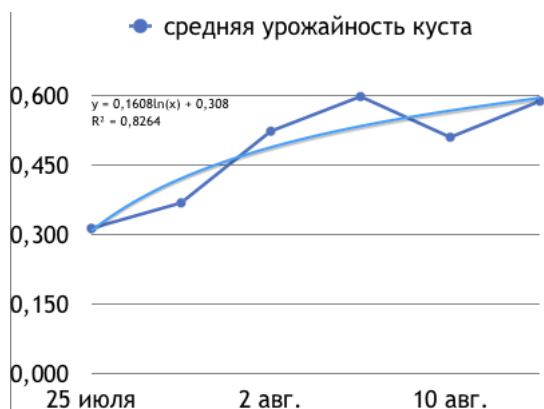


Рисунок 3. Динамика прироста урожая картофеля.  
Figure 3. Dynamics of potato yield increment.

Отталкиваясь от предварительных расчетов, можно предположить, что, исходя из логарифмической регрессии, средняя урожайность куста в следующей пробе (18 августа) будет в интервале 0,572–0,670. Но в действительности результаты оказались 0,565, что ниже расчетных (табл. 2).

Заметим, что данные расчеты выполнены без учета тепло-, влагообеспеченности. Включение в число параметров такого показателя, как гидротермический коэффициент Селянинова может существенно увеличить степень неопределенности прогноза урожайности. Проверка с выборками большего объема только подтвердила сложность моделирования. Статистическая проверка гипотезы о принадлежности варианта с малыми выборками (10, 15, 30 кустов) к генеральной совокупности показала между ними резкие отличия по размаху варьирования числа клубней, их веса и числа клубней в кусте.

Это не позволило продолжить исследование возможности применения гидротермического коэффициента Селянинова при математическом моделировании прироста урожая картофеля для прогнозирования его урожайности в условиях Северного Нечерноземья. Представительность выборки могла бы быть обеспечена увеличением объема выборки, но этот прием резко повышает трудозатраты и ведет к избыточному расходу клубней, что экономически нецелесообразно.

Для подтверждения данного вывода выполнили расчет необходимого числа проб, чтобы обеспечить представительность выборки. Так, результаты расчетов средних значений урожайности куста ( $m$ ) и выборочная дисперсия ( $s^2$ ) показывают, что динамика прироста урожайности неравномерна (табл. 3).

Между тем, если бы мы хотели обеспечить репрезентативность выборки при первом пробоотборе, то при 5 % погрешности и оценке дисперсии 0,02 и плотности посадки 50 тыс. кустов на 1 га, объем выборки составил бы 1170 кустов. Следует заметить, что в конце наблюдений (4 сентября) при тех же параметрах погрешности и дисперсии объем пробоотбора снизился бы до 208 кустов. Но это все равно много.

Наблюдения за динамикой изменчивости показателей урожайности картофеля Ред Скарлет дают основание полагать, что данный сорт обладает определенной погодной пластичностью, позволяющей растению «перетерпеть» периоды плохой погоды. Это связано с определенной инерционностью протекания процессов развития растения, когда его ответная реакция на плохую погоду запаздывала и не успевала развиваться из-за кратковременности воздействия неблагоприятных условий. Определенную роль в этом сыграли частота чередования хорошей и плохой погоды и кратковременность их периодов, которые, возможно, оказались оптимальными для данного сорта картофеля. Очевидно, что корреляционная связь между динамикой прироста урожая картофеля и гидротермическими условиями в период вегетативного развития растения носит более сложный характер, чем предполагалось ранее.

Несмотря на полученные отрицательные результаты, идея прогнозного моделирования урожайности картофеля с учетом погодных условий вполне осуществима. Представляется целесообразным продолжить полевые экспе-

Динамика изменчивости структуры урожая картофеля, 2019 г.

Variability dynamics of potato yield structure, 2019

Таблица 2

Table 2

Статистические параметры	Вес ботвы, кг	Вес фракций, кг			Количество клубней, шт.			Фактический урожай, кг
		Мелкая	Средняя	Крупная	Мелкие	Средние	Крупные	
25 июля (n=10)								
X	0,365	0,055	0,184	0,076	4	5	1	0,315
НСР <sub>05</sub>	0,098	0,037	0,053	0,105	2,248	1,626	1,487	0,088
29 июля (n=10)								
X	0,684	0,055	0,143	0,171	3	4	3	0,369
НСР <sub>05</sub>	0,169	0,029	0,056	0,065	0,966	1,34	1,069	0,111
2 августа (n=10)								
X	0,461	0,080	0,169	0,275	5	4	4	0,524
НСР <sub>05</sub>	0,105	0,039	0,08	0,105	2,473	2,046	1,121	0,11
6 августа (n=10)								
X	0,452	0,061	0,125	0,413	3	3	4	0,599
НСР <sub>05</sub>	0,057	0,027	0,027	0,071	1,315	0,608	1,18	0,083
10 августа (n=15)								
X	0,283	0,045	0,147	0,319	3	3	4	0,511
НСР <sub>05</sub>	0,056	0,028	0,053	0,087	2,051	0,979	0,868	0,099
14 августа (n=15)								
X	0,314	0,108	0,163	0,318	5	3	3	0,589
НСР <sub>05</sub>	0,083	0,045	0,056	0,170	1,991	0,899	1,871	0,169
18 августа (n=15)								
X	0,224	0,064	0,124	0,378	3	3	4	0,565
НСР <sub>05</sub>	0,038	0,043	0,051	0,127	1,238	1,063	1,298	0,103
22 августа (n=30)								
X	0,255	0,066	0,111	0,530	3	2	5	0,707
НСР <sub>05</sub>	0,034	0,021	0,034	0,098	0,845	0,673	0,808	0,095
26 августа (n=30)								
X	0,295	0,085	0,152	0,439	4	3	4	0,677
НСР <sub>05</sub>	0,045	0,021	0,038	0,109	0,974	0,684	1,039	0,115
30 августа (n=30)								
X	отс.	0,072	0,147	0,547	3	2	5	0,766
НСР <sub>05</sub>	отс.	0,022	0,068	0,097	0,965	0,604	0,832	0,107
4 сентября (n=30)								
X	отс.	0,029	0,091	0,690	1	2	6	0,810
НСР <sub>05</sub>	отс.	0,014	0,024	0,11	0,627	0,51	0,89	0,111

ростков растения в качестве самостоятельного объекта изучения при сопряженных морфологических и биохимических исследованиях, связанных с поиском биомаркеров для индикации хозяйственно ценных признаков у гибридов картофеля. Показано, что в качестве одного из таких биомаркеров могут выступать соланидины, а именно α-хаконин и α-соланин. Полученные результаты могут послужить основой принятия решений при выборе гибридов еще на первых этапах селекционного процесса и сузить круг потенциальных объектов селекции, что повысит эффективность селекционной работы.

Оценена возможность применения гидротермического коэффициента Селянинова в качестве параметра математической модели динамики прироста урожайности картофеля с учетом агрометеопрогноза с целью корректировки времени начала сбора урожая данной культуры. Предполагается, что сопряжение гидротермического коэффициента Селянинова с данными по приросту урожая и изменчивости его структуры может оптимизировать сроки его уборки с максимальной эффективностью.

## Литература

1. Методические указания по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля / сост.: С.Д. Киру [и др.]. – Санкт-Петербург: ГНУ ГНЦ ВИР РФ, 2010. – 29 с.

Таблица 3

Динамика прироста урожайности картофеля сорта Ред Скарлет

Table 3

Yield increment dynamics of the potato variety Red Scarlet

Параметры	25 июля	29 июля	02 авг.	06 авг.	10 авг.	14 авг.	18 авг.	22 авг.	26 авг.	30 авг.	04 сен.
Среднее (x)	0,31	0,37	0,52	0,60	0,51	0,59	0,57	0,71	0,68	0,77	0,81
Дисперсия (s <sup>2</sup> )	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,09	0,03	0,06	0,09	0,08	0,09

рименты для проверки теоретических расчетов по выбору оптимального режима опробования для получения репрезентативной выборки. В этом плане может оказаться продуктивным исследовать, какая погрешность допустима, чтобы модель была верифицируема.

## Заключение

Впервые выполнена оценка информативности применения в практической селекции картофеля световых

2. Удовенко, Г.В. Влияние экстремальных условий среды на структуру урожая сельскохозяйственных растений: монография / Г.В. Удовенко, Г.В. Гончаров. – Ленинград, 1962. – 144 с.
3. Симаков, Е.А. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля / Е.А. Симаков, Н.П. Склярова, И.М. Яшина. – Москва: ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2006. – 70 с.
4. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля. – Москва, 2006. – 71 с.



5. Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха: 70 лет ВНИИХХ / сост.: Г.И. Филиппова [и др.]. – Москва: Колос-Пресс, 2001. – 64 с.
6. Жученко, А.А. Проблема адаптации в современном сельском хозяйстве / А.А. Жученко // Сельскохозяйственная биология. – 1993. – № 5. – С. 3–35.
7. Гуляев, Б.И. Фотосинтез, продукционный процесс и продуктивность растений: монография / Б.И. Гуляев, И.И. Рожко, А.Д. Рогаченко. – Киев, 1989. – 152 с.
8. Космортвов, В.А. Биология картофеля в Коми АССР: монография. – Ленинград: Наука, 1968. – 251 с.
9. Маркаров, А.М. Эколого-физиологические особенности вегетативной и генеративной репродукции картофеля / А.М. Маркаров // Эколого-физиологические факторы культурных растений на Севере. – Сыктывкар, 1990. – С. 19–26.
10. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. – Москва: Росгидромет, 2014. – 60 с.
11. Оценочный доклад об изменениях климата (техническое резюме). – Москва: Росгидромет, 2008. – 89 с.
12. Методические указания по технологии селекции картофеля / подг. Б.А. Писарев [и др.]. – Москва, 1994. – 22 с.
13. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
14. Методика исследований по культуре картофеля / редкол.: Н.А. Базанов (отв. ред.) [и др.]. – Москва: ВНИИХХ, 1967. – 262 с.
15. Немирова, Н.А. Влияние погодных условий на эффективность производства оздоровленного семенного материала картофеля в ЗАО «Картофель» Курганской области / Н.А. Немирова // Вестник Курганской ГСХА. – 2012. – № 3. – С. 37–39.
16. Логинов, Ю.П. Динамика формирования урожайности и качества клубней раннеспелых сортов картофеля в лесостепной зоне Тюменской области / Ю.П. Логинов, А.А. Казак, Л.И. Якубышкина // Овощи России. – 2016. – № 2(31). – С. 83–85.
17. Бережная, Г.А. Оценка качества картофеля сорта Ред Скарлет и влияние продолжительности его хранения на динамику содержания нитратов в клубнях / Г.А. Бережная, Г.Б. Ионова, Н.А. Бирюкова, А.А. Корнилова // Агрехимия. – 2018. – № 8. – С. 48–51.
18. Замотаева, Н.А. Влияние минеральных удобрений на урожайность картофеля сортов Ред Скарлет и Невский на черноземе выщелоченном / Н.А. Замотаева, И.М. Афонькин // Материалы XIII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора С.А. Лапшина. «Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции». Саранск, 20–21 апреля 2017 г. ФГБОУ ДПОС «Мордовский институт переподготовки кадров агробизнеса». – Саранск, 2017. – С. 252–254.
19. Скрыбин, А.А. Урожайность картофеля Ред Скарлет и Розалинд в зависимости от предшественника в Предуралье / А.А. Скрыбин // Пермский аграрный вестник. – 2018. – № 4 (24). – С. 89–93.
20. Логинов, Ю.П. Экологическая пластичность сортов картофеля в условиях Тюменской области / Ю.П. Логинов, А.А. Казак // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2015. – Т. 4, № 1 (61). – С. 24–28.

## References

1. Metodicheskie ukazaniya po podderzhaniyu i izucheniyu mirovoj kollekcii kartofelya [Methodological guidelines for maintaining and studying the world potato collection] / prepared by S.D. Kiru [et al.]. – St. Petersburg: State Scientific Centre All-Russian Institute of Crop Production of the Russian Federation, 2010. – 29 p.
2. Udovenko, G.V. Vliyanie ekstremal'nykh uslovij sredy na strukturu urozhaya sel'skohozyajstvennykh rastenij: monografiya [The influence of extreme environmental conditions on the yield structure of agricultural plants: monograph] / G.V. Udovenko, E.A. Goncharova. – Leningrad, 1962. – 144 p.
3. Simakov, E.A. Metodicheskie ukazaniya po tekhnologii selekcionnogo processa kartofelya [Methodological guidelines on the potato breeding technology] / E.A. Simakov, N.P. Sklyarova, I.M. Yashina. – Moscow: OOO «Redakciya zhurnala «Dostizheniya nauki i tekhniki APK», 2006. – 70 p.
4. Metodicheskie ukazaniya po tekhnologii selekcionnogo processa kartofelya [Methodological guidelines on the potato breeding technology]. – Moscow, 2006. – 71 p.
5. Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institute kartofel'nogo hozyajstva im. A.G. Lorha: 70 let VNIИKH [All-Russian Scientific Research Institute of Potato Farming named after A.G. Lorkh: 70 years] / prepared by G.I. Filippova [et al.]. – Moscow: Kolos-Press, 2001. – 64 p.
6. Zhuchenko, A.A. Problema adaptacii v sovremennom sel'skom hozyajstve [The problem of adaptation in modern agriculture] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya [Agricultural Biology]. – 1993. – № 5. – P. 3–35.
7. Gulyaev, B.I. Fotosintez, produkcionnyj process i produktivnost' rastenij: monografiya [Photosynthesis, production process and plant productivity: monograph] / B.I. Gulyaev, I.I. Rozhko, A.D. Rogachenko. – Kiev, 1989. – 152 p.
8. Kosmortov, V.A. Biologiya kartofelya v Komi ASSR: monografiya [Biology of potato in the Komi ASSR: monograph] / V.A. Kosmortov. – Leningrad: Nauka, 1968. – 251 p.
9. Markarov, A.M. Ekologo-fiziologicheskie osobennosti vegetativnoj i generativnoj reprodukcii kartofelya [Ecological and physiological features of vegetative and generative potato reproduction] // Ekologo-fiziologicheskie faktory kul'turnykh rastenij na Severe [Ecological and Physiological Factors of Cultivated Plants in the North]. – Syktyvkar, 1990. – P. 19–26.
10. Vtoroj ocenochnyj doklad Rosgidrometa ob izmeneniyah klimata i ih posledstviyah na territorii Rossijskoj Federacii. Obshechee rezyume [The second assessment report of the Russian meteorological service Roshydromet on climate change and its consequences on the territory of the

- Russian Federation. General summary]. – Moscow: Roshydromet, 2014. – 60 p.
11. Ocenochnyj doklad ob izmeneniyah klimata (tekhnicheskoe rezyume) [Assessment report on climate change (technical summary)]. – Moscow: Roshydromet, 2008. – 89 p.
  12. Metodicheskie ukazaniya po tekhnologii selekcii kartofelya [Methodological guidelines on potato breeding technology] / prepared by B.A. Pisarev [et al.]. – Moscow, 1994. – 22 p.
  13. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Field trial methodology (with the bases of statistical processing of research results)] / B.A. Dospekhov. – Moscow: Agropromizdat, 1985. – 351 p.
  14. Metodika issledovaniy po kul'ture kartofelya [Study methods on the potato culture] / ed. by N.A. Andryushina, N.S. Batsanov (Executive Editor) [et al.]. – Moscow: VNIKH, 1967. – 262 p.
  15. Nemirova, N.A. Vliyanie pogodnyh uslovij na effektivnost' proizvodstva ozdorovlennogo semennogo materiala kartofelya v ZAO «Kartofel'» Kurganskoj oblasti [Influence of weather conditions on the production efficiency of healthy potato seed material in ZAO «Kartofel' (Potato)» of the Kurgan region] / N.A. Nemirova // Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy. – 2012. – № 3. – P. 37–39.
  16. Loginov, Yu.P. Dinamika formirovaniya urozhajnosti i kachestva klubnej rannepelyh sortov kartofelya v lesostepnoj zone Tyumenskoj oblasti [Yield and quality formation dynamics of tubers of early-ripening potato varieties in the forest-steppe zone of the Tyumen region] / Yu.P. Loginov, A.A. Kazak, L.I. Yakubyshkina // Ovoshchi Rossii [Vegetables of Russia]. – 2016. – № 2(31). – P. 83–85.
  17. Berezhnaya, G.A. Ocenka kachestva kartofelya sorta Red Skarlet i vliyanie prodolzhitel'nosti ego hraneniya na dinamiku soderzhaniya nitratov v klubnyah [Quality evaluation of the Red Scarlett potato variety and the dependence of its storage duration on the nitrate content dynamics in tubers] / G.A. Berezhnaya, G.B. Ionova, N.A. Biryukova, A.A. Kornilova // Agrokimiya [Agrochemistry]. – 2018. – № 8. – P. 48–51.
  18. Zamotaeva, N.A. Vliyanie mineral'nyh udobrenij na urozhajnost' kartofelya sortov Red Skarlet i Nevskij na chernozeme vyshchelochennom [The influence of mineral fertilizers on the potato yield of the Red Scarlet and Nevsky varieties on leached chernozem] / N.A. Zamotaeva, I.M. Afonkin // Resursosberegayushchie ekologicheski bezopasnye tekhnologii proizvodstva i pererabotki sel'skhozaystvennoj produkcii [Resource-saving environmentally safe technologies for the production and processing of agricultural products]: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Professor S.A. Lapshin. Saransk, April 20–21, 2017. Mordovian Institute of Retraining of Agribusiness Personnel. – Saransk, 2017. – P. 252–254.
  19. Skryabin, A.A. Urozhajnost' kartofelya Red Skarlet i Rozalind v zavisimosti ot predshestvennika v Predural'e [Productivity of the Red Scarlet and Rosalind potato varieties depending on the predecessor in the Cis-Ural region] / A.A. Skryabin // Perm Agrarian Bulletin. – 2018. – № 4 (24). – P. 89–93.
  20. Loginov, Yu.P., Kazak A.A. Ecological plasticity of potato varieties in the conditions of the Tyumen region / Yu.P. Loginov, A.A. Kazak // Bulletin of the Kemerovo State University. – 2015. – Vol. 4. – № 1 (61). – P. 24–28.

#### Благодарность (госзадание)

Работа выполнена в рамках темы государственного задания № FUUU-2022-0052, рег. № НИОКТР: 1021051101608-8-4.4.1.

#### Информация об авторах:

**Тентюков Михаил Пантелеймонович** – профессор, доктор геолого-минералогических наук, доцент Сыктывкарского государственного университета им. Питирима Сорокина; WOS Researcher ID: N-3129-2013, Scopus Author ID: 23486949000, <https://orcid.org/0000-0001-8462-4408> (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина»; 167001, Российская Федерация, г. Сыктывкар, Октябрьский проспект, д. 55; e-mail: tentukov@yandex.ru).

**Коквкина Светлана Васильевна** – кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь Института агробиотехнологий им. А.В. Журавского ФИЦ Коми НЦ УрО РАН; ID РИНЦ 91216, <https://orcid.org/0000-0002-1175-2991> (Институт агробиотехнологий Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»; 167023, Российская Федерация, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, д. 27; e-mail: kokovkina.svetlana@rambler.ru).

**Юдин Андрей Алексеевич** – кандидат экономических наук, директор Института агробиотехнологий им. А.В. Журавского ФИЦ Коми НЦ УрО РАН; WOS Researcher ID: ABD-1713-2021, Scopus Author ID: 57201135749, ID РИНЦ 853833, <https://orcid.org/0000-0003-3368-7497> (Институт агробиотехнологий Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»; 167023, Российская Федерация, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, д. 27; e-mail: audin@rambler.ru).

**About the authors:**

**Mikhail P. Tentyukov** – Professor, Doctor of Sciences (Geology and Mineralogy), Associate Professor of the Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, WOS Researcher ID: N-3129-2013, Scopus Author ID: 23486949000, <https://orcid.org/0000-0001-8462-4408> (Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Pitirim Sorokin Syktyvkar State University"; 55 Oktyabrsky Prospekt, Syktyvkar, 167001, Russian Federation; e-mail: [tentyukov@yandex.ru](mailto:tentyukov@yandex.ru)).

**Svetlana V. Kokovkina** – Candidate of Sciences (Agriculture), Scientific Secretary of the Institute of Agrobiotechnologies FRC Komi SC UB RAS; ID RSCI 91216, <https://orcid.org/0000-0002-1175-2991> (Institute of Agrobiotechnologies, Federal Research Centre Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; 27 Rucheynaya St., Syktyvkar, 167023, Komi Republic, Russian Federation; e-mail: [kokovkina.svetlana@rambler.ru](mailto:kokovkina.svetlana@rambler.ru)).

**Andrey A. Yudin** – Candidate of Sciences (Economy), Director of the Institute of Agrobiotechnologies FRC Komi SC UB RAS; WOS Researcher ID: ABD-1713-2021, Scopus Author ID: 57201135749, RSCI ID 853833, <https://orcid.org/0000-0003-3368-7497> (Institute of Agrobiotechnologies, Federal Research Centre Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; 27 Rucheynaya St., Syktyvkar, 167023, Komi Republic, Russian Federation; e-mail: [audin@rambler.ru](mailto:audin@rambler.ru)).

**Для цитирования:**

Тентюков, М.П. Картофель как пищевой продукт для здоровья и долголетия: современные тенденции и перспективы / М.П. Тентюков, С.В. Коковкина, А.А. Юдин // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2022. – № 6 (58). – С. 28–38. УДК 631.115:631.15 (470.13). DOI 10.19110/1994-5655-2022-6-28-38

**For citation:**

Tentyukov, M.P. Kartofel' kak pishchevoj product dlya zdorov'ya i dolgoletiya: sovremennye tendencii i perspektivy [Potato as a food product for health and longevity: modern tendencies and prospects] / M.P. Tentyukov, S.V. Kokovkina, A.A. Yudin // Proceedings of the Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Agricultural Sciences". – 2022. – № 6(58). – P. 28–38. UDC 631.115:631.15 (470.13). DOI 10.19110/1994-5655-2022-6-28-38

Дата поступления рукописи: 02.06.2022

Прошла рецензирование: 06.10.2022

Принято решение о публикации: 31.10.2022

Received: 02.06.2022

Reviewed: 06.10.2022

Accepted: 31.10.2022