

СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕВОДОВ В КЛУБНЯХ ТОПИНАМБУРА, ЗАГОТОВЛЕННЫХ В ТАДЖИКИСТАНЕ И РОССИИ

Ш.С. Рамазони¹, Д.Р. Халифаев¹, докт. фарм. наук, профессор,
Д.М. Попов^{2*}, докт. фарм. наук, профессор, **Ф.С. Шарапов³**, канд. фарм. наук.

¹Таджикский государственный медицинский университет им. Абу Али ибн Сина;
Таджикистан, 734025, Душанбе, ул. Рудаки, д.139

²Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова;
11991, Москва, Трубецкая ул. д.8, стр. 2

³Институт фармации и молекулярной биотехнологии, Гейдельбергский университет
им. Рупрехта и Карла. Германия, 69117, Гейдельберг, Universitä tsplatz

*E-mail: popovdm-niif@mail.ru

Методом прямофазной ВЭЖХ проведен сравнительный анализ качественного состава свободных и общих сахаров в клубнях топинамбура, заготовленных в России и Таджикистане. При анализе свободных сахаров установлено совпадение состава, но выявлено расхождение в их содержании. Российское сырье богаче свободными сахарами; отмечено расхождение в составе общих сахаров (в российском сырье отсутствует манноза), а также в их количественном содержании.

Ключевые слова: топинамбур, *Heliantus tuberosus* L., клубни, углеводы, анализ.

Топинамбур (земляная груша) — *Heliantus tuberosus* L. — многолетнее травянистое растение сем. астровых — *Asteraceae*. Завезено в Европу с американского континента в начале XVII века. В настоящее время топинамбур широко культивируется в мировом земледелии, площадь его посевов составляет около 2,5 млн га. Клубни топинамбура богаты углеводами, в частности инулином. На основе топинамбура разработаны разнообразные диетические продукты для больных сахарным диабетом [2].

Углеводы играют важную роль в жизни растительных и животных организмов, так как являются основными питательными веществами и главным опорным материалом клеток и тканей. Их разделяют на 2 группы — монозы (моносахариды) и полиозы (полисахариды), которые широко применяются в медицине [1, 8]. В последние годы большое внимание уделяется определению углеводов в лекарственном растительном сырье (ЛРС). Установлено

количественное содержание углеводов в листьях и корневищах с корнями валерианы, определены качественный состав и содержание свободных и связанных сахаров в почках черной смородины, в траве звездчатки средней, плодах бархата амурского [3–6].

Работы по определению углеводов в топинамбуре немногочисленны, в основном они посвящены идентификации углеводов с помощью качественных реакций и хроматографии на бумаге и в тонком слое сорбента [7]. Вместе с тем необходимо знать не только качественный состав, но и количественное содержание углеводов, так как сахара способствуют проникновению действующих веществ в клетки организма и усиливают действие препаратов, полученных из топинамбура [1, 8].

Цель настоящего исследования — сравнительный анализ качественного состава и количественного содержания углеводов в клубнях топинамбура, заготовленных в Таджикистане и России.

Экспериментальная часть

Объектом исследования служили клубни топинамбура, заготовленные в августе 2013 г. на территории Таджикистана (Дангаринский район) и России (Московская область), высушенные на открытом воздухе в защищенном от света месте.

Анализ углеводов в клубнях топинамбура проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Свободные сахара определяли по следующей методике: 100 мг измельченного сы-

рья помещали в пробирку с завинчивающейся пробкой, добавляли 1 мл воды, нагревали при температуре 90°C до набухания сырья и экстрагировали углеводы в течение 1 ч при температуре 25°C при встряхивании. Полученное извлечение центрифугировали 10 мин при скорости 14000 об/мин, добавляли активированный уголь, встряхивали и снова центрифугировали 10 мин при той же скорости.

20 мкл супернатанта анализировали методом прямофазной ВЭЖХ на колонке Luna 100-5 NH₂ 4,6×250 мм (5 мм) с подвижной фазой: ацетонитрил – вода (70:30) при скорости потока 1 мл/мин, при комнатной температуре с рефрактометрической детекцией. Отношение пиков и расчет концентраций проводили по внешнему стандарту, содержащему смесь анализируемых углеводов (глюкоза, фруктоза, сахароза) в концентрации 10 г/л.

Для анализа связанных сахаров к 100 мг измельченного сырья добавляли 3 мл 1 М раствора хлористоводородной кислоты и проводили гидролиз при температуре 100°C в течение 2,5 ч. Полученное извлечение центрифугировали 10 мин при скорости 14000 об/мин. К 0,8 мл супернатанта добавляли 7,2 мл воды. 5 мл полученного раствора пропускали через обращенно-фазный концентрирующий патрон (Диакарт C₁₆), отбрасывая первые 3 мл и собирая следующий 1 мл.

К 20 мкл раствора смеси стандартов в концентрации 1 г/л каждого углевода (внешний стандарт) и исследуемого раствора добавляли 20 мкл раствора внутреннего стандарта (раствор глюкозамина) и упаривали на вакуумном центрифужном испарителе типа SpeedVac с подогревом в полипропиленовой пробирке. К высушенной пробе добавляли 20 мкл 0,5 М раствора РМР (1-фенил-3-метил-5-пирозалон) в метиловом спирте и 20 мкл 0,3 М раствора калия гидроксида, тщательно встряхивая на Vortex и термостатировали при температуре 70°C в течение 2 ч. Пробу нейтрализовали 20 мкл 0,3 М раствора хлористоводородной кислоты и дважды экстрагировали избыток экстрагента РМР 50 мкл бензола. Остаток упаривали на SpeedVac с подогревом и растворяли в 500 мкл смеси ацетонитрил – вода (9:1). Полученную смесь анализировали методом капиллярного электрофореза на приборе Applied Biosistem 270Т с УФ-детекцией при длине волны 245 нм и температуре 30°C.

Содержание связанных сахаров определяли с помощью той же программы, что и свободных сахаров, отношение пиков и рас-

четы концентрации углеводов проводили по внутреннему (глюкозамину) и внешнему стандарту – смеси 5 анализируемых углеводов (глюкоза, манноза, ксилоза, галактоза, арабиноза) в концентрации 1 г/л (рис. 1).

Как показали результаты исследования, в клубнях топинамбура свободные сахара представлены фруктозой, глюкозой и сахарозой. Как показал сравнительный анализ содержания углеводов в клубнях топинамбура, заготовленных в России и Таджикистане (рис. 2, табл. 1), они содержат одни и те же свободные сахара – фруктозу, глюкозу и сахарозу, но в разных количествах. Так, в российском сырье больше свободных сахаров. Необходимо отметить, что в обоих видах сырья среди свободных сахаров преобладала сахароза.

Исследование гидролизата при изучении общих сахаров (свободных и связанных) показало, что образцы сырья отличаются по составу сахаров: в тад-

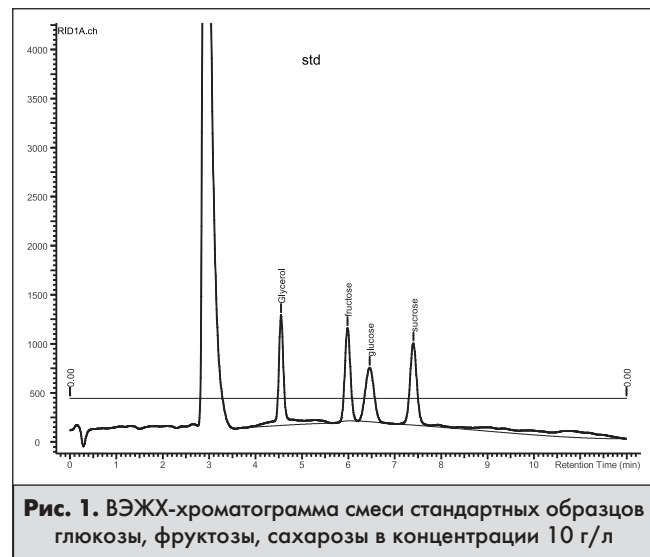


Рис. 1. ВЭЖХ-хроматограмма смеси стандартных образцов глюкозы, фруктозы, сахарозы в концентрации 10 г/л

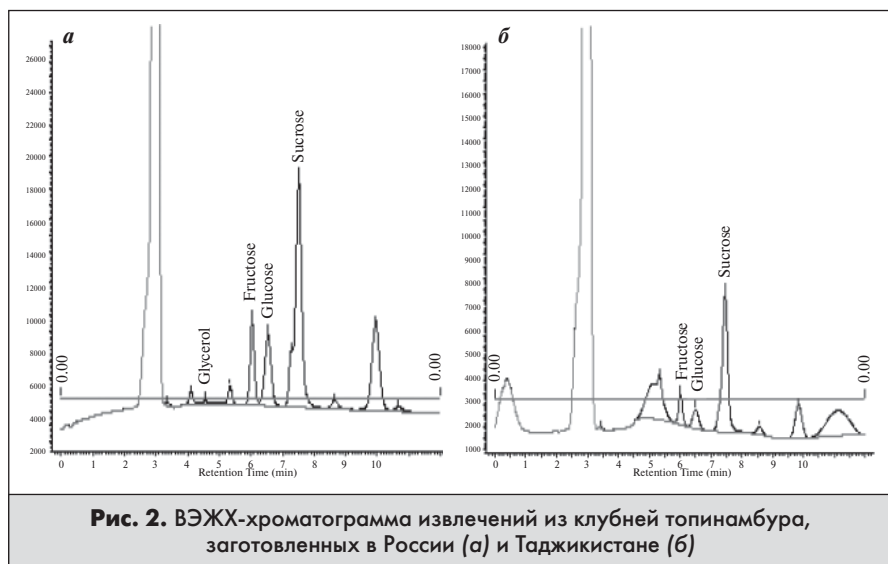


Рис. 2. ВЭЖХ-хроматограмма извлечений из клубней топинамбура, заготовленных в России (а) и Таджикистане (б)

Таблица 1

**СОДЕРЖАНИЕ СВОБОДНЫХ САХАРОВ
В КЛУБНЯХ ТОПИНАМБУРА, ЗАГОТОВЛЕННЫХ
В РОССИИ И ТАДЖИКИСТАНЕ**

Образец №	Содержание сахаров, %		
	фруктоза	глюкоза	сахароза
<i>Клубни топинамбура, Россия</i>			
1	2,21	3,01	7,34
2	2,11	3,13	7,37
3	1,97	2,98	6,88
<i>Клубни топинамбура, Таджикистан</i>			
1	0,51	0,52	3,22
2	0,55	0,57	3,51
3	0,49	0,48	2,99

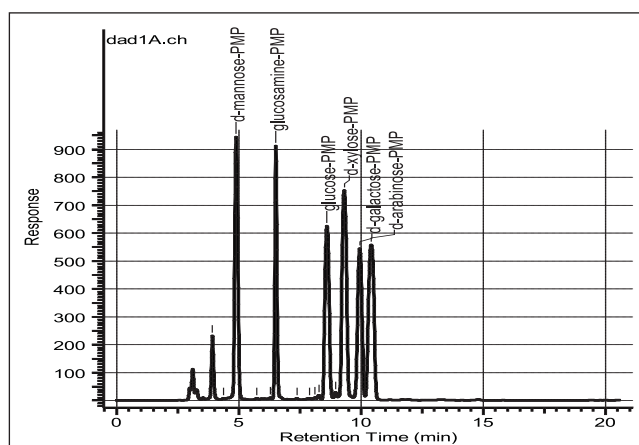


Рис. 3. ВЭЖХ-хроматограмма смеси стандартных образцов маннозы, глюкозы, ксилозы, галактозы, арабинозы с концентрацией 1 г/л

жикском сырье присутствуют манноза, глюкоза, ксилоза, галактоза и арабиноза. В сырье российско-

го происхождения манноза отсутствовала (рис.3, 4, табл. 2). По количественному содержанию углеводов клубни топинамбура, заготовленные в России и Таджикистане, отличаются незначительно, за исключением глюкозы. В российском сырье общее содержание глюкозы колеблется от 5,37 до 5,87%, а в таджикском – от 3,77 до 4,03%.

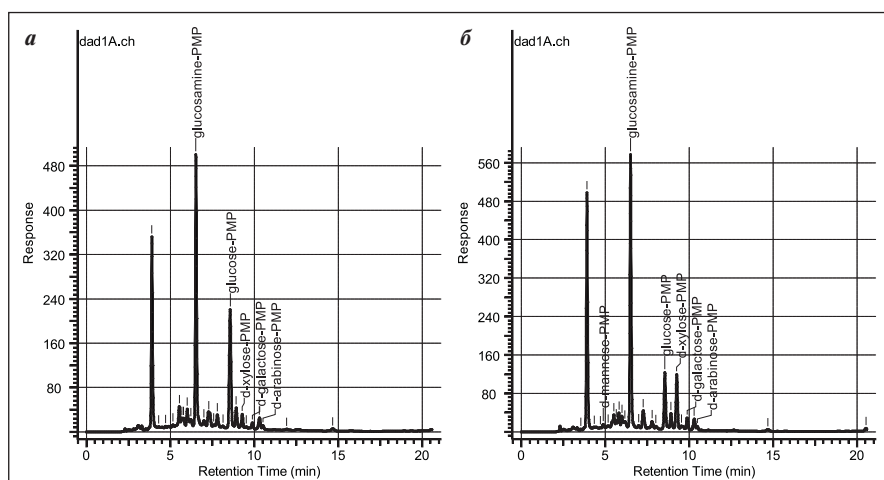


Рис. 4. ВЭЖХ-хроматограммы гидролизата извлечения из клубней топинамбура, заготовленных в России (а) и Таджикистане (б)

Выводы

1. Качественный состав свободных сахаров в клубнях топинамбура, заготовленного в России и Таджикистане, одинаков и представлен фруктозой, глюкозой и сахарозой. Количественное содержание фруктозы в российском сырье больше в 4 раза, глюкозы – в 5 раз, сахарозы – в 2 раза, чем в таджикском сырье.

2. Клубни топинамбура отличаются по качественному составу общих сахаров. В сырье, заготовленном в Таджикистане, углеводы представлены 5 сахарами – маннозой, глюкозой, ксилозой, галактозой и арабинозой. В клубнях топинамбура, заготовленных в России, отсутствует манноза.

3. По количественному содержанию общих сахаров клубни топинамбура, заготовленные в Таджикистане и в России, отличаются незначительно, за исключением общей глюкозы, преобладающей в российском сырье.

Таблица 2

**СОДЕРЖАНИЕ ОБЩИХ САХАРОВ В КЛУБНЯХ ТОПИНАМБУРА,
ЗАГОТОВЛЕННЫХ В РОССИИ И ТАДЖИКИСТАНЕ**

Образец №	Содержание сахаров, %				
	манноза	глюкоза	ксилоза	галактоза	арабиноза
<i>Клубни топинамбура, Россия</i>					
1	—	5,58	0,49	0,35	0,16
2	—	5,87	0,52	0,39	0,18
3	—	5,37	0,45	0,31	0,13
<i>Клубни топинамбура, Таджикистан</i>					
1	0,007	3,01	0,46	0,44	0,15
2	0,003	3,13	0,51	0,47	0,19
3	0,005	2,98	0,43	0,43	0,13

ЛИТЕРАТУРА

1. Крестович В.Л. Биохимия растений. М.: Высшая школа, 1980; 448 (in Russian).
2. Попова Н.В., Литвиненко В.И. Лекарственные растения мировой флоры. Харьков: СПДФЛ, Мосякин В.Н.; 2008: 401.
3. Талашова С.В., Шкробатко П.Ю., Цуркан А.А., Бородин Л.И. Количественное определение углеводов в листьях и корневищах с корнями двух видов валерианы. Современные вопросы теории и практики лекарствоведения. Ярославль, 2007: 321–324.
4. Попова Т.С., Потанина О.Г. Количественное определение углеводов в почках черной смородины. Изыскание и создание природных лекарственных средств. Ярославль, 2009: 237–238.
5. Попов Д.М., Наумов А.В. Качественное и количественное определение углеводов в траве звездчатки средней (мокрицы)

(*Stellaria media* L.). Вестник Пермской государственной академии, 2010; 7: 157–160.

6. Наумова О.А., Попов Д.М. Качественное и количественное определение углеводов в плодах бархата амурского. Вопросы биологической медицинской и фармацевтической химии, 2011; 8: 29–32.
7. Белоусова А.Л. Исследование травы топинамбура и создание лекарственных препаратов на его основе. Дис. канд. фарм. наук. Пятигорск, 2004.
8. Доссон Р., Элиот Д., Элиот У. и др. Справочник биохимика. М.: «Мир»; 1991: 396.

Поступила 23 апреля 2014 г.

LEVELS OF CARBOHYDRATES IN THE TOPINAMBOUR (*Helianthus tuberosus*) TUBERS STORED IN TAJIKISTAN AND RUSSIA

Sh.S. Ramazoni¹, Professor D.R. Khalifaev¹, PhD; Professor D.M. Popov², PhD; F.S. Sharapov³, PhD

¹Abuali ibn Sino Tajik State Medical University; 139, Rudaki St., Dushanbe 734025, Tajikistan

²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University; 8, Trubetskaya St., Build. 2, Moscow 11991, Russia

³Institute of Pharmacy and Molecular Biotechnology, Ruprecht-Karls-Universitet Heidelberg, Universitäl, Heidelberg 69117, Germany

SUMMARY

Topinambour (*Heliantus tuberosus* L.) tubers are rich in carbohydrates, insulin in particular. Different topinambour-based dietary foods are produced for patients with diabetes mellitus. Direct-phase HPLC was used to comparatively analyze the qualitative composition of free and total sugars in the topinambour tubers stored in Russia and Tajikistan.

The qualitative composition of free sugars in the topinambour tubers stored in Russia and Tajikistan is equal and represented by fructose, glucose, and sucrose. The quantity of fructose in the Russian raw material is 4 times more than that in the Tajik one. That of glucose and sucrose in the Russian raw material was 5 and 2 times higher than that in the Tajik one, respectively.

Topinambour tubers differ in the qualitative composition of total sugars. Carbohydrates in the raw material stored in Tajikistan are represented by 5 sugars: mannose, glucose, xylose, galactose, and arabinose. The topinambour tubers stored in Russia lack mannose. The difference in the content of total sugars in the tubers is slight.

Key words: topinambour, *Heliantus tuberosus* L., tubers, carbohydrates, analysis.

REFERENCES

1. Krestovich V. L. Biochemistry of plants. M: Vischaya shkola, 1980; 448 (in Russian).
2. Popova N.V., Litvinenko V.I. Medicinal plants of the world flora. Kharkov: SPDFL, Mocaykin V.N., 2008: 401 (in Ukrainian).
3. Talashova S.V., Shkrobatko P.Yu., Tsurkan A.A., Borodin L.I. Quantitative definition of carbohydrates in leaves and rhizomes with roots of two species of a valerian. Modern questions of the theory and practice of a lekarstvovedeniye. Yaroslavl, 2007: 321–324 (in Russian).
4. Popova T.S., Potanin O. G. Quantitative definition of carbohydrates in kidneys of black currant. Research and creation of natural medicines. Yaroslavl, 2009: 237–238 (in Russian).
5. Popov D.M., Naumov A.V. High-quality and quantitative definition of carbohydrates in a grass of a zvezdchatka of average (wood louse) (*Stellaria media* L.). The messenger of the Perm State academy, 2010; 7: 157–160 (in Russian).
6. Naumova O.A., Popov D.M. Kachestvennoye and quantitative definition of carbohydrates in fruits of a velvet Amur. Voprosy of biological medical and pharmaceutical chemistry, 2011; 8: 29–32.
7. Belousova A.L. Research of a grass of a girasol and creation of medicines on its basis. Thesis the candidate of pharmaceutical sciences. Pyatigorsk, 2004 (in Russian).
8. Dossou P, Eliot D., Eliot U. etc. Directory of the biochemist. M: Mir, 1991: 396 (in Russian).