

УДК 664.8.03

UDC 664.8.03

05.00.00 Технические науки

Technical Sciences

**ХАРАКТЕРИСТИКА СУЩЕСТВУЮЩИХ
ТЕХНОЛОГИЙ И СПОСОБОВ ХРАНЕНИЯ
КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА**

**CHARACTERISTIC OF EXISTING
TECHNOLOGIES AND WAYS OF STORING OF
TOPINAMBUR TUBERS**

Лисовой Вячеслав Витальевич
к.т.н.,
РИНЦ SPIN-код: 2676-2856, kisp@kubannet.ru

Lisovoy Vyacheslav Vitalievich
Cand.Tech.Sci,
RSCI SPIN-code:2676-2856, kisp@kubannet.ru

Першакова Татьяна Викторовна
д.т.н., доцент
РИНЦ SPIN-код: 4342-6560, 7999997@inboxru

Pershakova Tatiana Viktorovna
Dr.Sci.Tech., associate professor,
RSCI SPIN-code 4342-6560, 7999997@inboxru

Викторова Елена Павловна
д.т.н., профессор,
РИНЦ SPIN-код: 9599-4760, kisp@kubannet.ru

Victorova Elena Pavlovna
Dr.Sci.Tech., professor,
RSCI SPIN-code: 9599-4760, kisp@kubannet.ru

Купин Григорий Анатольевич
к.т.н., РИНЦ SPIN-код 1946-6756,
kisp@kubannet.ru

Kupin GrigoriyAnatolievich
Cand.Tech.Sci
RSCI SPIN-code: 1946-6756, kisp@kubannet.ru

Алёшин Владимир Николаевич
к.т.н., РИНЦ SPIN-код 1225-8156,
kisp@kubannet.ru
ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Тополиная аллея, д.2

Aleshin Vladimir Nikolaevich
Cand.Tech.Sci, RSCI SPIN-code: 1225-8156,
kisp@kubannet.ru,
FSBSI Krasnodar Research Institute of Agricultural Products Storage and Processing, Russia, 350072, Krasnodar, st. Topolinaya alleya, 2

В статье проведен анализ существующих технологий и способов хранения клубней топинамбура. Проанализированы традиционные способы хранения клубней топинамбура - в контейнерах, ящиках или мешках в хранилищах или в наземных буртах. Изучены зарубежные и российские технологии хранения клубней топинамбура в модифицированной газовой среде, с использованием легкосъёмных парафиновых покрытий, с обработкой растительными экстрактами, при различных температурах хранения. Проведенный анализ научных и патентных источников позволил сделать вывод о том, что существующие технологии и способы хранения клубней топинамбура не позволяют в максимальной степени снизить потери массы, а также гидролиз инулина в процессе хранения. Сделан обоснованный вывод о целесообразности дальнейших исследований в области создания инновационных технологий и способов подготовки к хранению и хранения клубней топинамбура, обеспечивающих минимальные потери массы, а также максимальное сохранение в их составе инулина, витамина С и других биологически активных веществ в процессе хранения

The article analyzes the existing technologies and methods of storage of tubers of topinambur. We have analyzed the traditional methods of storage of tubers of topinambur - in containers, boxes or bags in storage or in the ground clamps. Russian and foreign topinambur tubers storage technologies in modified atmosphere, with use of easily removable wax coating, with plant extracts treatment, at different storage temperatures are studied. We have also carried out analysis of scientific and patent sources led to the conclusion that existing technologies and methods of storing topinambur tubers, which do not allow reducing to the maximum extent the weight loss and the inulin hydrolysis during storage. A reasonable conclusion was made about the advisability of further studies in the field of innovative technologies and methods of preparation for storage and storage of topinambur tubers, ensuring minimal weight loss, as well as maximum preservation in their structure of inulin, vitamin C and other biologically active substances during storage

Ключевые слова: КЛУБНИ ТОПИНАМБУРА, ХРАНЕНИЕ, ИНУЛИН, ТЕМПЕРАТУРА, МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ПОРЧА, ПОТЕРИ МАССЫ, РЕГУЛИРУЕМАЯ ГАЗОВАЯ СРЕДА

Keywords: TOPINAMBUR TUBERS, STORAGE, INULIN, TEMPERATURE, MICROBIOLOGICAL SPOILAGE, WEIGHT LOSS, CONTROLLED ATMOSPHERE

Решение проблемы хранения сельскохозяйственной продукции в послеуборочный период в значительной степени способствует обеспечению продовольственной безопасности и экономическому росту. На величину потерь сельскохозяйственной продукции влияет комплекс факторов: способ уборки, полевого хранения, охлаждения, хранения, товарной обработки и реализации. При этом источниками потерь являются естественные процессы метаболизма, жизнедеятельность вредителей, микробиологические процессы, физиологические заболевания и механические повреждения, в результате чего наблюдается потеря влаги, сухих веществ, а также протекание гнилостных процессов, приводящих, в свою очередь, к снижению массы продукции за счет естественной убыли массы и микробиологической порчи, а также к снижению ее качества и пищевой ценности [1].

На сохранность растительных объектов влияют физиологические особенности объекта хранения (вид, сорт, физиологическое состояние), факторы сельскохозяйственного характера (условия выращивания, сроки и приемы уборки), факторы микробиального характера (количественный и видовой состав микроорганизмов), производственные факторы (технологии подготовки к хранению и хранения).

Топинамбур - вид многолетних клубненосных растений рода подсолнечник, семейства астровые, устойчив ко многим болезням и сельскохозяйственным вредителям, не нуждается в обработке пестицидами, не накапливает тяжелые металлы, нитраты и радионуклиды [2].

Особый интерес, с точки зрения пищевой ценности, представляет углеводная составляющая клубней топинамбура - инулин, содержание

которого в зависимости от сорта колеблется от 13 до 20 %. Инулин широко используется в производстве пищевых продуктов и в фармацевтической промышленности [2, 3].

Известно, что инулин способствует снижению уровня холестерина в крови; способствует росту числа бифидобактерий в толстой кишке, снижает уровень сахара в крови, липопротеидов и триглицеридов, помогает предотвратить заболевания сердца, обладает гипогликемическим действием, что особо значимо для людей с нарушенным обменом веществ [4].

Кроме того, топинамбур содержит значительное количество пектиновых веществ, макроэлементов (магний, калий, фосфор) и микроэлементов (медь, цинк, марганец, молибден, кобальт) [2, 5].

Коммерческое производство топинамбура ограничено в связи со сложностью обеспечения сохранности клубней. Потери в результате хранения складываются из потерь от естественной убыли массы, от болезней, увядания и прорастания [6]. Сохранность клубней зависит от индивидуальных особенностей - сорта, размера, механических повреждений и трещин, анатомического строения, особенно строения основного защитного барьера - кожицы. Продолжительность хранения в значительной степени зависит от размера устьиц, чечевичек, наличия или отсутствия воскового налета.

Особенностью топинамбура, как объекта хранения, является его низкая лежкость на открытом воздухе из-за тонкого пробкового слоя и высокого содержания сахаров, вследствие чего клубни быстро вянут и подвергаются воздействию патогенных микроорганизмов, для которых являются прекрасным питательным субстратом.

Хранение клубней топинамбура без охлаждения при низкой относительной влажности воздуха вызывает значительную потерю биологически активных веществ, а также способствует развитию

патогенных микроорганизмов [7,8]. Предотвращение увядания достигается за счет повышения относительной влажности воздуха в атмосфере хранилища, однако, повышенная влажность обуславливает увеличение степени поражаемости клубней патогенными микроорганизмами.

Микробиологическую порчу клубней топинамбура при хранении вызывают более 20 видов микроорганизмов. Наибольший ущерб наносят такие микроорганизмы, как *Byssochlamys*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus stolonifer*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii* и *Erwinia carotovora* SPP [9].

Поражаемость клубней топинамбура микроорганизмами зависит от условий выращивания, климатических, метеорологических условий, химического состава почвы, агротехнических мероприятий и состава патогенных микроорганизмов почвы [10].

Для расширения промышленной переработки топинамбура актуальна разработка способов сохранения стабильного качества клубней в процессе хранения.

В связи с этим, представляет интерес изучить известные в настоящее время технологии и способы хранения топинамбура, а также процессы, протекающие в клубнях при хранении.

Хранение клубней топинамбура в поле является приемлемым вариантом в районах производства, где низкие температуры почвы преобладают на протяжении всего зимнего периода, однако замораживание поверхности почвы происходит редко. Клубни оставляют в почве и собирают по мере необходимости. Предпочтительны - песчаные, хорошо дренированные почвы, позволяющие собирать урожай в течение всей зимы [2].

Традиционно клубни топинамбура, выкопанные осенью, хранятся в контейнерах, ящиках или мешках в хранилищах или в наземных буртах длиной 2-3 м, шириной 1,5-1,8 м и высотой до 1,0 метра, обеспеченных

водосточными бороздами. При снижении среднесуточной температуры до минус 5-10°C бурт укрывают соломой, землей или торфом [11].

Известен способ хранения клубней в траншеях, выкопанных на сухих возвышенных местах при загрузке клубней слоем не более 1,5 м, с установкой приточно-вытяжной вентиляции. Сохранность от грызунов обеспечивается посредством обработки края хранилища дизельным топливом или обкладкой хвойными ветками. Слои клубней пересыпают песком или гидролизным лигнином. При установлении температуры в хранилище в пределах 0°C приточно-вытяжная вентиляция закрывается и утепляется. Весной обеспечивают дополнительный контроль с целью предотвращения самосогревания массы хранящихся клубней [11].

В соответствии с ГОСТ 32790-2014 свежий топинамбур хранят в таре в чистых проветриваемых помещениях (овощехранилищах, кагатах) или при температуре от минус 4°C до плюс 1°C и относительной влажности воздуха 85 - 90% [12].

В промышленных масштабах клубни топинамбура хранят в хранилищах для картофеля в активной вентилируемой среде. Система вентиляции хранилища обеспечивает быстрое охлаждение во время закладки топинамбура и поддержание стабильно низкой температуры (до минус 15°C). Для обеспечения стабильного зимнего хранения закладываемые на хранение клубни должны быть сухими, не должны иметь в своей массе более 10 % земли и не должны находиться более 7-10 дней в буртах вне хранилищ, если в этот период температура воздуха выше 15°C [13].

Известен способ хранения клубней в пакетах из полиэтилена длиной 45 - 62 см и шириной 15 см. Клубни моются, сушатся, укладываются в три ряда, крупные - в 2 ряда, пакет герметически закрывают и укладывают рядами по длине и ширине стандартного ящика и помещают в хранилище с температурой 2°C [11].

Клубни топинамбура также могут храниться в холодильниках и в общих хранилищах от 6 до 12 месяцев при температуре 0 - 2°C и относительной влажности воздуха 90-95 %. Данный способ хранения эффективен, но является дорогостоящим [4, 13].

Установлено что γ -облучение клубней топинамбура значительно ускоряет гидролиз инулина в процессе хранения, а присутствие этилена не оказывает существенного влияния на устойчивость клубней при хранении [7].

Запатентован способ хранения топинамбура, предусматривающий скашивание листостебельной массы за 2-3 недели до уборки клубней, выкапывание клубней, закладку на хранение в стационарные хранилища, которые зимой обкладываются снегом. Перед закладкой на хранение мокрые клубни подсушиваются, пересыпаются порошком трепела из расчета 5-20 кг на 1 тонну продукции. При постепенном снижении температуры в хранилище относительную влажность воздуха поддерживают на уровне 94-96%. После выпадения снега клубни обкладывают снегом. Температура клубней в снегу не должна снижаться ниже минус 3-5 °C [14].

В работе [15] исследована интенсивность дыхания клубней топинамбура при хранении в модифицированной среде, образующейся в полиэтиленовой упаковке за счет собственного дыхания, и рекомендовано хранение вымытого и обсушенного топинамбура при температуре 18-22 °C в запаянных полиэтиленовых пакетах.

В Китае запатентован способ хранения клубней топинамбура, включающий мойку, обсушку и промывку раствором хлорида кальция концентрацией 0,12 - 0,48 % в течение 5- 30 мин [16].

В работе [6] установлено, что в зависимости от способа хранения (ящики, контейнеры насыпью, контейнеры с полиэтиленовыми вкладышами, полиэтиленовые мешки) суммарные потери массы

колеблются от 19,3 до 91,0 %. Наибольшие суммарные потери при хранении установлены в овощных ящиках, наименьшие - при хранении в полиэтиленовых мешках. Наибольшая естественная убыль массы – 42,7% отмечена при хранении в овощных ящиках. Наибольшее количество больных и увядших клубней при хранении в контейнерах насыпью 32,0 и 35,0%. Наибольшее количество проросших клубней образуется при хранении в полиэтиленовых мешках – 5%. Хранение в полиэтиленовых мешках обеспечивает минимальные показатели естественной убыли массы, больных и увядших клубней. Наименее трудоемким является хранение топинамбура в контейнерах насыпью с полиэтиленовыми вкладышами. При этом минимально сокращается использование ручного труда и повышается коэффициент использования объемов хранилищ.

Разработан способ хранения топинамбура, предусматривающий нанесение на клубни легкоосыаемых нетоксичных парафиновых покрытий, обеспечивающий минимальное влаговыделение, сохранение тургора поверхности клубней, замедление процессов жизнедеятельности и, как следствие, повышение сохранности высокомолекулярных фруктанов, снижение естественной убыли массы продукта в 2-3 раза, а также максимальное сохранение в нем инулина. Расход парафинового состава - 80-100 г на 1 м² поверхности, температура их нанесения 60-66 °С [6].

Египетские ученые предлагают обработку клубней топинамбура растительными экстрактами гвоздики, тмина и чеснока для контроля микробиологической порчи, вызываемой микроорганизмами *Botrytis cinerea*, *Rhizopus stolonifer*, *Sclerotium rolfsii*, при различных температурах хранения. Клубни топинамбура обрабатывают экстрактами и хранят при температуре 2°С или при температуре 18-22 °С. При этом снижается количество проросших клубней, потеря массы и количество пораженных клубней. Наибольшая противогрибковая активность установлена для экстрактов концентрацией 80 % [17].

Установлено, что добавление торфа в контейнеры для хранения стабилизирует качество клубней топинамбура [18].

Потери при хранении клубней топинамбура обусловлены высыханием, гниением, прорастанием и гидролизом инулина. Исследователи Денни Ф., Торнтон Е. отмечали, что хранение клубней в атмосфере, содержащей 22,5% углекислого газа, значительно замедляло скорость гидролиза инулина, что, по их мнению, связано со снижением активности ферментов [19].

Белорусские ученые изучали процессы, протекающие в клубнях топинамбура при различных способах хранения: при температурах 18-22 °С и 4°С, в ящиках с влажным песком и в запаянных полиэтиленовых пакетах.

Установлено, что наибольшие потери массы (33,96 %) происходят в процессе хранения в ящиках при температуре 18-22 °С, наименьшие (6,44 %) - при хранении в полиэтиленовых пакетах при температуре 4°С. Кроме этого, наибольшее количество инулина (51 % от исходного содержания) сохраняется при температуре хранения 4 °С в полиэтиленовых пакетах, наименьшее (40,35%) – при температуре 18-22 °С в ящиках [15].

В работе [20] установлено, что при продолжительности хранения до 3 месяцев оптимальным является - хранение в негерметизированных полиэтиленовых пакетах при температуре от 0 до 5 °С; при продолжительности хранения 5 месяцев - хранение в модифицированной газовой среде с использованием полиэтиленовых упаковок со встроенными газоселективными мембранами. Газоселективные мембраны позволяют создать модифицированную газовую среду с пониженным содержанием кислорода и повышенным содержанием углекислого газа. Интенсивность дыхания при этом снижается в 3-5 раз, активность окислительных ферментов - аскорбиноксидазы и фенолоксидазы снижается на 37 % и 8 % соответственно, при этом выход товарной продукции увеличивается в 3

раза; содержание инулина - в 1,4 раза, аскорбиновой кислоты - в 1,2-1,3 раза по сравнению с хранением в негерметизированных полиэтиленовых пакетах при тех же условиях.

Ученые Литовского сельскохозяйственного университета изучали влияние условий хранения на показатели качества топинамбура при хранении в холодильной камере при температуре 2°C и относительной влажности воздуха 90 – 95 % в течение 4 месяцев, применяя три способа хранения: в полипропиленовых сетчатых мешках, в песке или в торфе. Установлено, что наибольшие потери массы продукта после 2 месяцев хранения наблюдались при хранении в полипропиленовых мешках. Хранение в песке или торфе значительно снижает потери массы. Наибольшие потери растворимых сухих веществ установлены после 4 месяцев хранения клубней в полипропиленовых сетчатых мешках [21].

Хранение клубней сопровождается снижением массовой доли инулина, особенно в первые два месяца. К концу срока хранения содержание инулина в охлажденных и хранившихся при температуре $+2\pm 2^{\circ}\text{C}$ клубнях снижается на 42,1 - 54,6 % в зависимости от сорта. В замороженных клубнях, хранившихся при температуре $-20\pm 2^{\circ}\text{C}$, данный показатель также снижался, но в меньшей степени. Массовая доля инулина после 3 месяцев хранения была ниже исходной на 20,18 - 27,78 % в зависимости от сорта [22].

Снижение массовой доли инулина в процессе хранения в охлажденном и замороженном виде отмечены также и другими исследователями. Авторы объясняют это факт активизацией гидролитических процессов в клубнях, что является ответной реакцией растительного организма на действие низких температур [21-24].

Исследователи, изучавшие хранение клубней топинамбура при температуре 4°C , констатировали снижение содержания инулина и увеличение содержания фруктоолигосахаридов, в том числе свободной

фруктозы и сахарозы. При различных температурах хранения ($+2^{\circ}\text{C}$, $+5^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$, $+20^{\circ}\text{C}$) лучшее качество клубней через 12 месяцев хранения обеспечивалось при температуре $+2^{\circ}\text{C}$ [23, 24].

Установлено, что в процессе хранения клубней топинамбура, не зависимо от способа хранения, содержание общих сахаров увеличивается, количество инулина снижается. Рост содержания общих сахаров исследователи связывают с разрушением в молекуле инулина β -2,1 связи в результате ферментного гидролиза при участии ферментов экзогидролазы, эндогидролазы и глюкозидазы [25].

В работе [26] отмечен тот факт, что в процессе хранения клубней топинамбура при температуре $+2\pm 2^{\circ}\text{C}$ увеличивается содержание инулина с низкой степенью полимеризации и снижается содержания инулина с высокой степенью полимеризации.

Установлено, что доля общих сахаров в процессе хранения увеличивается в зависимости от сорта и температуры хранения: при температуре хранения $+2\pm 2^{\circ}\text{C}$ - на 17-20%, при температуре $+20\pm 2^{\circ}\text{C}$ - на 20-43 %, при температуре $-20\pm 2^{\circ}\text{C}$ - на 1-2%. Накопление сахаров связано с гидролизом запасных полисахаридов под действием ферментов инулазы и инвертазы, сохраняющих активность в клубнях в процессе хранения. В зависимости от сорта при хранении в течение 3 месяцев в клубнях, хранящихся при температуре $+2\pm 2^{\circ}\text{C}$, содержание инулина снижается на 42,1 - 54,6 %; при температуре $-20\pm 2^{\circ}\text{C}$ на 20 - 27,78 %; при температуре $+20\pm 2^{\circ}\text{C}$ - на 47,5 - 60,2 %. В процессе хранения, в связи с протеканием ферментативных процессов, катализируемых аскорбиназами, фенолоксидазами и пероксидазами, в клубнях топинамбура происходит разрушение витамина С, который за 3 месяца хранения снижается у всех исследуемых сортов: при температуре $+2\pm 2^{\circ}\text{C}$ - на 45 - 65 %, при температуре $-20\pm 2^{\circ}\text{C}$ - на 4 - 24 %, при температуре $+20\pm 2^{\circ}\text{C}$ - на 60 - 75 % [27].

На основании проведенных исследований, сделан вывод о том, что клубни топинамбура, используемые для производства инулина, целесообразно хранить при температуре $+2\pm 2^{\circ}\text{C}$ в течение 1 месяца; при температуре $-20\pm 2^{\circ}\text{C}$ - в течение 3 месяцев.

Уставлено, что в процессах, происходящих при хранении, большое значение играет активность окислительно-восстановительных ферментов - пероксидазы и полифенолоксидазы. При замораживании пероксидаза инактивируется, а активность полифенолоксидазы снижается на 30 – 50 %. При температуре минус 1 – 4 $^{\circ}\text{C}$ убыль массы составляет не более 3 – 4 %, при этом скорость гидролиза инулина в процессе хранения снижается при увеличении степени охлаждения. Так, хранение клубней топинамбура при температуре минус 18 $^{\circ}\text{C}$ снижает скорость гидролиза инулина в 6 раз [24].

В работе [28] изучены метаболические изменения при хранении топинамбура с применением протонного ядерного магнитного резонанса и установлено снижение содержания инулина, в процессе хранения.

Авторами работы [29] установлено, что способ складирования (перфорированные ящики, полипропиленовые и пленочные полиэтиленовые мешки) не оказывает существенного влияния на сохранность топинамбура. В результате хранения клубней топинамбура при температуре $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ в течение 6 месяцев содержание инулина снижается почти в 2 раза, а фруктозы – возрастает в 5 раз.

Проведенный анализ научных и патентных источников позволил сделать вывод о том, что существующие технологии и способы хранения клубней топинамбура не позволяют в максимальной степени снизить потери массы, а также гидролиз инулина в процессе их хранения.

Учитывая это, актуальным является создание инновационных технологий и способов подготовки к хранению и хранения клубней топинамбура, обеспечивающих минимальные потери массы, а также

максимальное сохранение в их составе инулина, витамина С и других биологически активных веществ в процессе хранения.

Список литературы

1. Виды и характер потерь плодоовощной продукции при хранении. Е.Ф. Балан, И.Г. Чумак, В.Г. Картофяну, Э.Ж. Иукурдидзе [Электронный ресурс] Холодильщик RU// URL: http://www.holodilshchik.ru/index_holodilshchik_best_article_issue_2_2007.htm (дата обращения: 10.05.2016).
2. Топинамбур: биология, агротехника выращивания, место в экосистеме, технологии переработки (вчера, сегодня, завтра): монография / Р.И. Шаззо, Р.А. Гиш, Р.И. Екутеч, Е.П. Корнена, В.Г. Кайшев: под ред. Р.И. Шаззо; ГНУ Краснодар. науч.-исслед. ин-т хранения и переработки с.-х. продукции. Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013 - 184 с.
3. Леонтьев В.Н., Дубарь Д.А., Лугин В.Г. Биологический потенциал топинамбура как исходного сырья для пищевой и фармацевтической промышленности.//Труды БГТУ.2014, №4, Химия, технология органических веществ и биотехнология. С 227-230.
4. Stanley J. Kays Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke. [Электронный ресурс]//URL:<http://documents.mx/documents/-.55720f53497959fc0b8c8ffa.html> (дата обращения: 10.05.2016).
5. Фаткина Е.В., Купин Г.А. Особенности химического состава клубней топинамбура раннеспелого и позднеспелого сортов. В кн. научное обеспечение инновационных технологий производства и хранения с/х и пищевой продукции: сборник материалов 2-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и аспирантов. Краснодар, 7-25 апреля 2014г., ГНУ ВНИИТТИ.– Краснодар, – 2014.– С. 131-134.
6. Степанец Л.Ф. Технологические свойства топинамбура и разработка эффективных способов его хранения: автореферат дис. ... канд. техн. наук : 05.08.05 /Степанец Любовь Филимоновна. – Киев., 1993. - 24 с.
7. Kays S.J. Preharvest factors affecting appearance / Postharvest Biology and Technology 15 (1999) - P. 233 – 247.
8. Salunkhe, DK 1959. Physiological and biochemical effects of gamma - radiation on the tubers of Jerusalem artichoke. Bot. Gaz. 120: - P. 180-183.
9. Makkarter, SN, and SJ Kays. 1984. Diseases, limiting the production of artichokes in Georgia. Plant Dis. P. 299-302.
10. Кудряшева А. А. Микробиологические основы сохранения плодов и овощей М.: Агропромиздат, 1986 - 240 с.
11. Кочнкв Н.К., Калиничева М.В. Топинамбур - биоэнергетическая культура XXI века. – М.: «Арес», 2002. – 76 с.
12. ГОСТ 32790-2014. Топинамбур свежий. Технические условия - Введ. 2015-07-01.- М.: Стандартинформ, 2015.- 9 с.
13. Whiteman, TM 1957. Freezing Points of fruits, vegetables, and florist supplies. Marketing Research Report 196, [Электронный ресурс] USDA, Agricultural Marketing Service, Washington // URL: <http://ucanr.edu/datastoreFiles/234-1931.pdf> (дата обращения: 10.05.2016).
14. Пат. ru0002506738, Россия, МПК А01F 25/00, Способ хранения клубней топинамбура [Текст]/ Данилов К. П., заявитель и патентообладатель Данилов К. П. - № 2012136017/13; заявл. 21.08.2012; опубл. 20.02.2014

15. Доброскок В., Тимофеева Л. Кузнецова О. Исследование возможности использования топинамбура на консервном заводе. [Электронный ресурс] //Могилевский государственный университет продовольствия, Беларусь. URL: <http://www.studfiles.ru/preview/2891484/> (дата обращения: 10.05.2016).

16. Пат. CN102318665, CN, МПК А23L 2/02, Метод хранения топинамбура [Текст]/ Ким Чиу ЛИУ Чжао заявитель и патентообладатель Нанкин аграрный университете. - № 201110321531.7; заявл. 21.10.2011; опубл. 18.01.2012.

17 J. Plant Production, Mansoura Univ.Natural ways of processing of Jerusalem artichoke for the extension of shelf life and inhibition of pathogenic microorganisms. El-Awady, C. Ghoneem, Egypt Vol. 2 (12): - 2011. P.1815 – 1831.

18. Modler, HW; J. D Jones and G. Mazza. 1993. Observation of long-term storage and processing of Jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus*). Food Chem, 48: p. 279-284.

19. Denni, FE, NC Thornton, EM Schroeder. 1944. The effect of carbon dioxide on the fact of changes in the sugar content of some vegetables in refrigerators. Prod. Boyce Thompson Inst.13: p. 295-311.

20. Мамонова Г.В. Разработка мембранной технологии хранения топинамбура: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.18.03/Мамонова Галина Владимировна. – Москва, 1995. - 24 с.

21. Данильченко Х., Дариен Е. Влияние условий хранения на качественные показатели топинамбура. Литовский сельскохозяйственный университет, 2012. №5, С.127–135.

22. Хрипко И.А. Разработка технологии низкотемпературного консервирования топинамбура для производства продуктов функционального назначения: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Хрипко Ирина Александровна. – Краснодар., 2005. - 202 с.

23. Квитайло И.В. Биохимические особенности клубней топинамбура как сырья для получения функциональных продуктов / И.В. Квитайло, М.А. Кожухова // Сб. матер. V межд. науч.-практич. конф. «Торгово-экономические проблемы регионального бизнес-пространства». – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2007. – Т.2. – С. 33-34.

24. Хрипко И.А. Изменение углеводного комплекса топинамбура при замораживании и хранении / И.А. Хрипко, М.А. Кожухова // Известия вузов. Пищевая технология.-2003.-N 4.-С. 72-74.

25. Grzelak K. Changes in the contents of mono-, di- and oligosaccharides in leek plants stored in cold room / K. Grzelak and other / Eur Food Res Technol. – 2011.

26. Квитайло И.В. Биохимические изменения топинамбура при холодильной обработке / И.В. Квитайло, М.А. Кожухова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – №4. – С. 39-40.

27. Назаренко М.Н. Совершенствование технологий получения инулина и фруктозо-глюкозного сиропа из топинамбура и их применения в производстве функциональных молочных продуктов : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01, / Назаренко Максим Николаевич. – Краснодар., 2014. - 160 с/

28. Metabolomics reveals dramatic compositional changes during hibernation Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*L.) Tubers Morten R. Clausen, the Vibe Bach, Merete Edelenbos .. Acta Sci Pol Technol Aliment 2011 October-December; 10 (4): p. 433-41.

29. Изменение содержания фруктозанов в клубнях топинамбура при хранении. З.И. Усанова, Т.И. Смирнова, А.К. Аксербаев. Вестник ТеГУ. Серия «Химия», 2012, Выпуск 13 - С. 66-70.

References

1. Vidy i harakter poter' plodoovoshhnoj produkcii pri hranenii. E.F. Balan, I.G. Chumak, V.G. Kartofjanu, Je.Zh. Iukuridze [Elektronnyj resurs] Holodil'shchik RU// URL: http://www.holodilshchik.ru/index_holodilshchik_best_article_issue_2_2007.htm (data obrashhenija: 10.05.2016).
2. Topinambur: biologija, agrotehnika vyrashhivaniya, mesto v jekosisteme, tehnologii pererabotki (vchera, segodnja, zavtra): monografija / R.I. Shazzo, R.A. Gish, R.I. Ekutech, E.P. Kornena, V.G. Kajshev: pod red. R.I. Shazzo; GNU Krasnodar. nauch.-issled. in-t hranenija i pererabotki s.-h. produkcii. Krasnodar : Izdatel'skij Dom – Jug, 2013 - 184 s.
3. Leont'ev V.N., Dubar' D.A., Lugin V.G. Biologicheskij potencial topinambura kak ishodnogo syr'ja dlja pishhevoj i farmacevticheskoj promyshlennosti. //Trudy BGTU. 2014, №4, Himija, tehnologija organicheskikh veshhestv i biotehnologija. S 227-230.
4. Stanley J. Kays Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke. [Elektronnyj resurs]//URL:<http://documents.mx/documents/-55720f53497959fc0b8c8ffa.html> (data obrashhenija: 10.05.2016).
5. Fat'kina E.V., Kupin G.A. Osobennosti himicheskogo sostava klubnej topinambura rannespelogo i pozdnespelogo sortov. V kn. nauchnoe obespechenie innovacionnyh tehnologij proizvodstva i hranenija s/h i pishhevoj produkcii: sbornik materialov 2-j Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii molodyh uchenyh i aspirantov. Krasnodar, 7-25 aprelja 2014g., GNU VNIITTI.– Krasnodar, – 2014.– S. 131-134.
6. Stepanec L.F. Tehnologicheskie svojstva topinambura i razrabotka jeffektivnyh sposobov ego hranenija: avtoreferat dis. ... kand. tehn. nauk : 05.08.05 /Stepanec Ljubov' Filimonovna. – Kiev., 1993. - 24 s.
7. Kays S.J. Preharvest factors affecting appearance / Postharvest Biology and Technology 15 (1999) - R. 233 – 247.
8. Salunkhe, DK 1959. Physiological and biochemical effects of gamma - radiation on the tubers of Jerusalem artichoke. Bot. Gaz. 120: - R. 180-183.
9. Makkarter, SN, and SJ Kays. 1984. Diseases, limiting the production of artichokes in Georgia. Plant Dis. P. 299-302.
10. Kudrjasheva A. A. Mikrobiologicheskie osnovy sohraneniya plodov i ovoshhej M.: Agropromizdat, 1986 - 240 c.
11. Kochnkva N.K., Kalinicheva M.V. Topinambur - bioenergeticheskaja kul'tura XXI veka. – M.: «Ares», 2002. – 76 s.
12. GOST 32790-2014. Topinambur svezhij. Tehnicheskie uslovija - Vved. 2015-07-01.- M.: Standartinform, 2015.- 9 s.
13. Whiteman, TM 1957. Freezing Points of fruits, vegetables, and florist supplies. Marketing Research Report 196, [Elektronnyj resurs] USDA, Agricultural Marketing Service, Washington // URL: <http://ucanr.edu/datastoreFiles/234-1931.pdf> (data obrashhenija: 10.05.2016).
14. Pat. ru0002506738, Rossija, MPK A01F 25/00, Sposob hranenija klubnej topinambura [Tekst]/ Danilov K. P., zajavitel' i patentoobladatel' Danilov K. P. - № 2012136017/13; zajavl. 21.08.2012; opubl. 20.02.2014
15. Dobroskok V., Timofeeva L. Kuznecova O. Issledovanie vozmozhnosti ispol'zovanija topinambura na konservnom zavode. [Elektronnyj resurs] //Mogilevskij gosudarstvennyj universitet prodovol'stvija, Belarus'. URL: <http://www.studfiles.ru/preview/2891484/> (data obrashhenija: 10.05.2016).
16. Pat. CN102318665, CN, MPK A23L 2/02, Metod hranenija topinambura [Tekst]/ Kim Chiu LIU Chzhao zajavitel' i patentoobladatel' Nankin agrarnyj universite. - № 201110321531.7; zajavl. 21.10.2011; opubl. 18.01.2012.

17 J. Plant Production, Mansoura Univ. Natural ways of processing of Jerusalem artichoke for the extension of shelf life and inhibition of pathogenic microorganisms. El-Awady, C. Ghoneem, Egypt Vol. 2 (12): - 2011. R.1815 – 1831.

18. Modler, HW; J. D Jones and G. Mazza. 1993. Observation of long-term storage and processing of Jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus*). Food Chem, 48: p. 279-284.

19. Denni, FE, NC Thornton, EM Schroeder. 1944. The effect of carbon dioxide on the fact of changes in the sugar content of some vegetables in refrigerators. Prod. Boyce Thompson Inst.13: p. 295-311.

20. Mamonova G.V. Razrabotka membranoj tehnologij hranenija topinambura: avtoreferat dis. ... kand. tehn. nauk: 05.18.03/Mamonova Galina Vladimirovna. – Moskva, 1995. - 24 s.

21. Danil'chenko H., Darien E. Vlijanie uslovij hranenija na kachestvennye pokazateli topinambura. Litovskij sel'skohozjajstvennyj universitet, 2012. №5, S.127–135.

22. Hripko I.A. Razrabotka tehnologij nizkotemperaturnogo konservirovanija topinambura dlja proizvodstva produktov funkcional'nogo naznachenija: dis. ... kand. tehn. nauk: 05.18.01 / Hripko Irina Aleksandrovna. – Krasnodar., 2005. - 202 s.

23. Kvitajlo I.V. Biohimicheskie osobennosti klubnej topinambura kak syr'ja dlja poluchenija funkcional'nyh produktov / I.V. Kvitajlo, M.A. Kozhuhova // Sb. mater. V mezhd. nauch.-praktich. konf. «Torgovo-jekonomicheskie problemy regional'nogo biznes-prostranstva». – Cheljabinsk: Izd. JuUrGU, 2007. – T.2. – S. 33-34.

24. Hripko I.A. Izmenenie uglevodnogo kompleksa topinambura pri zamorazhivanii i hranenii / I.A. Hripko, M.A. Kozhuhova // Izvestija vuzov. Pishhevaja tehnologija.-2003.-N 4.-S. 72-74.

25. Grzelak K. Changes in the contents of mono-, di- and oligosaccharides in leek plants stored in cold room / K. Grzelak and other / Eur Food Res Technol. – 2011.

26. Kvitajlo I.V. Biohimicheskie izmenenija topinambura pri holodil'noj obrabotke / I.V. Kvitajlo, M.A. Kozhuhova // Izvestija vuzov. Pishhevaja tehnologija. – 2007. – №4. – S. 39-40.

27. Nazarenko M.N. Sovershenstvovanie tehnologij poluchenija inulina i fruktozogljukoznoogo siropa iz topinambura i ih primenenija v proizvodstve funkcional'nyh molochnyh produktov : dis. ... kand. tehn. nauk : 05.18.01, / Nazarenko Maksim Nikolaevich. – Krasnodar., 2014. - 160 s/

28. Metabolomics reveals dramatic compositional changes during hibernation Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*L.) Tubers Morten R. Clausen, the Vibe Bach, Merete Edelenbos .. Acta Sci Pol Technol Aliment 2011 October-December; 10 (4): r. 433-41.

29. Izmenenie sodержanija fruktozanov v klubnjah topinambura pri hranenii. Z.I. Usanova, T.I. Smirnova, A.K. Akserbaev. Vestnik TeGU. Serija «Himija», 2012, Vypusk 13 - S. 66-70.