

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ В.І. ВЕРНАДСЬКОГО**

Журнал заснований у 1918 році

**ВЧЕНІ ЗАПИСКИ
ТАВРІЙСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ В.І. ВЕРНАДСЬКОГО**

Серія: Технічні науки

Том 30 (69) № 2 2019

Частина 1

**Київ
2019**

Луговська О.А.

Національний університет харчових технологій

ДОСЛІДЖЕННЯ СТУПЕНЯ ГІДРОЛІЗУ ІНУЛІНУ ТА ОЛІГОФРУКТОЗИ В НАПОЯХ

Досліджено ступінь гідролізу інуліну і олігофруктози при різних значеннях температури і рН. Встановлений вміст продуктів гідролізу протягом терміну зберігання харчових продуктів. Важливим показником якості напоїв є стійкість. Вона залежить від специфічних властивостей її складових частин – олігофруктози та інуліну. Розроблена науково обґрунтована технологія напоїв на основі вказаної сировини.

Ключові слова: олігофруктоза, інулін, температура, напій, зберігання, гідроліз, величина рН.

Постановка проблеми. Основою успішного функціонування безалкогольної промисловості є постійне розширення сировинної бази та вдосконалення технології використання всіх її компонентів. Високий рівень асортиментних особливостей щодо досягнення цільового призначення цієї масової продукції є необхідною умовою високоякісного забезпечення людської життєдіяльності. Використання спеціальних складових частин безалкогольних напоїв (инуліна та олігофруктози) забезпечить притаманні їм сортові харчосмакові та біологічноактивні особливості.

Пропозиція таких безалкогольних напоїв практично відсутня на ринку або представлена у вигляді напоїв, які мають короткий термін зберігання і високу вартість.

Це зумовлює необхідність проведення наукових та прикладних досліджень, спрямованих на використання та реалізацію функціонально-технологічних властивостей складових частин рецептурних компонентів – інуліну та олігофруктози [1; 2].

На даний час технологія виготовлення дієтичних напоїв є недосконалою, що в кінцевому результаті відображається на якості напоїв, особливо у процесі їх зберігання. Одним із основних показників напоїв є її стійкість, яка залежить від специфічних властивостей її складових частин – олігофруктози та інуліну [1; 8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Із наукової та виробничої практики відомо, що деякі харчові добавки, які використовуються у виробництві харчових продуктів, можуть змінювати свої функціональні властивості в процесі зберігання харчових продуктів [1; 5; 7].

Такі добавки, як інулін і олігофруктоза, є високоякісними складовими частинами для виробництва дієтичних продуктів харчування.

Інулін і олігофруктоза використовуються для створення функціональних продуктів харчування

з різними властивостями в якості інгредієнтів, що поліпшують смак і текстуру, що дозволяють зробити заміну цукру і жиру [3].

Основними технологічними властивостями інуліну є здатність замінювати жир у харчових продуктах із водною фазою; покращувати смакові властивості продуктів зниженої жирності, наближаючи їх до властивостей продуктів нормальної жирності; виконувати функцію текстуруючого агента, стабілізатора і загущувача.

Олігофруктоза є складовою частиною природного інуліну і добувається шляхом часткового гідролізу інуліну. Відомо, що розчинність олігофруктози вища за розчинність сахарози, що робить її найбільш розчинним харчовим волокном. Олігофруктоза не кристалізується, не випадає в осад, не руйнується у високотемпературних процесах. Помірна відновна здатність олігофруктози може призводити до утворення слабкого коричневого забарвлення за рахунок реакції меланоїдиноутворення [4].

Олігофруктоза має нейтральний слабо-солодкий смак, без стороннього присмаку і післясмаку. Її профіль солодкості дуже близький до профілю солодкості сахарози (рис. 1). Тому основною технологічною властивістю олігофруктози є здатність замінювати цукор, що дозволяє отримати продукти зі зниженою калорійністю [5].

Оскільки олігофруктоза має низький коефіцієнт солодкості, її використовують у комбінаціях з інтенсивними підсолоджувачами або фруктозою. При цьому вона маскує неприємний післясмак інтенсивних підсолоджувачів і різку солодкість фруктози, покращує смакові відчуття і надає харчовим продуктам м'який, однорідний смак.

Відмітною властивістю олігофруктози є її здатність проявляти синергізм з інтенсивними підсолоджувачами, що дозволяє зменшувати дозування цих підсолоджувачів. Такий ефект, а також здатність

посилювати фруктовий смак широко використовуються у виробництві безалкогольних напоїв [6; 7].

Постановка завдання. З урахуванням дослідженої інформації необхідною є розроблення науково обгрунтованої технології напоїв на основі вказаної сировини.

Виклад основного матеріалу. У представленій роботі наведено основні положення наукових досліджень, спрямованих на встановлення закономірностей технології виробництва напоїв із використанням олігофруктози та інуліну [2; 10].

Експериментальна частина. Дослідження стабільності інуліну і олігофруктози в напоях проводили лабораторними методами: варіювали кислотність напою, змінювали величину рН, використовували метод нагрівання, а терміни зберігання перевіряли шляхом постановки напою на стійкість. Для проведення вимірювань використовували лабораторне обладнання: рН метр (Марк 901, Україна), Цукрометр (PAL 25s, фірма Atago, Японія), термометр (лабораторний ртутний термометр, похибка вимірювання (° С): ± 0,1, виробник Україна.)

Об'єкт досліджень – напої з вмістом сухих речовин 10,0% та загальним компонентним складом:

1 рецептура – 80% фруктовий нектар; 20% олігофруктози;

2 рецептура – 60% фруктовий нектар; 40% олігофруктози;

3 рецептура – 80% фруктовий нектар; 20% інуліну.

Методи дослідження: фізико-хімічні, мікробіологічні, органолептичні, методи планування експерименту.

У напоях змінювали значення рівня рН середовища, температуру і час витримки.

Результати досліджень. Вивчено вплив рівня рН і температури на ступінь гідролізу олігофруктози. Зразки безалкогольних напоїв готували з вмістом олігофруктози 20% і 40%. Результати досліджень представлені в таблиці 1 і 2.

Із результатів досліджень, представлених у таблиці 1, слідує, що при значенні рН ≥ 4,0 гідроліз відбувається незначно при всіх значеннях температури. Під час зниження рівня рН температура стає більш важливим параметром. Так, при рН = 3,5 і температурі 95°С протягом 5 хв ступінь гідролізу зростає до 16%.

Подібна тенденція спостерігається в напоях із вмістом олігофруктози 40%. Результати досліджень представлені в таблиці 2.

Таблиця 1

Залежність впливу рівня рН і температури на ступінь гідролізу олігофруктози (вміст у напої – 20%)

Температура обробки, °С	Час обробки, хв	Ступінь гідролізу олігофруктози при різних значеннях рН, %		
		рН 6,0	рН 4,0	рН 3,5
85,0	2,0	0	< 1,0	5,0
85,0	5,0	0	< 1,0	6,0
90,0	5,0	0	< 1,0	10,0
95,0	2,0	0	1,0	10,0
95,0	5,0	0	1,0	16,0

Таблиця 2

Залежність впливу рН і температури на ступінь гідролізу олігофруктози (Вміст у напої – 40%)

Температура обробки, °С	Час обробки, хв	Ступінь гідролізу олігофруктози при різних значеннях рН, %		
		рН 6,0	рН 4,0	рН 3,5
85,0	2,0	0	< 1,0	4,0
85,0	5,0	0	< 2,0	5,0
90,0	5,0	0	< 2,0	9,0
95,0	2,0	0	< 2,0	10,0
95,0	5,0	0	< 2,0	15,0

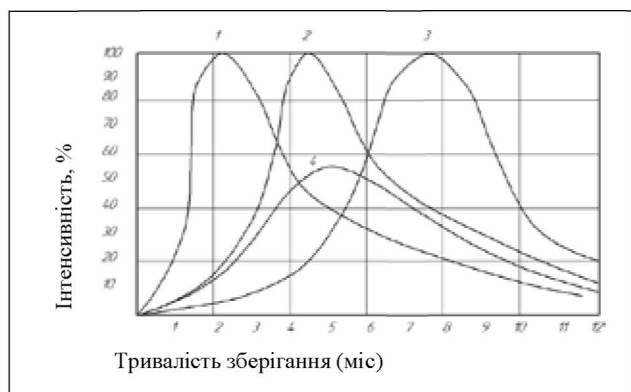


Рис. 1. Профіль інтенсивності солодкості сахарози, олігофруктози і підсолоджувачів: 1 – ацесульфам-К; 2 – сахароза; 3 – аспартам; 4 – олігофруктоза



Рис. 2. Гідроліз олігофруктози під час зберігання протягом 12 місяців при температурі 20°C і різних значеннях рН

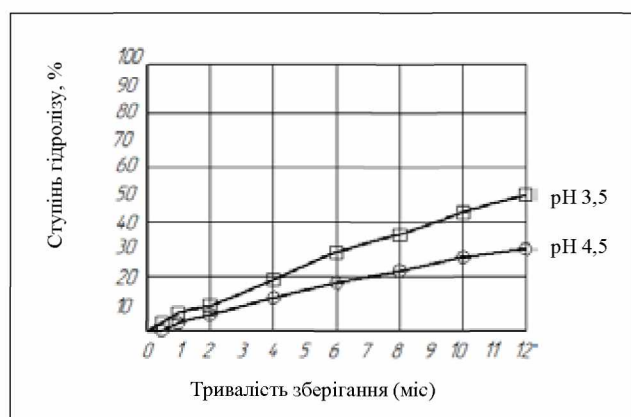


Рис. 3. Гідроліз інуліну під час зберігання протягом 12 місяців при температурі 20°C і різних значеннях рН

У наступних експериментах досліджувався вплив рН та температури на ступінь гідролізу інуліну. Готували напої із вмістом інуліну 20%. Результати досліджень представлені в таблиці 3.

Результати досліджень, наведені в таблиці 3, демонструють вплив рН і температури на ступінь гідролізу інуліну. Якщо $\text{pH} \geq 4,0$, ступінь гідролізу при всіх значеннях температури незначна. При більш низькому рівні рН температура стає

важливим параметром. Так, при температурі 70°C протягом 60 хв. ступінь гідролізу інуліну складає 13%, при температурі 90 °C – 17%.

У наступних експериментах вивчали стабільність інуліну і олігофруктози під час зберігання напоїв. Для цієї мети були використані напої із вмістом сухих речовин 10% і різними дозуванням олігофруктози й інуліну. Результати досліджень представлені на рис. 2 і 3.

На рис. 2 показано, що ступінь гідролізу олігофруктози може бути досить високою в напоях з рН 4,0 і терміном зберігання до 6 місяців. У зв'язку із цим повинно проводитися 20% передозування олігофруктози для компенсації її втрат у результаті кислотного гідролізу.

На рис. 3 показана зміна ступеня гідролізу інуліну в процесі зберігання безалкогольних напоїв протягом 12 міс при температурі 20 °C.

Висновки. Результати дослідження властивостей показують, що в кислому середовищі і при високій температурі інулін і олігофруктоза можуть піддаватися гідролізу з утворенням більш коротких ланцюгів фруктози, що призводить до часткової або повної втрати їх дієтичних властивостей, а в деяких випадках – до підвищення солодкості готового продукту.

Таблиця 3

Залежність впливу рН і температури на ступінь гідролізу інуліну (Вміст у напої – 20%)

Температура, °C	Час обробки, хв	Ступінь гідролізу олігофруктози при різних значеннях рН, %			
		рН 6,5	рН 4,0	рН 3,5	рН 3,0
70,0	5,0	0	< 1,0	< 1,5	1,0
70,0	15,0	0	< 1,0	< 1,5	5,0
70,0	30,0	0	< 1,0	< 2,0	7,0
70,0	60,0	0	< 2,0	< 2,5	13,0
90,0	5,0	0	< 2,0	< 3,0	17,0

Із результатів проведених досліджень бачимо, що інулін є більш функціональним інгредієнтом в якості, наприклад, волокна, для кислих напоїв із тривалим терміном зберігання. Так, при рН 4,0 гідроліз після 6 місяців зберігання не перевищує 15%, що може бути легко компенсовано 15% передозуванням інуліну. Це дозволяє гарантувати споживачам заявлений вміст харчових волокон протягом усього терміну придатності. Продукти гідролізу не викликають змін смаку внаслідок низької концентрації інуліну, не більше 2% від рекомендованої.

На підставі проведених досліджень встановлено, що ступінь гідролізу олігофруктози при різних значеннях температури і рН змінюється з різною інтенсивністю.

Так, при значенні рН, рівному або вище 4,0, і температурі 85-90°C гідроліз олігофруктози відбувається незначно. У тому випадку, коли рівень рН знижується, а температура підвищується, процес гідролізу різко збільшується. Так, при рН 3,5 і температурі 95°C ступінь гідролізу олігофруктози в продукті збільшується в три рази.

Під час дослідження ступеня гідролізу інуліну при температурі 70-90°C у кислому середовищі встановлено, що при рН 4,0 і вище процес гідролізу відбувається незначно. Однак при зниженні рівня рН і підвищенні температури до 95°C гідроліз інуліну збільшувався приблизно в два рази.

Крім того, відзначалося незначне підвищення солодкості готового продукту без погіршення його споживних властивостей.

Незважаючи на те, що харчові продукти завжди виконували функцію забезпечення людини харчуванням, в оборот введено поняття «функціональні харчові продукти», які завдяки наявності визначених добавок позитивно (корисно) впливають на здоров'я людини та здатні заповнити в харчуванні дефіцит відповідних речовин. Дані продукти будуть дорожчі за вартістю на 20-40% від вихідних досліджуваних напоїв у залежності від рецептурних співвідношень складових частин та ступеня заміни відповідної складової частини на олігофруктозу чи інулін. З урахуванням цього розроблення безалкогольних напоїв на основі функціональної сировини суттєво підвищить ефективність функціонування підприємств галузі, а їх реалізація дозволить розширити існуючий асортимент напоїв безалкогольної промисловості.

Науково обґрунтовано і доведено доцільність використання визначеної сировини як джерел функціональних компонентів у харчових технологіях. Встановлено закономірності впливу температурної обробки сировини та зміни рН середовища харчового продукту на функціонально-технологічний стан харчової добавки.

Список літератури:

1. Дубров К.І. Інулін і олігофруктоза – пребіотики з давніх часів і до наших днів. *Харчова промисловість*. 2007. № 4. С. 37.
2. Перковец М.В. Вплив інуліну і олігофруктози на зниження ризику деяких «хвороб цивілізації». *Харчова промисловість*. № 5. 2007.
3. Матвеева Т. Застосування інуліну і олігофруктози Велпо тм для зниження енергетичної цінності кексів і пісочних виробів. *Хлебопродукты*. 2008. № 5. С. 52.
4. PD Cani, E Joly, Y Horsmans and NM Delzenne. Oligofructose promotes satiety in healthy human: a pilot study. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2006. № 60. P. 567-572.
5. Балашов В.Е., Балантер И.И., Бельский С.М. и др. Справочник по производству безалкогольных напитков. Москва : Пищ. пром-сть, 1979. 367 с.
6. Колотуша П.В. Технологическое проектирование солодовенных и безалкогольных заводов : учебное пособие для студентов вузов.
7. Домарецкий Н.А., Калунянц К.А., Яровенко В.Л., Колчева Р.А. и др. Технология солода, пива и безалкогольных напитков. Киев : Вища шк., 1987. 256 с.
8. Сирохман І.В., Завгородня В.М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення : навч. посіб. Київ : ЦУЛ, 2009. 544 с.
9. Смоляр В.І. Харчова експертиза : навч. посіб. Київ : Здоров'я, 2005. 448 с.
10. Ковальская Л.П., Шуб И.С., Мелькина Г.М. и др. Технология пищевых производств : учебник. Москва : Колос, 1997. 752 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ГИДРОЛИЗА ИНУЛИНА И ОЛИГОФРУКТОЗЫ В НАПИТКАХ

Исследована степень гидролиза инулина и олигофруктозы при различных значениях температуры и рН. Определено содержание продуктов гидролиза в течение срока хранения пищевых продуктов. Важным показателем качества напитков является устойчивость. Она зависит от специфических свойств ее составляющих – олигофруктозы и инулина. Разработана научно обоснованная технология напитков на основе данного сырья.

Ключевые слова: олигофруктоза, инулин, температура, напиток, хранение, гидролиз, величина рН.

INVESTIGATION OF STABILITY OF INULIN AND OLIGOFRUCTOSE IN DRINKS

The degree of hydrolysis of inulin and oligofructose was studied at various temperatures and pH. Identified the content of hydrolysis products during the shelf life of food products. An important indicator of the quality of beverages is stability. It depends on the specific properties of its components – oligofructose and inulin, The scientifically grounded technology of drinks based on the specified raw material is developed.

Key words: *oligofructose, inulin, temperature, beverage, storage, hydrolysis, pH value.*