

Література

1. Бурда Н. С. Вивчення жирнокислотного складу плодів тільдальних грибів / Н. С. Бурда // Укр. журн. клін. та лабор. мед. – 2013. – Том 8, № 1. – С. 256-258.
2. Вивчення жирнокислотного складу сировини *Turphaangustifolia* L. / Є. О. Довгаль, І. Г. Гур'єва, В. С. Кисличенко, І. О. Журавель // Фітотер. – 2016. – № 3. – С. 38-42.
3. Гіль Л. С., Пащковський А. І., Суліма Л. Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч. 2. Відкритий ґрунт / Л. С. Гіль, А. І. Пащковський, Л. Т. Суліма // Навчальний посібник. – Вінниця: Нова Книга, 2008. – 312 С. – С. 247.
4. Процька, В. В. Аналіз жирнокислотного складу сировини хости ланцетовидної / В. В. Процька, О. А. Кисличенко, І. О. Журавель // Sci. Rise: Pharm. Sci. – 2016. – № 2 (2). – С. 24-29.
5. Edelman Marvin. Nutrient Value of Leaf vs. Seed / Marvin Edelman and Monica Colt // Front. Chem. – 2016. – Vol. 4; doi:10.3389/fchem.2016.00032.
6. Hatamjafari F. Study of Antioxidant Activity of *Spinaciaoleracea* L. / F. Hatamjafari, V. M. Tazar // Orient J. Chem. – 2013; 29 (2) – P. 452.
7. Philip C. Calder. Functional Roles of Fatty Acids and Their Effects on Human Health / J. parent. and enteral nutrit. – 2015. – Vol. 39. – P. 18-32.
8. Ramalingum N. The Therapeutic Potential of Medicinal Foods / N. Ramalingum, M. F. Mahomoodally // Adv. Pharmacol. Sci. – 2014. Apr. 17. doi: 10.1155/2014/354264.

Надійшла до редакції 26.08.2017

УДК 615.32:582.661.15

У. В. Гриненко, І. О. Журавель

ВИЗНАЧЕННЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ В НАСІННІ ШПИНАТУ ГОРОДНЬОГО СОРТУ «ФАНТАЗІЯ»

Ключові слова: шпинат городній, жирні кислоти, газова хроматографія.

Методом газової хроматографії було проведено дослідження жирнокислотного складу ліпофільних фракцій насіння шпинату городнього сорту «Фантазія». Встановлено наявність 11 жирних кислот. Серед 10 ідентифікованих кислот 4 – насичені, 6 – ненасичені. У найбільшій кількості в сировині містилася лінолева кислота.

У. В. Гриненко, І. А. Журавель

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА В СЕМЕНАХ ШПИНАТА ОГОРОДНОГО СОРТА «ФАНТАЗИЯ»

Ключевые слова: шпинат огородный, жирные кислоты, газовая хроматография.

Методом газовой хроматографии было проведено изучение жирнокислотного состава липофильных фракций семян шпината огородного сорта «Фантазия». Установлено наличие 11 жирных кислот. Среди 10 идентифицированных кислот 4 – насыщенные жирные кислоты, 6 – ненасыщенные. В наибольшем количестве в сырье содержалась линолевая кислота.

U. V. Grinenko, I. O. Zhuravel

THE STUDY OF FATTYACID OF SPINACH VARIETIES OF "FANTASY"

Keywords: spinach, fattyacids, gaschromatography.

The method of gas chromatography was used to study the fatty acid composition of the lipophilic fractions of spinach seeds variety "Fantasy". Presence of 11 fatty acids. Among the 10 identified acids 4 are saturated, 6 are unsaturated. In the largest amount in the raw material contained linoleic acid.



УДК 613.262-07:641.13

ДОСЛІДЖЕННЯ ФРУКТАНІВ ЯКОНА (*POLYMNIA SONCHIFOLIUS* POEPP. & ENDL.)

■ ¹ С. М. Марчишин, д. фарм. н., проф., зав. каф. фармакогн. з мед. ботан.

² Н. А. Гудзь, викл. сестрин.-фармац. відділ. коледжу

³ Л. Т. Міщенко, проф., пров. наук. співроб. ННЦ «Інститут біології»

■ ¹ ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет ім. І. Я. Горбачевського МОЗ України»

² Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

³ Київський національний університет ім. Тараса Шевченка

Якон (*Polymnia sonchifolius* Poepp. & Endl.) – трав'яниста багаторічна рослина родини айстрові (*Asteraceae*) з великими кореневищами, від яких відходять численні тонкі в період відростання корені. У міру зростання рослини корені товщають, набувають веретеноподібної, грушоподібної, овальної форми і перетворюються у кореневі бульби, діаметр яких досягає до 10 см, довжина – до

40 см, вага – до 800-900 г. Згідно джерел літератури, кореневі бульби якона містять інулін (до 20 %), фруктозу, фруктани, у великій кількості калій, фосфор [6].

Кореневі бульби якона рекомендують використовувати при захворюваннях, які пов'язані з порушеннями обміну речовин: при цукровому діабеті, ожирінні, атеросклерозі [8, 12]. Головною цінністю кореневих бульб якона

як джерела біологічно активних речовин є те, що вони у своєму складі містять інулін та інші фруктани. На початку ХХІ тисячоліття якон інтродуковано в Україні [4, 5].

Фруктани, в тому числі інулін, рекомендують для лікування та профілактики багатьох захворювань. Вони покращують функціональний стан організму, зменшуючи ризик остеопорозу (збільшують абсорбцію кальцію) та атеросклерозу (зменшують синтез тригліцеридів та рівень холестерину у плазмі), знімають закрепи [11]. Фруктани є пробіотиками, що стимулюють імунну систему організму шляхом позитивного впливу на мікрофлору кишечника. Вживання інуліну підвищує кількість біфідобактерій у кишечнику, знижує кількість ентеропатогенних бактерій [7]. Інулін нормалізує вуглеводний обмін, регулює обмін ліпідів, тим самим нормалізуючи рівень глюкози у крові. Його рекомендують у лікувально-профілактичному харчуванні при цукровому діабеті [6, 12].

Беручи до уваги, що у джерелах наукової літератури недостатньо відомостей про хімічний склад якона, **метою** наших досліджень було визначити вміст фруктанів, у тому числі інуліну у досліджуваній сировині – листках і кореневих бульбах рослини.

Матеріали та методи дослідження

Матеріалами дослідження були листки, коренебульби та кора коренебульб якона.

Сировина запропонована проф. Міщенко Л. Т. – провідним науковим співробітником ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Для експериментальних досліджень використовували листки і кореневі бульби врожаю 2014 року.

Ідентифікація інуліну проведена у листках і свіжих кореневих бульбах за реакцією Молліша (з α -нафтолом і концентрованою кислотою сульфатною) – поява бурого-фіолетового забарвлення – свідчила про наявність інуліну у досліджуваних об'єктах.

Кількісний вміст інуліну (за різницею загальної кількості фруктози після ензимного гідролізу, фруктози у вільному стані та фруктози, отриманої із сахарози) визначали за допомогою газової мас-спектрометрії – Agilent 6890N/5973inert (Agilent Technologies, USA) у перерахунку на внутрішній стандарт D-арабінозу. З використанням капілярної колонки HP-5ms (30 m \times 0,25 mm \times 0,25 μ m, Agilent Technologies, USA), при температурі випаровувача 250 $^{\circ}$ C та інтерфейса 280 $^{\circ}$ C. Розділення проводили в режимі програмування температури – початкову температуру 160 $^{\circ}$ C витримували впродовж 8 хв, піднімали з градієнтом 5 $^{\circ}$ C/хв. до 240 $^{\circ}$ C. Кінцеву температуру витримували впродовж 6 хв. Пробу об'ємом 1 мкл, вводили в режимі поділу потоку 1:50. Детектування проводили в режимі SCAN у діапазоні (38-400 m/z). Швидкість потоку газу носія через колонку 1,2 мл/хв. Ідентифікацію проводили за часом утримання стандартів моносахаридів та з використання бібліотеки мас-спектрів NIST 02.

Екстракцію 300 мг подрібненої сировини здійснювали у 130 мл 0,1 М ацетатно-буферного розчину рН 4,5 та з додаванням 5 мл внутрішнього стандарту (120 мг/мл). Пробу вміщували в ультразвукову баню на 4 год. при 80 $^{\circ}$ C. Після екстракції розчин охолоджували до 60 $^{\circ}$ C. При цій температурі додавали 100 мкл ферменту "Fructozyme" і витримували при 60 $^{\circ}$ C 30 хв. Після охолодження розчин переносили у мірну колбу на 200 мл. Для осадження протеїнів використовували реагенти Карез 1 та Карез 2 по 3 мл кожний, розчин доводили до мітки водою очищеною Р. Для повного осадження білків колбу залишали на 2 год., після чого екстракт відфільтровували.

Паралельно за цих же умов, але без додавання фруктозним ензиму, визначали вміст вільної фруктози у зразку та вміст фруктози, яка вивільняється із дисахариду – сахарози [10, 13].

Кількісний вміст інуліну розраховували за формулою

$$X \text{ (мг/г)} = [A \times (F_1 - F_2 - F_3)] / P, \quad (1)$$

де F_1 – концентрація загальної фруктози після ензим-

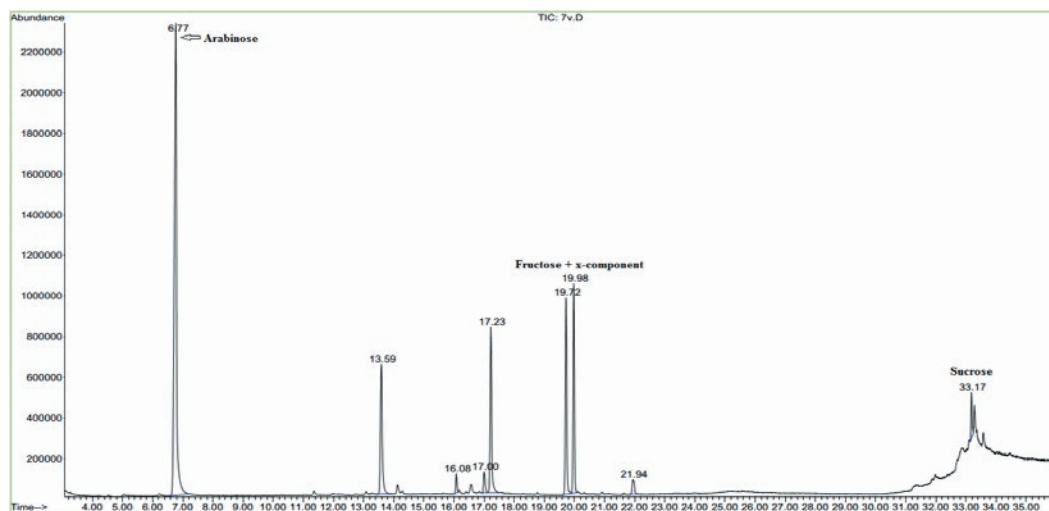


Рис. 1. Хроматограма вільної фруктози та сахарози кори коренебульб якона

ного гідролізу (мг/г);

F_2 – концентрація вільної фруктози (мг/г);

F_3 – концентрація фруктози, вивільненої із сахарози ($F_3 = S/B$, де S – концентрація сахарози, B – емпіричний фактор конверсії фруктози відносно сахарози (2,13);

A – емпіричний фактор конверсії фруктози відносно інуліну (1,03);

P – маса наважки (мг).

Емпіричний фактор конверсії фруктози відносно інуліну та сахарози (фактор конверсії інуліну у фруктозу та сахарози у фруктозу) визначено шляхом послідовної обробки проб різними кількостями ферменту.

Кількісне визначення суми фруктанів проводили спектрофотометричним методом на спектрофотометрі Lambda 25 Perkin Elmer [3].

Для цього 1,00 г досліджуваної подрібненої сировини,

поміщали у круглодонну колбу місткістю 250 мл, заливали 100 мл води очищеної P , під'єднували колбу до зворотнього холодильника і нагрівали на киплячій водяній бані протягом 60 хв. Охолоджену витяжку фільтрували через складчастий паперовий фільтр у мірну колбу місткістю 100 мл і доводили до мітки водою очищеною P .

2 мл витяжки поміщали у колбу місткістю 100 мл, додавали 50 мл 5 % розчину кислоти хлоридної, під'єднували колбу до зворотнього холодильника і гідролізували 2 год. на киплячій водяній бані. 2 мл охолодженого гідролізату переносили до мірної колби місткістю 50 мл і доводили до мітки 5 % розчином кислоти хлоридної. Вимірювали оптичну густину розчину на спектрофотометрі Lambda 25 Perkin Elmer при довжині хвилі 285 нм. Як розчин порівняння використовували розчин, який містив 2 мл розчину водної витяжки до гідролізу, доведений до мітки 50 мл 5 % розчином

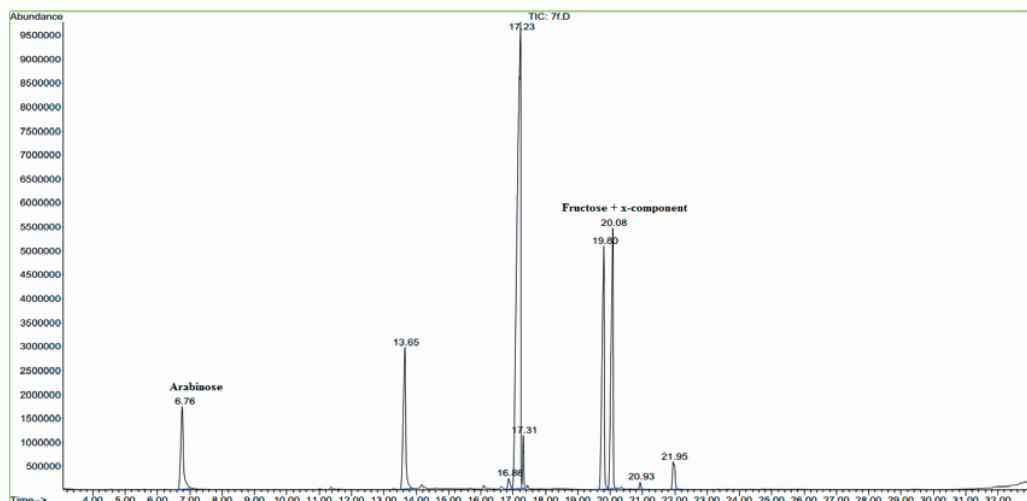


Рис. 2. Хроматограма загального вмісту фруктози (після ферментації цукрів) кори коренебульб якона

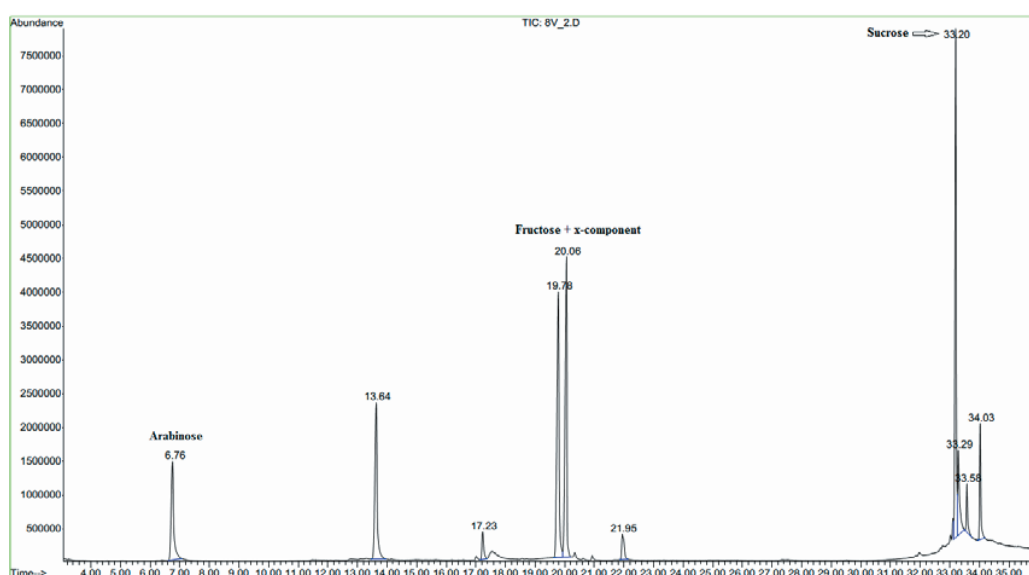


Рис. 3. Хроматограма вільної фруктози та сахарози у корневих бульбах якона

кислоти хлоридної.

Вміст суми фруктанів (%) у сировині в перерахунку на фруктозу обчислювали за формулою 2, з використанням питомого показника поглинання 5-гідрометоксиметилфурфуролу:

$$X = \frac{D \times 100 \times 50 \times 50}{E \times 2 \times 2 \times m}, \quad (2)$$

де X – кількісний вміст суми фруктанів, %;

D – оптична густина досліджуваного розчину;

100 – об'єм мірної колби, використаної для збору витяжки, мл;

$50, 50$ – об'єм мірних колб, використаних для розведення й аналізу, мл;

E – питомий показник поглинання 5-гідроксиметилфурфуролу при довжині хвилі 285 нм;

$2, 2$ – об'єми витяжок, взятих для розведення й

аналізу, мл;

m – точна наважка сировини, г.

В основі даної методики лежить спектрофотометричне визначення продуктів кислотної трансформації фруктози, засноване на здатності цукрів (фруктози, сахарози) при нагріванні з концентрованими кислотами утворювати продукти – похідні фурфуролу, які мають поглинання в області 200-380 нм.

Встановлено, що максимальна кількість 5-гідроксиметилфурфуролу утворюється через 2 год. після початку гідролізу, а максимум поглинання для 5-гідроксиметилфурфуролу відзначається при 285 нм [3].

Результати дослідження та їх обговорення

Якісний аналіз показав наявність інуліну у корених бульбах та листках якона.

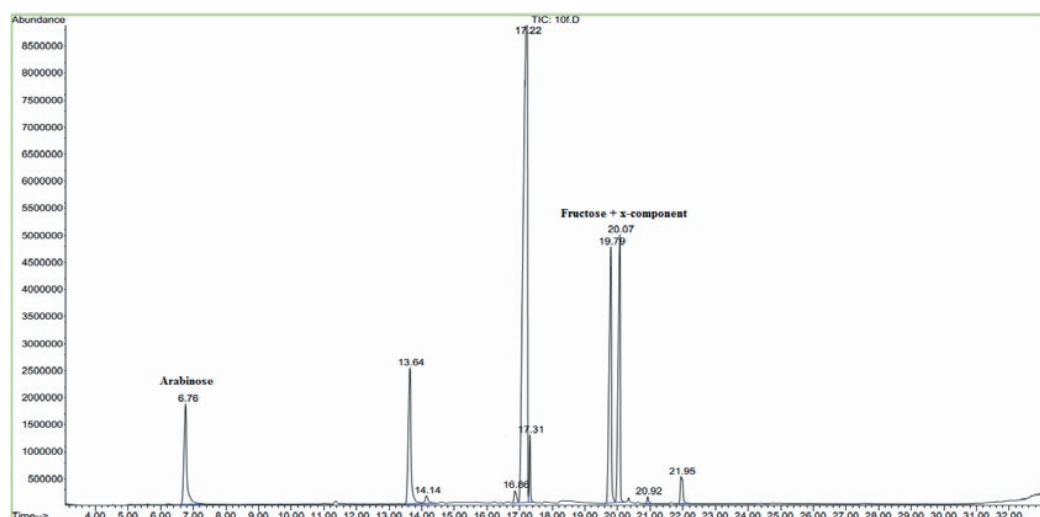


Рис. 4. Хроматограма загального вмісту фруктози (після ферментації цукрів) у корених бульбах якона

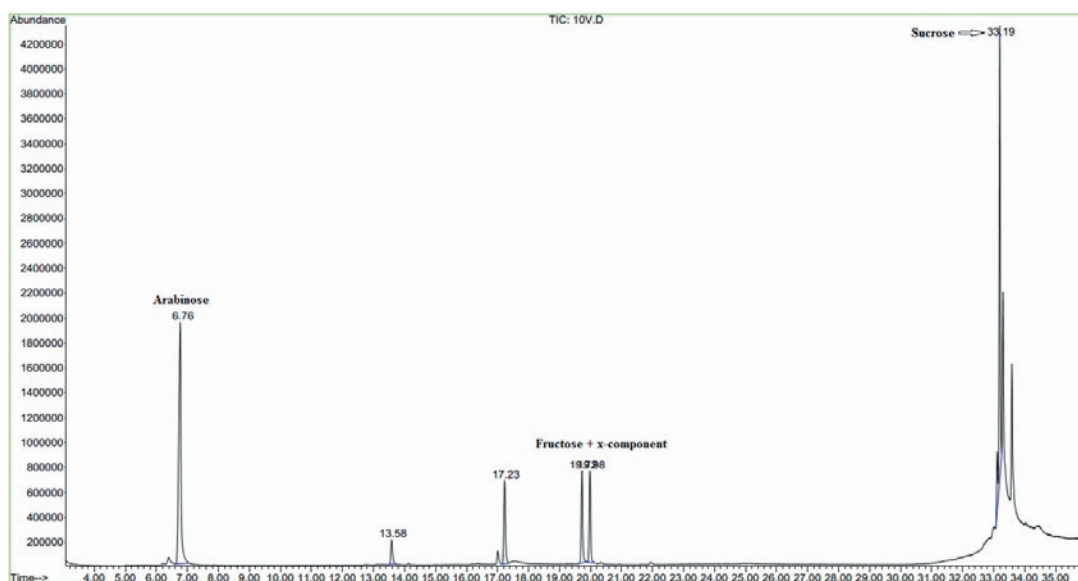


Рис. 5. Хроматограма вільної фруктози та сахарози у бульбах топінамбура

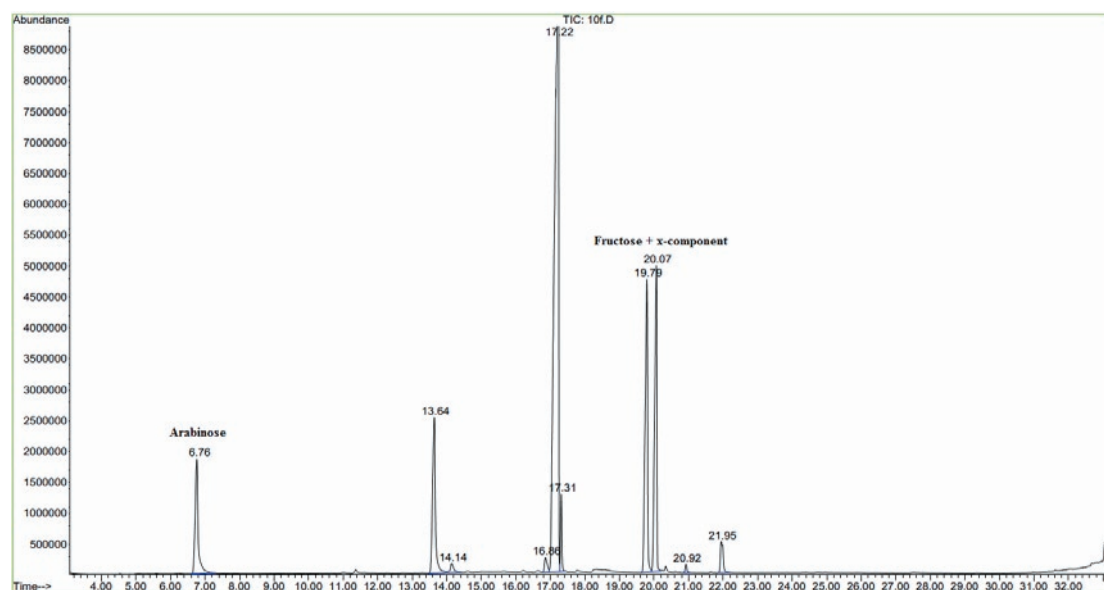


Рис. 6. Хроматограма загального вмісту фруктози (після ферментації цукрів) у бульбах топінамбура

Методом газової мас-спектрометрії встановлено, що у корі коренебульб та у коренебульбах якона міститься 47,17 мг/г та 46,28 мг/г інуліну відповідно (рис. 1-4). У порівнянні із бульбами топінамбура, який сьогодні вважають основним джерелом інуліну [1, 2], кількість інуліну у підземних органах якона була вища у 1,7 рази. Кількісний вміст інуліну у бульбах топінамбура становив 27,42 мг/г (рис. 5-6).

У листках якона виявлено дещо меншу кількість інуліну – 10,67 мг/г.

Кількісний вміст суми фруктанів у листках, корене-

вих бульбах та корі корневих бульб якона, який визначали спектрофотометричним методом, представлено у таблиці.

Результати спектрофотометричного визначення вмісту фруктанів у досліджуваних об'єктах якона, показали, що найбільше накопичується даних біологічно активних речовин у корі корневих бульб якона, що становить 61,18 %.

Таким чином, зважаючи на те, що листки і кореневі бульби якона містять значну кількість інуліну та інших фруктанів, вони є цінним харчовим продуктом,

Таблиця

Метрологічна характеристика результатів кількісного вмісту фруктанів у листках, корневих бульбах та корі корневих бульб якона

m	f	X_i	$X_{\text{сеп.}}$	S^2	$S_{\text{сеп.}}$	P	t (P, f)	Кількісний вміст, %	ε , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
листки якона									
5	4	31,506	31,4964	0,00027830	0,0075	0,95	2,78	31,496±0,02	0,066
		31,506							
		31,504							
		31,467							
		31,499							
кореневі бульби якона									
5	4	51,015	51,0148	0,0000152	0,0017	0,95	2,78	51,014±0,004	0,010
		51,015							
		51,012							
		51,021							
		51,011							
кора корених бульб якона									
5	4	61,191	61,1818	0,00005120	0,0032	0,95	2,78	61,181±0,008	0,015
		61,187							
		61,175							
		61,181							
		61,175							

який доцільно вживати при порушенні метаболічних процесів, зокрема: інсулінорезистентності, ожирінні, атеросклерозі, гіперліпідемії [9].

Висновки

1. Реакцією Моліша встановлено наявність інуліну у кореневих бульбах і листках якона.
2. Методом газової мас-спектрометрії встановлено кількісний вміст інуліну у кореневих бульбах і

корі корневих бульб якона – 46,28 мг/г і 47,17 мг/г відповідно. У листках якона вміст інуліну становив 10,67 мг/г.

3. Спектрофотометричним методом у листках, кореневих бульбах і корі корневих бульб якона визначено сумарний вміст фруктанів. Встановлено, що найбільше фруктанів накопичується у корі корневих бульб (61,18 %).

Література

1. Антонюк В. О. Комплексне використання бульб топінамбура (*Helianthus tuberosus* L.): очищення інуліну, фруктози та манозоспецифічного лектину / В. О. Антонюк // Фармац. журн. – 2014. – № 3. – С. 50-60.
2. Инулин из топинамбура: биосинтез, структура, свойства, применение / В. Н. Леонтьев, В. В. Туток, Д. А. Дубарь [и др.] // Труды БГУ. – 2014. – 9, ч. 1. – С. 180-185.
3. Литвиненко В. І., Трубіков О. О., Оккерт І. Л., Попова Н. В. Стандартизація рослинної сировини, що містить глюкофруктани // Фармац. журн. – 2001. – № 3. – С. 87-91.
4. Новий перспективний інтродуцент якон (*Smallanthus sonchifolia* (Poepp. et Endl.) H. Robinson) для лікарського рослинництва в Україні / А. В. Даценко, В. В. Новожилов, Л. А. Глуценко [та ін.] // Агрокол. журн. – 2-16. – № 2. – С. 39-46.
5. Якон: технологія вирощування, збирання та зберігання посадкового матеріалу (*Polymnia sonchifolia* Poepp. & Endl.): науково-методичні рекомендації / упорядники Л. Т. Мищенко, А. А. Дуніч, А. В. Даценко [та ін.]. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2012. – 27 с.
6. Judprasong K. Investigation of Thai plants for potential sources of inulin-type fructans / K. Judprasong, S. Tanjor, P. Puwastien, P. Sungpuag // J. food composit. and anal. – 2011. – Vol. 24. – 642-649.
7. Kelly G. Inulin-type prebiotics-a review: part 1 // Altern. Med. Rev. – 2008. – Vol. 13, № 4. – P. 315-329.
8. Miura T. Antidiabetic activity of *Fuscoporia oblique* and *Smallanthus sonchifolius* in genetically type 2 diabetic mice / T. Miura // J. Tradit. Med. (Japan). – 2007. – 24 (2). – P. 47-50.
9. On the Presence of Inulin and Oligofructose as Natural Ingredients in the Western Diet. / J. V. Loo, P. Coussement, L. de Leenheer [et al.] // Critic. Rev. Food Sci. e and Nutrit. – 1995. – Vol. 35, № 6. – P. 525-552.
10. Quantification of inulin content in selected accessions of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) / J. Brkljaca, M. Bodroza-Solarov, J. Krulj [et al.] // Helia. – 2014. – Vol. 37 (60). – P. 105-112.
11. Seminario J. El yacyn: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio / J. Seminario, M. Valderrama, I. Manrique. – International Potato Center, Universidad Nacional de Cajamarca, Swiss Agency for Development and Cooperation, Lima, Perú. – 2003. – 60 p.
12. Studies on the Anti-diabetic Constituents of the Leaves of *Smallanthus sonchifolius* (Yacon) / D. Q. Dou, T. G. Kang, Y. K. Qiu, F. Tian // Planta Med. – 2008. – 74. – P. 71.
13. Vendrell-Pascuas S. Determination of inulin in meat products by high-performance liquid chromatography with refractive index detection. / S. Vendrell-Pascuas, A. I. Castellote-Bargallo, M. C. Lopez-Sabater // J. Chromatography A. – 2000. – Vol 881. – P. 591-597.

Надійшла до редакції 15.07.2017

УДК 613.262-07:641.13

С. М. Марчишин, Н. А. Гудзь, Л. Т. Мищенко

ДОСЛІДЖЕННЯ ФРУКТАНІВ ЯКОНА (*POLYMNIA SONCHIFOLIUS* POEPP. & ENDL.)

Ключові слова: якон, інулін, фруктани, кореневі бульби, листки, спектрофотометрія, газова мас-спектрометрія

Реакцією Моліша встановлено наявність інуліну у листках і кореневих бульбах якона. Методом газової мас-спектрометрії визначено кількісний вміст інуліну в листках, кореневих бульбах і корі корневих бульб якона. Спектрофотометричним методом у досліджуваних об'єктах визначено сумарний вміст фруктанів. Найбільший вміст фруктанів встановлено у корі корневих бульб (61,18 %).

С. М. Марчишин, Н. А. Гудзь, Л. Т. Мищенко

ИССЛЕДОВАНИЕ ФРУКТАНОВ ЯКОНА (*POLYMNIA SONCHIFOLIUS* POEPP. & ENDL.)

Ключевые слова: якон, инулин, фруктаны, корневые клубни, листья, спектрофотометрия, газовая масс-спектрометрия

Реакцией Молиша установлено наличие инулина в листьях и корневых клубнях якона. Методом газовой масс-спектрометрии определено количественное содержание инулина в листьях, корневых клубнях

и коре корневых клубней якона. Спектрофотометрическим методом в исследуемых объектах определено суммарное содержание фруктанов. Наибольшее содержание фруктанов установлено в коре корневых клубней (61,18 %).

S. M. Marchyshyn, N. A. Gudzy, L. T. Mishchenko

INVESTIGATION OF FRUCTANS OF *POLYMNIA SONCHIFOLIUS* POEPP. & ENDL.

Keywords: Polymnia sonchifolius, inulin, fructans, root tubers, leaves, spectrophotometry, gas mass spectrometry.

It was established the presence of inulin in the leaves and roots tubers of *Polymnia sonchifolius* by the Molish reaction. It was determined the quantitative content of inulin in the leaves, root tubers and cortex of the roots tubers of *Polymnia sonchifolius* by gas mass spectrometry. By spectrophotometric method was determined the total content of fructans in the investigated objects. The highest content of fructans was found in the cortex of the roots tubers of *Polymnia sonchifolius* (61.18 %).

