

УДК 543.054; 543.544.5.068.7; 543.062

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГЛИКОАЛКАЛОИДОВ В КЛУБНЯХ КАРТОФЕЛЯ СОРТОВ КРЕПЫШ И РОЗАРА ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ КОМИ*

© В.В. Пунегов^{1**}, И.В. Груздев¹, С.А. Патов², О.В. Скроцкая¹, К.В. Чуча¹

¹ Институт биологии ФИЦ Коми научный центр УрО РАН,
ул. Коммунистическая, 28, Сыктывкар, 167982, Россия,
punegov@ib.komisc.ru

² Институт химии ФИЦ Коми научный центр УрО РАН, ул. Первомайская,
48, Сыктывкар, 167000, Россия

Цель работы – количественное определение гликоалкалоидов (ГЛА) в двух сортах картофеля – Крепыш и Розара после продолжительного хранения урожая. Планировалось решить следующие задачи: выполнить экстракцию суммы ГЛА из образцов клубней картофеля указанных сортов, определить наличие ГЛА в составе экстракта с идентификацией агликона соланидина, выполнить количественный анализ массовой доли α -чаконина и α -соланина в сыром растительном сырье методом ВЭЖХ анализа. Гидролитической экстракцией выделена фракция ГЛА картофеля сортов Крепыш и Розара, выращиваемых в среднетаежной подзоне Республики Коми. Методом ГЖХ-МС анализа в обоих сортах идентифицирован агликон ГЛА картофеля – соланидин. Методом ВЭЖХ определено содержание индивидуальных ГЛА. В картофеле сорта Крепыш после шести месяцев хранения урожая содержание в пересчете на свежее сырье α -чаконина составляет $0.0160 \pm 0.0018\%$, α -салонина – $0.0058 \pm 0.0007\%$, в картофеле сорта Розара – содержание α -чаконина составляет $0.0159 \pm 0.0018\%$, α -салонина – $0.0068 \pm 0.0008\%$. Оба сорта картофеля при выращивании в среднетаежной подзоне Республики Коми после пятимесячного хранения урожая характеризуются небольшим превышением содержания ГЛА в клубнях, в связи с чем сорт Крепыш следует рекомендовать для дальнейшего изучения его эколого-биологических особенностей в условиях Севера в составе научной коллекции Ботанического сада Института биологии.

Ключевые слова: сорта *Solanum tuberosum* L., гликоалкалоиды, α -соланин, α -чаконин, соланидин, кислотный гидролиз, экстракция, гравиметрический анализ, ГХ-МС, ВЭЖХ.

Для цитирования: Пунегов В.В., Груздев И.В., Патов С.А., Скроцкая О.В., Чуча К.В. Изучение содержания гликоалкалоидов в клубнях картофеля сортов Крепыш и Розара при культивировании в условиях среднетаежной подзоны Республики Коми // Химия растительного сырья. 2024. №2. С. 302–309. DOI: 10.14258/jcprm.20240213158.

Введение

В Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН в 50–70-х годах прошлого столетия В.А. Космортовым и Н.П. Караваевой выполнялись глубокие и разносторонние исследования в рамках темы, посвященной мировой коллекции сортов *Solanum tuberosum* L. (картофель, или паслен клубненосный) и его диким сородичам. Далее эта тема была продолжена В.П. Мишуровым и посвящена разработке приемов оздоровления посадочного материала картофеля современных сортов на безвирусной основе с помощью метода апикальной меристемы. В настоящее время в научной коллекции Ботанического сада сохраняются 20 сортов картофеля, при этом актуально ее пополнение новыми сортами с целью изучения и отбора наиболее перспективных для выращивания в среднетаежной подзоне Республики Коми, в том числе относительно новым сортом Крепыш. Однако были получены сведения, что при возделывании в природных условиях Республики Коми данный сорт картофеля может накапливать в клубнях при длительном хранении гликоалкалоиды (ГЛА) сверх допустимой нормы. В связи с этим для аналитических исследований были получены

* Данная статья имеет электронный дополнительный материал (приложение), который доступен читателям на сайте журнала. DOI: 10.14258/jcprm.20240213158s

** Автор, с которым следует вести переписку.

от Министерства сельского хозяйства и потребительского рынка Республики Коми два образца клубней картофеля сортов Крепыш и Розара, выращенных фермерами и сохраненных в течение пяти месяцев без нарушений технологий. Сорт Розара, имеющийся в коллекции Ботанического сада, также был взят для аналитических исследований.

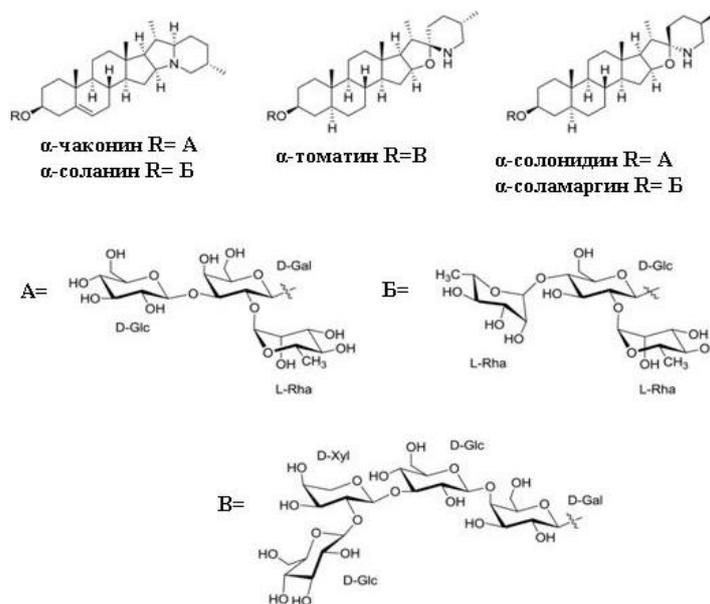
ГЛА – это природные растительные гликозиды, которые содержат азот в стероидной структуре (агликон) и углеводную боковую цепь. ГЛА (рис.) обнаружены у большинства представителей рода *Solanum* L. [1, 2], например, в картофеле (соланин, чаконин), помидорах (томатин), баклажанах (соласонин, соламаргин) и др.

Картофель содержит два основных ГЛА – это α -соланин и α -чаконин [3, 4], которые состоят из одного и того же агликона (соланидин), но отличаются составом боковой цепи – α -соланин представляет собой тригликозидное соединение, состоящее из галактозы, глюкозы и рамнозы, тогда как α -чаконин содержит глюкозу и два фрагмента рамнозы (рис. 1). ГЛА содержатся во всех частях картофеля, но самое высокое содержание регистрируется в областях с повышенной метаболической активностью (глазки, кожура, ростки и стебли) [5]. До 95% содержания α -чаконина и α -соланина в картофеле приходится на его клубни, поэтому и общий термин соланин обычно описывает ГЛА, присутствующие в клубнях картофеля [6–8].

Обычно клубни картофеля при правильном хранении характеризуются низким содержанием ГЛА (до 10 мг/100 г) [9]. Повышение содержания соланина в картофеле обусловлено стрессовой ситуацией, вследствие физического повреждения растения, нарушения физиологических функций, низкой температурой хранения или хранением при ярком освещении. Соланин является природным фунгицидом и инсектицидом и защищает растение от вредителей и болезней [10, 11]. В некоторых случаях массовая доля ГЛА в клубнях может зависеть от технологии культивирования и генетических характеристик сорта картофеля [1, 12, 13].

Соланин токсичен и для человека, но из-за горького вкуса ГЛА отравление соланином встречается редко. Горький привкус во рту возникает при содержании ГЛА в картофеле около 20 мг/100 г (0.02%). Такое же ограничение для соланина в картофеле (0.02%) установлено Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США [10]. Более высокое содержание соланина (>50–60 мг/100 г) вызывает во рту сильное жжение и клинические признаки отравления – тошноту, рвоту и головную боль [7, 14].

Термическая обработка картофеля перед употреблением его в пищу существенно не изменяет содержание ГЛА. В процессе варки (кипячение) удаляется до 4% основных ГЛА картофеля, приготовление в микроволновой печи снижает их содержание примерно на 15% [10]. Значительная деградация ГЛА (до 40%) наблюдается только при температурах выше 200 °С [1].



Гликоалкалоиды, встречающиеся у представителей рода *Solanum* [3, 4]

Объектами исследования в данной работе являлись клубни двух сортов картофеля – Крепыш и Розара, выращиваемые в фермерских хозяйствах Республики Коми, а также сорт Розара из коллекции Ботанического сада. Картофель сорта Розара взят для сравнения как стандартный сорт (после пятимесячного хранения), характеризующийся малым содержанием ГЛА в клубнях. В связи с этим целью исследований являлось количественное определение гликоалкалоидов и идентификация соланидина в клубнях картофеля сортов Крепыш и Розара при культивировании в условиях среднетаежной подзоны Республики Коми.

Экспериментальная часть

Гравиметрия. Для выделения ГЛА из клубней картофеля и последующего гравиметрического определения использовали методику [5] в нашей модификации. Вместо продолжительных стадий фильтрации суспензий ГЛА применялся способ выделения целевых веществ из маточного раствора центрифугированием.

Для полного удаления остатков почвы клубни картофеля тщательно отмывали и высушивали на воздухе при комнатной температуре. Анализы проводили в трех параллельных повторностях. Навеску картофеля (500–700 г – четыре клубня) измельчали на бытовом комбайне Philips, а затем после переноса в химический стакан вместимостью 2 дм³ полученную массу доводили блендером до состояния пюре. Для проведения гидролиза гликоалкалоидов в стакан приливали 300 см³ концентрированной соляной кислоты (38%) и нагревали на водяной бане в течение 4 ч при температуре 90 °С. Полученный гидролизат фильтровали через двойной бумажный фильтр на воронке Бюхнера под вакуумом (водоструйный насос). Далее фильтрат подщелачивали водным раствором аммиака (25%) до щелочной реакции, контролируя значение pH раствора с помощью бумажной ленты универсального индикатора. В процессе подщелачивания происходит выпадение агликонов ГЛА картофеля в осадок. Для завершения осаждения агликонов фильтрат отстаивали в течение 12 ч. Полученный осадок отделяли на лабораторной центрифуге Janetzki T23 («Heinz Janetzki», Германия), а супернатант отбрасывали. Осадок количественно переносили в делительную воронку вместимостью 250 см³, подкисляли концентрированной соляной кислотой (38%) до значения pH~1 и трехкратно экстрагировали липофильные компоненты (фитостерины и др.) 50 см³ гексана. Гексановые экстракты отбрасывали. Далее гидролизат подщелачивали водным раствором аммиака (25%) до pH~10 и трехкратно экстрагировали агликоны ГЛА картофеля 100 см³ *n*-бутанола. Бутанольные экстракты объединяли и отстаивали до полного отделения водной фазы (12 ч). Декантированный бутанольный экстракт концентрировали в вакууме на роторном испарителе ИР-1М («Химлаборприбор», Россия) до сухого остатка в заранее взвешенных колбах. Повторно взвешивая колбу с сухим осадком, определяли массовую долю суммы агликонов ГЛА картофеля в полученных образцах.

Хромато-масс спектрометрический анализ. Идентификацию агликона алкалоидов – соланидина в концентратах из клубней картофеля проводили методом хромато-масс спектрометрии. Для улучшения хроматографических свойств соланидина необходима его химическая модификация (силилирование), для чего в колбы с навесками 10 мг вносили 1000 мкл раствора N,O-бис-(триметилсилил)трифторацетамида (BSTFA), триметилхлорсилана (TMCS) в пиридине в объемном отношении (2 : 1 : 2) в соответствии с методикой [17]. Для активации реакции силилирования колбы с реакционными смесями выдерживали пять минут в ультразвуковой ванне (УЗВ-2/150 ТН) и дополнительно выдерживали 1.5 ч при комнатной температуре. Далее микрошприцем (МШ-10) вносили 1 мкл гексадекана, применяемого в качестве внутреннего стандарта (ВС) и анализировали полученные смеси на хромато-масс-спектрометре Trace DSQ (Thermo, США).

Разделение анализируемых компонентов проводили на кварцевой капиллярной колонке ZB-5 (Zebron): 30 м × 0.25 мм × 0.25 мкм (неподвижная жидкая фаза: 5% Phenyl Polysiloxane, 95% Dimethyl Polysiloxane). Условия хромато-масс-спектрометрического анализа: программирование температуры колонки 110 °С – 4 °С/мин – 350 °С, гелий (99.99%), скорость потока гелия через колонку 0.6 см³/мин, деление потока 1 : 30, температура ионизационной камеры 200 °С, испарителя 320 °С, интерфейса 250 °С. Метод ионизации: «электронный удар» (70 эВ, сканирование масс в интервале 50–650 а.е.м.). Идентификацию компонентов на хроматограмме проводили с использованием программного обеспечения «Xcalibur Data System 1.4» и библиотеки масс-спектров NIST05 MS Library (210044 соединения) [18].

ВЭЖХ-анализ. Количественное определение индивидуальных ГЛА – α-чаконина и α-соланина в концентратах из клубней картофеля проводили методом ВЭЖХ на хроматографе LCQ Fleet (Thermo, США) с диодно-матричным детектором в трех повторностях.

Разделение компонентов осуществляли на колонке BDS Hypersil C18 (2×100 мм) в градиентном режиме элюирования в системе растворителей – ацетонитрил (А): 10% водный раствор муравьиной кислоты (В). Режим элюирования: А : В – 40 : 60 (7 мин) – 55 : 65 (1 мин) – 85 : 15 (4 мин) – 85 : 15 (1 мин) – 40 : 60 (7 мин), скорость элюирования 0.6 мл/мин, температура колонки 30 °С, длина волны при детектировании 280 нм.

Для градуировки хроматографа LCQ Fleet при определении индивидуальных ГЛА применяли образец α -соланина, выделенный ранее из пророщенных клубней картофеля сорта Зырянец. Для этого, проростки отбирали, измельчали до размера 0.5–1 мм и экстрагировали по методике описанной выше. Полученный экстракт растворяли в 2 мл раствора 10% муравьиной кислоты в воде и наносили на колонку, заполненную сорбентом Диасорб-130 С16Т (100–160 мкм). Целевые вещества с колонки элюировали растворами метанола в воде (с 10% муравьиной кислотой) в соотношениях 0→100 до 45→55. Соланин вымывался 20–25% раствором. Анализ фракций осуществляли методом ВЭЖХ-МС, по временам удерживания и молекулярному иону 867.2 мд. Массовая доля α -соланина в полученном рабочем стандартном образце – 98%.

Обсуждение результатов

Объект исследования, картофель сорта Розара, был разработан селекционерами немецкой семеноводческой фирмы «SaKa Pflanzenzucht Gbr» (г. Гамбург), входящей в состав международной компании «Solana GmbH&CoKG» (Германия), и включен в Госреестр РФ в 1996 г. Розара хорошо адаптирована к различным почвенно-климатическим условиям, рекомендуется к выращиванию в Северо-Западном, Волго-Вятском, Центральном-черноземном, Северо-Кавказском, Средневолжском, Уральском, Дальневосточном, Западно- и Восточно-Сибирском регионах России [17].

Крепыш – российский столовый сорт картофеля раннего срока созревания. Получен селекционерами ФГБНУ «ВНИИ Картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха» в начале 2000-х годов. Для выведения были использованы номерной гибрид 2953-34 и сорт Шурминский-2. Включен в Госреестр растений РФ в 2005 году [13]. Допущен к выращиванию в пяти регионах страны: Северном, Северо-Западном, Центральном, Центральном-Черноземном и Дальневосточном [18].

Одна из важнейших характеристик картофеля, используемого как продукт питания человека и животных – содержание ГЛА (α -соланина и α -чаконина) [19].

Визуальный контроль взятых для исследования клубней картофеля не выявил следов механических повреждений, очагов поражения грибной или бактериальной гнилью. Вместе с тем на клубнях были единичные позеленевшие пятна диаметром 4–9 мм, что указывает на то, что при хранении клубни подвергались воздействию света. Определение содержания ГЛА в цельных клубнях картофеля осуществляли без очистки его от кожуры. Однако в дальнейшем считаем необходимым провести дополнительные исследования клубней картофеля указанных сортов нового урожая на наличие ГЛА как в цельных клубнях, так и в очищенных от кожуры.

После выделения из клубней картофеля содержание ГЛА было оценено методом гравиметрии. Результаты гравиметрического анализа суммарных фракций ГЛА картофеля приведены в таблице 1.

Следует отметить, что массовая доля алкалоидов, вычисленная гравиметрическим методом, дает несколько завышенные результаты. Так, конечный экстракт будет загрязнен аминокислотами картофеля, которые при экстракции *n*-бутанолом также переходят в экстракт в виде ониевых солей. Кроме того, экстракты были окрашены в оранжевый цвет, что указывает на присутствие в них фенольных соединений кожуры клубней картофеля.

Для доказательства присутствия ГЛА в полученных экстрактах был проведен их хромато-масс-спектрометрический анализ (ГХ/МС). Действительно, в обоих образцах картофеля сортов Крепыш и Розара был идентифицирован агликон ГЛА картофеля – соланидин (рис. 1 и 2 электронного приложения).

Индекс совпадения масс-спектров [16] составляет 716, а соответствие масс-спектра идентифицируемому компоненту – 74%, что позволяет сделать вывод о присутствии соланидина в экстрактах, выделенных из клубней исследуемых образцов картофеля.

Содержание индивидуальных гликоалкалоидов (α -соланина и α -чаконина) в полученных экстрактах было установлено методом ВЭЖХ (рис. 3 электронного приложения). Результаты анализов отражены в таблице 2.

Как указывалось выше, основной пул ГЛА концентрируется в проростках, кожуре и в тонком поверхностном слое клубня картофеля [5]. После очистки массовая доля ГЛА в клубнях уменьшается до 5–10% от исходного содержания [14]. Поэтому учитывая, что клубни картофеля анализировались в исходном виде (без очистки), массовая доля ГЛА в очищенном картофеле не будет превышать 0.004–0.015% (сорт Крепыш) и 0.0045–0.016% (сорт Розара).

Таблица 1. Массовая доля суммарной фракции ГЛА в клубнях картофеля в пересчете на сырую массу

Образец	Массовая доля, %	СКО, %
Сорт Крепыш	0.056	0.008
Сорт Розара	0.066	0.009

Таблица 2. Содержание ГЛА в картофеле сортов Крепыш и Розара по данным ВЭЖХ-анализа (диодно-матричный детектор сигнала) в пересчете на сырую массу

Образец	ГЛА	Массовая доля, %	СКО, %
Крепыш	α -Чаконин	0.0160	0.0018
	α -Соланин	0.0058	0.0007
	Сумма	0.0218	0.00193
Розара	α -Чаконин	0.0159	0.0018
	α -Соланин	0.0068	0.0008
	Сумма	0.0227	0.0020

Должны отметить, что следует продолжить аналитические исследования содержания ГЛА в клубнях указанных сортов картофеля из свежесобранного урожая для определения влияния продолжительности хранения клубней на пул ГЛА. Полученные авторами настоящей работы аналитические данные свидетельствуют о некотором превышении норм содержания ГЛА в неочищенных клубнях указанных сортов картофеля после пятимесячного хранения.

Выводы

1. Методом гидролитической экстракции из картофеля сортов Крепыш и Розара выделена фракция гликоалкалоидов.

2. Методом хромато-масс-спектрометрии исследован компонентный состав выделенных фракций. В обоих образцах идентифицирован агликон гликоалкалоидов (α -соланина и α -чаконина) – соланидин.

3. Методами гравиметрии и высокоэффективной жидкостной хроматографии проведено количественное определение содержания индивидуальных гликоалкалоидов – суммарное содержание гликоалкалоидов в клубнях картофеля сорта Крепыш после пятимесячного хранения не превышает $0.0218 \pm 0.00193\%$, в клубнях картофеля сорта Розара – $0.0227 \pm 0.0020\%$. Однако для сортов картофеля продовольственного назначения данные суммарного содержания ГЛА являются несколько завышенными. В связи с чем в дальнейшем необходимо провести дополнительные исследования содержания ГЛА как в свежесобранных клубнях картофеля данных сортов, так и выявить зависимость содержания ГЛА от продолжительности хранения клубней. Также изучение эколого-биологических особенностей в условиях Севера обоих сортов картофеля целесообразно проводить на базе научной коллекции Ботанического сада Института биологии.

Дополнительная информация

В электронном приложении к статье (DOI: <http://www.doi.org/10.14258/jcprtm.20240213158s>) приведен дополнительный экспериментальный материал, раскрывающий основные положения, изложенные в статье.

Финансирование

Исследование проведено на экспериментальной базе УНУ «Научная коллекция живых растений» и ЦКП «Хроматография» Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, а также в лаборатории физико-химических методов исследования в Институте химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН и в рамках государственного задания по теме «Репродуктивный потенциал ресурсных растений при интродукции на европейском Северо-Востоке» Номер государственной регистрации 122040600020-7.

Конфликт интересов

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Открытый доступ

Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы дадите соответствующие ссылки на автора(ов) и источник и предоставите ссылку на Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

Список литературы

1. Friedman M. Potato glycoalkaloids and metabolites: roles in the plant and in the diet // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2006. Vol. 54, no. 23. Pp. 8655–8681.
2. Smith D.B., Roddick J.G., Jones J.L. Potato glycoalkaloids: some unanswered questions // *Trends Food Sci. Technol.* 1996. Vol. 7. Pp. 126–131.
3. Jadhav S.J., Sharma R.P., Salunkhe D.K. Naturally occurring toxic alkaloids in foods // *CRC Critical Reviews in Toxicology*. 1981. Vol. 9. Pp. 21–104.
4. Takagi K., Toyoda M., Fuiyama Y. et al. Effect of cooking on the contents of α -chaconine and α -solanine of potatoes // *J. Food Hyg. Soc.* 1990. Vol. 31. Pp. 67–73.
5. Phillips B.J., Hughes J.A., Phillips J.C., Malter D.G., Anderson D., Tahourdin C.S.M. A study of the toxic hazard that might be associated with the consumption of green potato tops // *Food and Chem. Toxicol.* 1996. Vol. 34. Pp. 439–448.
6. Slanina P. Solanine (glycoalkaloids) in potatoes: toxicological evaluation // *Food Chem. Toxicol.* 1990. Vol. 28. Pp. 759–761.
7. Morgan M.R.A., Coxon D.T. Tolerances: glykoalkaloids in potatoes // *Natural toxicants in food progr. and prospects*. Weinheim: VCH, 1987. Pp. 221–230.
8. Воронов В.А., Поздняков Д.И., Золотых Д.С., Дайронас Ж.В., Черников М.В. Холинергические эффекты алкалоидов *Solanum tuberosum* L. // *Вестник новых медицинских технологий*. 2023. Т. 30, №1. С. 75–79. DOI: 10.24412/1609-2163-2023-1-75-79.
9. Sotelo A., Serrano B. High-performance liquid chromatographic determination of the glycoalkaloids α -solanine and α -chaconine in 12 commercial varieties of Mexican potato // *J. Agric. Food Chem.* 2000. Vol. 48. Pp. 2472–2475.
10. Barceloux D.G. Potatoes, Tomatoes, and Solanine Toxicity (*Solanum tuberosum* L., *Solanum lycopersicum* L.) // *Disease-a-Month*. 2009. Vol. 55, no. 6. Pp. 391–402.
11. Пшеченков К.А., Давыденкова О.Н. Пригодность сортов картофеля в зависимости от условий выращивания и хранения // *Картофель и овощи*. 2004. №1. С. 22–25.
12. Romanucci V., Di Fabio G., Di Marino C., Davinelli S., Scapagnini G., Zarrelli A. Evaluation of new strategies to reduce the total content of α -solanine and α -chaconine in potatoes // *Phytochemistry Letters*. 2018. Vol. 23. Pp. 116–119.
13. Morris S.C., Lee T.H. The toxicity and teratogenicity of Solanaceae glycoalkaloids, particularly those of the potato (*Solanum tuberosum*) II // *Food Technol. Austral.* 1984. Vol. 36, no. 3. Pp. 118–124.
14. Kupfer H. Solanin (Glykoalkaloide) in Kartoffeln // *Lebensmitteltoxikologie*. UTB-Verlag, 1989. P. 13.
15. Фрегентов Г.Ю., Ткачев Я.В., Пийр Е.А., Плешкова А.П., Тимофеев В.П., Мишарин А.Ю. 22,23-Эпоксиды ситостерина и родственных 7-оксигенированных Δ^5 -стеринов // *Журнал биоорганической химии*. 2005. Т. 32, №5. С. 528–534.
16. Xcalibur Getting Productive: Qualitative Analysis. San Jose: Thermo Electron Corporation, 2003. 283 p.
17. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорта растений (официальное издание). М., 2021. С. 162.
18. Государственный реестр охраняемых селекционных достижений: официальное издание. М., 2022. С. 71.
19. Zaletskaya B.G., Golynskaya L.A., Zaletskii V.N. Changes in the contents of glycoalkaloids during the manufacture, and storage of dried potato puree // *Konserv. Ovoshchesush. Proms.* 1977. Vol. 1. Pp. 13–14.

Поступила в редакцию 22 июня 2023 г.

После переработки 20 декабря 2023 г.

Принята к публикации 20 декабря 2023 г.

Punegov V.V.^{1*}, Gruzdev I.V.¹, Patov S.A.², Skrotskaya O.V.¹, Chucha K.V.¹ QUANTITATIVE DETERMINATION OF GLYCOALKALOIDS IN POTATO TUBERS OF VARIETIES "KREPYSH" AND "ROZARA" WHEN CULTIVATED IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE TAIGA SUBZONE OF THE REPUBLIC OF KOMI

¹ Institute of Biology, Federal Research Center Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Kommunisticheskaya st., 28, Syktyvkar, 167982, Russia, punegov@ib.komisc.ru

² Institute of Chemistry, Federal Research Center Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Pervomayskaya st., 48, Syktyvkar, 167000, Russia

The aim of the work was the quantitative determination of glycoalkaloids (GLA) in two varieties of potatoes - Krepysh and Rosara after long-term storage of the crop. It was planned to solve the following tasks: to extract the amount of GLA from samples of potato tubers of the indicated varieties, to determine the presence of GLA in the extract with the identification of solanidine aglycone, to perform a quantitative analysis of the mass fraction of α -chaconine and α -solanine in raw plant material by HPLC analysis. Hydrolytic extraction was used to isolate the GLA fraction of potato varieties Krepysh and Rozara grown in the middle taiga subzone of the Komi Republic. Solanidine, an aglycone of potato GLA, was identified by GLC-MS analysis in both cultivars. The HPLC method determined the content of individual GLA. In potatoes of the Krepysh variety, after six months of storage, the content of α -chaconine in terms of fresh raw materials is $0.0160 \pm 0.0018\%$, α -solanine is $0.0058 \pm 0.0007\%$, in potatoes of the Rosara variety, the content of α -chaconine is $0.0159 \pm 0.0018\%$, α -solanine – $0.0068 \pm 0.0008\%$. Both potato varieties when grown in the middle taiga subzone of the Komi Republic after a five-month storage of the crop are characterized by a slight excess of GLA content in tubers, and therefore the Krepysh variety should be recommended for further study of its ecological and biological characteristics in the conditions of the North as part of the scientific collection of the Botanical Garden of the Institute of Biology.

Keywords: cultivars *Solanum tuberosum* L., glycoalkaloids, α -solanine, α -chaconine, solanidine, acid hydrolysis, extraction, gravimetric analysis, GC-MS, HPLC.

For citing: Punegov V.V., Gruzdev I.V., Patov S.A., Skrotskaya O.V., Chucha K.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2024, no. 2, pp. 302–309. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20240213158.

References

1. Friedman M. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2006, vol. 54, no. 23, pp. 8655–8681.
2. Smith D.B., Roddick J.G., Jones J.L. *Trends Food Sci. Technol.*, 1996, vol. 7, pp. 126–131.
3. Jadhav S.J., Sharma R.P., Salunkhe D.K. *CRC Critical Reviews in Toxicology*, 1981, vol. 9, pp. 21–104.
4. Takagi K., Toyoda M., Fuiyama Y. et al. *J. Food Hyg. Soc.*, 1990, vol. 31, pp. 67–73.
5. Phillips B.J., Hughes J.A., Phillips J.C., Malter D.G., Anderson D., Tahourdin C.S.M. *Food and Chem. Toxicol.*, 1996, vol. 34, pp. 439–448.
6. Slanina P. *Food Chem. Toxicol.*, 1990, vol. 28, pp. 759–761.
7. Morgan M.R.A., Coxon D.T. *Natural toxicants in food: progress and prospects*. Weinheim: VCH, 1987, pp. 221–230.
8. Voronov V.A., Pozdnyakov D.I., Zolotykh D.S., Dayronas Zh.V., Chernikov M.V. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*, 2023, vol. 30, no. 1, pp. 75–79. DOI: 10.24412/1609-2163-2023-1-75-79. (in Russ.).
9. Sotelo A., Serrano B. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, vol. 48, pp. 2472–2475.
10. Barceloux D.G. *Disease-a-Month*, 2009, vol. 55, no. 6, pp. 391–402.
11. Pshechenkov K.A., Davydenkova O.N. *Kartofel' i ovoshchi*, 2004, no. 1, pp. 22–25. (in Russ.).
12. Romanucci V., Di Fabio G., Di Marino C., Davinelli S., Scapagnini G., Zarrelli A. *Phytochemistry Letters*, 2018, vol. 23, pp. 116–119.
13. Morris S.C., Lee T.H. *Food Technol. Austral.*, 1984, vol. 36, no. 3, pp. 118–124.
14. Kupfer H. *Lebensmitteltoxikologie*. UTB-Verlag, 1989, p. 13.
15. Fregentov G.Yu., Tkachev Ya.V., Piyar Ye.A., Pleshkova A.P., Timofeyev V.P., Misharin A.Yu. *Zhurnal bioorganicheskoy khimii*, 2005, vol. 32, no. 5, pp. 528–534. (in Russ.).
16. *Xcalibur Getting Productive: Qualitative Analysis*. San Jose: Thermo Electron Corporation, 2003, 283 p.
17. *Gosudarstvennyy reyestr selektsionnykh dostizheniy, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. T. 1. Sorta rasteniy (ofitsial'noye izdaniye)*. [State register of selection achievements approved for use. Vol. 1. Plant varieties (official publication)]. Moscow, 2021, p. 162. (in Russ.).
18. *Gosudarstvennyy reyestr okhranyayemykh selektsionnykh dostizheniy: ofitsial'noye izdaniye*. [State register of protected selection achievements: official publication]. Moscow, 2022, p. 71. (in Russ.).
19. Zaletskaya B.G., Golynskaya L.A., Zaletskii V.N. *Konserv. Ovoshchesush. Proms.*, 1977, vol. 1, pp. 13–14.

Received June 22, 2023

Revised December 20, 2023

Accepted December 20, 2023

* Corresponding author.

Сведения об авторах

Пунегов Василий Витальевич – кандидат химических наук, старший научный сотрудник отдела Ботанический сад, punegov@ib.komisc.ru

Груздев Иван Владимирович – доктор химических наук, доцент, ведущий научный сотрудник экоаналитической лаборатории, gruzdev@ib.komisc.ru

Патов Сергей Александрович – кандидат химических наук, научный сотрудник лаборатории физико-химических методов исследования, ser-patov@yandex.ru

Скrockaja Ольга Валерьевна – кандидат биологических наук, доцент, заведующая отделом Ботанический сад, skrockaja@ib.komisc.ru

Чуча Константин Витальевич – инженер первой категории отдела Ботанический сад, punegov@ib.komisc.ru

Information about authors

Punegov Vasily Vitalievich – Candidate of Chemical Sciences, senior researcher at the Botanical Garden department, punegov@ib.komisc.ru

Gruzdev Ivan Vladimirovich – Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher of the Ecoanalytical Laboratory, gruzdev@ib.komisc.ru

Patov Sergey Aleksandrovich – Candidate of Chemical Sciences, researcher at the Laboratory of Physical and Chemical Research Methods, ser-patov@yandex.ru

Skrotskaya Olga Valerievna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of Department Botanical Garden, skrockaja@ib.komisc.ru

Chucha Konstantin Vitalievich – engineer of the first category of the Botanical Garden department, punegov@ib.komisc.ru