

**Ганна РУДАВСЬКА,
Ірина ХАХАЛЄВА,
Надія ЧИКУН**

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЗА ВМІСТОМ ІНУЛІНУ СУХИХ РОЗЧИННИХ НАПОЇВ ІЗ ЦИКОРІЮ

Наведено результати досліджень кількісного вмісту інуліну в сухих розчинних напоях із цикорію, представлених на ринку України. Виявлено інформаційну фальсифікацію сухих розчинних напоїв із цикорію виробниками. Запропоновано введення показника кольоровості для характеристики якості досліджуваних напоїв. Установлено зв'язок між кольоровістю, вмістом інуліну та активною кислотністю напою із цикорію.

Ключові слова: фальсифікація, сухі розчинні напої з цикорію, інулін, кольоровість, активна кислотність (рН), фотоколориметричний метод.

Рудавская А., Хахалева И., Чикун Н. Идентификация по содержанию инулина сухих растворимых напитков из цикория. Приведены результаты исследования количественного содержания инулина в сухих растворимых напитках из цикория, представленных на рынке Украины. Обнаружена информационная фальсификация сухих растворимых напитков из цикория производителями. Предложено введение показателя цветности для характеристики качества исследуемых напитков. Установлена связь между цветностью, содержанием инулина и активной кислотностью напитка из цикория.

Ключевые слова: фальсификация, сухие растворимые напитки из цикория, инулин, цветность, активная кислотность (рН), фотоколориметрический метод.

Постановка проблеми. Серед факторів, які впливають на здоров'я людини, визначальними є її спосіб життя та харчування [1]. Здорове харчування передбачає збалансоване надходження до організму білків, жирів, вуглеводів, а також води. Добове споживання напоїв людиною середньостатистичної статури повинно становити 1.8–2.4 літра [2]. Значення рідини в процесі обміну речовин в організмі людини дуже велике – вода є розчинником шкідливих речовин, які виводяться з організму, та поживних, які розносяться за допомогою крові в усі клітини та органи людини. Споживання рідини людиною не може бути скорочено без шкоди для здоров'я.

Останнім часом спостерігається загальносвітова тенденція до збільшення виробництва та споживання сухих розчинних напоїв [3]. Зростання частки напоїв оздоровчого спрямування, в складі яких наявні або додатково введені фізіологічно-функціональні інгредієнти, прямо пов'язано з актуальними завданнями ідентифікації продукції та зміцнення здоров'я населення [4]. Саме такими є напої на основі цикорію.

Цикорій звичайний (*Cichorium intybus L.*) відомий людям із давніх давен як рослина, всі частини якої (корені, стебла, листя) використовуються як засоби народної медицини та харчові продукти. Багатий хімічний склад надає цикорію переваги перед іншими інуліноносцями [5]. Основним біологічно активним компонентом цикорію є інулін (до 35%), який відноситься до класу фруктанів, має високу біологічну активність і специфічну дію на організм людини. Молекула інуліну є поліфруктозидним ланцюгом, в якому залишки фруктози з'єднані β -(2 \rightarrow 1)-глікозидними зв'язками. Інулін гігроскопічний, легко розчинний в гарячій воді й важко – в холодній. [6]. Доведено гіпоглікемічну та гіпохолестеричну дію інуліну. Він не засвоюється у верхніх відділах шлунково-кишкового тракту, а сприяє нормалізації травної системи, поліпшенню метаболізму, виступаючи пребіотиком. Припускають наявність в інуліні антигенної активності, що означає можливість використання його для одержання антитіл різної специфічності. Сучасні дослідження вказують, що інулін має імуномодельючі та антистресові властивості [7].

Саме завдяки поєднанню відмінних органолептичних властивостей і комплексу цінних біологічно активних сполук цикорій став перспективною сировиною для виробництва сухих розчинних напоїв. Проте досить часто споживач стикається з фальсифікацією останніх.

Фальсифікація якості здійснюється шляхом заміни частки дорогого цикорію дешевими злаковими культурами; інформаційна фальсифікація – неправильним зазначенням вмісту інуліну та назви при маркуванні. Слід замінити назву "Цикорій" на "Сухий розчинний напій з цикорію". Незважаючи на велику ємність ринку сухих розчинних напоїв, в Україні не запроваджено окремого нормативного документа саме для напоїв із цикорію.

Діючі державні стандарти [8; 9] на такий вид харчових продуктів не передбачають нормування вмісту інуліну, і, відповідно, в них відсутня методика його визначення. Інулін є біополімером, тому окреслення його вмісту потребує значних затрат реактивів і часу. Розробці ефективних способів його визначення присвячено наукові праці таких вчених, як Р. І. Грушецький [10], В. О. Борисюк та ін. [11], Х. М. Починок [12], R. G. Kulka [13], І. Г. Гриненко [14] та ін. Окреслення вмісту інуліну в рослинній сировині проводилося зазначеними вище авторами методами паперової, газової, рідинної хроматографії, фотометричним і колориметричним методами, перманганатним і методом Бертрана. Метод гель-рідинної хроматографії високого тиску є найточнішим, проте недолік його – висока собівартість і складність обладнання. Усі зазначені методи громіздкі, а тому малопридатні для масових аналізів. Саме тому актуальною є модифікація існуючих методик кількісного визначення вмісту інуліну, що особливо важливо при ідентифікації сухих розчинних напоїв із цикорію та виборі постачальника основної сировини для таких напоїв антистресової дії.

Мета роботи – ідентифікація та порівняльний аналіз кількісного вмісту інуліну в сухих розчинних напоях із цикорію різних виробників.

Матеріали та методи. Об'єкт дослідження – сухі розчинні напої з цикорію чотирьох виробників, представлених на вітчизняному ринку торговими марками *Chikoroff* (ТОВ "НоваПродукт", РФ), *Chicory World* (ТОВ "Славутський цикорієсушильний завод", Україна), *Favorite Foods* (ТОВ НВП "Джерело", Україна), *Галка* (ТЗОВ "Верховина", Україна). Напої розфасовано по 100 г у споживчу тару – пакети з поліетилену, металізованого алюмінієвою фольгою. На маркуванні пакету вказано вміст вуглеводів, харчових волокон та інуліну (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст вуглеводів у сухих розчинних напоях із цикорію за маркуванням

Торгова марка	Вуглеводи, г/100 г	Харчові волокна, %	
		усього	інулін
<i>Chikoroff</i>	55.4	40	38.8
<i>Chicory World</i>	81.2	Не вказано	50.0
<i>Favorite Foods</i>	45.0	20	до 60.0
<i>Галка</i>	58.5	Не вказано	32.0

Зазначений вміст інуліну в сухих розчинних напоях із цикорію ТМ *Favorite Foods* викликає підозру щодо інформаційної фальсифікації продукту, оскільки вказаний вміст інуліну перевищує відмічений вміст вуглеводів. Для того щоб підтвердити або спростувати підозру, використано модифіковану методику визначення вмісту інуліну, який належить до легкорозчинних, резервних полісахаридів, продуктами гідролізу яких є фруктоза. Макромолекула легко гідролізується мінеральними кислотами, що обумовлено фуранозною формою фруктози. При повному кислотному гідролізі полісахариду утворюється 94–97 % фруктози та 3–6 % глюкози [6].

Гідроліз інуліну до фруктози проведено протягом трьох годин за температури 100 °С з концентрованою хлоридною кислотою з подальшою нейтралізацією її 30 %-ним розчином гідроксиду натрію в присутності метилоранжу [11]. Оптичну густину розчину виміряно на спектрофотометрі при довжині хвилі 440 нм.

Фотометричне визначення відновлювальних сахаридів ґрунтувалося на їх здатності відновлювати в лужному середовищі калій гексаціаноферат (III) $K_3[Fe(CN)_6]$ (заліzosинеродистий калій) до калій гексаціаноферату (II) $K_4[Fe(CN)_6]$. Вміст цукру можна визначити за кількістю гексаціаноферату (II), що виділився в результаті реакції, або за кількістю непрореагованого калій гексаціаноферату (III), якщо останній додавався в надлишку. Поглинання обумовлене надлишком $K_3[Fe(CN)_6]$, що не прореагував з фруктозою. Окреслення вмісту

фруктози в розчині з невідомою концентрацією знайдено за калі-брувальним графіком, побудову якого проведено в координатах "оптична густина – концентрація фруктози" за результатами вимірів стандартного розчину інуліну різних концентрацій [6; 15].

Кольоровість напою визначено за оптичною густиною на спектрофотометрі СФ-101, рН – потенціометричним методом [16]. Дослідження проведено у відновлених напоях із цикорію 10 %-ної концентрації. Повторюваність дослідів – п'ятикратна. Математико-статистичну обробку результатів проведено на ЕОМ у середовищі MS Excel. Достовірність відхилення результатів – не більше 0.05 %.

Результати дослідження. На споживчій тарі сухих розчинних напоїв із цикорію, окрім маркування, встановленого НД [7; 8], зазначено й особливо підкреслено вміст інуліну, а деякі виробники вказали також вміст харчових волокон у продукті. Номінальний і фактичний (згідно з результатами досліджень) вміст інуліну в досліджуваних сухих розчинних напоях із цикорію наведено в *табл. 2*.

Таблиця 2

Вміст інуліну в сухих розчинних напоях із цикорію, г/100 г

Торгова марка	Вміст інуліну		Різниця між фактичним вмістом і даними маркування
	за маркуванням	фактично	
<i>Chikoroff</i>	38.8	18.0	13.3
<i>Chicory World</i>	50	31.5	18.5
<i>Favorite Foods</i>	60	22.4	37.6
<i>Галка</i>	32	18.7	20.8

Найвищий вміст інуліну в напої ТМ *Chicory World* – в 1.4–1.8 раза більше за інші зразки. Отримані результати свідчать, що різниця між фактичним вмістом інуліну та даними маркування суттєва і становить від 13.3 до в 37.6 % у бік завищення. Дані результати можуть свідчити про інформаційну фальсифікацію.

У *табл. 3* представлено результати фізико-хімічних показників досліджуваних напоїв із цикорію.

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники сухих розчинних напоїв із цикорію

Показник	Торгова марка			
	<i>Chikoroff</i>	<i>Chicory World</i>	<i>Favorite Foods</i>	<i>Галка</i>
Вміст інуліну, %:	18.0	31.5	22.4	18.7
Кольоровість за оптичною густиною	1.76	0.84	1.38	2.04
рН	4.80	5.10	4.95	4.50

Аналізуючи дані *табл. 3*, встановлено зв'язок між вмістом інуліну, кольоровістю та активною кислотністю: чим нижче вміст інуліну, тим вище значення кольоровості (інтенсивніше забарвлення) та нижча кислотність. Це можна пояснити тим, що на кожному етапі виробництва (обсмажування кореня цикорію, отриманні екстракту, його концентруванні та висушуванні) проходить процес карамелізації цукрів. Остання відбувається при нагріванні вуглеводів у присутності невеликої кількості кислот, лугів чи деяких солей. При цьому проходить частковий гідроліз інуліну до фруктози, перетворення фруктози в продукти карамелізації, які надають готовому напою характерне темно-коричневе забарвлення [6]. Для характеристики інтенсивності забарвлення запропоновано ввести до нормативного документу показник кольоровості напою, який свідчить про глибину процесу карамелізації. Між вмістом інуліну та кольоровістю існує обернено пропорційна залежність з коефіцієнтом кореляції $r = -0.95$, що говорить про тісний зворотний зв'язок між показниками. Отже, інтенсивний темно-кавовий колір готового напою вказує на глибоку карамелізацію і свідчить про те, що вміст інуліну в ньому менший, порівняно із напоєм світлішого забарвлення.

Процес обсмажування впливає не лише на колір продукту. При обсмажуванні коренів цикорію з вуглеводів і білків утворюються меланоїдини та цикоріоль. Останній – це летка речовина, яка надає характерного кавового аромату та містить у своєму складі оцтову й валеріанову кислоти та інші речовини. Утворення цикоріюлю свідчить про збільшення вмісту кислот із підвищеним ступенем дисоціації в готовому продукті, що прямо впливає на значення активної кислотності (pH) [17]. Прямо пропорційна залежність між вмістом інуліну та активною кислотністю сухих розчинних напоїв із цикорію ($r = 0.79$) уможливорює констатувати, що напої з меншим вмістом інуліну мають нижчу активну кислотність. Найвищий показник активної кислотності 5.1 має продукція ТМ *Chicory World*, що, відповідно, корелює з найбільшим вмістом у ній інуліну (31.5 %).

Висновки. Проведено ідентифікацію сухих розчинних напоїв із цикорію за вмістом інуліну, за якою виявлено інформаційну фальсифікацію виробників.

Виявлено зв'язок між вмістом інуліну, активною кислотністю та кольоровістю напоїв: чим нижчий вміст інуліну, тим вище значення кольоровості ($r = -0.95$).

Для попередження інформаційної фальсифікації сухих розчинних напоїв із цикорію необхідно розробити та затвердити у встановленому порядку нормативний документ, в якому буде регламентовано вміст інуліну, введено показник кольоровості, а в маркуванні зазначено не тільки виробник продукту, а й постачальник сировини та фасувальник готової продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Раціональне харчування як невід'ємна складова формування здорового способу життя студентів* / [О. А. Дуло, К. П. Мелега, М. І. Кручаниця, І. С. Калабішка] : матеріали міжнар. міждисциплінарної наук.-практ. конф. ["Сучасні аспекти збереження здоров'я людини"], (с. Солочин, Свалявський р-н, 17–18 квіт. 2015 р.). — К. : Центр учбової літ-ри, 2015. — С. 68—71.
2. *Зуев Е. Т. Функциональные напитки: их место в концепции здорового питания* / Е. Т. Зуев // Пищевая пром-сть. — 2004. — № 7. — С. 90—95.
3. *Сумарний обсяг імпорту та експорту у розрізі товарних позицій за кодами УКТЗЕД.* — Режим доступу : <http://sfs.gov.ua/ms/fl1>.
4. *Рудавська Г. Б. Наукові підходи та практичні аспекти оптимізації асортименту продуктів спеціального призначення* : монографія / Г. Б. Рудавська, Є. В. Тищенко, Н. В. Притульська. — К. : Київ. нац. торг-екон. ун-т, 2002. — 371 с.
5. *Голуб Б. О. Розробка та товарознавча оцінка нових видів сухих сумішей для кавових напоїв спеціального призначення* : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 : захищена 19.10.2001 : затв. 09.01.2002 / Голуб Богдан Олексійович. — К., 2001. — 121 с.
6. *Скоробогатий Я. П. Харчова хімія* / Я. П. Скоробогатий, А. В. Гузій, О. М. Заверуха. — Л. : "Новий світ – 2000", 2012. — 514 с.
7. *Рудавська Г. Б. Проблеми якості та безпечності розчинних напоїв на основі цикорію* / Г. Б. Рудавська, І. В. Хахалева : матеріали міжнар. міждисциплінарної наук.-практ. конф. ["Сучасні аспекти збереження здоров'я людини"], (с. Солочин, Свалявський р-н, 17–18 квіт. 2015 р.). — К. : Центр учбової літ-ри, 2015. — С. 109—113.
8. *Напої розчинні на основі злакових та цикорію. Загальні технічні умови* : ДСТУ 7055: 2009. — [Чинний від 2011—01—01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2010. — 18 с.
9. *Напої кавові розчинні. Загальні технічні умови* : ДСТУ 4849:2007. — [Чинний від 2009—01—01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2007. — 16 с.
10. *Грушецький Р. І. Інулін – джерела сировини, одержання, властивості* / Р. І. Грушецький. — К. : Знання України, 2003. — 112 с.
11. *Борисюк В. О. Визначення водорозчинних вуглеводів та інуліну в коренеплодах цикорію коренеплідного* / В. О. Борисюк, К. А. Маковецький, І. І. Бойко // Цукрові буряки. — 2011. — № 5. — С. 16—17.
12. *Починок Х. М. Методы биохимического анализа растений* / Х. М. Починнок. — К. : Наук. думка, 1987. — С. 116—164.
13. *Kulka R. G. Colorimetric estimation of ketopentoses and ketohexoses* / R. G. Kulka // Biochem. J. — 1986. — Vol. 63. — P. 542—548.
14. *Гріненко І. Г. Інулін – інгредієнт функціонального харчування* / І. Г. Гріненко. — К. : Знання України, 2003. — 108 с.
15. *Продукти перероблення фруктів та овочів. Метод визначення цукрів* : ДСТУ 4954: 2008. — [Чинний від 2009—01—01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2009. — 10 с.

16. Пасальський Б. К. Експрес-методи визначення якості харчових продуктів : навч. посіб. / Б. К. Пасальський, Н. Ю. Чикун ; за ред. Н. В. Притульської. — К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2013. — 119 с.
17. Нахмедов Ф. Г. Технология кофепродуктов / Ф. Г. Нахмедов. — М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1984. — 184 с.

Стаття надійшла до редакції 04.11.2015.

Rudavska H., Khakhaleva I., Chykun N. Identification of dry instant chicory beverages by inulin content.

Background. Dry instant chicory beverages are becoming more popular. It is explained by chemically composition and healing properties of chicory. The main component of chicory is inulin which has a positive influence on many body organs and systems of a man. At the same time no national standards regulate its content and there is no method of inulin determination. It gives producers a chance to counterfeit this kind of beverages.

The *aim* is identification and comparative analysis of quantitative content of inulin in dry instant chicory beverages by different manufacturers and detection of counterfeited drinks.

Material and methods. The objects of research were four dry instant chicory beverages from different producers. To determine the inulin content was modified the methodology. Having found the suitable conditions for inulin hydrolysis the inulin content was determined by photocolometric method. Color of the drink was defined by optical density at photoelectric CFC-101 and active acidity (Ph) by potentiometric method.

Results. It was established, that TM *Chicory World* has the highest chicory content – 31.5 %. Real inulin content differs from the one printed on labeling by producers. The difference is from 13.3 up to 37.6 % toward overstatement. To characterize color intensity color indicator of the beverage that depends on the caramelization process was introduced. Dependence between inulin content, color and active acidity (Ph) was identified: the lower the rate of inulin content, the higher value color (intense color) and lower acidity beverage. These figures depend on producing technology. When it is extended and has higher temperature the dry mixture will has less inulin content, more intensive color and lower acidity.

Conclusion. A dry soluble beverages of chicory were identified on the inulin content and the falsification of information by producers was detected.

To prevent falsification of information it's necessary to develop and approve regulations in the established order, which will regulate and put inulin content color indicator in dry instant chicory beverages.

Keywords: dry instant chicory beverages, inulin, color intensity, active acidity (pH), photocolometric method.

REFERENCES

1. *Racional'ne harchuvannja jak nevid'jemna skladova formuvannja zdravogo sposobu zhytta studentiv* / [O. A. Dulo, K. P. Melega, M. I. Kruchanycja, I. S. Kalabishka] : materialy mizhnar. mizhdyscyplinarnoi' nauk.-prakt. konf. ["Suchasni aspekty zberezhenja zdrav'ja ljudyny"], (s. Solochyn, Svaljavs'kyj r-n, 17–18 kvit. 2015 r.). — K. : Centr uchbovoi' lit-ry, 2015. — С. 68—71.
2. *Zuev E. T. Funkcional'nye napitki: ih mesto v koncepcii zdravogo pitannya* / E. T. Zuev // *Pishhevaia prom-st'*. — 2004. — № 7. — S. 90—95.

3. *Sumarnyj obsjag importu ta eksportu u rozrizi tovarnyh pozycij za kodamy UKTZED.* — Rezhym dostupu : <http://sfs.gov.ua/ms/fl1>.
4. *Rudavs'ka G. B.* Naukovi pidhody ta praktychni aspekty optymizacii' asortymentu produktiv special'nogo pryznachennja : monografija / G. B. Rudavs'ka, Je. V. Tyshhenko, N. V. Prytul's'ka. — K. : Kyi'v. nac. torg-ekon. un-t, 2002. — 371 s.
5. *Golub B. O.* Rozrobka ta tovaroznavcha ocinka novyh vydiv suhyh sumishej dlja kavovyh napoi'v special'nogo pryznachennja : dys. ... kand. tehn. nauk : 05.18.15 : zahyshhena 19.10.2001 : zatv. 09.01.2002 / Golub Bogdan Oleksi-jovyeh. — K., 2001. — 121 s.
6. *Skorobogatyj Ja. P.* Harchova himija / Ja. P. Skorobogatyj, A. V. Guzij, O. M. Zaveruha. — L. : "Novyj svit – 2000", 2012. — 514 s.
7. *Rudavs'ka G. B.* Problemy jakosti ta bezpechnosti rozchynnyh napoi'v na osnovi cykoriju / G. B. Rudavs'ka, I. V. Hahaljeva : materialy mizhnar. mizhdyscyplinarnoi' nauk.-prakt. konf. ["Suchasni aspekty zberezhenja zdorov'ja ljudyny"], (s. Solochyn, Svaljavs'kyj r-n, 17–18 kvit. 2015 r.). — K. : Centr uchbovoi' lit-ry, 2015. — С. 109—113.
8. *Napoi' rozchynni na osnovi zlakovyh ta cykoriju. Zagal'ni tehnicni umovy :* DSTU 7055: 2009. — [Chynnyj vid 2011—01—01]. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2010. — 18 s.
9. *Napoi' kavovi rozchynni. Zagal'ni tehnicni umovy :* DSTU 4849:2007. — [Chynnyj vid 2009—01—01]. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2007. — 16 s.
10. *Grushec'kyj R. I.* Inulin – dzherela syrovyny, oderzhannja, vlastyvoli / R. I. Grushec'kyj. — K. : Znannja Ukrainy, 2003. — 112 s.
11. *Borysjuk V. O.* Vyznachennja vodorozchynnyh vuglevodiv ta inulinu v koreneplodah cykoriju koreneplidnogo / V. O. Borysjuk, K. A. Makovec'kyj, I. I. Bojko // Cukrovi burjaky. — 2011. — № 5. — S. 16—17.
12. *Pochinok H. M.* Metody biohimicheskogo analiza rastenij / H. M. Pochinok. — K. : Nauk. dumka, 1987. — S. 116—164.
13. *Kulka R. G.* Colorimetric estimation of ketopentoses and ketohexoses / R. G. Kulka // Biochem. J. — 1986. — Vol. 63. — P. 542—548.
14. *Grinenko I. G.* Inulin – ingredient funkcional'nogo harchuvannja / I. G. Grinenko. — K. : Znannja Ukrainy, 2003. — 108 s.
15. *Produkty pereroblennja fruktiv ta ovochiv. Metod vyznachennja cukriv:* DSTU 4954: 2008. — [Chynnyj vid 2009—01—01]. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2009. — 10 s.
16. *Pasal's'kyj B. K.* Ekspres-metody vyznachennja jakosti harchovyh produktiv : navch. posib. / B. K. Pasal's'kyj, N. Ju. Chykun ; za red. N. V. Prytul's'koi'. — K. : Kyi'v. nac. torg.-ekon. un-t, 2013. — 119 s.
17. *Nahmedov F. G.* Tehnologija kofeproduktov / F. G. Nahmedov. — M. : Legkaja i pishhevaja prom-st', 1984. — 184 c.