

**Ж. А. Рупасова, А. А. Веевник, Т. И. Василевская, Н. Б. Криницкая,
Е. В. Тишковская, Н. С. Купцов, Е. Г. Попов, П. А. Пашкевич, Д. А. Дубарь,
Л. В. Гончарова, В. В. Туток**

*ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь*

СОРТОСПЕЦИФИЧНОСТЬ ТРАНСФОРМАЦИИ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА *HELIANTHUS TUBEROSUS* В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ В ВАКУУМНОЙ УПАКОВКЕ ПРИ НИЗКИХ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Приведены результаты исследования динамики содержания сухих веществ, титруемых и аскорбиновой кислот, растворимых сахаров, пектиновых веществ, инулина, флавоноидов и показателя сахарокислотного индекса в клубнях 5 сортов и образцов топинамбура (*Десертный*, *Канадский*, *Топинсолнечник*, *Скороспелка*, *Анастас*) за 4-месячный период четырёхмесячного хранения в вакуумной упаковке при низких положительных температурах (+2...+4 °C). Установлено накопление в них свободных органических кислот и пектиновых веществ соответственно на 12÷48% и 35÷139%, относительно исходного уровня, сортоспецифичные (определяемые генотипом растений) изменения содержания других соединений. Показано, что наименьшей степенью трансформации биохимического состава клубней характеризовались культивары *Канадский* и *Десертный*, наибольшей – *Скороспелка*. При этом у всех без исключения сортов топинамбура наблюдалось увеличение в 3,1÷8,4 раза интегрального уровня питательной и витаминной ценности клубней по совокупности 8 показателей, наиболее выраженное у сорта *Скороспелка* при отставании от него остальных таксонов топинамбура по данному признаку в 1,8÷2,7 раза.

➤ **Ключевые слова:** клубни топинамбура, хранение, биохимический состав (инулин, органические кислоты, растворимые сахара, пектин, флавоноиды).

Введение

В рамках осуществляемой в Беларуси программы Союзного государства «Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура» требуется разработка новых элементов промышленной технологии выращивания и переработки данных культур. Актуальным является такое обеспечение сохранности урожая (клубней топинамбура) в зимний период года, которое минимизирует потери содержащихся в них действующих веществ. Известно несколько способов зимнего хранения этого ценного вида сырья – в почве, в буртах, а также в холодильной камере при низких положительных температурах – в вакуумной упаковке и в модифицированной газовой среде. Вместе с тем в научной литературе практически отсутствует информация о сортоспецифичности реакции трансформации биохимического состава *Helianthus tuberosus* на разные режимы хранения клубней.

В данном сообщении приводятся результаты исследования изменений в содержании сухих веществ, свободных органических и аскорбиновой кислот, растворимых сахаров, инулина, пектиновых веществ и флавоноидов в клубнях 5 модельных сортов и образцов топинамбура в результате четырёхмесячного хранения в вакуумной упаковке при низких положительных температурах.

Условия, объекты и методы исследований

Для создания в эксперименте заданного режима хранения клубней топинамбура использовали специальный прибор «Fresh 33», обеспечивающий в полиэтиленовом пакете вакуум и запаивающий один край пакета. Были использованы пакеты массой 10,4 г, которые после заполнения клубнями закладывали на хранение при температуре +2...+4 °C. Низкая положительная температура среды при отсутствии воздуха должна была обеспечить минимальный уровень физиологических процессов в хранящихся клубнях и предельное ингибирование развития патогенных микроорганизмов, бактерий и грибов.

В качестве объектов исследования были использованы клубни 5 модельных сортов топинамбура из коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси – районированного в Беларуси сорта *Десертный*, принятого за эталон сравнения, а также сортов *Канадский*, *Топинсолнечник*, *Скороспелка* и *Анастас*.

Исследование биохимического состава образцов клубней топинамбура проводили перед закладкой на хранение 12 октября 2015 г. и в конце эксперимента 8 февраля 2016 г. В свежих усред-

ненных пробах растительного материала определяли содержание: сухих веществ – по ГОСТ 28561-90 [8], аскорбиновой кислоты (витамина С) – стандартным индофенольным методом [5], титруемых кислот (общей кислотности) – объемным методом [5]. В высушенных при температуре 65 °С усредненных образцах клубней определяли: содержание растворимых сахаров – ускоренным полумикрометодом [7], инулина – спектрофотометрическим методом [1], суммы пектиновых веществ – кальцийпектатным методом [4], суммы биофлавоноидов – модифицированным колориметрическим методом Фолина-Чокалтеу [6, 11]. Все определения выполнены в 3-кратной биологической повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

Результаты и их обсуждение

На момент закладки клубней топинамбура на хранение содержание в их сухой массе свободных органических и аскорбиновой кислот варьировалось в сортовом ряду в интервалах 1,01±1,53 мг% и 30,6±37,4 мг% соответственно при содержании сухих веществ в свежих пробах от 21,8 до 26,9 мг% (табл. 1). При этом содержание в ней растворимых сахаров было довольно высоким и изменялось в диапазоне от 29,0 до 45,3 мг% при значениях сахарокислотного индекса от 20,5 до 44,8 (табл. 2). Что касается пектиновых веществ, инулина и биофлавоноидов, то в начале эксперимента их содержание в клубнях топинамбура составляло соответственно 7,6±8,8 мг%, 43,3±53,7 мг% и 121,7±365,0 мг% сухой массы (табл. 3). Приведенные показатели совпадали с данными других исследователей для Беларуси и большинства регионов России и сопредельных государств [2, 3, 10, 12].

По прошествии четырех месяцев хранения клубней в заданном режиме, диапазоны изменения в сортовом ряду содержания в их сухой массе титруемых кислот составляли 1,13–1,64%, аскорбиновой кислоты – 27,9±31,4 мг% при содержании сухих веществ 22,7±25,0 мг%. Аналогичный диапазон варьирования содержания растворимых сахаров охватывал область более высоких, чем в начале эксперимента, значений – от 25,0 до 46,7 мг%, тогда как подобный диапазон у показателя сахарокислотного индекса – напротив, более низких (15,8±41,2), что однозначно указывало на определенную трансформацию углеводного комплекса хранящихся клубней. При этом диапазоны изменения содержания пектиновых веществ, инулина и биофлавоноидов соответствовали следующим областям значений: 11,2±18,4 мг%, 44,2±63,2 мг% и 124,7±383,3 мг%.

Таблица 1

Содержание сухих веществ и органических кислот в клубнях[†] топинамбура на начальном и завершающем этапах хранения в вакуумной упаковке при низких положительных температурах

Сорт	Сухие вещества, %		Свободные органические кислоты, %		Аскорбиновая кислота, мг%	
	X ± st	t _{CT}	X ± st	t _{CT}	X ± st	t _{CT}
12 октября 2015 г. Начало хранения						
Десертный (эталон)	26,9±0,2		1,01±0,02		31,7±1,1	
Канадский	23,1±0,3	-10,8*	1,11±0,01	3,7*	35,6±0,6	3,1*
Топинсолнечник	23,8±0,1	-17,4*	1,25±0,02	7,1*	30,6±0,6	-0,9
Скороспелка	21,8±0,4	-11,4*	1,25±0,02	7,3*	37,4±0,7	4,4*
Анастас	25,9±0,1	-4,9*	1,53±0,02	16,8*	31,6±0,2	-0,1
8 февраля 2016 г. Окончание хранения						
Десертный (эталон)	23,2±0,1		1,13±0,03		28,9±0,8	
Канадский	23,8±0,2	3,0*	1,64±0,02	14,4*	29,1±0,8	0,2
Топинсолнечник	24,3±0,1	15,0*	1,63±0,02	13,9*	27,9±1,0	-0,7
Скороспелка	22,7±0,3	-1,2	1,42±0,05	5,4*	31,1±0,9	1,9
Анастас	25,0±0,4	5,0*	1,59±0,02	12,8*	31,4±0,4	2,8*

Примечание:[†] – в пересчёте на сухую массу; * – статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с эталонным сортом при p < 0,05

Подобно растворимым сахарам, для пектиновых веществ на завершающем этапе хранения клубней также было показано смещение обозначенного диапазона варьирования в сортовом ряду в область более высоких, чем на начальном этапе, значений.

С целью определения направленности и относительных размеров достоверных изменений в биохимическом составе клубней топинамбура за период хранения, для каждого модельного сорта была определена величина наименьшей существенной разницы (НСР_{0,05}) между средними значениями анализируемых признаков в начале и в конце эксперимента.

Таблица 2

Показатели углеводного пула сухого вещества клубней* топинамбура на начальном и завершающем этапах хранения в вакуумной упаковке при низких положительных температурах

Сорт	Растворимые сахара, %		Сахарокислотный индекс	
	$\bar{X} \pm st$	t_{Cr}	$\bar{X} \pm st$	t_{Cr}
12 октября 2015 г. Начало хранения				
Десертный (эталон)	45,3±0,7		44,8±0,9	
Канадский	29,0±1,0	-13,6*	26,2±0,7	-16,2*
Топинсолнечник	30,7±0,7	-15,6*	24,6±0,5	-19,6*
Скороспелка	38,0±1,0	-6,1*	30,3±0,7	-12,5*
Анастас	31,3±0,7	-14,8*	20,5±0,2	-26,5*
8 февраля 2016 г. Окончание хранения				
Десертный (эталон)	46,7±0,7		41,2±0,9	
Канадский	42,0±1,0	-3,9*	25,6±0,2	-17,7*
Топинсолнечник	32,7±0,7	-14,8*	20,1±0,4	-22,8*
Скороспелка	39,0±0,1	-11,5*	27,5±0,9	-10,9*
Анастас	25,0±1,0	-18,0*	15,8±0,9	-20,8*

Примечание: * – в пересчёте на сухую массу; * – статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с эталонным сортом при $p < 0,05$

Таблица 3

Содержание пектина, инулина и биофлавоноидов в клубнях* топинамбура на начальном и завершающем этапах хранения в вакуумной упаковке при низких положительных температурах

Сорт	Пектиновые вещества, %		Инулин, %		Биофлавоноиды, мг%	
	$\bar{X} \pm st$	t_{Cr}	$\bar{X} \pm st$	t_{Cr}	$\bar{X} \pm st$	t_{Cr}
12 октября 2015 г. Начало хранения						
Десертный (эталон)	8,8±0,1		51,0±0,5		151,7±1,7	
Канадский	8,3±0,1	-3,4*	51,3±0,7	0,3	335,0±10,4	17,4*
Топинсолнечник	7,6±0,1	-6,9*	53,7±0,5	3,7*	263,3±7,3	15,0*
Скороспелка	7,9±0,1	-6,2*	50,3±0,6	-0,8	121,7±3,3	-8,0*
Анастас	7,7±0,1	-6,5*	43,3±0,6	-9,9*	365,0±5,0	40,5*
8 февраля 2016 г. Окончание хранения						
Десертный (эталон)	16,4±0,1		63,2±0,1		124,7±8,0	
Канадский	11,2±0,1	-39,2*	44,2±0,4	-44,1*	338,3±13,0	14,0*
Топинсолнечник	13,2±0,1	-17,8*	46,3±0,7	-24,6*	383,3±10,1	20,0*
Скороспелка	16,7±0,1	2,0	45,7±0,1	-84,2*	234,7±8,0	9,7*
Анастас	18,4±0,1	11,8*	46,5±0,9	-17,9*	353,3±11,7	16,2*

Примечание: * – в пересчёте на сухую массу; * – статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с эталонным сортом при $p < 0,05$

При этом для большинства показателей биохимического состава клубней были установлены весьма существенные различия между их значениями на начальном и завершающем этапах хранения испытываемым способом (табл. 4), что позволяло по направленности и относительной величине данных различий судить об ответной реакции сортов топинамбура на испытываемый способ хранения клубней. К примеру, лишь у эталонного сорта *Десертный* наблюдалось снижение в них содержания сухих веществ на 14% при весьма незначительном, хотя и достоверном, его увеличении у сорта *Топинсолнечник* и отсутствии изменений у остальных сортов топинамбура. У сортов *Скороспелка* и *Канадский* отмечено сходное по относительным размерам обеднение клубней аскорбиновой кислотой на 17÷18%, на фоне отсутствия изменений в ее содержании у остальных сортов. Вместе с тем во всех случаях, за исключением сорта *Анастас*, прослеживалась однотипная тенденция увеличения за обозначенный период содержания в клубнях свободных органических кислот на 12÷48%, наиболее выраженная у сортов *Топинсолнечник* и особенно *Канадский*, у которого это было сопряжено с одновременной активизацией накопления растворимых сахаров на 45%, что обусловило отсутствие изменений показателя сахарокислотного индекса. Отсутствие же достоверных различий с исходным содержанием растворимых сахаров в клубнях сорта *Скороспелка*, даже при незначительном их обогащении титруемыми кислотами, также объясняет относительную стабильность данного показателя. Вместе с тем у остальных сортов топинамбура имело место снижение

значений сахарокислотного индекса клубней в процессе хранения на $8 \div 23\%$, свидетельствующее об ухудшении их вкусовых свойств и связанное у сортов *Десертный* и особенно *Топинсолнечник* исключительно с активизацией накопления свободных органических кислот, тогда как у сорта *Анастас*, напротив, со снижением содержания растворимых сахаров. У всех сортов топинамбура, особенно у *Скороспелки* и *Анастаса*, выявлено существенное накопление пектиновых веществ, обусловившая превышение их исходного уровня на $35 \div 139\%$ (см. табл. 4). Заметим, что у сортов *Анастас* и *Десертный* это сопровождалось обогащением клубней наиболее ценным компонентом их углеводного пула – инулином соответственно на 7 и 24%, что следует рассматривать как весьма позитивное явление, тогда как у остальных сортов топинамбура была показана противоположная этой тенденция – снижение содержания этого полифруктозана на 9–14%, относительно исходного уровня. Выраженная сортоспецифичность ответной реакции топинамбура на данный способ хранения клубней проявилась и в динамике содержания в них полифенолов. Так, за 4-месячный период их хранения у сорта *Десертный* имело место снижение общего количества флавоноидов на 18%, тогда как у *Топинсолнечника* и особенно *Скороспелки*, напротив, его увеличение на 46 и 93% при отсутствии изменений данного показателя у *Канадского* и *Анастаса*.

Таблица 4

Относительные изменения исходных характеристик биохимического состава сухой массы клубней топинамбура на завершающем этапе хранения в вакуумной упаковке при низких положительных температурах, %

Сорта и образцы топинамбура	Сухие вещества	Свободные органические кислоты	Аскорбиновая кислота	Растворимые сахара	Сахарокислотный индекс	Пектины	Инулин	Биофлавоноиды.
<i>Десертный</i>	-13,8	+11,9	—	—	-8,0	+86,4	+23,9	-17,8
<i>Канадский</i>	—	+47,7	-18,3	+44,8	—	+34,9	-13,8	-
<i>Топинсолнечник</i>	+2,1	+30,4	—	—	-18,3	+73,7	-13,8	+45,6
<i>Скороспелка</i>	—	+13,6	-16,8	—	—	+111,4	-9,1	+92,9
<i>Анастас</i>	—	—	—	-20,1	-22,9	+139,0	+7,4	-

Примечание: (—) – отсутствие статистически значимых изменений признака

Обращает на себя внимание, что, несмотря на сортовые различия темпов трансформации биохимического состава клубней за 4-месячный период хранения в вакуумной упаковке при низких положительных температурах, в направленности изменений содержания в них отдельных соединений прослеживались тенденции, однотипные для всех или большинства таксонов топинамбура. Особый интерес в этом плане представляет активизация накопления в клубнях свободных органических кислот и пектиновых веществ.

Для установления степени трансформации биохимического состава клубней по совокупности 8 анализируемых признаков, с целью выявления культивара топинамбура с минимальной степенью снижения интегрального уровня их питательной и витаминной ценности, нами был применен универсальный методический прием [9], основанный на сопоставлении у тестируемых объектов относительных размеров, амплитуд и соотношений статистически достоверных положительных и отрицательных относительных различий исследуемых характеристик биохимического состава клубней в начале и в конце эксперимента. По величине суммарной амплитуды выявленных отклонений, независимо от их знака, можно было судить о выразительности выявленных различий для каждого сорта по совокупности анализируемых признаков, что позволяло провести ранжирование таксонов топинамбура в порядке снижения степени данных различий, то есть ослабления зависимости биохимического состава клубней от испытываемого способа хранения. Соотношение же относительных размеров совокупностей положительных и отрицательных различий с исходным уровнем содержания в клубнях действующих веществ в конце эксперимента являлось оценочным критерием направленности и степени изменения интегрального уровня их питательной и витаминной ценности, если исходить из посыла, что все анализируемые признаки одинаково важны для оценки качества сырья.

Представленные в табл. 5 данные, характеризующие направленность и степень выразительности сдвигов в биохимическом составе клубней модельных сортов топинамбура, относительно исходного уровня, спустя 4 месяца хранения в вакуумной упаковке при низких положительных температурах, показали наличие заметных генотипических различий в направленности и величине вышеуказанных сдвигов.

Относительные размеры, амплитуды и соотношения изменений в биохимическом составе клубней модельных сортов топинамбура на завершающем этапе хранения в вакуумной упаковке при низких положительных температурах, относительно исходного уровня, %

Сорта и образцы топинамбура	Относительные размеры сдвигов, %			
	положительных	отрицательных	амплитуда	отношение положительных сдвигов к отрицательным
<i>Десертный</i>	122,2	39,6	161,8	3,1
<i>Канадский</i>	127,4	32,1	159,5	4,0
<i>Топинсолнечник</i>	151,8	32,1	183,9	4,7
<i>Скороспелка</i>	217,9	25,9	243,8	8,4
<i>Анастас</i>	146,4	43,0	189,4	3,4

При этом у всех без исключения сортов топинамбура относительные размеры положительных сдвигов существенно превышали таковые отрицательных, что однозначно свидетельствовало о повышении интегрального уровня питательной и витаминной ценности клубней в процессе хранения по совокупности определявшихся признаков. При амплитуде выявленных различий с исходным уровнем в сортовом ряду от 159,5 до 243,8 % наименее выразительными они оказались у сортов *Канадский* и *Десертный*, тогда как наиболее существенными у сорта *Скороспелка*. На основании данного показателя была обозначена нижеприведенная последовательность сортов топинамбура в порядке нарастания степени различий в биохимическом составе клубней на начальном и завершающем этапах хранения:

Канадский* = *Десертный* < *Топинсолнечник* = *Анастас* < *Скороспелка

Нетрудно убедиться, что лидирующее положение в приведенном ряду, при значительном отрыве от остальных таксонов топинамбура, принадлежало сортам *Канадский* и *Десертный*, характеризовавшимся наименьшей степенью трансформации биохимического состава клубней в процессе 4-месячного хранения в вакуумной упаковке при низких положительных температурах, тогда как наибольшей степенью его трансформации отличался замыкавший этот ряд сорт *Скороспелка*.

Для суждения об изменении интегрального уровня питательной и витаминной ценности клубней каждого сорта в процессе хранения, мы ориентировались на кратный размер соотношения суммарных величин положительных и отрицательных различий с исходным уровнем совокупности анализируемых признаков. Обращает на себя внимание, что у всех модельных сортов топинамбура он оказался выше 1, что однозначно свидетельствовало об увеличении интегрального уровня питательной и витаминной ценности их клубней в 3,1÷8,4 раза. Вместе с тем следует иметь в виду, что ее оценка проводилась на основании только 8 определявшихся нами показателей. Тем не менее, степень этого увеличения в сортовом ряду была различной, что свидетельствовало о генотипических различиях в дыхательном метаболизме клубней топинамбура в процессе хранения. При этом в порядке нарастания доли положительных сдвигов в их биохимическом составе и снижения таковой отрицательных модельных сорта топинамбура расположились следующим образом:

Скороспелка* > *Топинсолнечник* > *Канадский* > *Анастас* > *Десертный

Лидирующее положение в приведенном ряду принадлежало сорту *Скороспелка*, обнаружившему наибольшую выразительность позитивных сдвигов в биохимическом составе клубней, относительно исходного уровня, на фоне установленного для всех таксонов топинамбура улучшения их качественного состава в процессе хранения в вакуумной упаковке при низких положительных температурах. Остальные тестируемые таксоны топинамбура уступали сорту *Скороспелка* в степени увеличения интегрального уровня питательной и витаминной ценности клубней за 4-месячный период хранения в 1,8÷2,7 раза.

Логично предположить, что выраженная сортоспецифичность в степени трансформации биохимического состава клубней топинамбура при испытываемом способе хранения могла оказать определенное влияние на перспективность исследуемых таксонов для закладки на длительное хранение в качестве сырьевых объектов. В этой связи были определены относительные различия тестируемых таксонов топинамбура с районированным сортом *Десертный* по всем определявшимся показателям биохимического состава клубней в начале и в конце эксперимента (табл. 6).

Таблица 6

Относительные различия с эталонным сортом *Десертный* характеристик биохимического состава клубней тестируемых культиваров топинамбура на начальном и завершающем этапах хранения в вакуумной упаковке при низких положительных температурах, %

Показатель	Канадский	Топинсолнечник	Скороспелка	Анастас
12 октября 2015 г. Начало хранения				
Сухие вещества	-14,1	-11,5	-19,0	-3,7
Свободн. органич. кислоты	+9,9	+23,8	+23,8	+51,5
Аскорбиновая кислота	+12,3	—	+18,0	—
Сумма растворимых сахаров	-36,0	-32,2	-16,1	-30,9
Сахарокислотный индекс	-41,5	-45,1	-32,4	-54,2
Пектиновые вещества	-5,7	-13,6	-10,2	-12,5
Инулин	—	+5,3	—	-15,1
Биофлавоноиды	+120,8	+73,6	-19,8	+140,6
8 февраля 2016 г. Окончание хранения				
Сухие вещества	+2,6	+4,7	—	+7,8
Свободн. органич. кислоты	+45,1	+44,2	+25,7	+40,7
Аскорбиновая кислота	—	—	—	+8,7
Сумма растворимых сахаров	-10,1	-30,0	-16,5	-46,5
Сахарокислотный индекс	-37,9	-51,2	-33,3	-61,7
Пектиновые вещества	-31,7	-19,5	—	+12,2
Инулин	-30,1	-26,7	-27,7	-26,4
Биофлавоноиды	+171,3	+207,4	+88,2	+183,3

Примечание: * – статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с эталонным сортом при $p < 0,05$; – – отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента различий при $p < 0,05$

Это позволило провести их ранжирование в порядке снижения степени данных различий. Соотношение же величин данных отклонений являлось оценочным критерием возможных преимуществ в интегральном уровне питательной и витаминной ценности клубней каждого тестируемого сорта, по сравнению с эталонным объектом, в начале и в конце 4-месячного периода хранения, если исходить из посыла, что все анализируемые признаки одинаково важны для оценки качества их сырья. Как следует из табл. 7, в начале эксперимента, при амплитуде данных различий в сортовом ряду от 139,3 до 308,5%, наименьшими они оказались у сорта *Скороспелка*, тогда как наибольшими – у сорта *Анастас*. На заключительном этапе эксперимента наблюдалось смещение диапазона варьирования амплитуды данных различий, по сравнению с начальным этапом, в область более высоких значений – до 191,4÷387,3%, что свидетельствовало об их усилении, но при этом оба таксона сохранили свои позиции в сортовом ряду по данному признаку. Выявленное усиление различий тестируемых объектов с эталонным сортом в биохимическом составе клубней в конце эксперимента было обусловлено, главным образом, увеличением относительных размеров позитивных сдвигов в содержании определявшихся соединений, что свидетельствовало о нарастании их преимуществ в качестве сырья в процессе хранения.

Таблица 7

Относительные размеры, амплитуды и соотношения разноориентированных различий с эталонным сортом *Десертный* в биохимическом составе клубней тестируемых сортов топинамбура на завершающем этапе хранения в вакуумной упаковке при низких положительных температурах

Сорта и образцы топинамбура	Относительные размеры сдвигов, %			
	положительных	отрицательных	амплитуда	отношение положительных сдвигов к отрицательным
Начало хранения 12 октября 2015 г.				
<i>Канадский</i>	143,0	97,3	240,3	1,47
<i>Топинсолнечник</i>	102,7	102,4	205,1	1,00
<i>Скороспелка</i>	41,8	97,5	139,3	0,43
<i>Анастас</i>	192,1	116,4	308,5	1,65
Окончание хранения 8 февраля 2016 г.				
<i>Канадский</i>	219,0	109,8	328,8	2,00
<i>Топинсолнечник</i>	256,3	127,4	383,7	2,01
<i>Скороспелка</i>	113,9	77,5	191,4	1,47
<i>Анастас</i>	252,7	134,6	387,3	1,88

Для суждения об интегральном уровне питательной и витаминной ценности клубней каждого сорта на обоих этапах хранения клубней мы ориентировались на кратность различий в соотношении относительных величин положительных и отрицательных отклонений от эталонных значений совокупности анализируемых признаков. Обращает на себя внимание, что в начале эксперимента лишь у сорта *Скороспелка* он более чем вдвое уступал таковому у сорта *Десертный*, тогда как у сортов *Канадский* и *Анастас* превышал его соответственно в 1,47 и 1,65 раза при отсутствии различий с ним в этом плане у сорта *Топинсолнечник*. За счет показанного выше нарастания позитивных сдвигов в биохимическом составе клубней тестируемых сортов топинамбура в процессе хранения, на завершающем этапе эксперимента наблюдалось существенное усиление различий с эталонным сортом в интегральном уровне питательной и витаминной ценности их клубней до 1,5÷2,0 раза, при относительном сходстве позиций в сортовом ряду у всех тестируемых таксонов топинамбура, за исключением сорта *Скороспелка*, у которого размер данного превышения, оказался наименьшим.

Выводы

Исследование трансформации биохимического состава клубней 5 модельных сортов и образцов топинамбура – *Десертный*, *Канадский*, *Топинсолнечник*, *Скороспелка* и *Анастас* за период четырёхмесячного хранения при низких положительных температурах (+2...+4 °С) в вакуумной упаковке выявило сортоспецифичность в изменении содержания сухих веществ, титруемых и аскорбиновой кислот, растворимых сахаров и сахарокислотного индекса, пектинов, флавоноидов и инулина.

В процессе хранения в клубнях обнаружено увеличение содержания свободных органических кислот на 12÷48% и пектиновых веществ на 35÷139%, однако динамики концентрации других измеряемых соединений не были столь однозначны.

Показано, что наименьшей степенью трансформации биохимического состава клубней характеризовались образец *Канадский* и сорт *Десертный*, наибольшей – *Скороспелка*.

Список литературы

1. Ананьина, Н. А. Стандартизация инулина, полученного из клубней георгины простой. Изучение некоторых физико-химических свойств инулина / Н. А. Ананьина // Хим.-фарм. журн. – 2009. – Т. 43, № 3. – С. 35–37.
2. Горный, А. В. Биохимический состав клубней топинамбура (*Helianthus tuberosus* L.) в сравнении с овощными корнеплодными растениями / А. В. Горный, К. В. Сашко, М. М. Жишкевич // Овощеводство. Сб науч. трудов. 2012. – Т.20. – С. 47–53.
3. Кахана, Б. М. Биохимия топинамбура / Б. М. Кахана, В. В. Арасимович. – Кишинев: Штиинца, 1974. – 88 с.
4. Марх, А. Т. Технохимический контроль консервного производства / А. Т. Марх, Т. Ф. Зыкина, В. Н. Голубев. – М.: Агропромиздат, 1989. – 304 с.
5. Методы биохимического исследования растений / под ред. А. И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Ленинград, 1987. – 430 с.
6. Методы технохимического контроля в виноделии / под ред. В.Г. Гержиковой. – Симферополь: Таврида, 2002. – С. 91–92.
7. Плешков, Б. П. Практикум по биохимии растений / Б. П. Плешков. – М.: Колос, 1985. – С. 110–112.
8. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги: ГОСТ 28561-90 // Овощи сушеные: тех. условия, методы анализа. – М.: Стандартинформ, 2001. – С. 75–84.
9. Рупасова, Ж. А. Способ ранжирования таксонов растения / Ж. А. Рупасова, В. Н. Решетников, А. П. Яковлев / Минск: Патент на изобретение №17648 от 08.07.2013
10. Титок, В. В. Топинамбур – культура многофункционального назначения / В. В. Титок, А. А. Веевник, М. И. Ярошевич // Наука и инновации. – 2014. – № 5 (135). – С. 26–28.
11. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries / G. E. Pantelidis [et al.] // Food chemistry. – 2007. – Vol. 102. – P. 777–783.
12. Sikora, V. Yield component analysis and diversity in Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) / V.Sikora, J.Berenji, D.Latkovic // HELLA, 33. – 2010. – Nr. 53. – P. 37–44.

**J. A. Rupasova, A. A. Veevnik, T. I. Vasilevskaya, N. B. Krinitskaya,
E. V. Tishkovskaya, N. S. Kuptsov, E. G. Popov, P. A. Pashkevich, D. A. Dubar,
L. V. Goncharov, V. V. Titok**

VARIETY PECULIARITIES OF TRANSFORMATION OF BIOCHEMICAL COMPOSITION OF TOPINAMBOUR *HELIANTHUS TUBEROSUS* TUBERS DURING STORAGE IN VACUUM PACKAGING AT LOW POSITIVE TEMPERATURES

The results of a comparative research of dynamics of solids content, organic acids and ascorbic acids, soluble sugars, pectin, inulin, bioflavonoids and sugar-acid ratio in tubers 5 varieties of Jerusalem artichoke – Desertny, Kanadsky, Topinsolnechnik, Skorospelka and Anastas. After the 4-month period of storage at low positive temperatures (+2...+4 °C) in vacuum-packed tubers there was established accumulation of free organic acids and pectin (on the 12÷48 and 35÷139% respectively), and strain-specific changes in contents of some other compounds (depending on genotype of plants). It is shown that the lower degree of biochemical transformation in tubers were characteristic fore Kanadsky and Desertny varieties, the highest – for Skorospelka cultivar. At the same time in all without exception varieties of Jerusalem artichoke were revealed 3.1÷8.4 times increases in the levels of the integral nutritional and vitamin C substances of tubers (on set of 8 indicators), the most pronounced in varieties Skorospelka.