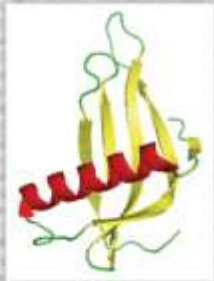


Ваврисевич Ярослава, Коваль Галина,
Михайлицька Ольга, Драчук Уляна



ЦУКРИ. ЦУКРОЗАМІННИКИ. ПІДСОЛОДЖУВАЧІ

Навчальний посібник



Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С.З. Гжицького

Я.С. Ваврисевич, Г.М. Коваль, О.Р. Михайлицька, У.Р. Драчук

ЦУКРИ. ЦУКРОЗАМІННИКИ. ПІДСОЛОДЖУВАЧІ

Навчальний посібник для студентів
спеціальності 181 «Харчові технології»

Львів – 2021

Рецензенти: Петришин Н.З. – доцент кафедри харчових технологій Львівського торговельно-економічного університету, к.т.н., доцент;

Ціж Р.Б. – завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, к.в.н., доцент

Ваврисевич Я.С. Цукри. Цукрозамінники. Підсолоджувачі: Навчальний посібник для студентів спеціальності 181 «Харчові технології» / Я.С. Ваврисевич, Г.М. Коваль, О.Р. Михайлицька, У.Р. Драчук. – Львів. – 2021. – 185 с.

У навчальному посібнику детально розглянуто актуальні питання харчової галузі, а саме – особливості цукрів, цукрозамінників і підсолоджувачів та їх застосування.

Посібник присвячено практичним аспектам виготовлення та застосування різних видів цукру, цукрозамінників – стевії, сахаролу, осладину, монеліну, тауматину, лактози, мальтози, сиропів, виготовлених з агави, ялівцю, топінамбура, фініків тощо. Також звернено увагу на підсолоджувачі та цукрозамінники природного походження – мірін, місо, пекмез, амосаке.

У посібнику висвітлено підсолоджувачі та цукрозамінники штучного та синтетичного походження – цикламат натрію, сахарин, сукразит, неотам, ацесульфам Калію та ін., а також поліоли – цукрові спирти; продукт бджільництва – мед натуральний та його різновиди, сорти, хімічний склад та застосування. Звернено увагу на властивості штучного меду. Також коротко висвітлено концепцію глікемічних індексів та охарактеризовано синергізм сумішей підсолоджувачів та цукрозамінників тощо.

Навчальний посібник «Цукор. Цукрозамінники. Підсолоджувачі» рекомендовано для здобувачів вищої освіти, викладачів коледжів, закладів вищої освіти технологічних та екологічних спеціальностей, а також широкого загалу читачів, які цікавляться проблемами здорового та функціонально-профілактичного харчування.

Розглянуто та затверджено на засіданні навчально-методичної ради факультету харчових технологій та біотехнології (протокол № 5 від 19.05.2021 р.)

ЗМІСТ

Передмова	6
Розділ 1. Аналізатори людини	8
1.1. Роль деяких аналізаторів людини у сприйнятті харчових продуктів	8
1.1.1. Механізм сприйняття смакового відчуття та умови визначення смаку харчових продуктів	9
1.1.2. Основні смаки	10
1.1.3. Типи смаків та їх взаємодія	13
Питання для самоконтролю до розділу 1	14
Розділ 2. Солодкість речовин	16
2.1. Солодкість речовин та їх класифікація	16
Питання для самоконтролю до розділу 2	18
Розділ 3. Цукор та його значення для людини і харчової промисловості	19
3.1. Цукор як харчовий продукт	19
3.2. Сахароза. Цукор. Їх характеристика	19
3.3. Характеристика різних видів цукру	22
3.4. Тростинний цукор та його різновиди	25
3.5. Кокосовий цукор	28
3.6. Пальмовий цукор (джаггері)	29
3.7. Кленовий цукор	31
3.8. Сорговий цукор	32
3.9. Виноградний цукор	32
3.10. Солодовий цукор	33
Питання для самоконтролю до розділу 3	36
Розділ 4. Концепція глікемічних індексів	37
4.1. Глікемічний індекс (ГІ) і глікемічне навантаження (ГН) та їх характеристика	37
Питання для самоконтролю до розділу 4	41
Розділ 5. Підсолоджувачі та цукрозамінники	43
5.1. Підсолоджувачі та їх характеристика	43
5.2. Цукрозамінники та їх характеристика	46
Питання для самоконтролю до розділу 5	49
Розділ 6. Підсолоджувачі та цукрозамінники природного походження	50
6.1. Стевія	50
6.2. Стевіозид	50
6.3. Сахарол	53
6.4. Осладин	54
6.5. Гліциризинова кислота (Гліциризин)	55
6.5.1. Технологія одержання гліциризинової кислоти та її солей	55
6.6. Монелін	59
6.7. Міракулін	60
6.8. Лакриця	61
6.9. Монеліп	62
6.10. Могрозид	62
6.11. Мабінлін	64
6.12. Куркулін	65
6.13. Бразеїн	65

6.14. Пентадин	66
6.15. Тауматин.....	67
6.16. Талін.....	69
6.17. Тритерленові глікозиди	70
6.18. Неогесперидин дигідроалкон.....	72
6.19. Фруктоза.....	73
6.19.1. Технологія кристалічної глюкози.....	77
6.19.2. Застосування фруктози в харчовій промисловості.....	77
6.19.3. Властивості та виробництво високофруктозного сиропу (ВФКС)	79
6.19.4. Використання ВФКС у харчових продуктах.....	81
6.20. Лактоза.....	84
6.20.1. Виробництво лактози.....	85
6.20.2. Лактоза у харчових продуктах.....	86
6.21. Лактулоза.....	89
6.22. Лактобіонова кислота	90
6.23. Мальтоза.....	91
6.23.1. Застосування мальтози у харчовій промисловості	93
6.24. Мальтозна патока	94
6.25. Патока та її використання.....	95
6.26. Сорговий сироп.....	97
6.27. Кукурудзяний сироп	98
6.27.1. Технологія глюкозо-фруктозного сиропу (ГФС) з кукурудзяного крохмалю.....	99
6.28. Сироп (нектар) агави.....	102
6.28.1. Застосування сиропу (нектару) агави.....	103
6.29. Сироп із ялівцю	104
6.30. Сироп із топінамбура	105
6.31. Рисовий сироп.....	106
6.32. Левулезний сироп.....	107
6.33. Фініковий сироп	108
6.34. Ячмінний солод	108
6.34.1. Типи солоду	109
6.35. Кленовий сироп	110
6.36. Мірін	111
6.37. Місо.....	112
6.40. Пекмез.....	113
6.40.1. Застосування пекмезу	116
6.41. Амосаке.....	116
Питання для самоконтролю до розділу 6.....	119
Розділ 7. Підсолоджувачі та цукрозамінники штучного та синтетичного походження	124
7.1. ЦиклаMAT натрію.....	124
7.2. Сукразит	124
7.3. Сахарин.....	125
7.4. Сукралоза	126
7.5. Аспартам.....	127

7.6. Неотам	128
7.7. Ацесульфам калію	129
7.8. Ізомальтулоза та палатіноза	131
7.9. Метилфенхіловий ефір.....	132
7.10. Отізон.....	132
7.10.1. Технологія оті зону	133
7.11. Алітам	134
7.12. Поліюли – цукрові спирти.....	134
7.12.1. Лактитол	135
7.12.1.1. Виробництво лактитолу.....	137
7.12.1.2. Використання лактитолу у виробництві харчових продуктів	139
7.12.2. Мальтитол та мальтитний сироп	142
7.12.3. Еритритол.....	144
7.12.3.1. Технологія еритритолу	145
7.12.3.2. Застосування еритритолу у виробництві харчових продуктів	145
7.12.4. Ізомальт	147
7.12.4.1. Технологія ізомальту	148
7.12.4.2. Використання ізомальту	149
7.12.5. Сорбітол.....	151
7.12.5.1. Технологія сорбітолу	151
7.12.5.2. Застосування сорбітолу в харчових продуктах	152
7.12.6. Ксилітол.....	153
7.12.6.1. Технологія ксилітолу	154
7.12.6.2. Використання ксилітолу в харчових продуктах	155
7.12.7. D-манніт (манітол)	156
7.12.8. Калорійність поліюлів – цукрових спиртів	158
Питання для самоконтролю для розділу 7	159
Розділ 8. Мед. Мед натуральний та штучний	162
8.1. Продукт бджільництва – мед натуральний.....	162
8.1.1. Класифікація та асортимент меду.....	163
8.1.2. Деякі сорти квіткового меду	165
8.1.3. Хімічний склад меду	165
8.1.4. Властивості меду	168
8.2. Штучний мед.....	170
Питання для самоконтролю до розділу 8.....	171
Розділ 9. Синергізм сумішей підсолоджувачів та цукрозамінників.....	173
9.1. Синергетичний ефект підсолоджувачів і цукрозамінників та технологічні вимоги до них	173
9.2. Суміші підсолоджувальних речовин, їх склад та застосування	175
9.3. Розчини підсолоджувачів та сиропи цукрозамінників, їх приготування і зберігання	178
Питання для самоконтролю до розділу 9.....	179
Література	180
Післямова	184

ПЕРЕДМОВА

Харчування відіграє одну з найважливіших ролей у житті людини, адже воно має великий вплив на стан здоров'я, настрій, працездатність та тривалість життя людини. В останній час світове суспільство турбує питання здорового харчування, зниження калорійності продуктів для споживачів.

На сьогодні поширена думка, що цукор є чи єдиним нешкідливим солодким продуктом природного походження. Окрім цього, цукор вважають стандартом чистоти смаку і продуктом, який впливає на ступінь солодкості їжі. Від так, всі інші речовини, які використовують для підсолоджування, дістали назву замінники цукру. Традиційно цукор вважають харчовим продуктом першої необхідності завдяки цінним харчовим, смаковим і фізичним властивостям, оскільки він є не лише носієм солодкого смаку, але й впливає на структуру харчових продуктів, яким надає гарного зовнішнього вигляду та збільшує терміни їх зберігання. Також цукор є високоефективним джерелом енергії для організму людини.

Споживання надмірної кількості цукру призводить до різних захворювань. Крім цукрового діабету надмірне споживання цукру може викликати ожиріння, захворювання серцево-судинної системи, карієс зубів тощо. Тому зараз актуальним стає питання про зниження цукромісткості продуктів харчування, так як цукор у багатьох випадках потрапляє до організму, особливо при споживанні кондитерських виробів. Одним із шляхів зниження цукромісткості виробів може бути часткова або повна заміна цукру солодкими речовинами з високим ступенем солодкості.

Речовини які мають солодкий смак, поділяють на три групи: цукри, цукрозамінники та підсолоджувачі. Використовуючи цукрозамінники та підсолоджувачі у невеликих кількостях, дозволених ФАО, ВООЗ, можна знизити цукроємність і калорійність виробів. Доречі, вперше цукрозамінники та підсолоджувачі почали використовувати при виготовленні продуктів або в їжу вже в роки Першої світової війни, коли натуральні продукти були дефіцитними.

Проблема заміни цукру в харчових продуктах тісно пов'язана з тим, що харчування сучасної людини характеризується: надлишком енергетичноємної, висококалорійної їжі; надлишком кількості легкозасвоюваних цукрів – сахарози, глюкози, крохмалю, мальтодекстринів тощо.

У зв'язку з необхідністю оптимізації харчування здорових людей, а також можливістю вирішення питань раціонального харчування людей, що страждають певними захворюваннями, у багатьох країнах світу йде пошук і створюються виробництва нових, нешкідливих для людини низькокалорійних речовин, продуктів з низьким глікемічним вмістом підсолоджувачів і цукрозамінників, здатних задовольняти потреби організму людини, в тому числі й тих, які мають проблеми із здоров'ям.

Підсолоджувачі та цукрові замінники використовуються з метою надання солодкого смаку харчовим продуктам. Актуальність їх зростає у зв'язку з підвищенням потреби в дієтичних низькоенергетичних продуктах харчування.

Аналоги цукру почали широко використовуватись у 90-х роках минулого століття та не втратили свою популярність досі. Поготів зараз багато цукрозамінників і підсолоджувачів застосовується в харчовій промисловості, у фармацевтиці та у дієтології.

У посібнику «Цукри. Цукрозамінники. Підсолоджувачі» у доступній формі висвітлено: роль аналізаторів людини у сприйнятті різноманітних харчових продуктів;

проаналізовано основні типи смаків; звернено увагу на солодкість речовин та їх класифікацію та значення солодкості для інгредієнтів, які додаються до виробів (розділ 1, 2). У розділі 3 описано властивості цукру як харчового продукту, а також розглянуто різні види цукру, які широко використовуються у світовій харчовій промисловості та побуті. Також у розділі 4 звернено увагу та охарактеризовано глікемічний індекс і глікемічне навантаження – важливі показники, які застосовуються фахівцями у дієтичних рекомендаціях щодо отримання харчових продуктів з низькими їх значеннями.

У розділі 5 коротко проаналізовано характеристики підсолоджувачів і замінників цукру та їх значення для харчування і важливість застосування у лікувально-профілактичних продуктах. У розділах 6 та 7 розглянуто достатню кількість різних видів підсолоджувачів та цукрозамінників природного так і штучного та синтетичного походження. В цих розділах описано фізико-хімічні властивості, походження, особливості добування та можливі технологічні процеси одержання з відповідних джерел залишків цукру та підсолоджувачів; дано коротку характеристику щодо використання їх у харчовій, кондитерській та фармацевтичній промисловості. Зокрема, це стевія, сахарол, гліциридин, монелін, могозид, тауматин, лакриця, неогесперидин дигідроалкон, фруктоза, сиропи різного походження, сукралози, неотам, ацесульфам Калію, поліюли – цукрові спирти.

У розділі 8 звернено увагу на продукт бджільництва – мед, його цілющі властивості як підсолоджувача; дана класифікація меду, його складу та охарактеризовано деякі сорти цього продукту, а також розглянута технологічна схема одержання штучного меду. Розділ 9 присвячений синергізму сумішей підсолоджувачів та цукрозамінників, технологічні вимоги до них, розчини підсолоджувачів та сиропи замінників цукру, їх приготування та зберігання. До кожного розділу посібника запропоновано питання для самоконтролю, на які студент може дати вичерпну, ґрунтовну відповідь, а також в кінці посібника запропоновано список джерел літератури та інтернет ресурсів. Для кращого представлення матеріалу наведено таблиці та рисунки.

Отже, підсолоджувачі та замінники цукру охарактеризовано за їх впливом на харчову і біологічну цінність харчових продуктів, що є надзвичайно важливим для створення рецептур харчових продуктів для людей, схильних до діабету, зайвої ваги та меню лікувально-профілактичного профілю. Саме цукрозамінники та підсолоджувачі сприяють зниженню калорійності продуктів і надають їм дієтичної спрямованості, при цьому органолептичні та фізико-хімічні властивості повністю зберігатимуться і відповідатимуть вимогам, які висуваються до продуктів споживання усіх верств населення.

Зміст посібника може служити як додаткова інформація у поглибленому вивченні дисципліни «Технологія полісахаридів та їх застосування у харчовій промисловості», а також дає можливість ознайомитись з інноваційними технологіями та продуктами, які використовуються у харчовій промисловості та застосовують для підготовки студентів ОС «Бакалавр» спеціальності «Харчові технології» у закладах вищої освіти II-IV рівнів акредитації.

Мета посібника «Цукри. Цукрозамінники. Підсолоджувачі» – це допомогти глибше ознайомитись з ними, їх властивостями, складом та використанням у харчовій промисловості, а також розширити свої знання із застосування цих речовин у медицині та фармації.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗАТОРИ ЛЮДИНИ

1.1. Роль деяких аналізаторів людини у сприйнятті харчових продуктів

Здатність здорової людини розрізняти широкий спектр смаків є визначальним для насолоди від їжі та напоїв, але також сприяє травленню та забезпечує захист від шкідливих речовин. Такі властивості як м'ясистість, жирність, солодкість, борошністість, температура, гострота, структура поверхні та аромати роблять свій важливий внесок у відчуття смаку як традиційно визнані солоний, солодкий, гіркий, кислий, умамі.

Крім того, сучасні люди в різних країнах виділяють також терпкий, м'ятний, лужний, металевий та інші відчуття, близькі до смакових.

Смак – це сукупність процесів у смаковій сенсорній системі, що здійснюють сприйняття хімічної інформації їжі. Смак у сенсорному аналізі використовується тільки для характеристики смакових вражень. Смаковий аналізатор – це функціональна система, що сприймає хімічні подразнення та формує смакові відчуття.

Основні процеси смакової сенсорної системи:

- смакова хеморецепція;
- проведення збудження;
- кіркове формування смакових відчуттів (впливають концентрація речовин, температура, емоції, різні спеції, зір та нюх).

Робота смакового аналізатора полягає у такому:

- з різних ділянок язика надходить інформація про характер смаку смаковими хеморецепторами (перетворюють хімічний стимул у нервовий імпульс);
- імпульс по нервових закінченнях передається до центральної нервової системи (ЦНС);
- від довгастого мозку імпульс прямує до гіпоталамуса, таламуса та скроневі ділянки кори великих півкуль головного мозку, де формуються відчуття.

Чутливість смакових рецепторів залежить від органів травлення, зокрема шлунка; сигнали від «ситого» шлунка знижують активність смакових рецепторів, від «голодного» – підвищують.

Перечислимо основні ознаки смакового аналізатора:

- харчові речовини взаємодіють лише з певним видом смакових рецепторів (молекули речовин їжі приєднуються до молекул певних ділянок смакового рецептора й спричиняють його збудження);
- у сприйнятті смаків беруть участь нюх, зір, дотик тощо, оскільки сенсорні системи працюють у тісній взаємодії (центри смаку й нюху розміщені в сусідніх ділянках кори головного мозку, їхні нейрони взаємопов'язані й можуть збуджуватись одночасно);
- з вправлінням підвищене відчуття смаку в дегустаторів; фахівці-кулінари краще за людей інших професій розпізнають якість їжі.

Отже, в результаті всебічного аналізу імпульси різних рецепторів перетворюються на відчуття, відомі за назвою – смачність.

Смачність не смак, смачність – це комплекс відчуттів, що виникають при

випробуванні їжі в ротовій порожнині, а смак є лише складовою частиною смачності продукту.

Смак продукту є найважливішою складовою частиною смачності й багато в чому визначає його споживчі властивості. Смачність харчових продуктів, як показник якості товару, є обов'язковою складовою частиною при оцінці якості переважної більшості харчових продуктів.

За смачністю (у стандартах замість смачності застосовують термін смак продуктів) часто судять про якість харчових продуктів і його зміну під час зберігання.

Рецептори смаку – це спеціалізовані смакові клітини, розташовані в смакових цибулинах та окремо в порожнині рота. Кількість смакових клітин у людини досягає до 9 тис. Основні подразники рецепторів смаку та смакових клітин – це хімічні речовини, розчинені в слині (аби певні сполуки могли подіяти на смакові рецептори, вони мають бути розчинені в слині чи воді, а суха поверхня язика не здатна розпізнавати смакові якості сполук).

Основний орган смаку – язик, який визначає перші із процесів сприйняття – смакову хеморецепцію.

Розміщуються рецептори смаку у верхньому шарі епітелію ротової порожнини. Смакові рецептори зібрані переважно на поверхні язика, окремі смакові рецептори розміщені по всій ротовій порожнині (на слизовій оболонці щік, м'якого піднебіння, задній стінці глотки).

Отже, смакове поле людини досить велике й охоплює не тільки поверхню язика, але й поверхню піднебіння, надгортанник та навіть мигдалини. На язиці смакові сосочки розташовані нерівномірно. Найбільше сосочків розташовано на кінчику язика й сприймають найкраще солодкий смак. Гіркий смак сприймається набагато краще сосочками, розташованими в основі язика, а кислий і солоний смак визначається сосочками, розташованими по боках язика. Причому кислий розташований ближче до основи, а солоний – ближче до кінчика язика. У більшості людей їх більше на лівій стороні язика й менше на правій.

Центральна площа поверхні язика має мало смакових сосочків, і тому вона гірше сприймає різні смаки. Смакові сосочки специфічні й, як правило, не реагують на всі основні види відчуттів, тобто гірке, солоне й кисле – частина сосочків реагує на один вид відчуття, частина на 2-3; дуже мало сосочків реагує на всі чотири види відчуттів.

1.1.1. Механізм сприйняття смакового відчуття та умови визначення смаку харчових продуктів

Для визначення смаку необхідно, щоб речовина була розчинена. Речовина розчиняється в слині, що рясно виділяється при вживанні їжі.

Слина має величезне значення в смакових відчуттях:

- вона знижує концентрацію речовини при дегустуванні їжі;
- змиває залишки смакової речовини й тим самим як би вивільняє сосочки для сприйняття наступних подразників.

Кількість продукту, необхідна для повного відчуття смаку, повинна бути достатньою. А саме: для рідких продуктів 10-15 мл, а для твердих продуктів – 10-20 г.

Для більш повного визначення смаку продукти необхідно розподілити рівномірно по всій поверхні язика. При цьому велику роль відіграє язик, який сприяє більш рівномірному розподілу продукту по всій його смаковій поверхні.

Механізм сприйняття смакових відчуттів є дуже складним і вивчений ще недостатньо. Вважають, що під дією подразника в смакових клітинах виникає подразнення, що викликає нервовий імпульс, де у подальшому передається в смаковий центр головного мозку.

При дегустуванні їжі подразнення виникають одночасно в декількох клітинах і не тільки в рецепторах смаку, але й у рецепторах дотику, нюху і т. д., тому отримана інформація може бути різноманітною й свідчити про смак їжі – кисла, солена, гірка чи солодка. А також чи їжа є твердої чи м'якої консистенції, або холодною чи гарячою і т. д.

Існує три основні теорії смаку: 1) хімічна теорія; 2) фізико-хімічна теорія; 3) ферментативна теорія.

Коротко їх розглянемо. Відповідно до хімічної теорії, смакове відчуття – нервовий імпульс смакових волокон – виникає в результаті розпаду специфічних протеїнових речовин, які містяться в смакових клітинах.

За фізико-хімічною теорією виникнення смакових відчуттів пов'язане з адсорбцією смакових речовин і появою різниці потенціалів між протоплазмою клітин смакового органу й навколишнім середовищем.

За ферментативною теорією виникнення смакових відчуттів пов'язане із впливом смакових речовин на ферментативні процеси, що виникають у рецепторах смаку.

Сказане лише схематично розкриває механізм смакових відчуттів. У дійсності цей механізм набагато складніший. Досить сказати, що відчуття смаку, активність смакових рецепторів, крім багатьох інших факторів, залежить від роботи травного апарату, від стану органу нюху.

Так, наприклад, чутливість смакових відчуттів після прийняття їжі знижується й тільки через 2-3 години після їжі – підвищується. У людини відчуття смаку до різноманітної їжі порушується при різних захворюваннях, наприклад, діабет, гастрит, нежить тощо.

1.1.2. Основні смаки

Певна смакова рецепторна клітина здатна розпізнавати лише один з п'яти смаків, змішані смакові відчуття утворюються завдяки комбінації цих основних смакових відчуттів (смак дозрілого апельсина сприймається як кисло-солодкий, а грейпфрута – як солодко-гіркий).

Перша класифікація була запропонована ще в 1752 р. М.В. Ломоносовим. Відповідно до неї, всі смаки поділяються на 7 видів.

1. Кислий, як оцет.
2. Їдкий, як винний спирт.
3. Солодкий, як мед.
4. Гіркий, як смола.
5. Солоний, як сіль.

6. Гострий, як дика редька.

7. Кислуватий, як незрілі плоди.

Ця класифікація не охоплює всі існуючі смаки продуктів і речовин.

Сучасна класифікація включає 5 типів смаків (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Типи смаків, їх чутливість та подразники

Смаки	Зони чутливості до смаку	Подразник
Солодкий	задні краї язика	вуглеводи, а також деякі спирти й амінокислоти з яких складаються білки
Гіркий	корінь язика	більш ніж на 100 різних речовин зокрема, на кофеїн і нікотин
Кислий	кінчик язика	взаємодія кислот зі слиною
Солоний	передні краї язика	взаємодія з натрій хлоридом (кухонною сіллю)
Умамі, так званий «смак м'яса»	середня частина язика	викликає амінокислота – глутамат

Інші смакові відчуття виникають у результаті змішування основних смаків, або в результаті впливу інших рецепторів і називають присмаком.

Однак відчуття смаку в кожній людині різні, тобто існує смаковий поріг. Смаковий поріг – мінімальна концентрація речовин, за якої людина може визначити її смак. Він неоднаковий, для різних хімічних речовин (для цукру становить 0,01, для кухонної солі – 0,05, лимонної кислоти – 0,009, а хініну – 0,00008 моль/л. Люди чутливіші до гіркого, менш чутливі до кислого і однаковою мірою сприймають солодке і солоне.

До гірких сполук чутливість вища, адже багато отруйних сполук мають гіркий присмак, гіркий смак може сигналізувати про небезпеку, сильні гіркі подразники спричиняють напади нудоти – захисну реакцію організму для запобігання потрапляння небезпечних сполук до нього.

Солодкий смак. Джерела солодкого смаку за своєю природою досить різноманітні. До них належать: цукор, багатоатомні спирти, деякі глюкозиди, амінокислоти. Повної залежності між хімічною структурою й смаком різних речовин, як показали дослідження, немає.

Деякі речовини, що мають однакову хімічну природу, володіють різним смаком і, навпаки, один смак викликається речовинами різної хімічної природи, як наприклад, цукор і сахарин. Еталоном солодкого смаку служить сахароза.

Солоний смак. Солоним смаком у чистому вигляді володіє тільки NaCl, що є еталоном солоного смаку. Найбільш близький до солоного смаку мають LiCl, NaBr. Інші органічні й неорганічні солі викликають нечисте відчуття солоного смаку. Ряд солей має змішаний солоний смак. Так, смак NaBr – солоно-гіркий.

Кислий смак. Викликається дією мінеральних та органічних кислот і визначається наявністю йонів Гідрогену (H⁺). Кислий смак різних кислот різний. Інтенсивність кислого смаку основних кислот зменшується в такому порядку: хлоридна – молочна – яблучна – винна – оцтова – лимонна. Еталоном кислого смаку

служить винна кислота.

Гіркий смак. Викликається різними речовинами: глюкозидами, алкалоїдами, солями калію, кальцію, магнію і т. д. Відчуття гіркого смаку часто пов'язане з наявністю певних груп і т. д. Еталоном гіркого смаку служить смак кофеїну та хініну.

Умамі – «п'ятий смак», традиційно використовується в китайській культурі та країнах Сходу. Умамі – назва смакового відчуття, виробленого амінокислотами, зокрема – глутаміною, що знаходиться у їжі, яка пройшла ферментативну обробку, наприклад, сирах пармезан, рокфор, в соєвому і рибних соусах. А також цей смак можна відчутти у неферментованих продуктах – це волоські горіхи, кольорова капуста, помідори, гриби, м'ясо після термічної обробки. Умамі робить смак будь-якої страви більш насиченим, глибшим, яскравішим. Іншими словами – краще і смачніше.

Крім п'ятох основних смаків виділяють ще і смак води, лужний смак, терпкий смак, жирний, пекучий, а також металевий присмак. Крім цього, розрізняють гострий, освіжаючий, колючий, борошністий смаки.

Такий смаковий різновид виникає у результаті змішування основних смаків, а також під дією подразників, що виникають під дією тактильних, болючих та інших рецепторів ротової порожнини й рецепторів сфери нюху.

Не всі визнають смак води й про це відчуття можна сперечатися, але встановлено, що в ротовій порожнині є окремі спеціальні рецептори, що реагують тільки на смак води, і збудження в них виникає тільки під тиском такого подразника як вода.

Лужний смак виникає від хімічного подразнення слизової оболонки у ротовій порожнині та не обумовлений специфічними смаковими рецепторами. Типовим стимулом для відчуття лужного смаку є водний розчин натрію бікарбонату, для відчуття терпкого смаку – розчинні таніни.

Терпкий смак незрілих плодів, терпкого вина, терну, чаю, спричиняється коагуляцією білка під дією дубильних речовин, що містяться в цих продуктах. Механізм його виникнення пов'язують зі зв'язуванням танінів і білків, багатих на пролін.

Пекучий смак не відносять до числа основних смаків, оскільки до теперішнього часу не виявлено відповідні смакові рецептори. Він пов'язаний з речовинами, стимулюючими «тепові» рецептори (етанол, капсаїцин) – вони збуджують гілки трійчастого нерва і вносять свій вклад в «чисто» смакове відчуття. Створена шкала (1912 р., В. О. Сковіл) для порівняльної оцінки ступеня пекучості різних перців – капсікумів. Одиниці шкали Сковіла (ОШС) показують кількісний вміст капсаїцину та базуються на органолептичному тестуванні екстрактів перця.

Гострий смак, наприклад, це смак цибулі, хрону викликає подразнення рецепторів нюху, оскільки у цих рослинах містяться ефірні олії та глюкозида.

Освіжаючий смак м'ятних коржів, цукерок, м'ятної карамелі, це результат зниження температури в ротовій порожнині при випарі ментолу.

Колючий смак води виникає під дією тиску пухирців вуглекислого газу, що міститься у воді.

Жирний та борошняний смаки в основному виникають у результаті подразнення рецепторів дотику. Людина, безсумнівно, сприймає ці смаки, але це

відчуття не так чітко виражено, як зазвичай виділяється стандартна тетрада «солодкий – кисло-гіркий – солоний».

Металевий присмак. Зазвичай металевий присмак відчувається в їжі, у якій присутні деякі цукрозамінники. Також цей присмак можна відчути коли їжа торкається металевих предметів, що здатні швидко окиснюватись. Вони можуть бути виготовлені із мідних сплавів, мельхіору, латуні та ін., тому столові предмети з мельхіору і нейзильберу покривають тонким шаром срібла або золота.

1.1.3. Типи смаків та їх взаємодія

При зменшуванні основних типів смаків відбуваються дуже складні процеси суперництва смаків, які полягають в ослабленні або посиленні основного смаку, маскуванні смаку, зникненні смаку, компенсації смаку, в явищі смакових контрастів, виникненні вторинних смаків.

Компенсація запахів спостерігається при одночасній дії різних смакових імпульсів і буває позитивною або негативною.

Позитивна компенсація характеризується посиленням основного смаку, а негативна – ослабленням. Зникнення смаку також відбувається при одночасній дії смакових імпульсів різної інтенсивності, в результаті чого слабкий імпульс смаку зникає зовсім, тобто не уловлюється. На цьому явищі засноване маскування смаку.

Явище смакового контрасту полягає в різкій зміні якості смакового відчуття. Так, смак дистильованої води після солоного відчуття сприймається як солодкий. Зустрічається також і вторинний смаковий контраст, причому смаковий контраст зустрічається частіше й має велике значення при оцінці якості товарів. На явищі смакового контрасту базується правило: при оцінці якості солоних продуктів спочатку аналізують малосольні вироби, а тільки потім міцного засолу, спочатку визначається якість білих вин, а потім червоних, вин сухих, а потім солодких.

Зникнення смаку також відбувається при одночасній дії смакових імпульсів різної інтенсивності, у результаті чого більш слабкий імпульс смаку зникає зовсім, тобто не вловлюється. На цьому явищі засноване маскування смаку.

Маскування смаку використовується при виробництві харчових продуктів і готуванні їжі. У продукт додаються речовини, що поліпшують смак і запах готових виробів, а найчастіше маскують неприємний смак деяких складових частин продукту.

Варто зазначити, що суха їжа сприймається як позбавлена смаку. Відчуття смаку тісно пов'язане зі сприйняттям запаху, аромату. Запах відіграє важливу роль у сприйнятті смаку їжі. Наприклад, запах свіжоспеченого шоколадного кекса, духм'яної булочки, запах шашлику, кави. Запах їжі може стимулювати апетит, навіть тоді, коли ми зовсім не голодні. Варто зазначити, що голод підвищує відчуття солодкого, тоді як послаблює відчуття кислого. Коли людина голодна, їй майже все здається смачнішим, і навпаки, якщо вона добре наїлася, то навіть найкращі страви мало її цікавлять. Страви з неприємним запахом не будуть смачними.

Смак має емоційне забарвлення, адже смачна їжа викликає приємні відчуття на відміну від несмачної. Якщо людина одночасно нервує і їсть, то їй здається, що страви не мають смаку (під час стресу в людини зменшується виділення слини – явище «пересихання в роті»), а смакові рецептори отримують набагато менше

розчинених молекул їжі для аналізу).

Розпізнавання смаків також впливає на емоційну сферу людини: солодкі ласощі сприяють піднесенню настрою, гіркі – навпаки. Для сприйняття смакових відчуттів має значення температура їжі (наприклад, висока або низька її температура знижує смакові відчуття: при споживанні гарячого чаю із цукром він спочатку видається несолодким). Найсприятливішою для смакового сприйняття є їжа, температура якої становить 15-30°C. Для сприйняття смаку морозива необхідна оцінка його не тільки за хімічними, але й за механічними і температурними ознаками.

Крім цього, коли закладено ніс під час нежиті, смакові відчуття порушуються. Кількість функціональних смакових сосочків у дітей є більшою, ніж у дорослих.

Також немаловажним у смакових відчуттях є додаткові чинники. А саме: мистецьки оформлена їжа, яскрава люстра над обіднім столом який вишукано декорований, посилює смакові відчуття їжі, бо сприйняття смаку пов'язане зі здоровими відчуттями.

Варто зазначити, що смак їжі на борту літака під час польоту змінюється у кращу або гіршу сторону. Всередині літака, де тиск підтримується штучно, смакові рецептори змінюють сприйняття солодкого та солоного і стається це доволі різко. В цьому три основні причини: вологість, атмосферний тиск і шум всередині літака. При таких умовах змінюється якісна робота смакових та нюхових рецепторів. Їжу для пасажирів літака готують на землі, а підігрівають за допомогою конвекційних печей, де на страви діє теплове повітря. Через це, їжа зроблена з інгредієнтів, які здатні пережити процес різкої зміни температури, тиску та «дожити» до подання пасажирам.

Смак їжі – справа індивідуальна та вельми спірна. У кожного він свій, попри загальні ознаки. Вислів «Про смаки не сперечаються» відомий у багатьох мовах, чудово ілюструє розуміння людьми нечіткості й розпливчастості описів смаку, слабе диференціювання основних понять, величезні відмінності в чуттєвому сприйнятті в різних народів, і навіть у різних людей, у межах одного етносу.

Питання для самоконтролю до розділу 1

1. Які існують традиційні відчуття смаку?
2. Які існують відчуття близькі до смакових?
3. Основні процеси смакової сенсорної системи.
4. Робота смакового аналізатора.
5. Смачність харчових продуктів.
6. Рецептори смаку.
7. Характеристика рецепторів смаку.
8. Механізм сприйняття смакового відчуття.
9. Основні торії смаку.
10. Основні смаки.
11. Характеристика солодкого смаку.
12. Характеристика солоного смаку.
13. Характеристика гіркого смаку.
14. Характеристика кислого смаку.

15. Характеристика присмаків.
16. Характеристика п'ятого смаку – уамі.
17. Основні типи смаків.
18. Маскування смаку.
19. Явище смакового контрасту.

РОЗДІЛ 2. СОЛОДКІСТЬ РЕЧОВИН

2.1. Солодкість речовин та їх класифікація

Важливим аспектом у розробці продуктів харчування є використання речовин із солодким смаком.

Існує класифікація солодких речовин, що поділяє їх на дві групи: підсолоджувачі та цукрозамінники. Такий поділ обумовлено тим, що при виробництві харчових виробів цукор виконує роль не тільки носія солодкого смаку, але і структуроутворювача. Так, наприклад, при виробництві карамелі цукор обумовлює її аморфну структуру, фруктово-ягідного мармеладу – драгледоподібну; пастили та зефіру – піноподібну; пряників – коагуляційну; печива – кристалізаційну структуру.

Тому, ті солодкі речовини, які, як і цукор, мають властивості структуроутворювача, складають групу цукрозамінників, а ті, що мають солодкий смак і не впливають на структури – підсолоджувачів.

Отже, основною солодкою речовиною, що вживається людиною, є цукор – сахароза. В цей час поряд з цукром використовують різні солодкі речовини. Класифікація їх за А.П. Нечаєвим, А.А. Кочетковою, А.Н. Зайцевим наведена на рис. 2.1.

Структуроутворюючі підсолоджувачі та цукрозамінники різняться також за показниками цукрового еквіваленту (або «індексу солодкості», або «коефіцієнту солодкості»). Цю величину розраховують із кількості солодкої речовини, яка забезпечує в розчині рівень солодкості розчину сахарози (5-10 %). Визначається він за допомогою сенсорного аналізу. Підсолоджувачі мають цукровий еквівалент, що значно перевищує сахарозу. Тому застосовуються вони в кількостях, значно менших аніж рецептурна закладка цукру. До цукрозамінників відносяться речовини із групи цукрових (багатоатомних) спиртів або поліолів. Їх цукровий еквівалент порівнюється із сахарозою.

Варто зазначити, в літературі вказується, що замість терміну «цукровий еквівалент» часто використовують «відносна солодкість», яка вимірюється по відношенню до сахарози, солодкість якої прийнята за 1.

Отже, ступінь солодкості визначається кількістю сахарози в грамах, яку необхідно розчинити в одиниці об'єму води за умови, що її розчин має таку ж солодкість, як і розчин, в якому міститься 1г підсолоджувача чи цукрозамінника.

Орієнтовний коефіцієнт солодкості – відносна величина, що показує, в скільки разів менше, ніж сахарози, слід взяти підсолоджувача для приготування розчину, еквівалентного за солодкістю 9 %-му розчину сахарози. Обчислення та характеристику коефіцієнта солодкості висвітлено в розділі 10.

Сила солодкості підсолоджувачів (коефіцієнт солодкості) не є величиною постійною і може змінюватися в дуже широких межах. Вона залежить від низки чинників:

- концентрації підсолоджувача;
- кислотності харчового продукту;
- температури;

– присутності інших смакових речовин, особливо солодких.



Рис. 2.1. Класифікація солодких речовин

Порівняльна оцінка деяких підсолоджувачів за енергетичним рівнем і коефіцієнтом солодкості наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Порівняльна оцінка окремих замінників цукру і підсолоджувачів

Показники	Цукор	Підсолоджувачі	Поліоли	Фруктоза
Енергетичний рівень	4,0	фактично не мають калорій	2,4	4,0
Коефіцієнт солодкості	1,0	30...3500	0,5...0,7	1,2
Вплив на рівень інсуліну	сильне	не впливають	слабке	слабке
Вплив на травну систему	нейтральне	не впливають	можливий послаблюючий ефект	нейтральне
Вплив на здоров'я зубів	може викликати карієс	не впливають	не впливають	може викликати карієс

Як видно з таблиці поліоли і підсолоджувачі за своїми властивостями відрізняються від сахарози.

Не маючи глюкозного фрагменту, замінники сахарози використовуються у виробництві продуктів харчування і замінників цукру для хворих на цукровий діабет.

Поряд з харчовими продуктами, що використовуються в промисловості замість сахарози – це глюкозо-фруктозні сиропи, моно- і дисахариди, які називають цукрозамінниками та харчові добавки – підсолоджувачі.

Питання для самоконтролю до розділу 2

1. Класифікація солодких речовин.
2. Властивості солодких речовин.
3. Індекс солодкості або коефіцієнт солодкості, їх коротка характеристика.
4. Сутність солодкості та його визначення.
5. Орієнтовний коефіцієнт солодкості.
6. Залежність солодкості підсолоджувачів від різних чинників.
7. Значення солодкості для продуктів лікувально-профілактичного профілю.

РОЗДІЛ 3. ЦУКОР ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ЛЮДИНИ І ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

3.1. Цукор як харчовий продукт

Цукор – це харчовий продукт, який використовують для підсолодження їжі та напоїв. Це один із найпопулярніших продуктів харчування на сьогоднішній день (рис. 3.1.) Щодня цукор присутній у раціоні фактично кожного з нас.



Рис. 3.1. Цукор – харчовий продукт

Історія цукру сягає своїм корінням у глибину віків. Отримувати його стали ще до нашої ери в Індії. Перший цукор виробляли з цукрової тростини і спочатку використовували суто як лікарський засіб, і тільки потім – як продукт харчування.

Саме слово «цукор» походить від санскритського слова «Sharkara», що означає речовину гранульованої форми. Христофор Колумб представив цукор Новому світу в 1439 році під час своєї другої подорожі. Цукор називали «білим золотом» аж до кінця 1700-х років, адже тоді він вважався справжнім делікатесом.

Цукор є джерелом енергії, яка необхідна для життєдіяльності людини, цінним смаковим продуктом, консервантом. Він легко і швидко засвоюється організмом, оскільки є необхідною складовою для нормального функціонування всіх його тканин та органів. Споживання цукру повинно становити 10-30 % загальної кількості калорій. Для людей, зайнятих важкою фізичною та розумовою працею, спортом, добове споживання цукру може досягати 100-120 г.

3.2. Сахароза. Цукор. Їх характеристика

Сахароза або цукроза, також буряковий цукор, тростинний цукор, α -D-глюкопіранозил- β -D-фруктофуранозид, $C_{12}H_{22}O_{11}$ – важливий полісахарид (рис. 3.2.; рис. 3.3.). Білий, без запаху, кристалічний порошок із солодким смаком. Він є найвідоміший і широко застосовується у харчовій промисловості. Молекула сахарози складається із залишків молекул глюкози і фруктози.

Кристали сахарози добре розчинні у воді (179 г на 100 г при 0 °C і 487 г при 100°C), погано у спиртах (0,9 г на 100 г при 0 °C), не розчинні в дистильованому ефірі. Сахароза кристалізується без води у вигляді великих моноклинних кристалів. Вона піддається гідролізу під дією кислот та ферменту сахарози. В результаті цього утворюються молекули глюкози і молекули фруктози. Гідроліз сахарози отримав

назву інверсії, а суміш утворюваних різних кількостей глюкози і фруктози – інвертним цукром. Сахароза може зброджуватись дріжджами, а при нагріванні вище температури плавлення карамелізується, втрачаючи воду, тобто перетворюється у суміш складних продуктів: карамелана $C_{24}H_{36}O_{18}$, карамелена $C_{36}H_{50}O_{25}$ та ін. Ці продукти під назвою «колер» використовують у виробництві напоїв і коньяків для забарвлення готових продуктів.

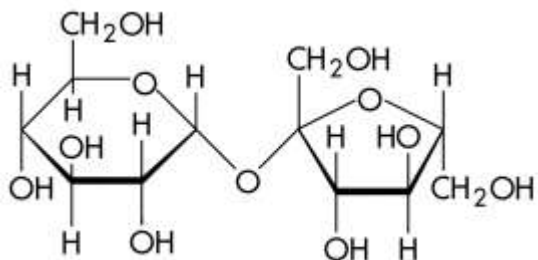


Рис. 3.3. Кристалічний порошок сахарози сахарози

Сахароза не проявляє відновлюваних властивостей – не реагує з реактивом Толленса і реактивом Фелінга. Вона не проявляє властивостей альдегідів і кетонів. Наявність гідроксильних груп у молекулі сахарози легко підтверджується реакцією з гідроксидами металів. Якщо розчин сахарози долити до гідроксиду купруму (II), утворюється яскраво-синій розчин сахарату купруму. Альдегідної групи в сахарозі немає: за нагрівання з аміачним розчином оксиду аргентуму (I) вона не дає реакцію «срібного дзеркала». З числа ізомерів сахарози, що мають молекулярну формулу $C_{12}H_{22}O_{11}$, можна виділити мальтозу і лактозу.

Сахароза дуже поширена у природі – синтезується у клітинах усіх зелених рослин і нагромаджується в стеблах, насінні, плодах і коренях рослин. Цукровий буряк, цукрова тростина – основні джерела отримання сахарози, звідси виникли і назви – тростинний цукор і буряковий цукор. Її багато в кленовому і пальмовому соці, соці берези та деяких фруктах. Вміст сахарози у природніх джерелах висвітлено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Вміст сахарози у природніх джерелах (%)

Природне джерело	Вміст сахарози
Цукровий буряк	15-22
Цукрова тростина	12-15
Цибуля	6,5
Персики	6,0
Абрикоси	6,0
Диня	5,9
Морква	3,5
Апельсини	3,5
Кукурудза	1,4-1,5
Картопля	0,6
Виноград	0,5

Сахарозу добувають із природної сировини – цукрового буряку, цукрової тростини. Спочатку цукровий буряк миють, коренеплоди подрібнюють. Потім цю масу обробляють гарячою водою. Як добре розчинна у воді сполука, сахароза переходить у розчин. Розчин сахарози очищають, поступово обробляючи його вапняним молоком та карбонем (IV) оксидом. Далі розчин випарюють, сахароза кристалізується – утворюється цукровий пісок. Шляхом повторного розчинення і кристалізації одержують цукор-рафінад. Процес одержання цукру із цукрового буряку продемонстровано на схемі (рис. 3.4.)

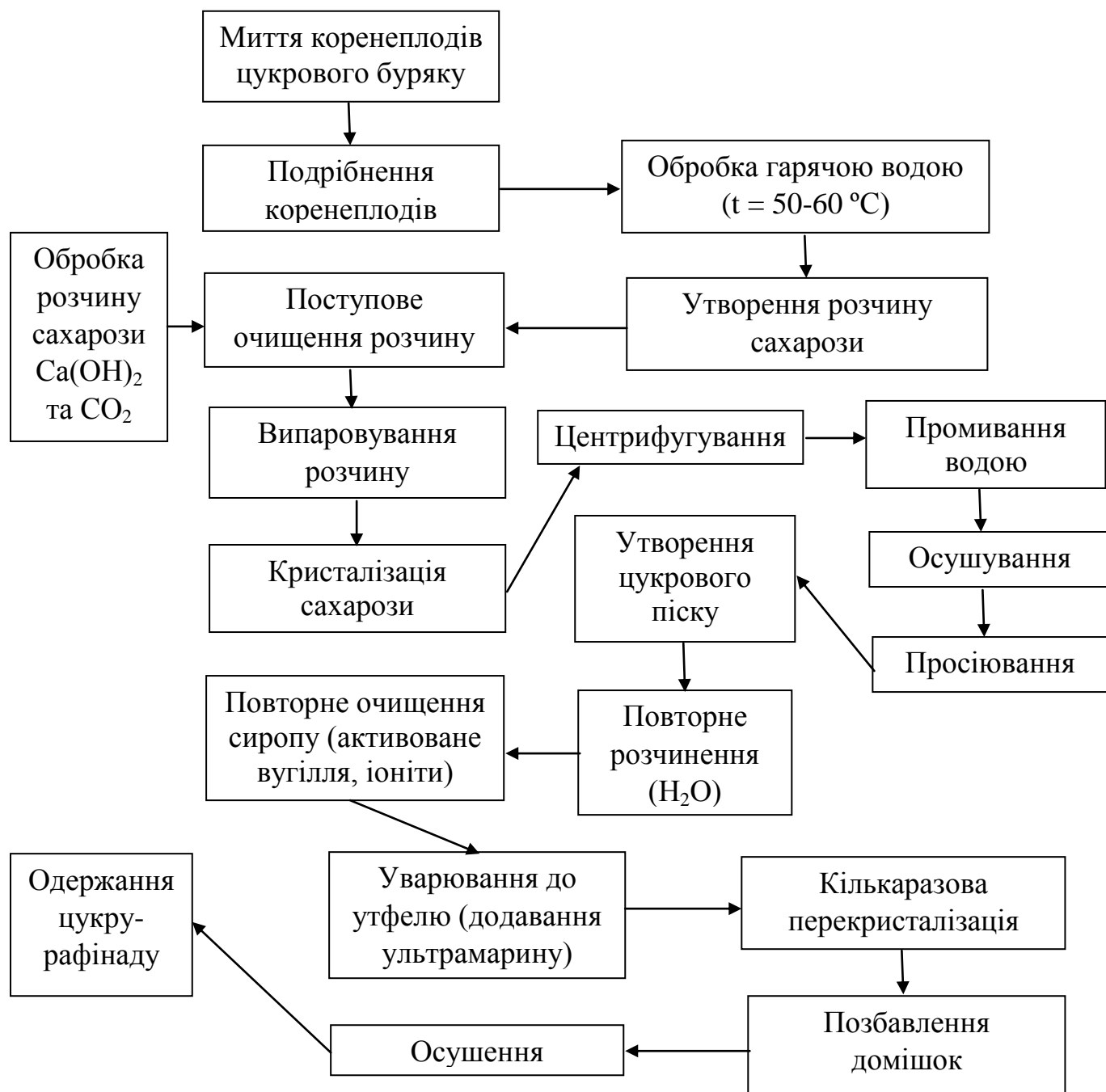


Рис. 3.4. Загальна технологічна схема виробництва цукру-піску та цукру-рафінаду

Цукор – солодкий на смак харчовий продукт. Тут варто зазначити, що це загальна назва групи простих вуглеводів, які використовують у повсякденному

приготуванні їжі. Ця група складається з моносахаридів і дисахаридів та містить:

- 1) моносахариди (просто цукри):
 - глюкоза (виноградний цукор, декстроза);
 - фруктоза (фруктовий цукор);
 - галактоза.
- 2) дисахариди (що складаються із залишків двох моносахаридів):
 - сахароза (цукроза «звичайний цукор») = фруктоза + глюкоза;
 - мальтоза (солодовий цукор) = глюкоза + глюкоза;
 - лактоза (молочний цукор) = глюкоза + галактоза.
- 3) Олігосахариди, молекули яких містять 3-6 залишків моносахаридів (тріози, тетрози, пентози, гексози).

Для використання у приготуванні їжі сахароза продається в таких варіантах:

- цукровий пісок – білі зернисті кристали розміром від 0,2 до 0,5 мм;
- кусковий цукор;
- цукрова пудра – порошок, отриманий шляхом подрібнення цукру-піску, яка використовується, зокрема, для глазури;
- цукрова вата;
- коричневий цукор – коричневі гранули, часто вологі. В основному його отримують шляхом змішування попередньо очищеного гранульованого цукру з патокою;
- цукрові кульки-перлини (Демерара) – високозернистий цукор з розмірами кристалів близько 3 мм;
- цукерки – великі, неправильної форми, від коричневого до бурштинового кольору кристали, часто розміром від 2 до 3 см. Продають в основному в музейних магазинах.

До кінця XIX ст. цукор випускався у вигляді цукрових голів – конусів із закругленою вершиною.

Цукровий пісок, коричневий цукор і цукор-кулька мають аналоги у формі органічних продуктів з цукру (мед, у тому числі штучний, фруктові сиропи тощо), рафінованих та штучно виділених продуктів цукру.

3.3. Характеристика різних видів цукру

Розглянемо деякі характеристики різних видів цукру.

Буряковий цукор.

Цукор-пісок отримують з цукрового буряка, що містить 16-17% сахарози (рис. 3.5). Одержання цукру-піску продемонстровано узагальненою схемою, описаною вище.



Рис. 3.5. Цукор-пісок

Цукор-пісок на сорти не ділять. Він повинен мати білий за блиском колір, солодкий смак без сторонніх присмаків і запахів як в сухому вигляді, так і у водному розчині. Цукор-пісок повинен бути сипким, без грудок, повністю розчинним. Розчин цукру – прозорий, безбарвний, без осаду, сторонніх домішок. Цукор-пісок має містити не менше 99,75 % сахарози (у перерахунку на суху речовину) і не більше 0,14 % вологи. Стандарт обмежує вміст редуруючих речовин, золи, феродомішків і забарвлення.

Цукор-рафінад отримують з цукру-піску шляхом рафінування (очищення) (див. схему рис. 3.6.). Цукор-пісок розчиняють у воді, отриманий сироп очищають за допомогою адсорбентів (активоване вугілля, іоніти) і уварюють до утфелю. Утфель кілька разів перекристалізують для кращого виділення нецукрів (мінеральних і органічних домішок). Для додання цукру-рафінаду голубуватого відтінку в утфель додають барвник синього кольору – ультрамарин. Цукор-рафінад виробляють наступних видів: рафінований цукор-пісок, цукор-рафінад пресований, цукор-рафінад надлитий, рафінад-пудра, цукор для шампанського.

Цукор-рафінад пресований. Для його отримання утфель центрифугують (видаляють патоку), кристали сахарози, що залишилися, промивають клерсом (насиченим цукровим розчином). Отриману рафінадну кашку піддають пресуванню. При пресуванні кристали сахарози перемішуються, деякі дробляться, що робить масу щільнішою. Вона набуває капілярно-пористої структури. Завершальною операцією є сушка випресованої маси. Пресуванням можна отримувати бруски цукру-рафінаду, які потім подрібнюють на шматки, або відразу формують щільнопресовані шматочки. Пресований цукор-рафінад буває колений в кубиках, з властивостями литого, швидкорозчинного, дорожнього. Шматочки цукру-рафінаду випускають типових розмірів і встановленої маси. Види пресованого цукру-рафінаду відрізняються різною міцністю. Пресований рафінад високої міцності наближається за властивостями до литого (рис. 3.6.). Щільність швидкорозчинного найнижча зі всіх видів пресованого рафінаду. Повне розчинення швидкорозчинного рафінаду – 1хв., інші види – 6-7 хвилин.

Цукор-рафінад литий – отримують доливаючи гарячий утфель у конічні форми висотою 60 см з наступним тривалим охолодженням, після чого кристали промивають клерсом і сушать у тих же формах. Готовий цукор колють специфічними цукровими щипчиками на шматочки чи розпилюють (рис. 3.6.). Литий цукор найміцніший і дуже повільно розчиняється у воді. Цукор для шампанського – це рафінований цукор-пісок з кристалами 1-2,5 мм, непідсинений ультрамарином (рис. 3.6.). Рафіновану цукрову пудру отримують просіюванням подрібненого цукру-рафінаду через шовкові сита з отвором 0,1 мм (рис. 3.6.). Асортимент рафінованого цукру розширюють за рахунок вітамінізованого, кисло-солодкого, кольорового та інших видів цукру.

Цукор-рафінад повинен бути білим, без плям і сторонніх домішок, однорідного біло-бакитного відтінку, солодкого смаку, без сторонніх присмаків та запахів. Найбільші зміни цукру відбуваються при зберіганні у вологих приміщеннях. Із зволоженням цукру-піску він втрачає сипучість, відсиріння цукру-рафінаду – це його деформація, жовтуватий та сіруватий відтінки, наявні темні крапління, видимі сторонні домішки, з'являється специфічний присмак. Крім цього, у зволоженому цукрі-піску або рафінаді можуть розвиватись

небажані мікробіологічні процеси тощо.

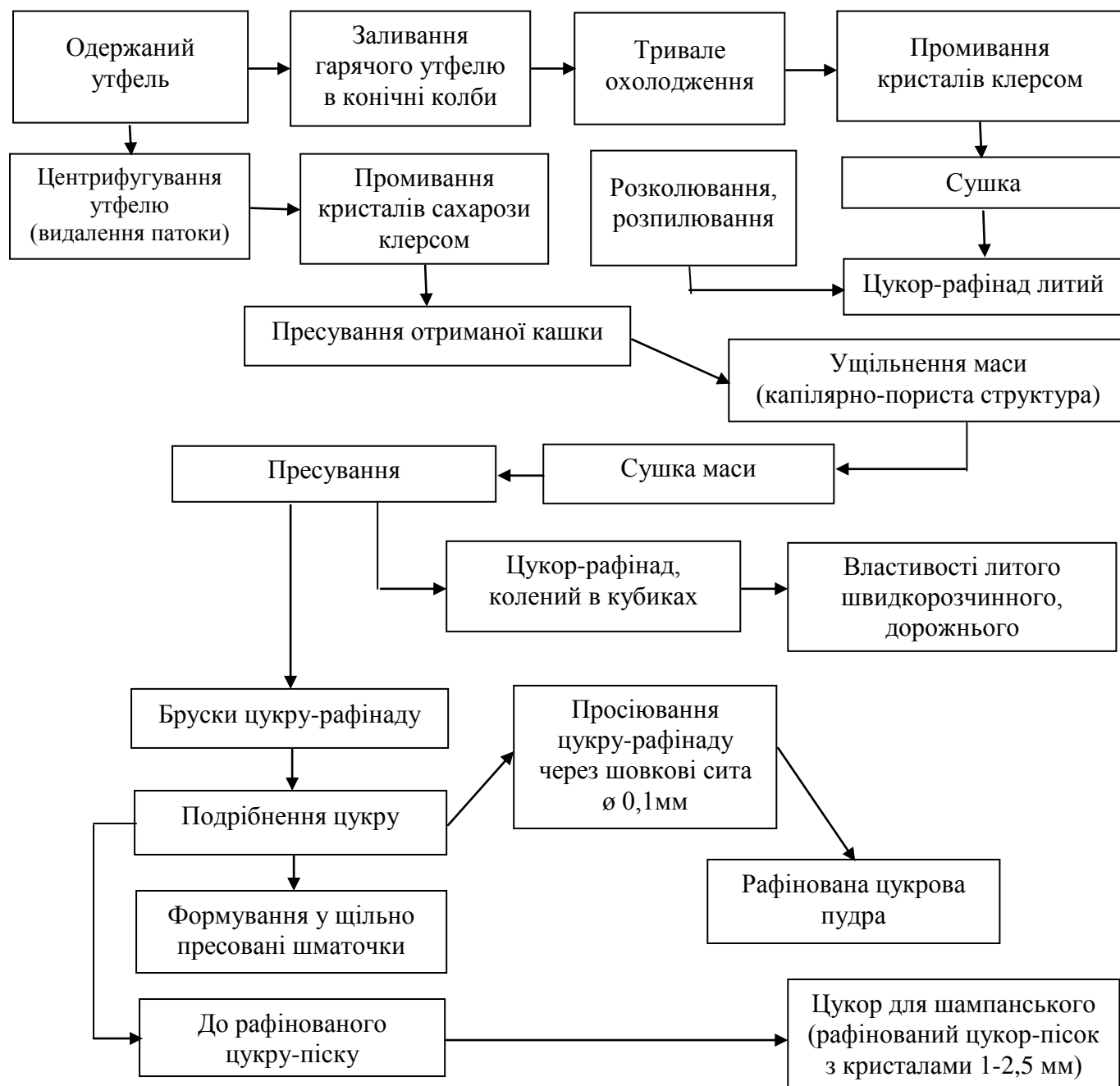


Рис. 3.6. Спрощена технологічна схема одержання цукру-рафінаду, цукру-рафінаду литого, рафінованої цукрової пудри та цукру для шампанського

Щоб уникнути небажаних змін при зберіганні цукру, необхідно підтримувати постійно оптимальні умови. А саме: відносна вологість повітря для цукру-піску – не вище 70 %, цукру-рафінаду – 80 %. Температура повітря не нижче 12 °С. Кусковий рафінад не слід зберігати навіть короткий час при температурі нижче 0 °С.

Природний цукор – це жовтий цукор другої продуктової кристалізації жовто-коричневого кольору. Отже, жовтий цукор виробляється з сиропу, що залишається після вироблення рафінаду найвищої якості.

У жовтому (жовтуватому) буряковому цукрі частка сахарози складає 85-95 %, він не настільки солодкий, як білий, зате містить більший відсоток таких мікроелементів, як залізо, кальцій, калій, фосфор та інші. Поживні і смакові властивості цього цукру дають можливість використовувати його для підсилення аромату кави та виготовлення бісквітів, тістечок, напоїв. Жовтий цукор більш гігроскопічний, ніж білий, що сприяє зменшенню черствіння хлібобулочних і кондитерських виробів, надає їм приємного смаку, сприяє кращому зберіганню продуктів.

3.4. Тростинний цукор та його різновиди

Тростинний цукор – продукт, який отримують з цукрової тростини, що росте в тропічному кліматі (рис. 3.7.). Основне використання очерету – отримання цукру. Крім цього, із залишків тростини виготовляють меблі, і як будівельний матеріал використовують для теплоізоляції дахів, як паливо і як корм худобі.



Рис. 3.7. Цукрова тростина – джерело тростинного цукру

Тростинний цукор більш натуральний, він якісніший та краще впливає на організм людини. Вся справа в біологічних особливостях рослини та багатоступінчастого очищення потрібного інгредієнта. В тростинному цукрі міститься багато вітамінів, мінералів, мікроелементів (фосфор, залізо, цинк, магній, калій, кальцій) і рослинні волокна, що містяться в ньому. Останні, потрапляючи до організму людини, не позначаються на зайвих кілограмах, як це відбувається у випадку з білим цукром, одержаним з цукрового буряка. Порівняльна характеристика бурякового і тростинного цукру наведена у таблиці 3.1.

За вітамінним і мінеральним складом тростинний цукор у багато разів перевищує буряковий. Тростинний цукор або коричневий цукор відрізняється своїм відтінком залежно від кількості меляси, яка робить колір більш насиченим, а сам цукор більш ароматним.

Порівняльна характеристика бурякового і тростинного цукру

Хімічний склад	Вміст поживних речовин в 100 г/мг	
	Буряковий цукор	Тростинний цукор (бастр)
Вітаміни		
Тіамін (В ₁)	–	0,008
Рибофлавін (В ₂)	0,019	0,007
Ніацин (РР)	–	0,082
Піридоксин (В ₆)	–	0,026
Фолієва кислота (В ₉)	–	0,001
Макроелементи		
Калій (К)	2,0	346,0
Кальцій (Са)	1,0	85,0
Фосфор (Р)	–	22,0
Натрій (Na)	–	0,18
Магній (Mg)	–	29,0
Мікроелементи		
Цинк (Zn)	–	0,18
Залізо (Fe)	0,01	1,91

Вміст лактози і сахарози в цукровій тростині високий – майже 2 % від ваги стебла, тому витяжка цукру відбувається без підмішування вапна або інших вибілюючих реагентів. У виробництво йде тільки стовбур рослини – його поміщають під прес, щоб добути з нього сік, який випаровується до концентрованого сиропу (рис. 3.8.), його надалі варять і кристалізують. Особливість тростинного цукру – це коричневий колір і яскраво виражений аромат патоки.

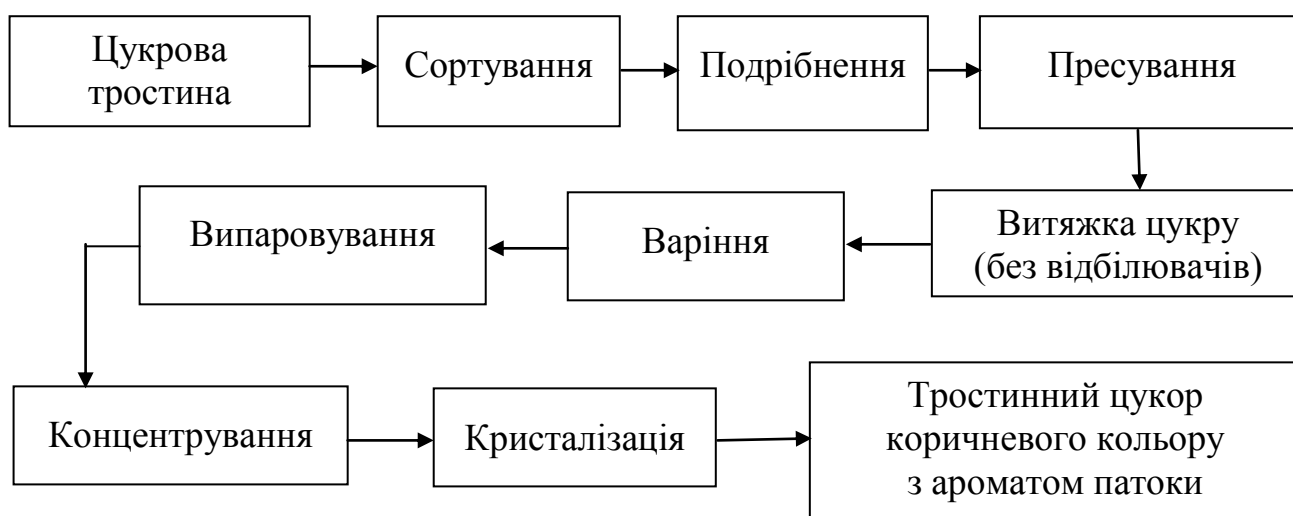


Рис. 3.8. Спрощена та узагальнена технологічна схема одержання цукру з цукрової тростини

Тростинний цукор – користь і різновиди залежать від місцевості, де він

зібраний і способу його обробки.

Сорт цукру «Демерара» бере назву від однойменної долини, де його вирощують. Це найпопулярніший сорт тростинного цукру з великими кристалами темного кольору, який буває рафінованим і нерафінованим, в кубиках або у вигляді піску (рис. 3.9.). Незамінний для любителів кави, м'ясних продуктів.



Рис. 3.9. Тростинний цукор сорту «Демерара»

Сорт «Мусковадо» має приємний карамельний смак і багатий на корисну мелясу. Він дуже темний за кольором, але зберігати його потрібно в дуже сухому місці (рис. 3.10.).



Рис. 3.10. Тростинний цукор сорту «Мусковадо»

Справа в тому, що даний сорт тростинного цукру дуже швидко і легко вбирає вологу. Використовують у випічці, при приготуванні солодких страв.

Сорт «Турбінадо» називається так через спосіб обробки за допомогою водяної пари із турбіни (рис. 3.11.).

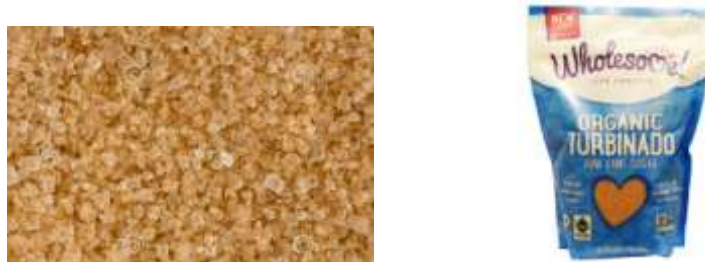


Рис. 3.11. Тростинний цукор сорту «Турбінадо»

У ньому не так багато меляси, як в описаних вище сортах. Застосовують його у приготуванні солодких десертів.

Найцінніший сорт коричневого цукру, багатий мелясою – це чорний барбадоський цукор (рис. 3.12.).



Рис. 3.12. Тростинний цукор сорт коричневого цукру – чорний барбадоський

Він є незамінним продуктом в раціоні людей, які відновляються після хвороби, схильних до алергічних реакцій, в дитячому харчуванні. Застосовують його у маринадах або в ласощах італійської кухні.

Бастр – нерафінований коричневий цукор, вироблений з соку тропічної культури – очерету. Його смак і відтінок залежить від патоки (меляси) (рис. 3.11.).



Рис. 3.11. Бастр – нерафінований коричневий цукор

Тростинний цукор буває золотистого, жовтого, бурого кольору. На відміну від білого (бурякового) його не обробляють і не рафінують. Бастр має характерний карамельний смак, за яким можна визначити підроблений продукт від справжнього. Бастр має багатий мінеральний склад – містить фосфор, цинк, натрій, калій, магній, залізо тощо. Бастр використовується в приготуванні кисло-солодких соусів, маринадів, м'ясних і рибних консервованих виробів, а також сприяє збільшенню терміну зберігання та смакових якостей страв.

Є ще гур, який представляють як аювердичний натуральний тростинний цукор, однак, це скоріше згущений сік, зібраний зі стовбурів рослини.

Тростинний цукор відноситься до складних вуглеводів і повільно засвоюється в організмі. Незважаючи на те, що по калорійності цукор не відрізняється від білого, за рахунок поступового тривалого засвоєння і великої кількості корисних речовин, тростинний цукор більш привабливий для вживання в їжу.

3.5. Кокосовий цукор

Нерафінований кокосовий цукор виготовляють з нектару суцвіть кокосової пальми (рис. 3.14.). Цей процес трудомісткий. Випарювання сиропу проводять при низькій температурі, щоб зберегти максимальну кількість корисних речовин. Для цього роблять надрізи, під які підставляють спеціальні ємності.



Рис. 3.14. Кокосова пальма – джерело цукру

Одна пальма дає в рік понад 250 кг соку, вихід сахарози з нього становить 20 %. Зібраний сік нагрівається тривалий час. Коли вода випаровується, він перетворюється в густу, сиропоподібну масу. Готовий цукор може бути світло-коричневим з легким карамельним ароматом або трохи темніший, з горіховим

присмаком (рис. 3.15.).



Рис. 3.15. Нерафінований кокосовий цукор

У кокосового цукру інший смак, менш солодкий, ніж у тростинного і бурякового. Оскільки отримання кокосового цукру не передбачає високу ступінь обробки, на солодкість, запах і колір продукту, у підсумку впливають різні фактори: вид кокосової пальми, сезон збирання, місце збору соку, шлях добування соку і ін. Отже, аромат кокосового цукру, запах, колір від світло- до темно-коричневого, все залежить від виробника. У ньому більше, ніж у звичайному цукрі вітамінів: С, В₂, В₃, В₆, В₈, мікро- та макроелементів – Р, Са, Mg, Fe, К, Na, Zn, білків до 1%, жирів – 0,4 %, вуглеводів – 93 %, а також міститься інозитол. Калорійність продукту 380 ккал на 100 г майже така ж, як у звичайному цукрі. Такі корисні властивості цукру з кокосових пальм обумовлені його обробкою. Цей продукт може бути більш корисним для вживання людям, які контролюють рівень глюкози та інсуліну в крові, а також для підтримання імунітету організму.

Особливості вживання цукру з кокосів:

- а) продукт можна застосовувати точно так, як звичайний цукор з буряка;
- б) напої, в які додається кокосовий цукор, відрізняються більш вираженим смаком і приємним ароматом;
- в) для додавання приємних карамельних ноток, цукор з кокосів додають у десерти, випічку та інші страви, а також застосовують у косметичній та фармацевтичній галузях.

Калорійність та поживна цінність цукру з кокоса такі ж, як у білого цукру – в чайній ложці міститься 4 г вуглеводів і 16 ккал.

Продається кокосовий цукор у різних формах: у вигляді гранул, пресованих брусків, густої пасти, схожої на мед.

3.6. Пальмовий цукор (джаггері)

Пальмовий цукор також називається ягре. Він переважно добувається у Південній Азії та островах Індійського океану з соку цукрової пальми, відомої як *Arenga saccharifera* рослини сімейства *Arecaceae*, яка щорічно здатна давати близько 250 л соку із 20 % вмістом сахарози (рис. 3.16.).



Рис. 3.16. Цукрова пальма Arenga saccharifera – джерело цукру

Цукрова пальма, з якої одержують пальмовий цукор, накопичує сік у суцвіттях. Під час цвітіння в тих місцях, де суцвіття прикріплюються до гілок, механічно обробляють, щоб викликати посилений притік соку. Потім суцвіття зрізують, і сік витікає з розрізів. Доросла пальма дає до 4 л соку на добу. Сік тривалий час кип'ятять, випаровують, загущують та одержують пальмовий цукор. Пальмовий цукор має темне забарвлення, в'язку консистенцію, подібну до меду, який з часом кристалізується і набирає форми кульок, які при потребі натирають або розплавляють (рис. 3.17.), характерний смак, подібний до смаку солодки. Цей продукт багатий на мінерали, мікроелементи, має низький глікемічний індекс: 100 г продукту забезпечують близько 380 ккал.



Рис. 3.17. Пальмовий цукор

Пальмовий цукор використовують як природний розчинний підсолоджувач у стані рідини, підігріту до певної температури, так і в холодних напоях. Він є інгредієнтом тайської та індійської кухонь: він використовується у приготуванні солодоців, а також як один із соусів при дегустації основних страв, різних типових соусів або салату папаї. Зокрема, пальмовий цукор є інгредієнтом тайського червоного каррі. Також пальмовий цукор джаггері корисний для людей, які мають проблеми зі сном, травленням, серцево-судинною системою. Він у цих випадках може служити як низькокалорійна харчова добавка.

3.7. Кленовий цукор

Кленовий цукор виробляється в Канаді, США, із кленового сиропу деревини *Arecaseae* (рис. 3.18.).



Рис. 3.18. Клен Acer Negundo

Кленовий цукор виготовляють із кленового сиропу. Зібраний із клену сік спочатку загущують, а потім випаровують. Цей цукор в основному випускається у вигляді гранул (рис. 3.19.).



Рис. 3.19. Кленовий цукор

Енергетична цінність кленового цукру – 354 ккал на 100 г продукту, а також у ньому наявні білки 0,1 г, жири 0,2 г, вуглеводи 90,9 г, мінерали – Ca – 90 мг, Fe – 1,61 мг, Mg – 19 мг, P – 3 мг, K – 274 мг, Na – 11 мг, Zn – 6,06 мг, Cu – 0,099 мг, Mn – 4,422 мг, Se – 0,8 мг; вітаміни – тіамін – 0,009 мг, рибофлавін – 0,013 мг, нікотинова кислота – 0,04 мг, пантотенова кислота – 0,048 мг, B₆ – 0,003 мкг, холін – 2,1 мг; жирні кислоти насичені – 0,036 г, жирні кислоти мононенасичені – 0,064 г, жирні кислоти поліненасичені – 0,1 г. У кленовому цукрі міститься близько 90 % сахарози, решта – різна кількість глюкози і фруктози.

За торговим виглядом назва «Агорн». Кленовий цукор – це пресовані блоки або напівпрозорі цукерки. Цей цукор з ароматом клену використовують як альтернативу тростинного цукру. Найбільш корисним вважається продукт, який має форму брусків. Він включає такі кислоти: бензойну – яка виявляє антисептичну дію, пригнічує життєдіяльність грибків; коричну – підвищує місцевий імунітет, стимулює регенерацію епітелію; галову – активізує перистальтику кишківника. До складу кленового цукру входять речовини, які відсутні у вихідній речовині – соці. Вони утворюються в процесі виготовлення кінцевого продукту – при нагріванні, кип'ятінні та випаровуванні. Найбільш цінним є квебакол – ця фенольна сполука називається на честь Квебеку, провінції Канади, де його і виділили. Ця сполука проявляє антиоксидантні властивості. Найважливіша дія цього цукру – поновлення енергетичного запасу. За його допомогою можна швидко відновити сили після

виснажливих фізичних навантажень, нервових зривів або стресів.

Кленовий цукор також використовують у косметології. Маски з цим цукром м'яко очищують поверхню епітелію від ороговілих частинок, живлять шкіру та попереджують розвиток дерматологічних захворювань інфекційної природи, підвищуючи місцевий імунітет. Кленовий цукор входить у рецептуру виготовлення кондитерських виробів, салатів, м'ясних та молочних страв.

3.8. Сорговий цукор

Сорговий цукор отримують із соку цукрового сорго – *Sorghinum saccharatum*, який широко розповсюджений в Індії, Африці, Китаї (рис. 3.20.).



Рис. 3.20. Цукрове сорго – джерело цукру

У вихідній сировині міститься до 18 % цукру. Цей цукор – високо та екологічно чистий продукт (рис. 3.21.).

Для одержання цукру, стебла сорго дрібно нарізають та витискають сік, який потім підігрівають та фільтрують. На вигляд – світло- та темнокоричневого кольору. При цьому не додають ніяких хімічних речовин. Оскільки сік із стебел сорго містить велику кількість камеді, мінеральних солей та інвертованого цукру, то вихід саме соргового цукру невеликий. Калорійність – в 100 г продукту міститься 280 ккал.



Рис. 3.21. Сорговий цукор

У сорговому цукрі міститься близько 25 % сахарози і 25 % фруктози і глюкози разом взятих. Крім цього в його склад входять мікро- та макроелементи – Ca, Mg, Mn. Сорговий цукор широко використовують при виготовленні пива, спирту, алкогольних напоїв. Його додають до карамелі, помадок, печива, напоїв, мусів, каш, дитячого харчування, салатів, супів тощо.

3.9. Виноградний цукор

Виноградний цукор – друга назва глюкози. Тобто це, по суті, звичайний цукор, тільки без фруктози. Він міститься в соці багатьох фруктів і ягід, але

отримують його з винограду – звідси і назва (рис. 3.22.).



Рис. 3.22. Виноград – джерело цукру, виноградний цукор

Основний технологічний процес одержання виноградного цукру полягає в наступних операціях. Виноградний сік згущують, пропускають через центрифугу і особливі сорбенти, які видаляють з нього домішки. На виході – густа прозора рідина без запаху. Далі все залежить від виробника: цукор або залишають у рідкому вигляді, або висушують та подрібнюють до білого порошку (рис. 3.23.).

Виноградний цукор менш солодкий, ніж звичайний, приблизно на третину, але кількість калорій у ньому така сама – 387 ккал на 100 г.

Якщо говорити про інші властивості, необроблена глюкоза швидко всмоктується в кров, заряджаючи організм енергією. Виноградний цукор використовують для надання солодкого смаку кашам, напоям, дитячому харчуванню, пюре, компотам, а також як складова кетчупів, соусів, макаронів тощо.

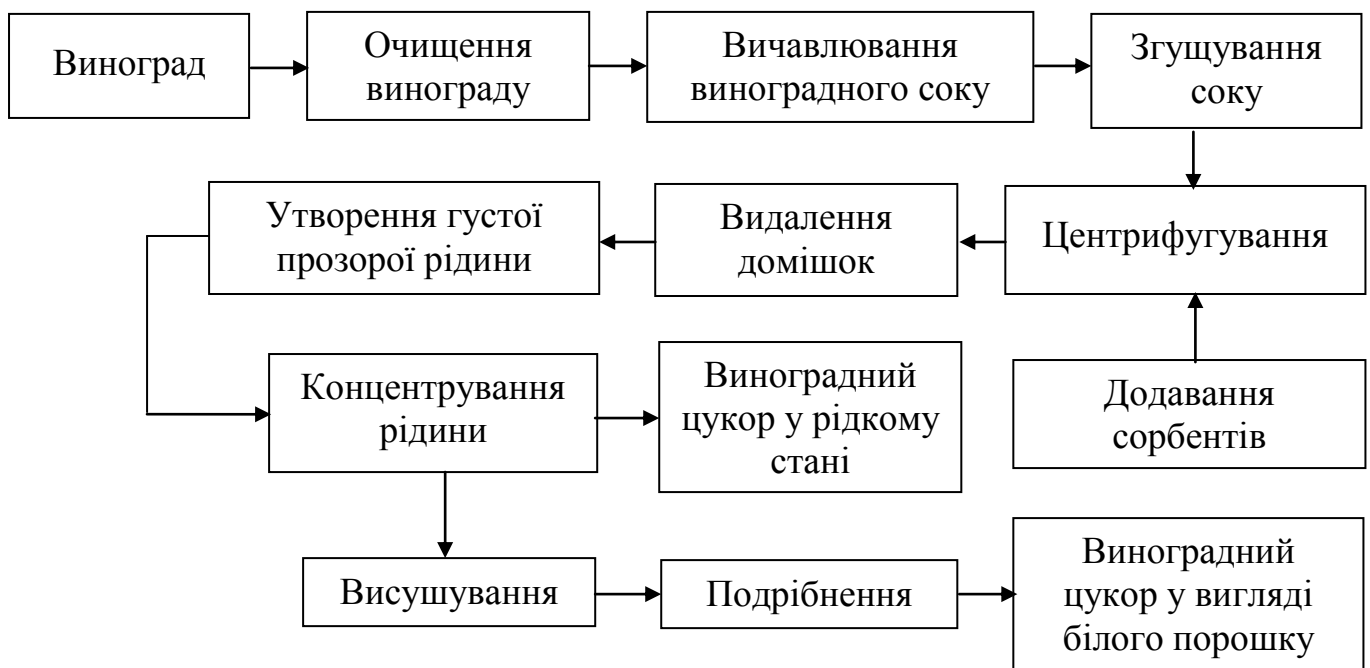


Рис. 3.23. Узагальнена технологічна схема одержання виноградного цукру з винограду

3.10. Солодовий цукор

Солодовий цукор (мальтоза) – це продукт, який отримують після пророщування і зброджування зерен кукурудзи або злакових культур, а саме жита, вівса, рису або ячменю (рис. 3.24.).



Рис. 3.24. Солодовий цукор



Рис. 3.25. Пророщені зерна – джерело солодового цукру



Рис. 3.26. Хліб солодовий

Смак його менш нудотний ніж у сахарози, виготовленої із очерету або буряка, напівпрозорий (рис. 3.25.).

Щоб зробити солодовий цукор із злаків у промислових умовах, пророщене зерно замочують у певній пропорції у воді (визначеному гідромодулі), обробляють ферментними препаратами або хімічними сполуками. Залежно від використаних культур, солодовий цукор за смаком може нагадувати сахарозу або вихідну речовину. Після отримання сиропу при температурі 60 °С проводять оцукрення, пропускають гідролізат через полісульфоновані мембрани та упарюють. У кінцевому продукті міститься 95 % мальтози (солодового цукру) і 5 % глюкози. Для прискорення процесу гідролізат концентрують у вакуумі або розділяють з допомогою центрифуги. Допускається освітлення. Узагальнену технологічну схему одержання солодового цукру із пророщеного зерна, висвітлено на рис. 3.27.

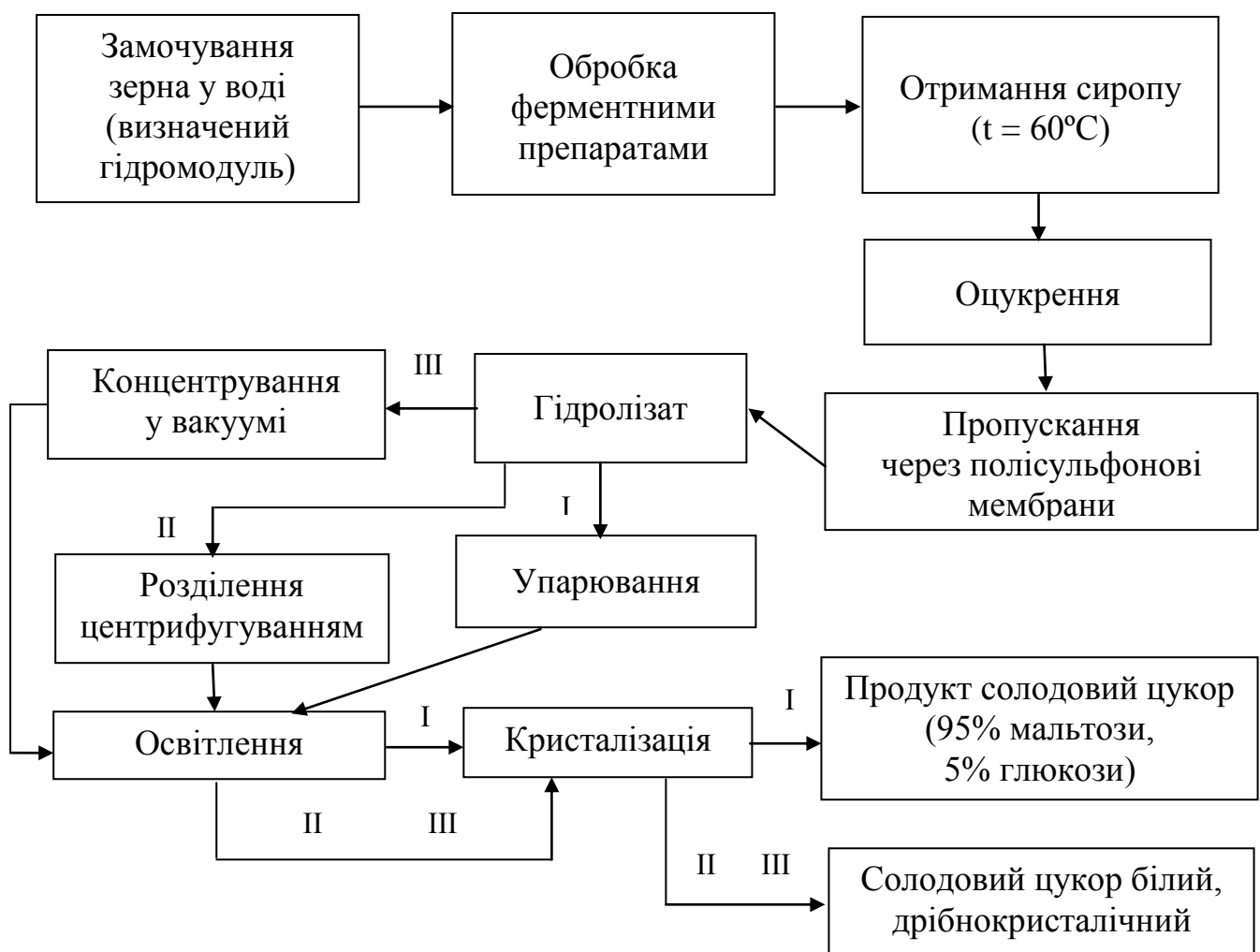


Рис. 3.27. Узагальнена технологічна схема одержання солодового цукру із пророщеного зерна не прискореними (I) та прискореними (II, III) процесами

У невеликих пивоварнях солодову патоку отримують зі зброженої сировини. Оскільки для оцукрення ферментні препарати не використовуються, кристалізація не відбувається. Одержаний продукт найбільш корисний, так як при його приготуванні хімічні реагенти не застосовуються.

Можна приготувати солодовий цукор у домашніх умовах.

1. Високоякісну вихідну сировину (жито, пшениця, ячмінь) перебирають і заливають водою на дві доби так, щоб над шаром зерна залишилося 10мм води. Воду змінюють кожні 6 год.

2. Набряклі зерна розкладають в один шар на полотні, складеному у кілька шарів. Необхідні умови для проростання – температура 12-16 °С і постійне провітрювання, перемішування та видалення зіпсованих зерен.

3. Готовність проростків визначають наступним способом: витягують зерна, і якщо пагони виростили на 8-10 см, значить проростки готові до наступної обробки.

4. Пророщене зерно викладають для просушування на деко, застелене пергаментом. Через 2 години піддон поміщають у духовку, де просушують при температурі 40-50 °С з відчиненими дверцятами.

5. Як тільки зернята почнуть розтріскуватись, їх очищують, видаляють сухі паростки та лушпиння, а потім дрібно перемелюють на кавомолці.

Домашній солодовий цукор світло-білого кольору, по консистенції нагадує борошно або цукрову пудру. Зберігають у герметично закритій скляній тарі в захищеному від світла місці та не більше року – далі продукт втрачає корисні властивості.

Калорійність солодового цукру – 362 ккал на 100 г. Солодовий цукор містить у собі багато вітамінів. Це – вітаміни групи В (тіамін, рибофлавін, холін, пантотенова і фолієва кислоти, піридоксин, нікотинова кислота, токоферол, біотин).

У складі солодового цукру є мінеральні речовини, які беруть активну участь у життєдіяльності людини. Зокрема, натрій, калій, кальцій, магній, цинк, йод, фосфор, селен та кремній.

Солодовий цукор міститься у багатьох продуктах харчування (табл. 3.3.).

Таблиця 3.3.

Вміст солодового цукру в продуктах харчування на 100 г

Вид продукту	Солодовий цукор, г
Крохмальна патока	68
Мальтозний сироп	99
Мед	4,5
Мармелад	4,2
Квас	2,2
Пиво	1,8
Морозиво	2
Мюслі	1,2
Дієтичні хлібці	0,8
Дитяче пюре	0,5

Добова норма солодового цукру для людей, які ведуть активний спосіб життя, становить 35 г, інших – 20 г на добу. Тим хто вживає солодовий цукор, від

солодощів інших видів слід відмовитись.

Солодовий цукор використовують для виготовлення та консервації дієтичних продуктів, квасу, пива, ковбас, солодощів, дієтичного харчування, мармеладу та зефіру з низькою енергетичною цінністю. Крім того, цукор з солоду – це натуральний харчовий барвник (рис. 3.26.).

Питання для самоконтролю до розділу 3

1. Походження цукру.
2. Добова норма цукру для людей різних професій.
3. Використання цукру.
4. Значення цукру в підсолонкуванні їжі.
5. Сахароза. Буряковий цукор.
6. Складні суміші сахарози.
7. Поширення сахарози у природі.
8. Загальна технологічна схема виробництва цукру-піску та цукру-рафінаду.
9. Цукор. З яких груп вуглеводів складається цукор?
10. Використання варіантів сахарози у приготуванні їжі.
11. Властивості сахарози.
12. Характеристика цукру-рафінаду.
13. Характеристика природного цукру.
14. Тростинний цукор.
15. Вітамінний та мікроелементний склад тростинного цукру.
16. Різновиди тростинного цукру та їх характеристика.
17. Кокосовий цукор та його характеристика.
18. Особливості вживання цукру з кокосів.
19. Характеристика пальмового цукру (джаггері).
20. Використання пальмового цукру.
21. Джерело виробництва кленового цукру.
22. Енергетична цінність кленового цукру.
23. Характеристика кленового цукру.
24. Використання кленового цукру в харчовій промисловості.
25. Сорговий цукор та його характеристика.
26. Використання соргового цукру в харчовій промисловості.
27. Виноградний цукор та його характеристика.
28. Застосування виноградного цукру.
29. Узагальнена технологічна схема одержання виноградного цукру з винограду.
30. Солодовий цукор та його характеристика.
31. Джерела одержання солодового цукру.
32. Приготування солодового цукру в домашніх умовах.
33. Склад солодового цукру.
34. Добова норма солодового цукру для людини.
35. Використання солодового цукру.
36. Вміст солодового цукру в продуктах.
37. Мінеральні речовини – складова солодового цукру.

РОЗДІЛ 4. КОНЦЕПЦІЯ ГЛІКЕМІЧНИХ ІНДЕКСІВ

4.1. Глікемічний індекс (ГІ) та глікемічне навантаження (ГН) та їх характеристика

Вже багато років було відомо, що вуглеводи при споживанні, викликають різну швидкість зростання концентрації глюкози в крові, і відповідно, різну відповідь інсуліну. Для порівняння зростання рівня глюкози в крові після споживання різних харчових продуктів, які містять вуглеводи, було запропоновано використовувати концепцію глікемічних індексів (ГІ). Необхідно зазначити, що іноді рекомендації щодо використання глікемічних індексів харчових продуктів не ґрунтуються ні на дієтичних принципах, ні на клінічних дослідженнях, які вказують на позитивний ефект їх використання.

Глікемічний індекс (ГІ) – це показник, який відображає, з якою швидкістю той чи інший харчовий продукт розщеплюється в організмі людини і перетворюється на глюкозу – головне джерело енергії. Тому ГІ має досить вагоме значення для нашого організму – він характеризує здатність різних продуктів харчування підвищувати рівень глюкози в крові. За еталон була прийнята глюкоза, глікемічний індекс якої дорівнює 100. Всі інші показники порівнюються з глікемічним індексом глюкози. Тобто ГІ порівнює цю властивість (підвищення рівня глюкози в крові) для 100г певного продукту і 100 г глюкози. Отже ГІ є параметром, який дозволяє класифікувати харчові продукти з точки зору їх впливу на рівень глюкози в крові після прийому їжі.

Тому поняття глікемічний індекс (1981 р. Дженкінс і Уолевер) – служить характеристикою, яка визначає зміну рівня цукру в крові при споживанні вуглеводів. ГІ визначається за формулою:

$$ГІ = \frac{S_f}{S_g} \cdot 100,$$

де S_f – площа під кривою підйому рівня глюкози (цукру) в крові протягом 2 год. після споживання харчового продукту, який містить 50 г вуглеводів;

S_g – площа під кривою підйому рівня глюкози (цукру) в крові впродовж 2 год. після споживання 50 г глюкози.

Фундаментальним питанням, яке визначає переваги і недоліки концепції глікемічних індексів є те, які вуглеводи і яким чином приймати до розрахунку при визначенні ГІ продукту, який їх містить. Оскільки ГІ вказує, на скільки доступні вуглеводи у харчових продуктах приводять до зростання рівня глюкози в крові, недоступні чи неглікемічні карбонати, як правило, виключають з 50 г величини порції вуглеводів при його визначенні. До недоступних чи частково доступних вуглеводів відносяться інουλін, олігосахариди з великим ступенем полімеризації СП, резистентні і модифіковані крохмалі, полідекстроза, полііоли тощо. Крім цього терміну, часто використовується інший термін, рекомендований ФАО – глікемічні вуглеводи, тобто карбогідрати, які при споживанні засвоюються в тонкому кишечнику і потім зазнають метаболічного розпаду в організмі. Слід зазначити, що глікемічні вуглеводи, такі як фруктоза та галактоза, не завжди здатні продукувати глюкозу внаслідок метаболізму. Нажаль, дуже важко, а в більшості випадків просто

неможливо, визначити кількість доступних вуглеводів.

Через деякий час після визначення глікемічного індексу була введена концепція глікемічне навантаження (ГН). Це параметр, який враховує співвідношення глікемічного індексу продукту і вуглеводів, що містяться в ньому. ГН представлено рівнянням:

$$\text{ГН} = (\text{В} \cdot \text{ГІ}) / 100,$$

де ГН – глікемічне навантаження;

В – вміст вуглеводів у заданій порції продукту;

ГІ – глікемічний індекс продукту.

Вважається, що величина глікемічного навантаження є більш коректною для визначення глікемічної дії харчового продукту в реальних умовах. Інакше кажучи, термін глікемічне навантаження був введений для порівняння ефекту зростання концентрації глюкози в крові при споживанні харчових продуктів, які містять різну кількість вуглеводів.

Існує шкала рівнів ГН:

- 1) ГН до 10 вважається мінімальним порогом;
- 2) ГН від 11 до 19 відноситься до помірного рівня;
- 3) ГН, що перевищує 20, це підвищене значення.

Взаємозв'язок між ГІ та ГН полягає в тому, що вони, певною мірою, залежать від вуглеводів. Зміна значення глікемічного індексу продукту відбувається залежно від маніпуляцій, які відбуваються з їжею. Наприклад, ГІ сирій моркви становить 35, а після приготування піднімається до 85. Це показує, що індекс вареної моркви набагато вищий, ніж у сирій моркві. Крім того, на показники ГН та ГІ впливає величина спожитого продукту.

Як було сказано вище, значення глікемічного індексу залежить від кількості глюкози в їжі. У більшості випадків високі цифри характерні для швидких вуглеводів, які після прийому засвоюються за короткий час, частково перетворюються в глюкозу і стають складовою жирюких відкладень. Тому величина ГІ – унікальна і важлива міра біологічної якості вуглеводів харчового продукту.

Харчові продукти, згідно з величиною їх ГІ, поділяються на три групи.

1. Низький – з рівнем до 55 – рекомендується для щоденного раціону.
2. Середній – від 55 до 75 – можна їсти час від часу.
3. Високий індекс, значення якого перевищує 75 – вживати дуже рідко, або й взагалі прибрати з раціону.

Людам, які страждають від діабету, важливо підраховувати не тільки ГІ, але й ГН для нормалізації величини цукру в крові. Це дозволить визначати властивості страв за рівнем вуглеводів.

Не варто забувати, що спосіб обробки продукту в процесі приготування, змінює його параметри і часто змінює показники. Дійсно, ГІ залежить від багатьох факторів і змінюється в досить широких межах. Так, наприклад, залежно від способу та часу приготування, значення ГІ для вареного білого рису змінюється в межах від 45 до 112, а бананів – від 30 до 70 залежно від ступеню стиглості.

Згідно з даними, які надали вчені Сіднейського університету, ось список поширених і, на перший погляд корисних і нешкідливих продуктів, які мають ГІ в 100 і більше пунктів:

- сухі сніданки, які містять у собі кукурудзяні пластівці – ГІ приблизно 132;

- запечена або відварена картопля – ГІ близько 118;
- білий глютенний пшеничний хліб – ГІ близько 110;
- сахароза – ГІ приблизно 110;
- мальтоза – ГІ близько 105;
- мальтодекстрин (міститься в дитячому, спортивному харчуванні, в солодошах) – ГІ від 105 до 135.

Разом з тим, ніколи не можна бути остаточно впевненим в точності показників ГІ, тому що його рівень залежить також від технології виробництва, від сорту продукту, від ґрунту, на якому він вирощений і т.д.

Отже, що впливає на ГІ?

1. Кількість клітковини, що міститься в продукті. Чим її кількість більша, тим довше засвоюється їжа і нижче ГІ. Вуглеводи краще всього вживати одночасно в поєднанні зі свіжими овочами.

2. Зрілість продукту. Чим більш спіла ягода або фрукт, тим більше цукру міститься і тим вище ГІ.

3. Теплова обробка. Подібний вплив на продукт сприяє підвищенню ГІ. Наприклад, чим довше вариться крупа, тим більше зростає ГІ.

4. Споживання жирів. Вони уповільнюють засвоєння їжі, тому автоматично знижується ГІ. Перевагу слід віддавати рослинним жирам.

5. Смакові якості продукту. Продукти, які мають більш кислі смакові відчуття, сприяють зниженню ГІ страви.

6. Сіль. Присутність її у стравах підвищує їх ГІ.

7. Цукор. Він безпосередньо впливає на зростання рівня глікемії, відповідно і ГІ.

8. Технології виробництва. Введення в рецептуру продукту цукрозамінників або підсолоджувачів різного походження, знижує рівень його ГІ.

В 1997 році комітет експертів Продовольчої та сільськогосподарської організації при ООН (ФАО) та Всесвітньої організації з охорони здоров'я (ВООЗ) на спільному засіданні обговорив питання щодо значення вуглеводів у харчуванні людини і схвалив рішення про використання методології величини ГІ для класифікації вуглеводовмісних харчових продуктів у поєднанні з даними щодо їх складу для вибору дієти. Для покращення здоров'я людей, комітет запропонував використовувати дієту з вмістом вуглеводів ($\geq 55\%$, необхідної енергії людина отримує з вуглеводів) з різних вуглеводовмісних харчових продуктів, збагаченими харчовими волокнами та іншими складовими, що мають низький ГІ.

Вуглеводи та їх замітники з низькою швидкістю розщеплення, слід використовувати більш широко, оскільки вони не викликають різкого підвищення рівня інсуліну.

Недавні дослідження вчених із США вказують, що дієти з низьким ГІ істотно зменшують ризики таких хворіб, як серцево-судинні, ожиріння, онкологічні захворювання тощо.

Крім цього, що систематичне споживання продуктів з високим значенням глікемічного індексу та глікемічного навантаження, істотно збільшує ризики виникнення ожиріння, цукрового діабету та інші. Дотримання низькоглікемічної дієти є корисним щодо нормалізації ваги, різних захворювань.

Іншим перспективним методом зниження глікемічної відповіді харчових

продуктів є використання суміші глікемічних вуглеводів, які здатні інгібувати не лише розщеплення один одного, але і крохмалю. Згідно з літературними даними, фруктоза здатна інгібувати гідроліз сахарози в тонкому кишечнику, а глюкоза, фруктоза, галактоза, здатні інгібувати гідроліз лактози.

Значення ГІ та ГН деяких продуктів (вуглеводів, цукрозамінників та підсолоджувачів) представлено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

**Глікемічний індекс та глікемічне навантаження деяких продуктів
(вуглеводів, цукрозамінників та підсолоджувачів)**

Продукт	Глікемічний індекс (ГІ)	Глікемічне навантаження (ГН)
1	2	3
Еритрол	0 ± 17	–
Сорбітол	9 ± 4	–
Ксилітол	8 ± 1	1
Ізомальт	9 ± 3	–
Манітол	0	–
Лактилол	2 ± 3	0
Сироп мальтитулу Malbit CR	30 ± 2	3
Сироп мальтитулу Maltidex 100	44 ± 11	4
Фруктоза	20 ± 5	–
Глюкоза	100	–
Тагатоza	3	–
Сахароза	65 ± 9	–
Мальтоза	105	–
Трегалоza	72	–
Лактоза	45	–
Ізомальтулоза	37	–
Мальтодекстрин	91	–
Полідекстроza	5	–
Мед	55 ± 5	10
Нектар агави	10 ± 1	1

Новітні дослідження вказують на те, що фруктоза інгібує розпад лактози та частково сахарози в тонкому кишківнику, а лактоза інгібує розщеплення як сахарози, так і крохмалю. Застосування суміші вуглеводів та цукрозамінників і підсолоджувачів у харчових технологіях, дозволяє отримувати вироби з низьким ГІ та ГН. Зниження глікемічної відповіді можна пояснити лише синергетичною дією композиції підсолоджувачів або цукрозамінників у гальмуванні розщеплення крохмалю.

Перечислимо деякі причини, на які варто звернути увагу щодо споживання продуктів з низькими ГІ і ГН:

- набагато легше контролювати рівень цукру в крові при діабеті;
- раціон з низькими ГІ та ГН допоможе уникнути накопичення зайвої ваги;
- низький рівень ГІ в раціоні сприятливо діє на стан серця;

- низький рівень ГІ допомагає зберігати і підтримувати у необхідній кількості запаси енергії в організмі, та рівномірно її розподіляти, а не стрибками;
- невисокий рівень ГІ благотворно впливає на розумовий потенціал;
- низький рівень ГІ та ГН допомагає зберегти здоров'я органів організму та підтримати життєдіяльність вцілому.

Як відомо, вуглеводний обмін і рівень окисного стресу тісно пов'язані з глікемічним індексом споживання їжі. Тому існує висока ймовірність того, що дієта на основі низького рівня ГІ може підтримати курс лікування різних хвороб і стати важливим профілактичним фактором у людей з підвищеним ризиком розвитку захворювань.

Необхідно відмітити, що отримання нових харчових продуктів із низьким ГІ та ГН саме по собі не може бути виправданою метою. Зниження глікемічної відповіді, яке відбувається за рахунок зміни доступних вуглеводів на недоступні (наприклад, при заміні моно- і дисахаридів на поліоли), фактично призводить лише до зменшення кількості спожитих вуглеводів. Зрештою можна споживати і целюлозу, адже її ГІ близький до нуля, але і користь від цього також буде нульова. Тому варто дотримуватись розумного балансу між зниженням глікемічної відповіді харчового продукту і присутності в ньому нехай і високоглікемічних, але важливих нутрієнтів, таких як сахароза чи крохмаль.

У світлі цієї інформації вибір правильної дієти представляється очевидним кроком у профілактиці захворювань і поліпшення якості життя. Глікемічний індекс може бути важливим фактором, що визначає вибір щодня продуктів, які можуть бути неоціненними при складанні збалансованої дієти і регуляції вуглеводного обміну в нашому організмі.

Таким чином, отримання низькоглікемічних харчових продуктів є складним завданням, яке потребує знань фізико-хімічних та біохімічних властивостей харчових інгредієнтів, що використовуються. Найбільш корисним є застосування сумішей вуглеводів та їх похідних, які мають синергічну дію відносно зменшення розщеплення в організмі як простих вуглеводів (цукрів), так і крохмалю та цукрозамінників і підсолоджувачів різного походження.

Питання для самоконтролю до розділу 4

1. Глікемічний індекс (ГІ) та його характеристика.
2. Визначення глікемічного індексу.
3. Переваги та недоліки концепції глікемічних індексів.
4. Глікемічне навантаження (ГН) та його характеристика.
5. Визначення глікемічного навантаження.
6. Шкала рівнів ГН.
7. Зв'язок між ГІ та ГН.
8. Поділ харчових продуктів згідно з величинами їх ГІ.
9. Найпоширеніші з корисних та нешкідливих продуктів, які мають ГІ в 100 і більше пунктів.
10. Що впливає на ГІ?
11. Значення вуглеводів згідно ФАО та ВООЗ.
12. Перспективні методи дослідження глікемічної відповіді харчових

продуктів.

13. Співвідношення між ГІ та ГН у підсолоджувачах та цукрозамінниках.

14. Значення ГІ та ГН щодо споживання продуктів.

15. Роль синергізму вуглеводів та цукрозамінників і підсолоджувачів при виготовленні дієтичних харчових продуктів.

РОЗДІЛ 5. ПІДСОЛОДЖУВАЧІ ТА ЦУКРОЗАМІННИКИ

5.1. Підсолоджувачі та їх характеристика

Підсолоджувачі або замітники цукру – це група адитивів (харчових добавок), які використовуються з метою надання солодкого смаку продуктам харчування. На відміну від натуральної сахарози, замітники цукру засвоюються в організмі не так швидко, не створюють перевантажень для підшлункової залози, у помірних кількостях не призводять до різкого підвищення рівня глюкози в крові. Фізіологічна теплотворна здатність підсолоджувачів порівнянно з цукром значно знижена або відсутня. Підсолоджувачі бувають натуральні, синтетичні та штучні.

До природних підсолоджувачів або натуральних заміників цукру відносять речовини, які зустрічаються в природі і були виділені з природної сировини або виділені з природної сировини і синтезовані.

Більшість підсолоджувачів у харчових продуктах – синтетичні. Звичайно, ними є штучні підсолоджувачі але й, наприклад, до цієї групи відносяться і натуральні підсолоджувачі, які присутні в фруктах і деяких овочах і отримані синтетичним хімічним гідруванням (приєднання Гідрогену до простих та складних речовин при наявності каталізаторів): ксиліт – з ксилози, сорбіт – з глюкози, лактитол – отриманий з лактози.

Штучні підсолоджувачі – це речовини, які не мають хімічної схожості зі звичайними вуглеводами. У них, зазвичай, дуже різноманітна і складна хімічна структура, що не відповідає нормальним молекулам організму. Серед цих підсолоджувачів виділяють важливий клас підсолоджувачів – інтенсивні підсолоджувачі.

Важливою з практичної точки зору є класифікація підсолоджувачів за калорійністю. При цьому розрізняють калорійні підсолоджувачі (більшість цукрозаміників), властивості яких необхідно враховувати у дієтичному харчуванні, спрямованому на зниження маси тіла, та їх можливий вплив на рівень глюкози у крові, а також безкалорійні (інтенсивні підсолоджувачі). Класифікацію підсолоджувачів продемонстровано на рис. 5.1.

До інтенсивних підсолоджувачів (табл. 5.1.) належать такі речовини, які проявляють солодкість значно більшу (у десятки або сотні раз), ніж стандартна глюкоза. Інтенсивні підсолоджувачі застосовують переважно для виготовлення низькокалорійної та діабетичної продукції, коли заміна цукру на такі підсолоджувачі не впливає на інші основні характеристики продукції (консистенція, вологість, аромат та ін.), в яких застосовується сахароза.

Інтенсивні підсолоджувачі зустрічаються в таких формах: таблеток, пакетиків, порошків, капель. А також як харчові добавки у складі харчових продуктів з позначками «без цукру» в жувальних гумках, напоях, йогуртах, мармеладі.

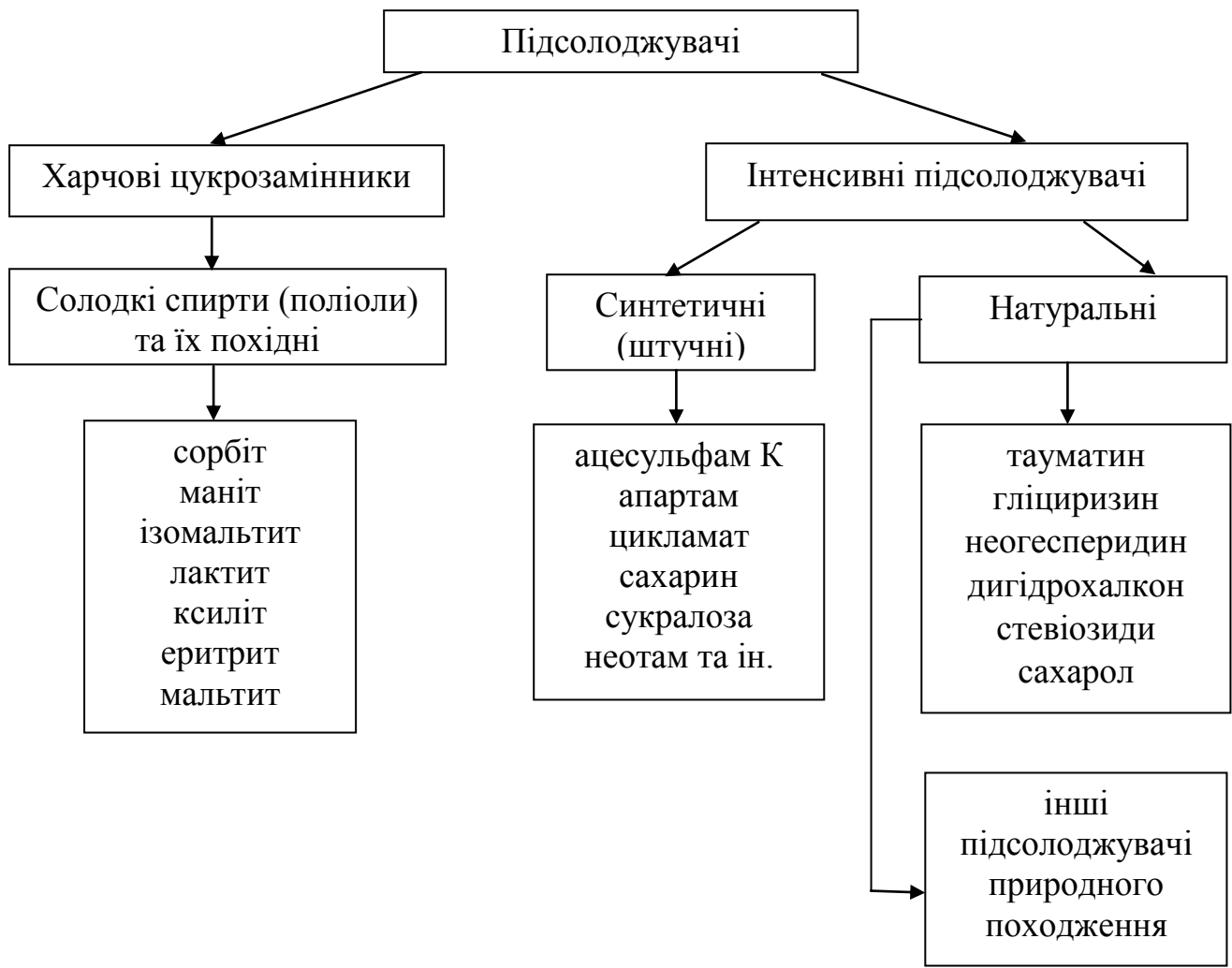


Рис. 5.1. Класифікація підсолоджувачів

Порівняльна характеристика деяких інтенсивних підсолоджувачів наведена в таблиці 5.2.

Таблиця 5.1.

Деякі інтенсивні підсолоджувачі

Е код	Назва	Технологічні функції
Е 950	Ацесульфам калію	Підсолоджувач
Е 951	Аспартам	Підсолоджувач, підсилювач смаку і аромату
Е 952	Цикламова кислота, її натрієва сіль	Підсолоджувач
Е 954	Сахарин та його натрієва, калієва і кальцієва солі	Підсолоджувач
Е 955	Сукралоза	Підсолоджувач, підсилювач смаку і аромату
Е 957	Тауматин	Підсолоджувач, підсилювач смаку і аромату
Е 958	Гліциризин	Підсолоджувач, підсилювач смаку і аромату

Е 959	Неогесперидин, дигідрохалкон	Підсолоджувач
Е 960	Стевіозид	Підсолоджувач
Е 962	Неотам	Підсолоджувач
–	Отизон	Підсолоджувач
–	Сахарол (аналог ацесульфаму калію)	Підсолоджувач

Таблиця 5.2.

Порівняльна характеристика солодкості інтенсивних підсолоджувачів

Назва	Солодкість	Продукти	Післясмак
Сахароза	1	Буряк, фрукти, ягоди	не має
Фруктоза	1,5		не має
Сахарин	300...500	Безалкогольні напої, жувальна гумка, карамель, мармелад без цукру, «столові підсолоджувачі»	гіркуватий
Циклакат	30...50		металевий
Аспартам	180...200	Безалкогольні напої, жувальна гумка, карамель, йогурт	продовгувато- солодкий
Ацесульфам	200	Безалкогольні напої, жувальна гумка, карамель, мармелад без цукру, «столові підсолоджувачі»	злегка гіркий
Сукралоза	500...600		не має
Неогесперидин	400...600	Драже, безалкогольні напої	настійливо- солодкий
Тауматин	300	Драже	стійкий, нав'язливий

Інтенсивні підсолоджувачі бувають як натуральні, так і синтетичні. За хімічною будовою вони можуть суттєво відрізнятися між собою, що свідчить про відсутність чіткої кореляції між хімічною будовою молекул підсолоджувачів та відчуттям людиною солодкого смаку.

У таблиці 5.3. висвітлені основні характеристики синтетичних підсолоджувачів, які беруть до уваги при використанні їх у виготовленні харчової продукції.

Таблиця 5.3.

Характеристики синтетичних підсолоджувачів

Найменування (торгова марка)	Е індекс	К _{сop}	Розчинність у воді при 200°С, г/л	Оптимальне значення рН	ДД, мг/кг ваги тіла
Цикламова кислота та її солі	Е 952	30	200	3,5...8,0	11
Ацесульфам К (Сунет)	Е 950	200	270	3...7	15

Аспартам (Санекта, Нутрасвіт)	E 951	200	710	3...5	40
Сахарин та його натрієва сіль	E 954	500	660	3,3...9,0	5
Сукралоза	E 955	600	120	3...7	15

Підсолоджувачі не несуть енергетичного навантаження, не викликають карієсу. Широкий асортимент підсолоджувачів, що використовується у світі, пов'язаний зі значними економічними перевагами порівняно з сахарозою. Підсолоджувачі використовують замість сахарози, чи разом з нею, при виробництві напоїв, морозива, кондитерських і хлібопекарських виробів тощо. Інтенсивні підсолоджувачі вважаються достойною альтернативою традиційним цукровим речовинам у виробництві харчових продуктів, з низки причин:

- здешевлюється і спрощується технологія виробництва;
- у десятки разів знижується калорійність продуктів;
- у поєднанні з фруктовими ароматизаторами і органічними кислотами, солодкість інтенсивних підсолоджувачів посилюється і збагачується смак продукту;
- у виробників з'являється можливість розширення асортименту;
- у результаті зменшення частки вуглеводів у складі продуктів, покращується їх біологічна стійкість при зберіганні.

До підсолоджувачів ставлять такі вимоги:

- профіль солодкого смаку не повинен відрізнятися від профілю солодкості сахарози – чистий приємний солодкий смак, що проявляється без затримки і відчувається довго;
- відсутність кольору і запаху;
- фізіологічна нешкідливість (не канцерогенність, не карієсогенність);
- не токсичність, повне виведення із організму;
- добра розчинність у воді;
- хімічна і термічна стійкість.

Підсолоджувачі додаються до продуктів харчування для надання їм солодкого смаку. За їх допомогою можна виготовляти низькокалорійні дієтичні продукти, повністю або частково позбавлені легкозасвоюваних вуглеводів. Завдяки відсутності глюкозного фрагменту, підсолоджувачі не вимагають для засвоєння інсуліну і можуть використовуватись у виробництві продуктів лікувально-профілактичного значення.

5.2. Цукрозамінники та їх характеристика

Цукрозамінники – це такі речовини, які надають продуктам солодкого смаку сахарози, зберігаючи при цьому їх основні технологічні функції (зв'язування води та летючих ароматичних речовин, вплив на в'язкість рідкого середовища тощо). За хімічною будовою цукрозамінники, в основному, це п'яти-, шестиатомні поліспирти (поліоли) та продукти їх глікозилювання переважно у вигляді сумішей. Цукрозамінником є також фруктоза, яка належить до харчових добавок.

Слід зазначити, що принципова відмінність між цукрозамінниками і

підсолоджувачами полягає в присутності або відсутності енергетичної складової, яка залежить від особливостей будови, походження, хімічної структури, а відповідно, й різним метаболізмом в організмі.

Цукрозамінники як і підсолоджувачі за походженням поділяють на натуральні та синтетичні, безкалорійні та калорійні (рис. 5.2.).

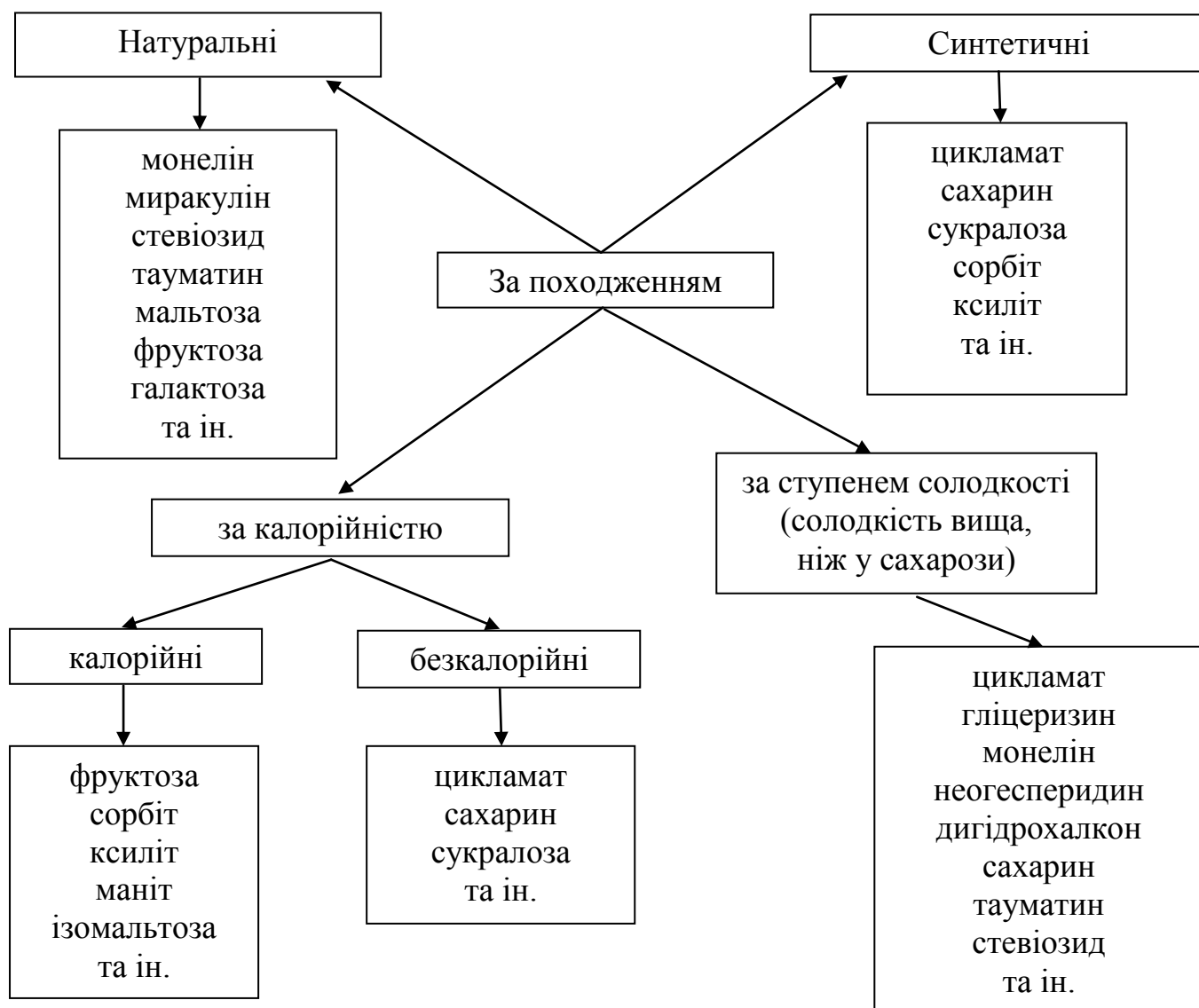


Рис. 5.2. Класифікація цукрозамінників

Найбільш поширеними цукрозамінниками є фруктоза, ксиліт, сорбіт. Вони мають солодкий смак і енергетичну цінність аналогічну сахарозі (4 ккал/г) або близьку до неї. На відміну від натуральної сахарози ці речовини звсвоюються в організмі повільно, їх метаболізм потребує меншої кількості інсуліну.

Важливою групою цукрозамінників є солодкі спирти – поліоли. Вони практично повністю засвоюються організмом, але досить повільно, тому вживання їх обмежене. Виробництво їх у світі складає близько 1млн.т на рік. За приклад може служити сорбіт, ксиліт, маніт, лактит та інші.

Цукрозамінники, які найчастіше використовують у харчуванні та їх основні характеристики наведені в таблиці 5.4.

Характеристика цукрозамінників

Найменування	Е індекс	K _{сол}	ГДК	Де знаходиться	Інше
Сорбіт	Е 420	0,55	–	У плодах рослин роду розоцвітних, у ягодах горобини	Має статус харчового продукту: використовується у діабетичному харчуванні, при лікуванні ожиріння; має консервуючі властивості
Маніт	Е 421	0,60	не більше 140 г/доб.	Основний компонент манни – застиглих ексудатів ясеню й платану, містяться в мохах, грибах, водоростях, вищих рослинах	В організмі виконує виражену дегідратуючу дію, сприяє зниженню внутрішньочерепного тиску; використовується як підсолоджувач та цукрозамінник та як добавка, що запобігає комкуванню
Ксиліт	Е 967	0,90-1,0	40-50 г/доб.	У ксилані деревини берези, овочах і фруктах	Енергетична цінність відповідає показнику цукру, запобігає розвитку карієсу зубів, підвищує секрецію шлункового соку, має жовчогінну та послаблюючу дію
Фруктоза (фруктовий цукор)		1,2-1,7	30-40 г/доб.	У меді, фруктах та ягодах	Калорійність на 30 % менша ніж в цукрі, має консервуючі властивості
Лактит (лактитол)	Е 966	0,35	50 г/доб. не більше	Виробляється з молочного цукру	Інсулінонезалежний, низькокалорійний цукрозамінник, повністю безпечний

На основі аналізу цукрозамінників та їх класифікації, можна сказати, що цукрозамінники, солодкість яких більша ніж на 30 % за солодкість сахарози, відносяться до речовин з високим ступенем солодкості. Цукрозамінники, солодкість яких знаходиться у межах ± 30 % до солодкості сахарози – до речовин з середньою солодкістю. Цукрозамінники, солодкість яких менша за солодкість сахарози більше ніж на 40 %, – до речовин з низьким рівнем солодкості. Речовини, у яких солодкість менша за солодкість сахарози на 60 %, – відносяться до речовин з дуже низькою солодкістю.

За рівнем калорійності, дослідники запропонували такий поділ цукрозамінників: у випадку якщо 1 г солодкої речовини дає організму 4 та більше ккал енергії, відносити їх до речовин з високим рівнем калорійності, від 2,5 до 4 ккал – середній рівень калорійності, менше 2,5 – низький.

За глікемічним індексом солодкі речовини поділяють на речовини з високим глікемічним індексом (еталон білий хліб) – вище 100 %, середнім – від 60 до 100 %, низьким – від 20 до 50 %, та дуже низьким – менше 20 %. Також до класифікації

цукрозамінників, вчені пропонують ввести потребу гормону інсуліну, можливість сприяння або не сприяння розвитку карієсу, при їх засвоєнні.

Важливою властивістю цукрозамінників, як і будь-яких інших речовин, є їх здатність до пребіотичної дії. Тому варто взяти за доцільність класифікувати їх як речовини, які мають або не мають пребіотичних властивостей.

Крім цього, слід зазначити, що цукрозамінники поліоли є негігроскопічними і не кристалізуються, внаслідок чого термін придатності продукту, виготовленого з їх додаванням, є істотно довшим, ніж продукту з додаванням цукру. Також важливо те, що для розчинення деяких об'ємних цукрозамінників, необхідна додаткова кількість теплоти, оскільки розчин має здатність швидко охолоджуватись. Такі властивості проявляють ксиліт, сорбіт, маніт та інші поліоли. Тому їх часто використовують як додаток до продукту, як зволожувач, для зниження карамелізації, для охолодження ротової порожнини в безалкогольних напоях та жувальних гумках.

Таким чином, наявність енергетичної цінності, притаманної цукрозамінникам, зумовило подальший пошук інших, з аналогічними властивостями речовин. Оскільки вони в організмі засвоюються не так швидко, потребуючи менше інсуліну, не створюють надмірне навантаження на підшлункову залозу, в помірних кількостях не призводить до різкого підвищення рівня глюкози у крові, що має велике значення в лікувально-профілактичному харчуванні хворих на цукровий діабет та багатьох інших груп населення.

Питання для самоконтролю до розділу 5

1. До якої групи відносяться підсолоджувачі та замітники цукру?
2. Характеристика підсолоджувачів.
3. Характеристика інтенсивних підсолоджувачів.
4. Класифікація підсолоджувачів.
5. Порівняльна характеристика деяких інтенсивних підсолоджувачів.
6. Характеристика синтетичних підсолоджувачів.
7. Причини, згідно яких використовують підсолоджувачі у харчовій промисловості.
8. Вимоги, які ставляться до підсолоджувачів.
9. Цукрозамінники та їх характеристика.
10. Відмінність між цукрозамінниками та підсолоджувачами.
11. Джерела надходження підсолоджувачів.
12. Джерела надходження цукрозамінників.
13. Класифікація цукрозамінників.
14. Основні характеристики цукрозамінників.
15. Калорійність цукрозамінників.
16. Поділ цукрозамінників за рівнем калорійності.
17. Енергетична цінність цукрозамінників та підсолоджувачів.
18. Значення цукрозамінників та підсолоджувачів у виготовленні продуктів дієтичного та профілактичного значення.

РОЗДІЛ 6. ПІДСОЛОДЖУВАЧІ ТА ЦУКРОЗАМІННИКИ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ

6.1. Стевія

Стевія (*Stevia Rebaudiana Bertoni*), дволисник солодкий – унікальна південноамериканська багаторічна рослина сімейства складноцвітних (рис. 6.1.). Саме трава стевії солодша за цукор в 30 разів, а дитерпенові глюкозиди (стевіозиди), що входять до складу трави, перевищують солодкість звичайного цукру в 300 разів і є абсолютно безкалорійними. Тому стевія сьогодні є єдиним натуральним природним безкалорійним цукрозамінником.



Рис. 6.1. Стевія – джерело цукрозамінника

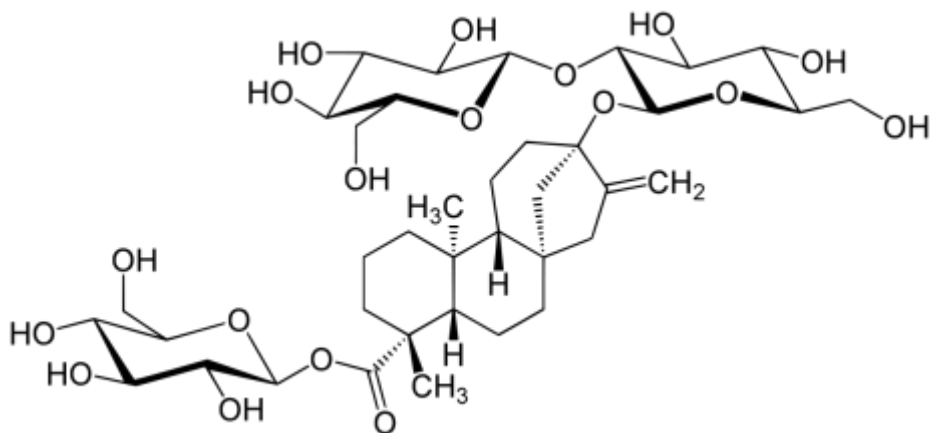
Рис. 6.2. Сироп стевії

До складу цієї унікальної рослини входять мінеральні речовини, вітаміни, ефірні олії, амінокислоти тощо. Цей природний цукрозамінник не токсичний порівняно з синтетичними підсолоджувачами, без побічних ефектів. Застосовують її у харчуванні для тих, хто страждає на цукровий діабет, або дотримується дієти. Застосовують стевію при виготовленні напоїв, кондитерських виробів, йогуртів, морозива, згущеного молока, соусів, приправ. Цю рослину використовують у приготуванні чаїв, екстрактів, сиропів. Наприклад, для приготування сиропу зі стевії, необхідно настій з цієї рослини, випарювати на водяній бані або на невеликому вогні. Випарювання настою слід проводити до тих пір, коли крапля сиропу, якщо її помістити на тверду поверхню, не буде застигати. Отриманий із стевії сироп має антибактеріологічні та антисептичні властивості і добре може зберігатись впродовж багатьох років при нормальних умовах (рис. 6.2.).

Сироп використовують як замітник цукру при виготовленні кондитерських виробів, гарячих та холодних напоїв, різних солодоців як у промисловому виробництві, так і в домашніх умовах. Коефіцієнт солодкості сиропу відносно цукру становить 1 : 30, а енергетична цінність сиропу складає 18 ккал на 100 г.

6.2. Стевіозид

Стевіозид – глікозид, одержаний з екстракту рослин роду Стевія (*Stevia Rebaudiana Bertoni*). Стевіозид був виділений у 1931 році французькими хіміками М. Бриделем та Р. Лавієм (рис. 6.4.).



6.3. Хімічна формула стевіозиду

6.4. Стевіозид

Це натуральний рослинний замінник цукру і фруктози. Головні цілющі властивості стевії – глікозиди, які мають певний ступінь солодкості (табл. 6.1.).

Таблиця 6.1.

Ступінь солодкості глікозидів

Різновид глікозидів	Ступінь солодкості
Стевіозид	300
Ребаудіозид А	250 – 450
Ребаудіозид В	200 – 350
Ребаудіозид С	50 – 120
Ребаудіозид Д	250 – 450
Ребаудіозид F	150 – 300
Дулкозид А	20 – 120
Стевіолбіозид	100 – 152

Найбільше у стевії міститься саме стевіозиду. Його вміст становить близько 15%. Стевіозид – це природний безазотистий компонент, в якому відсутня глюкоза, що також підвищує цінність стевії. Хімічна формула стевіозиду $C_{38}H_{60}O_{18}$ (рис. 6.3.). Це дитерпеновий глікозид, що складається з трьох молекул глюкози й аглюкону стевіолу. Стевіол є кінцевим продуктом гідролізу стевії в шлунково-кишковому тракті людини.

Крім стевіозиду, в листках стевії виявили й інші солодкі глікозиди – ребаудіозиди (А, В, С, D, F), дулкозид, рубузозид і стевіолбіозид з різним ступенем солодкості (від 50 до 450) відносно сахарози. Солодкі глікозиди стевії розрізняються між собою як за ступенем солодкості, так і за кількісним вмістом у листках рослини. Вміст стевіозиду в рослині найвищий. Технологія виділення стевіозиду з листків досить складна. Існують різні технології одержання цього продукту. Коротко їх розглянемо.

Перша. Вона включає різку екстракцію такими розчинниками як хлороформ, метанол, гліцерин і пропіленгліколь, а потім очищення, що включає екстракцію, знебарвлення, коагуляцію і кристалізацію (рис. 6.5.).

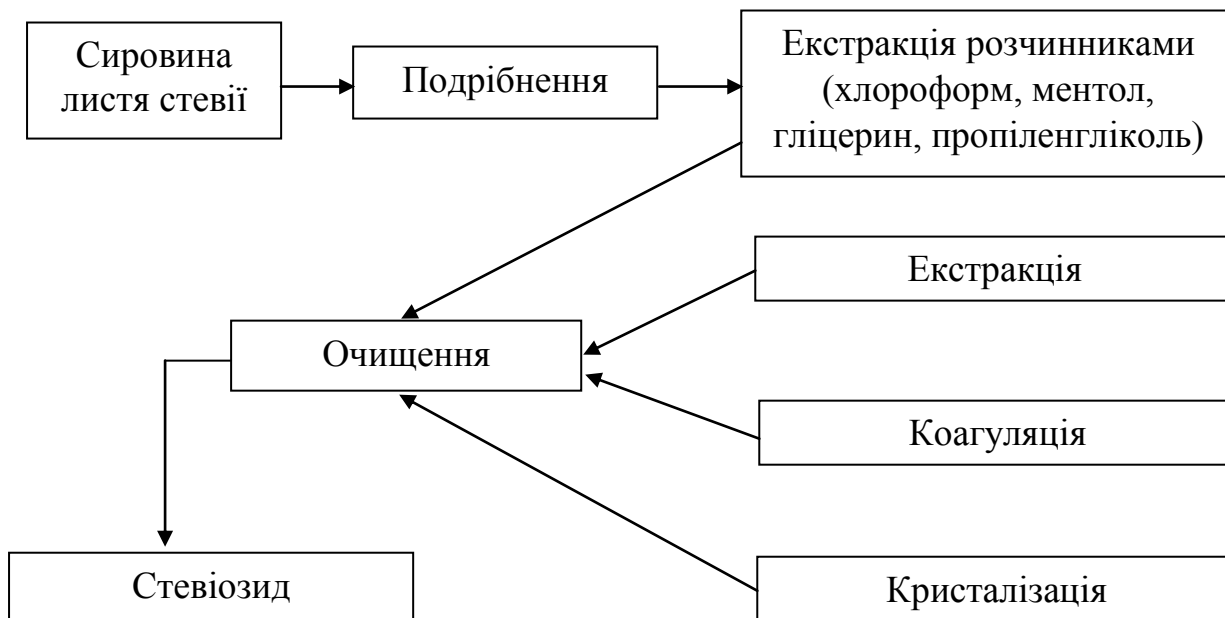


Рис. 6.5. Технологічна схема одержання стевіозиду з листя стевії

Друга. Очищення стевіозиду можна здійснити також за допомогою іонообмінної хроматографії, що вважається найкращим методом. Потім з водного екстракту знову осаджують і фільтрують стевіозид, очищений на 90%.

Третя. Розроблена технологія стевіозиду з листків стевії шляхом екстракції гарячою водою під високим тиском.

Стевіозид – це білий кристалічний гігроскопічний порошок (рис. 6.4.) з температурою плавлення 196-198 °С, легко розчинний у воді, стійкий до високої температури. Він у 300 разів солодший за сахарозу. Крім солодкості, стевіозиду властива гіркота і деякий присмак, які можливо усунути за допомогою ферментативної обробки стевіозиду.

Дитерпенові глікозиди стевії задовольняють вимогам щодо заміників цукру: мають високий коефіцієнт солодкості, низьку енергетичну цінність, стійкі при нагріванні, легко розчиняються і дозуються, метаболізуються без участі інсуліну, не мають шкідливого впливу на організм людини.

Інформація щодо токсикологічних досліджень стевіозиду неодноразово розглядалась Об'єднаним комітетом експертів ФАО/ВООЗ з харчових добавок. Численні токсикологічні дослідження глікозидів стевії були проведені незалежними лабораторіями в різних країнах.

На 63-му засіданні (2003 рік) Комітет прийняв рішення, що підсолоджувач на основі глікозидів стевії повинен називатися «стевіол глікозиди» Е 960 і сформулював специфікацію на нього, згідно з якою, підсолоджувач повинен містити не менше 95 % чотирьох глікозидів (стевіозид, ребаудіозид А, С, дулкозид А). Крім того, сума вмісту стевіозиду і ребаудіозиду А повинна бути не менше 70 % від загального вмісту чотирьох стевіол глікозидів. На 73-му засіданні Комітету (2010 рік) було переглянуто сертифікацію на стевіол глікозиди і встановлено вимогу щодо вмісту в підсолоджувачах не менше 95 % дев'яти стевіол глікозидів (стевіозид, ребаудіозид А, ребаудіозид В, ребаудіозид С, ребаудіозид Д, ребаудіозид F, дулкозид А, рубузозид, стевіолбіозид). Допустима доза (ADI) підсолоджувача на рівні 0-4 мг/кг маси тіла у перерахунок на стевіол.

Основний внесок стевіол глікозидів до раціону харчування припадає на безалкогольні ароматизовані напої з цим підсолоджувачем.

На сьогодні екстракти стевії та стевіол глікозиди використовуються в багатьох країнах як дієтична або харчова добавка – підсолоджувач.

6.3. Сахарол

Сахарол – новий вітчизняний натуральний підсолоджувач із стевії. Він містить до 70 % стевіозиду та інших глікоалкалоїдів і є найперспективнішим натуральним підсолоджувачем (рис. 6.6.; рис. 6.7.).



Рис. 6.6. Сахарол



6.7. Порошок сахаролу

Сахарол – безкалорійний порошок, що застосовується як підсолоджувач замість цукру при виготовленні харчових продуктів і відповідає таким вимогам:

- зовнішній вигляд – порошкоподібна маса, допускається наявність злежаних грудочок, що розсипаються при легкому натисканні;
- колір – від світло- до темно-зеленого;
- смак і запах – солодкий із незначним гіркуватим присмаком і трав'янистим запахом, що не погіршують показників готових виробів;
- сторонній присмак і запах не допускаються;
- фізико-хімічні показники: масова частка вологи – не більше як 6; стевіозиду – не менше як 70 %; золи – не більше як 0,1 %. Наявність сторонніх домішок і піску – не допускається.

Сахарол використовують як нешкідливий, некалорійний натуральний підсолоджувач у виробництві харчових продуктів, у т.ч. молочних і плодівих консервів (рис. 6.8.).



Рис. 6.8. Молочні і плодіві консерви з використанням сахаролу

Розроблено рецептури багатьох молочних продуктів, а саме сирок «Стевія», сирок «Новий»; сухі молочні напої «Шоколадно-молочний з цикорієм»; нові види морозива. Сахарол у молочних продуктах виконує три функції: по-перше – використовується як підсолоджувач замість цукру; по-друге – сприяє значному зниженню енергетичної цінності, тому що він застосовується у сотих частках відсотка, які практично не мають калорійності; по-третє – зумовлює підвищення харчової та біологічної цінності продуктів за рахунок того, що частка вилученого цукру 5-15 % замінюється молочною сироваткою, яка містить повноцінні білки, всі незамінні амінокислоти, мінеральні речовини та вітаміни.

У плодкових консервах сахарол замінює 15-30 % цукру і завдяки цьому в рецептурі консервів збільшується частка плодової сировини, що містить пектин. Нові плодкові консерви з сахаролом мають подвійну радіопротекторну дію: по-перше, завдяки БАР (біологічно активним речовинам, куди входять мінеральні речовини, мікроелементи та вітаміни) підвищують захисні функції організму проти несприятливих факторів зовнішнього середовища, в тому числі радіонуклідів; по-друге, завдяки пектину мають специфічні антирадіаційні властивості.

Отже, використання вітчизняного натурального підсолоджувача – сахаролу, є перспективним напрямком у виробництві нових харчових продуктів зниженої калорійності, підвищеної харчової і біологічної цінності, радіопротекторної дії.

6.4. Осладин

Осладин ($C_{45}H_{74}O_{17}$) 26-O- α -L-rhamnopyranosyl-(22R,25S,26R)-22,26-epoxy-6-oxo-5 α -cholestan-3 β ,26-diol-3-O- α -L-rhamnopyranosyl-(1 \rightarrow 2)- β -D-glucopyranoside, був виділений у 1971 році із кореня папороті звичайної (*Polypodium vulgare*) (рис. 6.9.). Структура молекули осладину подібна до структури стевіозиду – на одному кінці аглікону міститься ди-, а на другому – моносахарид (рис. 6.10.).



Рис. 6.9. Папороть звичайна – джерело осладину

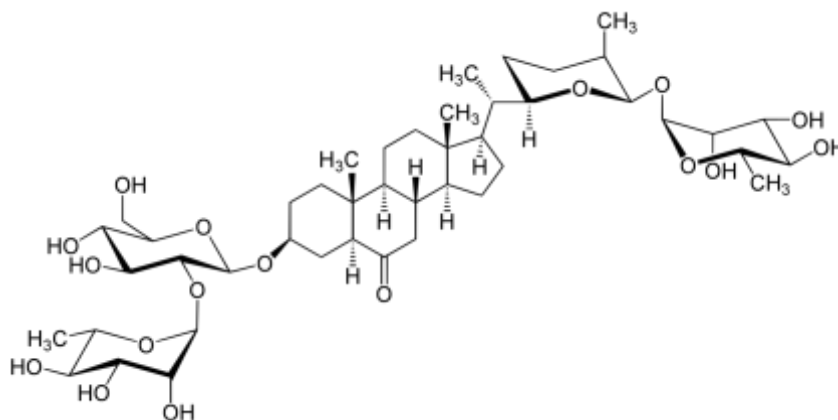


Рис. 6.10. Структурна формула осладину

Осладин – це безколірні кристали. Осладин у 3000 разів солодший за сахарозу. Дуже низька концентрація в сировині ($\approx 0,03$ %) робить його застосування проблематичним. Осладин погано розчиняється у воді, добре – в етанолі.

6.5. Гліциризинова кислота (Гліциризин)

Корені і стебла Солодцю гладкого (*Glycyrrhiza glabra*) та Солодцю уральського (*Glycyrrhiza uralensis*) (рис. 6.11.) містять до 26 % солодкої речовини – гліциризинової кислоти (гліциризину).



6.11. Корінь солодцю гладкого – джерело гліциризину

Гліциризинова кислота (гліциризин) – глікозид тритерпенгліциритинової кислоти, сполученої з О-β-D-глюкуронозил-(1,2)-β-D-глюкуроною кислотою. Агліконом цього глікозиду є гліциритинова кислота – пентациклічний тритерпен, який не має солодкого смаку. Солодка частина має дві молекули глюкуронової кислоти (рис. 6.12.). Гліциризинова кислота (гліциризин) – безбарвна, кристалічна речовина, практично нерозчинна у холодній воді, добре розчиняється у киплячій воді, етиловому спирті, достатньо гігроскопічна (рис. 6.13.).

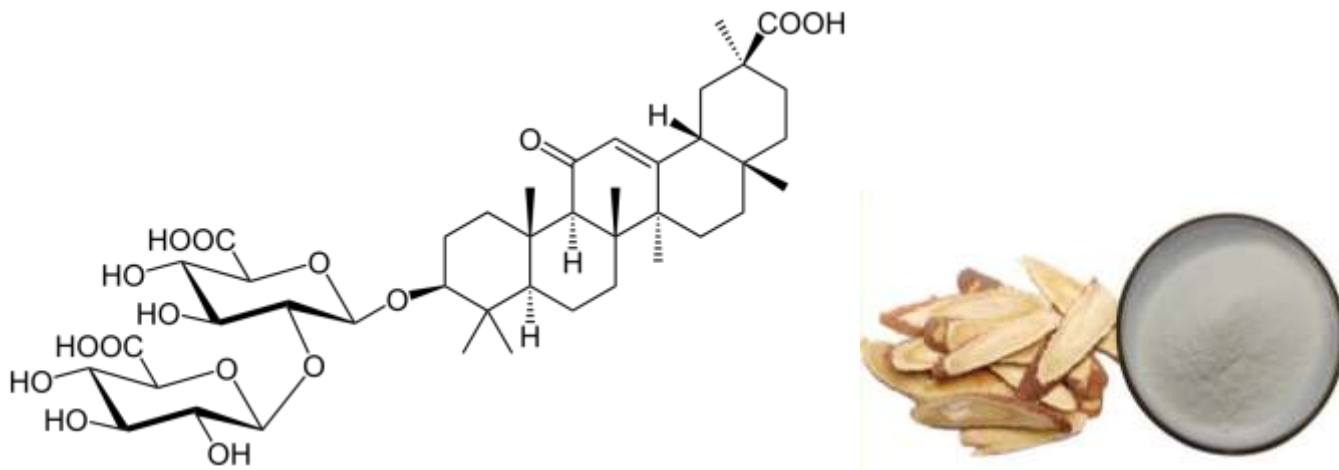


Рис. 6.11. Формула гліциризинової кислоти 6.12. Гліциризинова кислота

Гліциризин у 100-150 разів солодший за сахарозу, але не має яскраво вираженого солодкого смаку. Йому властиві специфічні присмак і запах, які необхідно маскувати, що обмежує використання. В присутності сахарози гліцирам (монозаміщена амонійна сіль гліциризинової кислоти) проявляє синергічний ефект.

6.5.1. Технологія одержання гліциризинової кислоти та її солей

Існує багато способів виділення гліциризинової і гліциритинової кислот з кореня солодцю. Один із способів одержання цих продуктів продемонстровано на рис. 6.14.

В основу способу одержання гліциризинової кислоти покладено такі загальні принципи: осадження гліциризинової кислоти мінеральними кислотами з водяних витяжок кореня солодцю; екстракція гліциризину з осаду органічними розчинниками; осадження солей гліциризинової кислоти, їх кристалізація з оцтової кислоти та спирту й подальше очищення через свинцеву сіль.

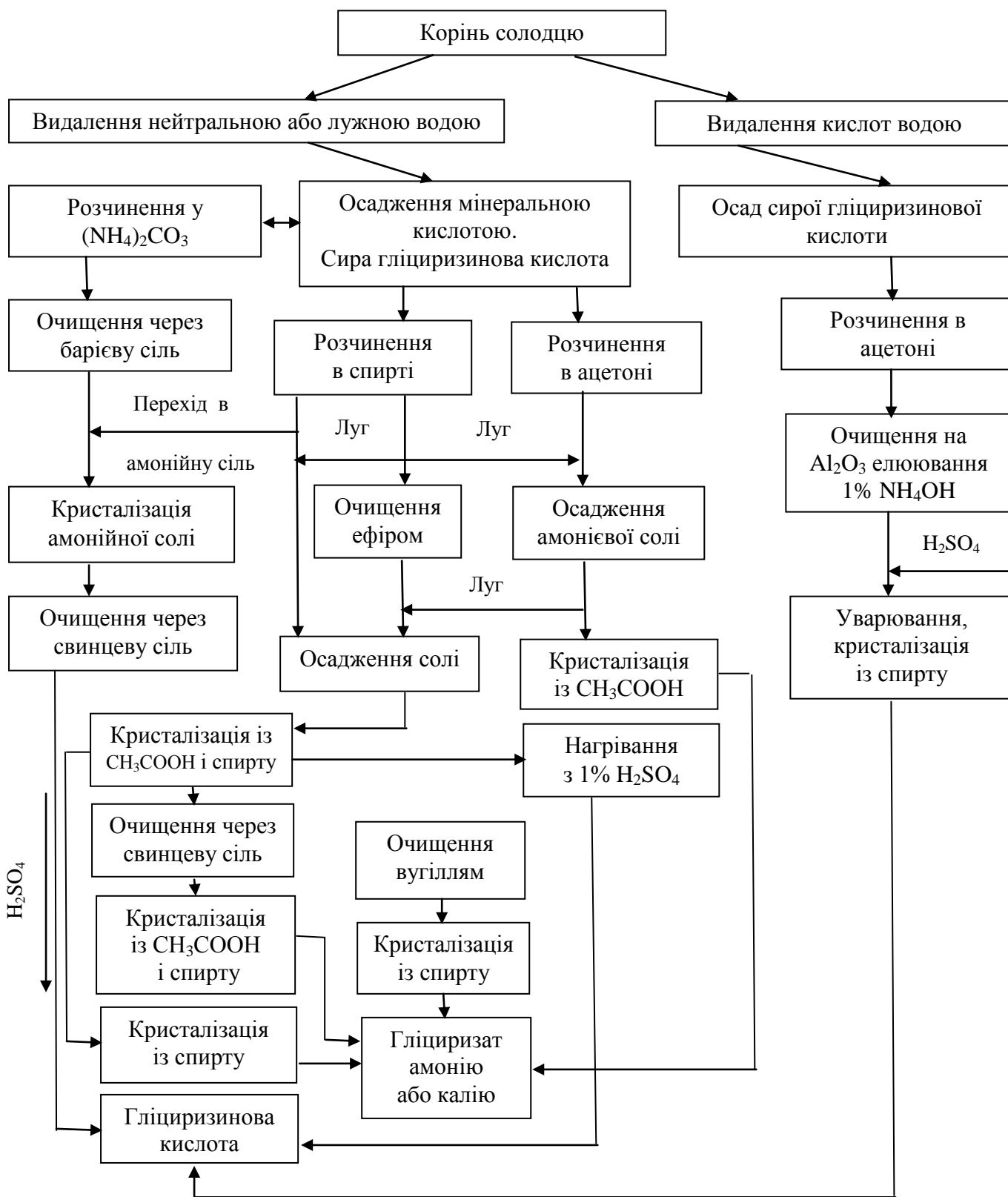


Рис. 6.14. Способи одержання гліциризинової кислоти та її солей із кореня солодцю

Відомі способи одержання з кореня солодцю протитечійним екстрагуванням

первинних екстрактів, які використовують у виробництві цигарок, тютюну, в кондитерській промисловості.

Розроблена вітчизняна безвідхідна технологія переробки кореня солодцю з отриманням натуральних підсолоджувачів. Продукти, що отримують за безвідхідної технології переробки кореню солодцю, їх фізіологічна дія і галузь застосування наведено в табл. 6.2.

Таблиця 6.2.

Продукти, отримані з кореня солодцю

Продукти	Фізіологічна дія	Примітка
Ліпідна фракція	Сировина для отримання лікарських препаратів	Лікарський препарат
Флавоноїдна фракція	Сировина для отримання лікарських препаратів	Лікарський препарат
Неоліквіритин, ліквіритин і ліквіритигенин	Розслаблює м'язи шлунку, проявляє спазмолітичну дію	Лікарський препарат ліквіритон
Гліциризинова фракція	Має солодкий смак	Підсолоджувач рослинного походження. Використовується в харчовій промисловості
К-Mg-Ca-солі гліциризинової кислоти	Має солодкий смак. Еквівалент солодкості 50,0	Натуральний підсолоджувач
Амонійна сіль гліциризинової кислоти (гліцирам)	Має солодкий смак. Використовується у лікуванні бронхіальної астми у дітей, екземи	Натуральний підсолоджувач. Ароматизатор, лікарський препарат
Гліциризинова кислота	Має солодкий смак, проявляє антитоксичну і протизапальну дію	Підсолоджувач. Лікарський препарат
Гліциритинова кислота	Проявляє протизапальну, протистресову дію. Підсилює дію інсуліну	Лікарський препарат
Шрот кореня солодки	Використовують як добавку для приготування преміксів, сінного борошна	Кормова добавка

Принципова схема виділення БАР з кореня солодцю продемонстрована на рис. 6.16.

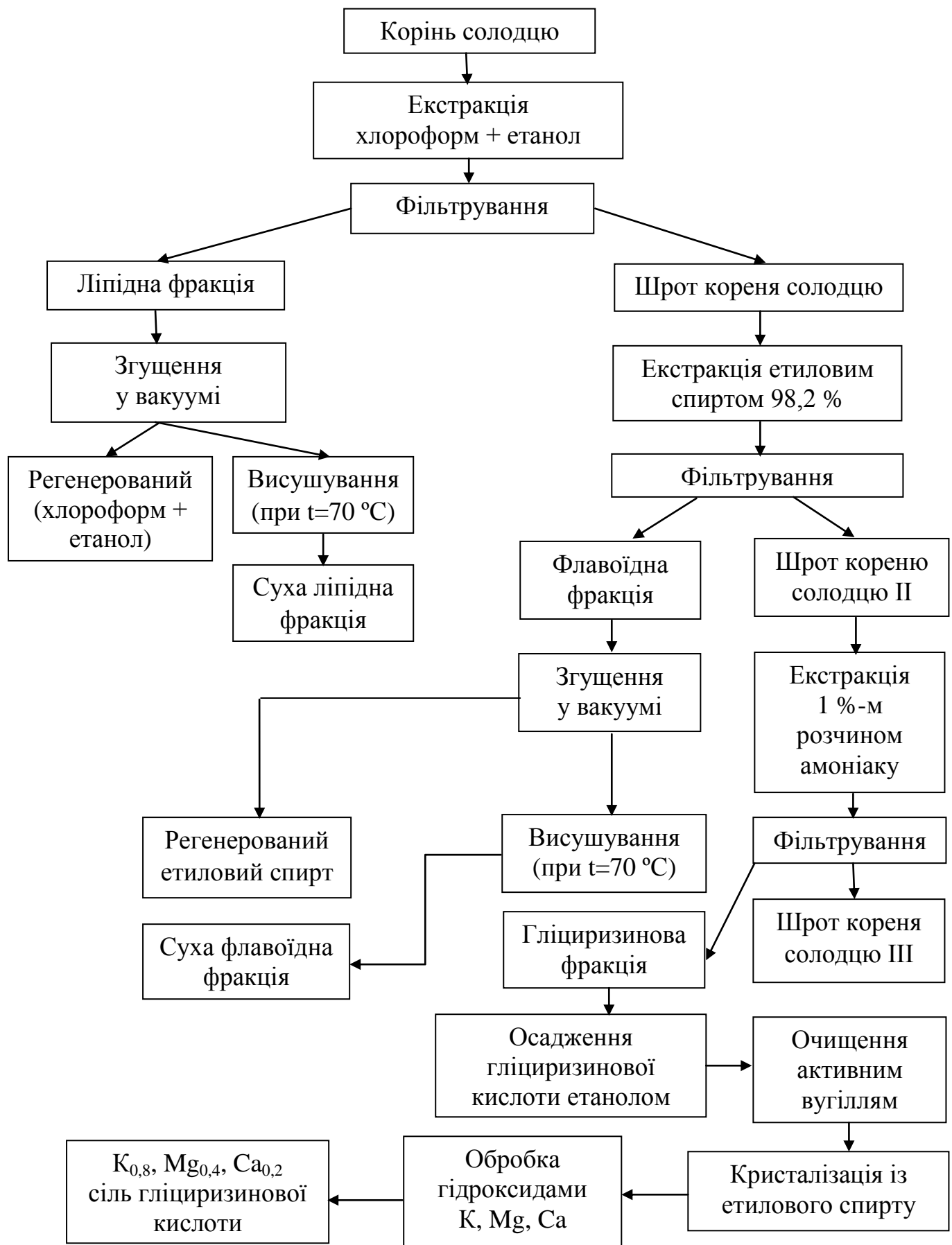


Рис. 6.15. Принципова схема виділення біологічно активних речовин (БАР) із кореня солодцю

Корінь солодцю та БАР з нього використовують як модифікатор смаку,

ароматизатор (лікери, тютюнові вироби), поверхнево-активні речовини (піноутворювачі). З них виробляють антиоксиданти, антибіотики, барвники. Широко використовують їх у шоколадних, цукристих і борошняних кондитерських виробках, морозиві, безалкогольних напоях (рис. 6.16.).



Рис. 6.16. Використання кореню солодцю:

а) сироп; б) шоколад; в) борошняні вироби; г) морозиво; д) безалкогольні напої

Корінь солодцю використовують в медицині. А саме: як відхаркувальний, пом'якшувальний засіб при захворюванні дихальних шляхів, протиалергійний засіб при екземах, кропивниці, астмі, противиразкову дію, антидотну дію проти токсинів, вірусів, хімічних отрут, антибіотичну дію щодо стафілококів, стрептококів.

У кондитерській промисловості найдавніші вироби – з використанням кореня солодцю. Ще в XIII ст. були відомі переваги кореня солодцю в Нідерландах, Німеччині, Англії. Німан К. описує склад лакричних цукерок, %: аравійська камедь – 40-60; крохмаль – 6-26; модифікований крохмаль – 6-10; желатин – 4-8; сахароза і меляса – 20-42; крохмальна патока – 4-10; екстракт лакриці – 1-15; хлористий амоній – 4-14. Відома технологія халви, суфле, цитрусового напою, шоколадних продуктів (при цьому вміст кореня солодцю становить 15-20 %).

6.6. Монелін

Монелін – інтенсивно солодкий поліпептид, виділений з тропічної ягоди чагарникової рослини *Dioscoreophyllum cumminsii* (рис. 6.17; рис. 6.18).

Цей білок, побудований з двох поліпептидних ланцюгів, що містять відповідно 50-44 залишки амінокислот. Ця сполука приблизно в 2000 разів солодша від сахарози. Монелін не токсичний, але його термічна нестійкість і складність синтезу роблять практичне застосування монеліну проблематичним. Нагрівання до 55-56 °С і ферментативний гідроліз, призводять до втрати солодкого смаку. Його можна використовувати як підсолоджувач їжі та напоїв, що потребують нагрівання. Монелін дуже добре розчинний у воді, стабільний при рН 2-9.



Рис. 6.17. Рослина *Dioscoreophyllum cumminsii* – джерело монеліну



Рис. 6.18. Монелін

Окремі субодиниці не солодкі. Цей підсолоджувач не рекомендують використовувати при виготовленні продуктів, які потребують обробки при високих температурах, оскільки може відбуватися його денатурація. Крім цього, отримувати монелін із ягід західноафриканського чагарника дуже дорого. Рослину, із якої він добувається, важко вирощувати, тому вчені вивчають способи його хімічного синтезу або використання мікроорганізмів. Наприклад, було синтезовано монелін із дріжджів і виявлено, що солодкість його в 4000 раз вища, ніж у сахарози.

6.7. Міракулін

Міракулін – це глікопротеїн, отриманий із плодів чагарника, який росте у Західній Африці (*Synsepalum dulcificum* або *Puteria dulcifica*) (рис. 6.19.).



Рис. 6.19. Рослина *Synsepalum dulcificum* або *Puteria dulcifica*



Рис. 6.20. Міракулін

Міракулін не солодкий, але ці плоди використовують для посилення смаку кислої їжі. Плоди не мають виразного смаку, але мають властивість змінювати смак інших складників їжі. А саме червоні плоди пітерії солодкуватої не смачні, але мають здатність блокувати роботу смакових рецепторів, що відповідають за сприйняття гіркого і кислого смаку. Досить до їжі додати кілька плодів путерії, як через 1-2 години вже смак гіркого і кислого не відчувається. Навіть оцет стає солодким. Таку властивість плодів пояснюють наявністю в них великої кількості міракуліну. Цей глікопротеїн може замінити цукор і цукрозамінники в харчуванні діабетиків.

В Японії міракулін випускають у вигляді таблеток (рис. 6.20.). Використовують як підсолоджувач в газових напоях, або в ресторанах, які спеціалізуються на виготовленні страв високої кухні для підсилення або зміни їх смаку. Першим європейцем, що відкрив цю рослину, був у 1725 році французький шевальє Рено Демарше. Відкриття він зробив під час своєї подорожі по Західній Америці. Місцеве населення традиційно використовувало їх плоди для підсолодження пальмового вина. Крім цього диво-плід так змінює смак їжі, що наприклад, пиво набуває смаку шоколаду, або гострий соус стає солодким як цукрова пудра.

6.8. Лакриця

Лакриця – (*Glycyrrhiza glabra*) – багаторічна трав'яниста рослина роду Солодки (*Glycyrrhiza*) родини Бобових (*Fabaceae*) (рис. 6.21. а, б, в).



а)



б)



в)

Рис. 6.21. Лакриця (*Glycyrrhiza glabra*)
а) рослина – лакриця; б) кореневище лакриці; в) корінь лакриці

Корені та кореневища Лакриці містять вуглеводи моно-, дисахариди – глюкозу, фруктозу, сахарозу, мальтозу, полісахариди – крохмаль до 34 %, целюлозу до 30 %, пектинові речовини; органічні кислоти – янтарну, фумарову, лимонну, яблучну, винну, ефірні олії, тритерпеноїди – гліциризинову кислоту, смоли, стероїди – β -ситостерин, фенолкарбонові кислоти та їх похідні – ферулонову, саліцилову кислоти, кумарини – умбелліферон, дубильні речовини 8,3-14,2 %, флавоїди, вищі аліфатичні вуглеводні, спирти, вищі жирні кислоти, алкалоїди тощо.

У стеблах та листках лакриці виявлено вуглеводів до 2,13 %, полісахариди, органічні кислоти, ефірні олії, тритерпеноїди, сапоніни тритерпенові, кумарини, дубильні речовини, ліпіди, азотовмісні сполуки такі як, холін, бетаїн, вітаміни – аскорбінова кислота, каротин. До складу ефірних олій цієї рослини входять альдегіди, кетони, спирти та їх похідні, терпеноїди, ароматичні сполуки, вищі аліфатичні вуглеводні, ефіри вищих жирних кислот.

Корені та кореневища лакриці застосовують у харчовій промисловості у вигляді екстрактів, сиропів, як сурогат цукру і піноутворювач у безалкогольних напоях, пиві, квасі, тонізуючих напоях, для кращого збивання яєчного білка. Рослину використовують для виготовлення кави, какао, маринадів, компотів, киселів, борошняних виробів, халви, карамелі, пастили, шоколаду, а також як смаковий додаток при приготуванні рибних страв, квашеної капусти, яблук, брусниці, чаю тощо (рис. 6.22.).



а)



б)



в)



г)



д)



е)

Рис. 6.22. Харчові вироби з вмістом лакриці

У Киргизії лакрицю використовують як сурогат до чаю, в Японії – як харчовий антиоксидант, у Єгипті – як компонент добавок з бактерицидними і фунгіцидними властивостями до харчових продуктів та напоїв.

Лакрицю використовують у медицині при лікуванні бронхітів, астми, дерматитів та ін.; народній медицині – при цукровому діабеті, стенокардії тощо.

Таким чином, лакриця – натуральний замінник звичайного цукру при виготовленні харчових продуктів, у косметичній та фармацевтичній промисловості.

6.9. Монеліп

Монеліп – цукрозамінник отриманий із плодів рослини діоскорейфілум (*Dioscorephellum comminsii*), що росте у Західній Африці (рис. 6.23.). Монеліп солодший від сахарози в 1,5 тисяч разів. Він не токсичний, але нестійкий при термічній обробці (рис. 6.24.). Використовують цю речовину при виготовленні соусів, кетчупів, кремів тощо.



Рис. 6.23. Плоди рослини діоскорейфілум – джерело монеліпу



Рис. 6.24. Монеліп

6.10. Могрозид

Могрозид $C_{60}H_{102}O_{29}$ – підсолоджувач отриманий з плодів фруктів моноха або

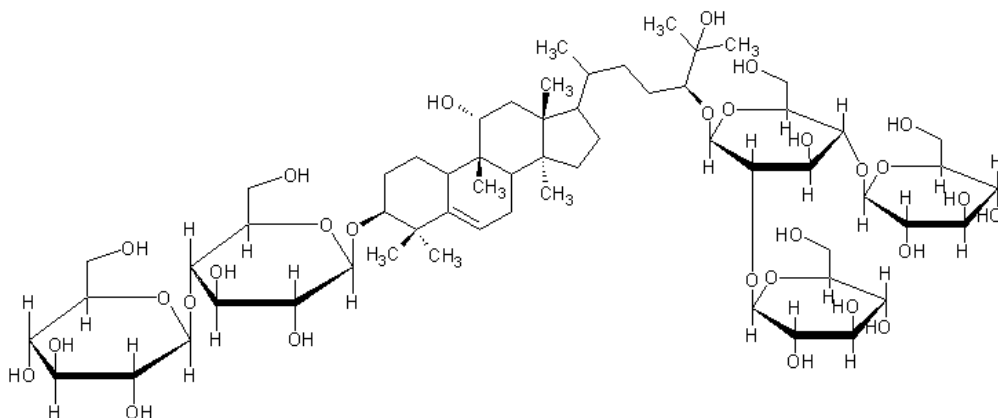
рослини *Monordica Grasvenori*, або Ло Ходн Рей – це китайська назва плодів цієї вічнозеленої ліани із родини гарбузових (рис. 6.25.). Ростає на півдні Китаю. Могрозид – це світло-жовтий порошок з хорошою розчинністю у воді, не утворює осаду, не токсичний (рис. 6.26.).



6.25. Джерело могрозиду – *Monordica Grasvenori*



6.26. Порошок могрозиду



6.27. Формула могрозиду

Його одержують методом водної екстракції з подальшим концентруванням та висушуванням. У складі плодів знаходяться солодкі тритерпенові глікозиди – могрозиди, із яких могрозид (рис. 6.27.), який приблизно в 300 разів солодший сахарози. Також плоди Момордики містять білки, амінокислоти, глюкозу, фруктозу, жири та вітаміни. Варто звернути увагу, що у складі цього підсолоджувача знаходяться: могорол, могорозид II А, могорозид II В, 7-оксомогорозид II Е, 11-оксомогорозид I; могорозид III А₂, 11-диоксимогорозид III, могорозид V, 7-оксомогорозид V та інші.

Деякі характеристики могорозиду продемонстровано у таблиці 6.3.

Могорозид позитивно впливає на обмін речовин в організмі людини, нормалізує рівень цукру в крові, що особливо актуально у профілактиці та лікуванні цукрового діабету. Цей підсолоджувач використовують як замітник цукру при виготовленні біологічно активних добавок (БАД). Також могорозид, як цукрозамінник, входить до складу діабетичних продуктів харчування, напоїв, кондитерських виробів.

Характеристика могозиду

Найменування показника якості	Специфікація
Опис	Дрібнодисперсний порошок світло-жовтого до коричневого кольору
Запах/смак	Характерний
Розчинність	Добре розчинний у воді
Вміст могозидів	Не менше 55%
Втрата маси при висушуванні, %	Не більше 8%

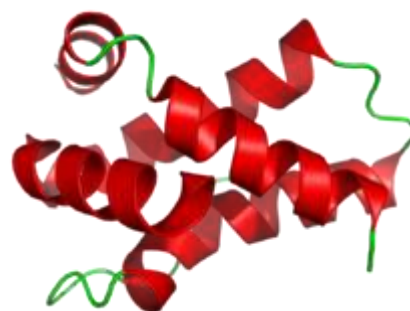
Деякі могозиди використовують у традиційній китайській медицині.

6.11. Мабінлін

Мабінлін – це білки, солодкі на смак, його добувають з насіння мабіланга (*Capparis masakai* Levl.), китайської рослини, що росте в провінції Юньнань (рис. 6.28.).



Рис. 6.28. Мабіланга – джерело мабінлінів



6.29. Мабінлін

Існує чотири гомологи. Мабінлін-2 був вперше виділений у 1983 році та охарактеризований у 1993 р. Інші варіанти мабінлін 1, 3, 4 виявлені та описані у 1944 році. Всі чотири мабінліни дуже схожі за своїми амінокислотними послідовностями. За молекулярною масою 10,4кДа, мабінлін-2 легший, ніж мабінлін-1. Це гетеродимер, що складається з двох різних ланцюгів А і В, що утворюються після поступового розщеплення. Ланцюг А складається з 33 амінокислотних залишків, а ланцюг В складається з 72 амінокислотних залишків. Ланцюг В містить два внутрішньомолекулярні дисульфідні зв'язки та з'єднані з ланцюгом А через два міжмолекулярні дисульфідні містки (рис. 6.29.).

Мабінлін-2 – це білок, солодкий на смак, з високою термостабільністю, що пояснюється наявністю чотирьох дисульфідних містків. Також було вченими висловлено припущення, що різниця в термостійкості різних гомологів мабінліну обумовлена наявністю залишку аргініну (теплостійкий гомолог) або глутаміну (теплостійкий гомолог) у положенні 47 в β -ланцюгу.

За солодкістю Мабінлін від 100 до 400 разів солодший від сахарози, але менш солодкий, ніж тауматин. Солодкість мабінліну-2 не змінюється після 48 годин за

температури 80 °С. Солодкість мабінліну-3 та 4 залишається незмінною впродовж 1 год. при 80 °С, тоді як мабінлін-1 втрачає солодкість через 1 годину при тих же умовах.

Мабінліни, як білки, легко розчиняються у воді і є дуже солодкими. Проте мабінлін-2 з високою термостійкістю має найкращі шанси до використання в ролі підсолоджувача харчових продуктів.

Впродовж останнього десятиліття були зроблені спроби виробляти мабінлін-2 промислово. Білок солодкого смаку був успішно синтезований поетапним твердофазним методом у 1998 році, проте синтетичний білок мав терпко-солодкий смак.

Солодкі білки із рослин безпечні, натуральні, низькокалорійні підсолоджувачі, можуть бути відповідними заміниками цукру в харчовій промисловості та виробництві напоїв.

6.12. Куркулін

Куркулін – хороший низькокалорійний підсолоджувач. Він має здатність до модифікації смаку. Наразі невідомо інших білків, які водночас були підсолоджувачами і модифікаторами смаку (рис. 6.30.).

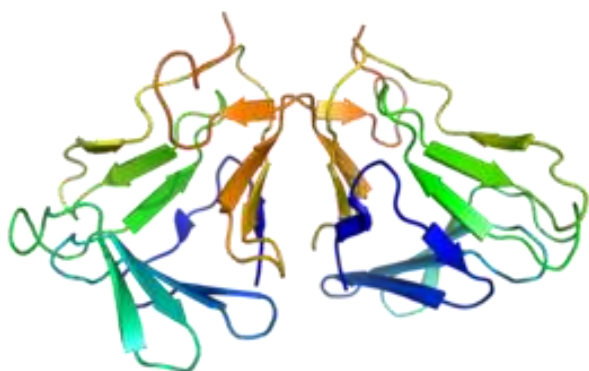


Рис. 6.30. Куркулін



6.31. *Curculigo latifolia*

Куркулін – білок, який був виявлений і виділений у 1990 році із плодів рослини Малайзії *Curculigo latifolia* (рис. 6.31.). Як і міракулін, куркулін здатний змінювати смакові відчуття, але на відміну від нього, він сам по собі солодкий. Після вживання куркуліну вода і кислі розчини на смак видаються солодкими.

6.13. Бразеїн

Бразеїн – білок, солодкий на смак, який було виділено із плодів західно-африканської рослини *Pentadiplandra brazzeana* (рис. 6.32.; 6.33.).

Він вперше був виділений у 1994 році в університеті Вісконсіна-Мадісона, США. Бразеїн знаходиться у міжклітинному просторі м'якоті, яка оточує насіння плоду. Після пентадину, бразеїн – другий білок солодкий на смак, знайдений у плодах *Pentadiplandra brazzeana*.

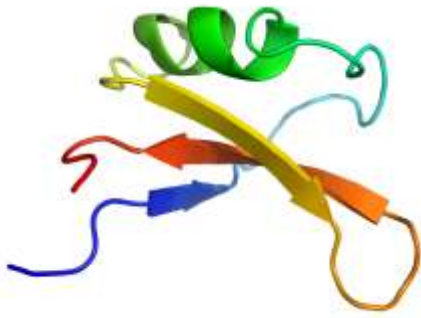


Рис. 6.32. Структура білка бразеїну



Рис. 6.33. Рослина *Pentadiplandra brazzeana* – джерело бразеїну

Бразеїн – мономерний білок, складається із 54 амінокислотних залишків, тому це найменший із солодких білків. Структуру бразеїну було розшифровано вченими за допомогою методу ядерно-магнітного резонансу (ЯМР) при рН 5,2 та температурі 22°C. Бразеїн має чотири рівномірно розподілені дисульфідні зв'язки і не містить сульфідрильних груп. Трьохмірний аналіз бразеїну виявив одну α -спіраль та три антипаралельні β -складки. Його структура не подібна ні на один із солодких білків. Також було виявлено, що залишки 29-33 та 36, а також С-кінець, якимось чином впливають на солодкість білка. Заряд білка теж відіграє важливу роль у його взаємодії з рецепторами, які сприймають солодкий смак.

З врахуванням цих факторів був синтезований бразеїн, pGlu-1-brazzein, який у два рази солодший від натурального аналогу.

У перерахунку на масу, бразеїн у 500-2000 разів солодший від сахарози, порівняно з 10% сахарозою та 2% розчином сахарози, відповідно. Бразеїн стабільний у широкому діапазоні рН від 2,5 до 8, та стійкий до температури 98°C впродовж двох годин.

Бразеїн – це альтернатива низькокалорійним підсолоджувачам. Як білок, він не шкідливий для діабетиків. Цей підсолоджувач добре розчинний у воді (більше 50 мг/мл). При змішуванні з іншими підсолоджувачами (аспартам, стевія) бразеїн зменшує побічні відчуття після смаку та доповнює їх смак. На відміну від інших білків, які солодкі на смак, він стійкий до високих температур, і це немаловажне при промисловій обробці харчових продуктів.

Американськими компаніями Prodigene і Nectar Worldwide, завдяки методам генної інженерії, із кукурудзи, був виділений бразеїн за допомогою помелу. Приблизно з однієї тони кукурудзи, можна отримати 1-2 кілограми бразеїну.

Застосовують бразеїн як підсолоджувач у виготовленні низькокалорійних продуктів, продуктів для діабетиків, а також у фармацевтичній галузі.

6.14. Пентадин

Пентадин – солодкий на смак білок, виділений з плоду *Pentadiplandra brazzeana* Vailon. Ця рослина росте у Західній Африці (рис. 6.31.; рис. 6.32.). Цей білок у 500 разів солодший за сахарозу. Молекулярна маса пентадину – 12кДа. Його основна властивість, це нульовий глікемічний індекс, та калорійність підходить для діабетиків (табл. 6.4.).



Рис. 6.31. Пентадин – солодкий білок Рис. 6.32. *Pentadiplandra brazzeana* Bailon – джерело пентадину

Пентадин має приємний смак, та відсутність післясмаку.

Таблиця 6.4.

Властивості пентадину

Назва	Калорії грам	Індекс солодкості	Глікемічний індекс	Калорійність
Пентадин	4	500	0	0

За своїми характеристиками, цей солодкий білок, подібний до монеліну та тауматину.

Потенційне застосування пентадину – це галузь харчової промисловості, напрямлена на виготовлення низькокалорійної їжі, напоїв, закусок, шоколаду. Солодкий білок у продуктах харчування, як правило, має повільний смаковий профіль, характеристики, завдяки чому підсолоджувачі з такими властивостями, значно відрізняються від цукру.

6.15. Тауматин

Тауматин – ($C_{967}H_{1478}N_{274}O_{300}S_{17}$, за системою Хілла для органічних речовин). Тауматин – це суміш інтенсивно солодких протеїнів (тауматинів), який екстрагують водою із шкірки плоду західноафриканського багаторічника Катемфе *Traumatococcus daniellii* (рис. 6.34.). У складі тауматину містяться всі амінокислоти, окрім гістидину. Білки родини тауматину солодші за сахарозу в 1000-2000 разів.

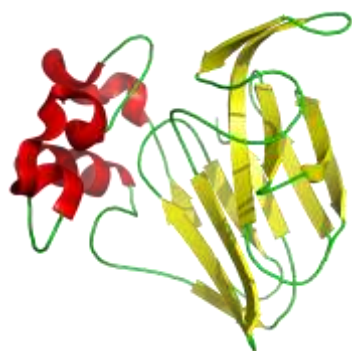


Рис. 6.33. Тауматин



Рис. 6.34. *Pentadiplandra brazzeana* Bailon – джерело пентадину

Не дивлячись на те, що вони володіють солодким смаком, останній дуже відрізняється від смаку цукру. Відчуття солодкого смаку настає дуже повільно. Відчуття продовжуються дуже довго, залишаючи післясмак, схожий на смак лакриці. Білок тауматин добре розчинний у воді, стабільний при нагріванні, а також у кислому середовищі.

Слід наголосити, що тауматин – це поліпептид, який складається з 207 амінокислотних залишків (рис. 6.33.). Його вторинна структура представлена переважно β -шарами та невеликою кількістю α -спіралей. У молекулі тауматину міститься 8 дисульфідних зв'язків, в утворенні яких задіяні всі молекули цистеїну. Оптимум рН знаходиться в межах 7, температура денатурації – 70 °С, при цьому може денатуруватись білок та втрачається солодкість, але залишається ефект сильного аромату.

У Західній Африці плоди Катемфе вирощують і використовують для поліпшення смаку їжі та напоїв впродовж тривалого часу. Насіння з плодів рослини укладені в мембранний мішок, або, так званий арілтус, який є, в даному випадку, джерелом тауматину. У 1970-х рр. фірма «Tate and Lyle» почала екстрагувати тауматин з плодів. У 1990 році дослідники компанії «Unilever» повідомили про вилучення і розшифровку генетичної послідовності двох основних білків, що належать до родини тауматину, які вони назвали тауматин I і тауматин II. Ці дослідження показали, що можливість виникнення різних білків тауматину, пов'язане з генетичними змінами у бактерії.

Тауматин був схвалений як підсолоджувач в ЄС, Ізраїлі та Японії. У США він схвалений як безпечна речовина і коректор смаку (FEMAGRAS 3732), але не як підсолоджувач. Тауматин є єдиним солодким білком, дозволений FDA, як цілком безпечний.

У харчовій промисловості тауматин використовують, в основному, для посилення солодкого смаку кондитерських виробів, в основі яких какао, зацукрованих сухофруктів, виробів з цукру, морозива, інших нецукровмісних, або низькокалорійних продуктів (рис. 6.35.).

Також цей підсолоджувач входить до складу жувальної гумки, біологічно-активних добавок (БАД). На його основі створюються столові підсолоджувачі, призначені для людей, які страждають на ожиріння та цукровий діабет. Крім цього, ця речовина може міститись у безалкогольних та слабоалкогольних напоях. При невеликих дозуваннях, тауматин відіграє роль підсилювача смаку і запаху. Тауматин застосовують у фармацевтиці. Він входить до складу солодких мікстур, сиропів, лікувальних льодяників і драже, дитячих комплексів вітамінів, відомих марок.



а)



б)



в)



г)



д)



е)

Рис. 6.35. Харчові продукти, в яких міститься тауматин:
 а) зацукровані сухофрукти; б) морозиво; в) низькокалорійні продукти;
 г) БАДи; д) солодкі лікувальні мікстури; е) лікувальні льодяники

6.16. Талін

Талін виготовляють на основі тауматину. Його солодкість у 35000 раз перевищує солодкість сахарози, що дозволяє бути конкурентом у промисловому виробництві підсолоджувачів (рис. 6.36.).



Рис. 6.36. Підсолоджувач Талін

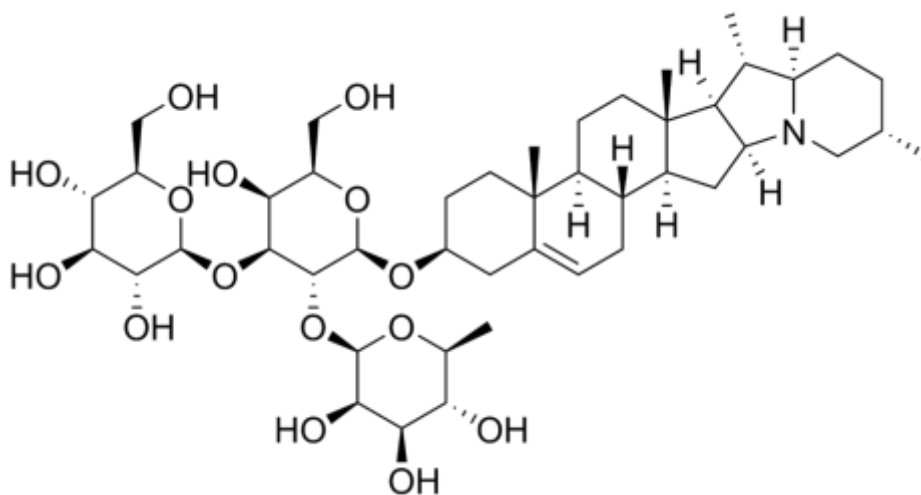
Він не термолабільний. Його використовують у виробництві рибних консервів, соєвих соусів, йогуртів, жувальних гумок, зубних паст та інших продуктів (рис. 6.37.).



Рис. 6.37. Застосування тауматину:
а) жувальна гумка; б) зубна паста; в) соєві соуси

6.17. Тритерпенові глікозиди

Тритерпенові глікозиди (сапоніни, спіростан) складаються із тритерпенового аглікону, який має каркас C_{30} пентациклічної структури (рис. 6.38.).



6.38. Формула тритерпенового глікозиду (сапонін)

Цукрова частина цього глікозиду, як правило, містить глюкозу, галактозу, глюкоронову кислоту, ксилозу, рамнозу або метилпентозу. За своєю природою тритерпеновий аглікон може містити одну або більше ненасичених С-С-зв'язків. Олігосахаридний ланцюг зазвичай приєднується в положення C_3 , але ряд сапонінів мають додатковий фрагмент цукру в положенні C_{26} або C_{28} . Не дивлячись на те, що тритерпенові глікозиди – це типові БАДи, недостатньо вивчені, але з деяких рослин вони вилучені та встановлені їх структури. Так, із трави Волдирника (*Cucubabis baceifer*) виділено тритерпеновий сапонін – кукубагенін А, а у видах *Silene* – виявлено тритерпенові глікозиди – нутанозид силенозид.

Тритерпенові глікозиди містяться у бобових, баклажанах, часнику, женьшені, мускатному горісі, цукрових буряках, соняшнику, чаї, кабачках тощо. Багато рослин вживають у їжу. Але деякі вживають у стравах обмежено, оскільки, у деяких з них вміст цих глікозидів високий і це, в свою чергу, надає їжі гіркуватого присмаку.

В основному тритерпенові глікозиди містяться у лікарських рослинах, які використовують у виготовленні різних ліків – протизапальних, жовчогінних, зниження рівня холестерину в організмі людини тощо.

В багатьох країнах (США, Росія, Австралія) використовують тритерпенові

глікозиди, як додаток до харчування, дуже обмежено. Це пов'язано з тим, що оральна токсичність багатьох сапонінів становить від 25 до 3000 мг/кг живої ваги. Такі дози не порівнювані з вмістом цих речовин у харчових тритерпеновмісних рослинах: столовий буряк – 0,05-0,10 %; цукровий буряк – 0,1-0,3 %; горох – 2,2-3,4 %. У цілому, можна зробити висновок, що загальної хронічної токсичності тритерпенових глікозидів як такої, не існує. Найбільша кількість тритерпенових глікозидів міститься у соєвих бобах, люцерні, горосі, вівсі – у середньому відповідно 5-6; 2-3; 3-6; 0,1-0,3 % від маси сухих речовин. Також вченими було встановлено, що тритерпенові глікозиди (сапоніни) впливають на аромат соєвих бобів при приготуванні з них різних страв. Їх аромат знижується із збільшенням кількості цих глікозидів.

Тритерпенові глікозиди (сапоніни) бувають нейтральними і кислими. Для кислих сапонінів характерна наявність карбоксильної групи в агліконі, або уронових кислот у вуглеводневому ланцюгу. Для сапонінів нема конкретних доказів індивідуальності. Їх фізико-хімічні властивості можуть змінюватись у доволі великих межах.

Всі терпенові глікозиди (сапоніни) не стійкі у кислому середовищі. В таких середовищах у них відбувається розщеплення глікозидних зв'язків. Тритерпенові сапоніни, етерифіковані карбоновими кислотами, легко піддаються реакції окислення лугами. Кислі сапоніни утворюють солі, розчинні з одновалентними і не розчинні з двовалентними та багатовалентними металами. Багато сапонінів утворюють молекулярні комплекси з білками, ліпідами, стеаринами тощо.

Тритерпенові глікозиди стійкі до високих температур і не розкладаються при пастеризації та термічній обробці продуктів. Вони відносяться до неогенних поверхнево активних речовин (ПАР) і їх розчини у відсутності інших речовин, добре піняться в широкому інтервалі значень рН середовища. За різними даними від 3,0 до 9,6 од. рН. Розчини цих глікозидів здатні до піноутворення, якщо масова частка речовини в них складає 0,0009%. Максимально стійкі піни їх розчинів з масовою часткою 0,01-0,2 % при пневматичному способі утворення піни.

Тритерпенові глікозиди – основні ПАР у цукровиробництві. Адсорбуючись на поверхні кристалу цукру, вони сповільняють дифундування цукру та затрудняють фільтрацію.

Можливість застосування екстрактів столового та цукрового буряків, як піноутворювача, для приготування харчових продуктів, була обґрунтована ученим Реутовим та його співробітниками. На їх думку, кількість ПАР, і в першу чергу терпенових глікозидів, у бурякових екстрактах, достатня для утворення стабільної піни, але як піноутворювачі вони у 1,5 рази менш повноцінні, порівняно з яечним білком.

Кількість терпенових глікозидів в екстракті цукрового буряка складає 0,15 %, в порошкоподібному піноутворювачі із цього екстракту – 0,9 %.

У харчовій промисловості використовують сапонінвмісні піноутворювачі для приготування кондитерської продукції, у першу чергу халви – це екстракти лакричного і мильного коренів, у яких масова частка сапонінів досягає від 0,3 до 0,5 %.

Слід відмітити, що терпенові глікозиди, як піноутворювачі, у чистому вигляді сьогодні широко не використовуються у технології харчових продуктів. В

основному це пов'язано із недостатньо вивченими ефектами та різноманітними властивостями цих речовин з позиції використання у харчових цілях.

Таким чином, терпенові глікозиди (сапоніни) використовують у фармакології, для виготовлення лікувальних засобів від різних хворіб, косметично-лікувальній практиці, для виготовлення пінок, кремів, та найменше – у харчовій галузі, при виробництві східних солодошів.

6.18. Неогесперидин дигідроалкон

Неогесперидин дигідроалкон E959 ($C_{28}H_{36}O_{15}$) (рис. 6.39.) порошкоподібна речовина білого кольору, без визначеного запаху і з дуже інтенсивним солодким смаком. Неогесперидин дигідроалкон, приблизно у 2000 разів солодший від цукру, з характерним ментоловим присмаком. Він добре розчиняється у гарячій воді, середньо – у холодній воді та етанолі. В жирних розчинниках цей штучний підсолоджувач не розчиняється. Неогесперидин дигідроалкон – це рослинний глікозид, який одержують із нарингіну, який міститься у шкірці цитрусових: грейпфрутів, лимону, апельсину (рис. 6.40.).

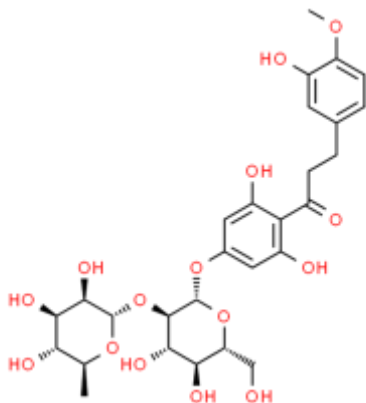


Рис. 6.39. Формула неогесперидину дигідроалкону



Рис. 6.40. Цитрусові – джерело неогесперидину дигідроалкону

Саме він надає цитрусовим характерної гіркоти. Гідратація сировини у присутності каталізаторів (зазвичай у ролі каталізатора служить NaOH), це дозволяє одержати речовину, як вже було сказано вище, солодшу від сахарози у 2000 разів. Цей продукт, відповідно до Директив FDA, можна застосовувати тільки для посилення, або модифікації смаку харчових, або фармацевтичних виробів. Специфічний присмак – ментоловий з лакрицею – спонукає виробників використовувати неогесперидин дигідроалкон у різних співвідношеннях з іншими підсолоджувачами.

Неогесперидин дигідроалкон – популярний компонент йогуртів, морозива, молочних десертів із зниженою калорійністю. Крім цього, він покращує органолептичні показники виробів, створюючи особливий бархатний, злегка обволікаючий смак. У кількості від 10 до 150 мг/кг цей підсолоджувач додають до складу пива, ароматизованих безалкогольних напоїв, рибних консервів, десертів і сухих сніданків, супів швидкого приготування, кондитерських виробів, джемів, мармеладу, консервованих фруктів, жуйок, освіжаючих цукерок, гірчиці, кетчупів та багатьох виробів, які не містять цукру (рис. 6.41.). Підсолоджувач E959 корисний

для хворих на цукровий діабет, а також людей, які прагнуть знизити зайву вагу.



Рис. 6.41. Неогесперидин дигідрохалкон у харчових продуктах:
а) супи швидкого приготування; б) рибні консерви; г) мармелад;
д) освіжаючі цукерки; е) гірчиця

У фармацевтичній галузі застосовують для маскування гіркового смаку антибіотиків, мінеральних комплексів, таблеток, сиропів, вітамінів.

Косметична промисловість використовує цей підсолоджувач при виготовленні ополіскувачів для рота та зубних паст, оскільки у нього добре виражений ментоловий присмак. Неогесперидин дигідрохалкон – один із інгредієнтів кремів, масок, мусів та інших засобів по догляду за шкірою обличчя. Зважають, що він є дуже сильним природним антиоксидантом. Косметика, виготовлена на основі E959 покращує колір обличчя і має хороші активні показники.

Основний виробник неогесперидин дигідрохалкону китайська компанія – Foodchem International Corporation.

6.19. Фруктоза

Фруктоза є одним з найбільш поширених видів замінників натурального цукру. Вона має досить високу солодкість – 1,5-1,7 до солодкості глюкози. Половину сухої частки меду складає фруктоза. Фруктоза відноситься до групи моносахаридів і є одним з найважливіших природних цукрів. Полісахариди, що утворюються фруктозою, наприклад інулін і флейн, є запасами живильних речовин для рослин. У минулому фруктозу виготовляли з інсуліну. Властивості, які відрізняють її від звичайного цукру, застосовують у харчовому раціоні хворих цукровим діабетом. Цей моносахарид добре засвоюється організмом, не викликаючи побічних явищ.

Фруктоза (арабіно-гексулоза, кетоспирт, кетогексоза, левулоза, фруктовий

цукор, плодовий цукор) – синоніми цього найбільш солодкого природного вуглеводу (рис. 6.42.).

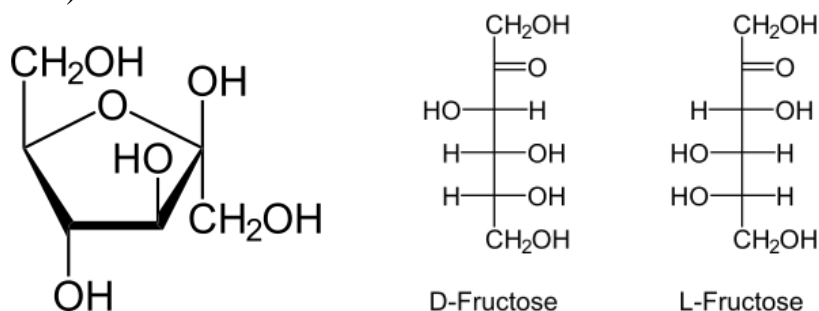


Рис. 6.42. Структурна формула фруктози

У природі присутня лише D-фруктоза; у кристалічному стані відома лише β -фруктопіраноза.

У водних розчинах фруктоза існує у вигляді суміші таутомерів, у якій переважає β -D-фруктопіраноза і міститься, при 20 °С, близько 20 % β -D-фруктофуранози і близько 5 % α -D-фруктофуранози. Це безбарвні кристали, добре розчинні у воді, які при низьких температурах можуть бути у вигляді моно- і напівгідратів, а вище 21,4 °С – у водній формі. За своїми хімічними властивостями фруктоза є типовою кетозою; відновлюється з утворенням суміші манніту і сорбіту, з фенілгіdraзином вона утворює фенілозакон, аналог фенілозаконам глюкози та маннози. На відміну від глюкози та інших альдоз, фруктоза нестійка як у лужних, так і кислих розчинах; розкладається в умовах кислотного гідролізу полісахаридів або глікозидів.

Таблиця 6.5.

Ізомерні форми D-фруктози

Відкрита ланцюгова форма	Циклічні форми	
	<p>α-D-фруктофураноза</p>	<p>β-D-фруктофураноза</p>
	<p>α-D-фруктопіраноза</p>	<p>β-D-фруктопіраноза</p>

Початковою стадією розкладання фруктози в присутності кислот, є дегідратація її фуранозної форми з утворенням гідроксиметилалфурфуролу, на чому заснована якісна реакція на фруктозу в присутності резорцину – проба Селіванова.

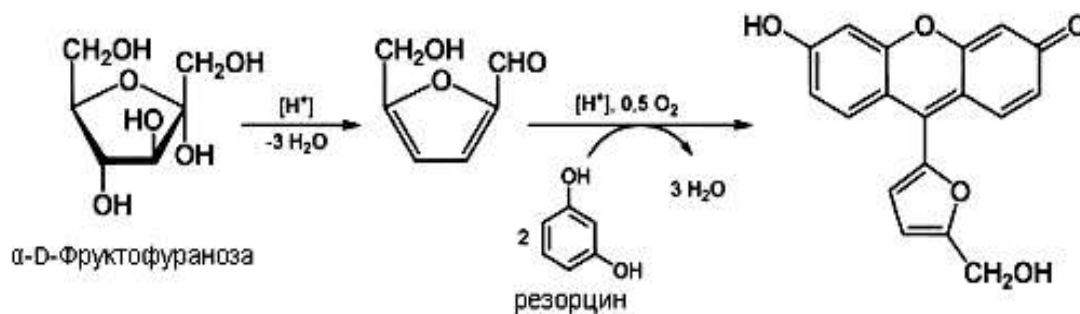


Рис. 6.43. Проба Селіванова

Фруктоза окиснюється KMnO_4 в кислому середовищі, утворюючи щавелеву та винну кислоту.

Температура плавлення кристалічної фруктози 104°C . Фруктоза добре розчиняється у воді, її розчинність перевищує розчинність цукру. Фруктоза має доволі високу гігроскопічність: вже при відносній вологості повітря 45-50 %, вона починає сорбувати вологу. Калорійність фруктози аналогічна до сахарози і складає близько 4 ккал/г. Крім цього, фруктоза розчиняється в спирті. При 20°C насичений розчин фруктози має концентрацію 78,9 %, насичений розчин сахарози – 67,1 %, а насичений розчин глюкози – тільки 47,2 %. В'язкість розчинів фруктози нижча за в'язкість розчинів сахарози і глюкози. Фруктоза, подібно до глюкози, при нагріванні з кислотами перетворюється в оксиметилфурфурол і, далі, в левулинову кислоту. Як у кристалічній формі, так і деяких похідних, фруктоза зустрічається у формі фруктопіранози. Відомі також деякі сполуки, в яких фруктоза знаходиться в кетоформі з прямим ланцюгом.

Назва фруктози «фруктовий цукор» пов'язана з тим, що значна кількість її знаходиться в різних фруктах і ягодах (табл. 6.6.).

Таблиця 6.6.

Відносний вміст фруктози у фруктах

Фрукт	Відносний вміст фруктози, %	Відносний вміст фруктози в сухих речовинах, %
Яблука	6,04	37,8
Ожина	2,15	14,1
Чорниця	3,82	24,0
Смородина	3,68	20,8
Агрус	3,90	26,3
Виноград	7,84	41,0
Груша	6,77	49,9
Малина	4,84	17,2
Черешня	7,38	32,9
Полуниця	2,40	25,4

Фруктоза присутня в живих організмах як у вільному стані, так і у виді естерів фосфатної кислоти. Залишки фруктози у вигляді $\beta\text{-D-фруктофуранози}$ входять до складу багатьох рослинних олігосахаридів (сахарози, рафінози, стахіози тощо), та полісахаридів (рослинних фруктанів – інуліну, флейну тощо, бактеріальних –

левану).

На відміну від глюкози, що служить універсальним джерелом енергії, фруктоза не поглинається інсулінозалежними тканинами. Вона майже повністю поглинається та включається у метаболізм клітин печінки. У клітинах печінки фруктоза фосфорилує, а потім розщеплюється на тріози, які або використовуються для синтезу жирних кислот, що може призводити до ожиріння, а також до підвищення рівня тригліцеридів (що, у свою чергу, підвищує ризик виникнення атеросклерозу), або використовується для синтезу глікогену (частково перетворюється на глюкозу в процесі глюконеогенезу). Проте перетворення фруктози на глюкозу – складний багатоступінчастий процес, і здатність печінки переробляти фруктозу обмежена. На відміну від глюкози, фруктоза абсорбується з травного тракту людини, тільки шляхом пасивної дифузії. Метаболізм фруктози відбувається швидко і протікає в основному в печінці, а також, у стінках кишечника та нирках, під час якого утворюється фруктозо-1-фосфат, який не регулюється інсуліном.

Хоча у здорової людини фруктоза майже не підвищує рівень глюкози в крові, у хворих діабетом фруктоза часто призводить до росту рівня глюкози. З іншого боку, за нестачі глюкози, в клітинах організму діабетиків може спалюватися жир, призводячи до виснаження жирових запасів. У цьому випадку фруктоза, яка легко перетворюється на жир і не вимагає інсуліну, може використовуватися для їх відновлення.

Перевага фруктози полягає в тому, що солодкого смаку може надати страві відносно невеликі її кількості, при близькій до цукру калорійності (380 ккал/100 г). Ці властивості фруктози особливо важливі для людей з цукровим діабетом. Фруктоза не вивільняє гормони кишечника, які стимулюють вироблення інсуліну, тому вона широко застосовується в продуктах дієтичного харчування для людей, які страждають цукровим діабетом.

Фруктоза не провокує виникнення карієсу, знижує калорійність їжі, перешкоджає накопиченню вуглеводів в організмі. Вона сприяє швидкому відновленню після фізичних і розумових навантажень. Завдяки тонізуючим властивостям, фруктозу рекомендують вживати спортсменам і людям, що ведуть активний спосіб життя. Вона зменшує відчуття голоду після довгих фізичних тренувань. А також цей вуглевод здатний сприяти зміцненню імунної системи. Також важлива користь фруктози полягає в тому, що вона може значною мірою сприяти прискоренню процесу розпаду алкоголю в крові.

Крім цього, відомі негативні наслідки надмірного захоплення фруктозою – ожиріння. Причому, що особливо небезпечно те, що фруктоза здатна викликати ожиріння печінки, адже вона саме в ній засвоюється. Впродовж дня печінка здатна переробити не більше 15 г фруктози, все інше – відкладається «про запас» у вигляді жиру.

В основі технології отримання кристалічної фруктози (рис. 6.43).

6.19.1. Технологія кристалічної фруктози

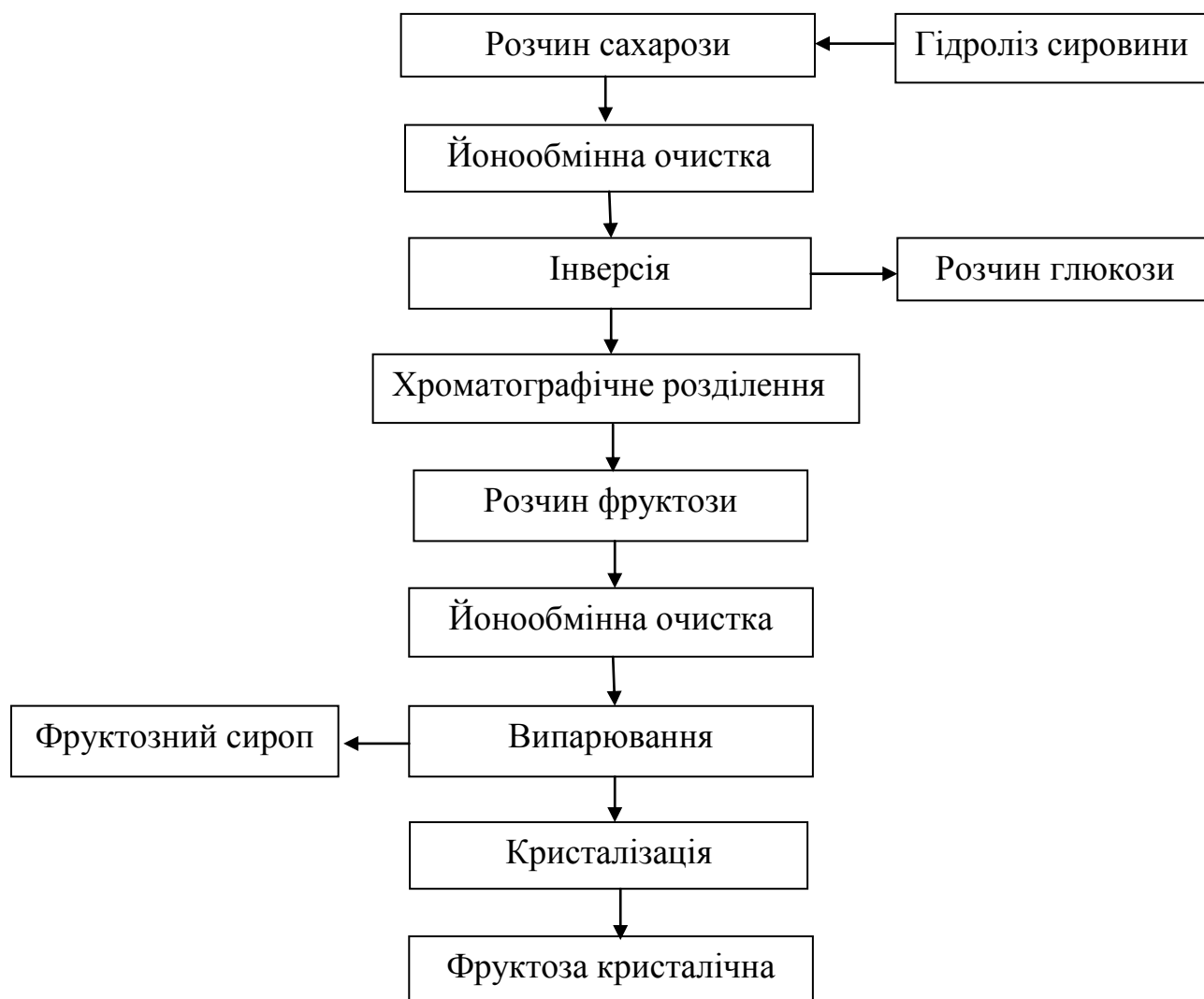


Рис. 6.43. Схема отримання кристалічної фруктози

Інвертний сироп сахарози, отриманий у результаті гідролізу сировини, піддають очистці на іонообмінниках, інверсії та хроматографічному поділу на глюкозу та фруктозу в колонці, заповненій сульфокатіонітом. При цьому використовують сульфокатіоніт з розміром зерен 0,10-0,35 мм і ступенем зшивання дивінілбензолу 3,510 ОХ. Температура процесу може бути 10-60 °С. Потім здійснюють концентрування отриманого фруктозного сиропу та кристалізації фруктози з водної фази.

6.19.2. Застосування фруктози в харчовій промисловості

Виробники газованих напоїв вже багато десятиліть використовують фруктозу для підсолоджування своєї продукції.

Кристалічна глюкоза має унікальні переваги для використання в різних продуктах, у тому числі для поліпшення текстури продукту, його смаку і стабільності. У поєднанні з іншими підсолоджувачами та крохмалем, така субстанція підвищує солодкість і висоту хлібобулочних виробів. Крім того, вона надає брунатного кольору поверхні і приємного аромату випічці. Фруктозу безпечно

застосовувати у харчових продуктах як сахарозу, кукурудзяний сироп та інвертний цукор. Ця речовина є цінним джерелом енергії їжі.

Цей цукрозамінник знайшов чимале застосування в харчовій промисловості. Його додають у молочну продукцію, десерти, випічку і морозиво (рис. 6.44.).



Рис. 6.44. Продукти харчування з додаванням фруктози:
а) молочні десерти; б) випічка; в) морозиво; г) джеми; д) варення

Фруктозу часто використовують у домашніх умовах, наприклад, при консервуванні, готуючи джеми і варення. Таким чином, забезпечуючи солодкий смак продукту. А це в свою чергу, покращує особливості фруктово-ягідних ароматів і знижуючи при цьому калорійність, а також уникненню загрози прояву алергічних реакцій.

Найбільше, що відрізняє фруктозу від інших харчових вуглеводів, її висока солодкість – це суб'єктивне порівняння піку органолептичного відчуття солодкості сполуки, яка зазвичай порівнюється з сахарозою. Зниження відносної солодкості при підвищенні температури, обумовлене зменшенням кількості піранозної і зростання частки фуранозної форми фруктози.

На практиці, зниження солодкості розчинів фуранози, можна уникнути за рахунок їх охолодження і використання слабкокислих середовищ. Відомо, що один з найменш ефективних способів застосування фруктози – це використання її в гарячих напоях, зокрема – каві.

Солодкість фруктози відчувається більш швидко та інтенсивніше порівняно з сахарозою. Ця властивість дозволяє покращити смакові відчуття в продуктах з фруктозою. У багатьох фруктах та овочах, в яких міститься фруктоза, маскують неприємні смакові відчуття. Таким чином, використання фруктози дозволяє зменшити кількість ароматизаторів і здешевити готові вироби.

Фруктоза відіграє важливу роль для підтримки необхідного вологовмісту при низькій відносній вологості повітря, затримує рекристалізацію сахарози чи цукрозамінника при великих його концентраціях, гальмує черствіння виробів, покращує смакові якості харчових продуктів і продовжує термін їх зберігання.

Фруктоза проявляє синергізм солодкості при її використанні з іншими цукрозамінниками. Відносна солодкість суміші фруктози з сахарозою (цукрозамінниками з інтенсивним солодким смаком) є вищою за розраховану солодкість, виходячи з солодкості кожного компонента суміші. Відомо, що суміш фруктози з аспартамом та ацесульфамом калію, має синергічну дію відносно збільшення солодкості. Присутність фруктози дозволяє маскувати неприємні присмаки синтетичних підсолоджувачів. Таким чином, використання фруктози дозволяє зменшити кількість підсолоджувача з інтенсивним солодким смаком, а

також позбутись гіркої, металічного та інших присмаків у готових виробів.

Фруктоза широко використовується як цукрозамінник в безалкогольних напоях. При цьому вона покращує фруктовий смак, і, таким чином, дає змогу зекономити кількість дорогих інгредієнтів. Прості вуглеводи можуть підвищувати температуру желатинізації крохмалю. Синергізм суміші фруктози та крохмалю дозволяє наполовину зменшити час, необхідний для приготування пудингів, порівняно з продуктами на основі цукру. Це, в свою чергу, знижує кількість крохмалю, покращує смак і якість готових виробів.

Синергізм крохмалю і фруктози є важливим для контролювання температури желатинізації в кексах, виготовлених із заміниками цукру. Якість кексів, які містять фруктозу, не поступається якості кексів з жирами. Зниження температури приготування харчових продуктів, в яких присутня система фруктоза-крохмаль, дозволяє зменшити ступінь термічного ушкодження продуктів, таким чином, здешевити їх виробництво.

Фруктоза також використовується для виробництва заморожених фруктів, їх концентратів, морозива та інших молочних продуктів (рис. 6.45.).



Рис. 6.45. Молочні продукти з фруктозою:
а) морозиво; б) заморожені фрукти; в) йогурт

Більша розчинність цього цукрозамінника і менший осмотичний тиск фруктових екстрактів, забезпечує цінність фруктів та продовжує термін їх придатності. Фруктоза покращує смак фруктових мас та соків. Велика розчинність фруктози, слабка здатність до самоасоціації, зниження температури замерзання – всі ці властивості забезпечують відновлення у воді смакових якостей концентрату соку.

Зменшення калорійності та покращення смакових якостей, які забезпечує використання фруктози в морозиві, має бути збалансованим присутністю більш високомолекулярних сполук для запобігання можливого зниження температури замерзання. Фруктоза може підсолоджувати як основу, так і фрукти в усіх харчових солодких йогуртах і використовуватися для покращення смакових якостей і зменшення вартості цих продуктів.

6.19.3. Властивості та виробництво високофруктозного сиропу (ВФКС)

У харчовій промисловості в багатьох країнах використовують високофруктозні кукурудзяні сиропи, які є заміниками сахарози. По солодкості вони тотожні інверсному сиропу. Їх отримують шляхом декстринізації пшениці, кукурудзи, рису сорго, але частіше кукурудзи, з подальшою інверсією отриманої декстрази до фруктози. За кількістю (%) фруктози, які містять ВФКС, розрізняють три основних типи: ВФКС 42, ВФКС 55, ВФКС 90 (табл. 6.7.).

Властивості фруктозних сиропів і кристалічної фруктози

Характеристика	ВФКС 42	ВФКС 55	ВФКС 90	Інвертний сироп	Фруктоза
Вологість, %	20-29	23	20	30	0,05
Фруктоза, %	42	55	90	35	99,5
Глюкоза, %	53	41	7	35	0,5
Вищі вуглеводи	5	4	3	–	0
Солодкість	0,9-1,0	1,0-1,2	1,4-1,4	1,05-0,95	1,2-1,7

На сьогоднішній день ВФКС складає більше половини від загальної кількості споживання цукрів у цій країні. В першому високофруктозному кукурудзяному сиропі, вміст фруктози складав 42 %. Оскільки ВФКС за солодкістю поступався інвертному сиропу, на ринку з'явився новий продукт, ВФКС 55. Розвиток технології розділення фруктози та глюкози і комерціалізація цього процесу, дозволили отримати ВФКС, який містить понад 90 % фруктози (ВФКС 90). Він є комерційним продуктом, а разом з ВФКС 42, його використовують для виробництва ВФКС 55, який є сумішшю цих двох сиропів. Сироп ВФКС 55 став стандартним підсолоджувачем для газованих безалкогольних напоїв. В харчових продуктах найбільше застосування має ВФКС 42 та ВФКС 55, а найменше ВФКС 90.

Першим високофруктозним сиропом, який почали промислово виробляти в США, був ВФКС 42. Його виробництво включало такі етапи: розрідження кукурудзяного крохмалю за допомогою α -амілази; сахарифікація гідролізату крохмалю за участю глюкоамілази; концентрування, очищення і освітлення з одержанням глюкозного гідролізату; ізомеризація за допомогою ізомераз; очищення і концентрування з отриманням ВФКС 42 (рис. 6.46.). Фактично технологія ВФКС є аналогом технології глюкози з додатковою операцією ізомеризації останньої з утворенням фруктози.

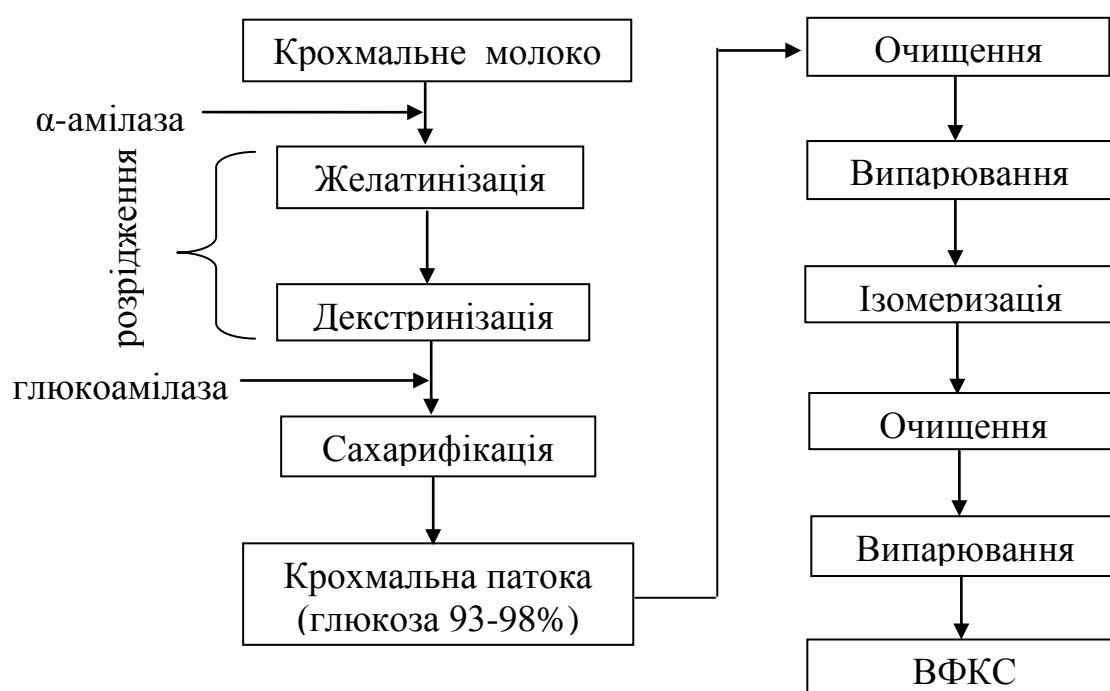


Рис. 6.46. Спрощена система виробництва ВФКС 42

ВФКС одержують з гідралізату глюкози, який попередньо освітлюють, очищують і упарюють до отримання сиропу, який містить 40-50 % сухих речовин. До нього додаються солі магнію, які підтримують стабільність ізомераз і попереджують інгібування її дії слідами солей кальцію.

Гідролізат пропускають крізь стаціонарну основу з ізомеразою при визначеній швидкості потоку рідини. Умови проведення процесу залежать від типу використаного ензиму і, зазвичай, реакція відбувається при температурі 55-65 °С і рН середовища 7,5-8,5 впродовж однієї години чи навіть менше. Максимальна рівноважна концентрація фруктози складає 50-55 % (за сухими речовинами), проте час ізомеризації підбирають таким чином, щоб вміст фруктози складав 42-45 %. Ензими можуть використовуватись впродовж декількох місяців, активність регулюється часом ізомеризації, тобто швидкістю потоку рідини. Ізомеризований гідролізат, який містить 42 % фруктози (за сухими речовинами), доводять до рН середовища 4-5, очищають від пігментів неорганічних солей з використанням смол та/або активованого вугілля і концентрують до 75 % вмісту сухих речовин.

Процес, який дозволяє отримати сироп із збільшеним вмістом фруктози шляхом хроматографічного розділення ВФКС 42, був вперше реалізований компанією Clinton Corn у 1976 році. Збагачення здійснювалось за рахунок проходження ВФКС 42 крізь колону з адсорбентом (зазвичай кислотні катіонообмінні смоли), які містять катіони кальцію чи інші катіонні групи, які діють як протийони. Фруктоза затримується на колоні, а глюкоза і олігосахариди швидко проходять крізь неї. Таким чином, спочатку збирається фракція, яка містить інші вуглеводи, а потім екстракт, збагачений фруктозою. За типовою схемою ВФКС 42, який містить 50-60 % твердих речовин, подається до колоні, де при температурі 50-70 °С відбувається розділення. Рафінад, збагачений глюкозою, використовується для подальшої ізомеризації і отримання ВФКС 42. Сироп з фруктозою змішується з ВФКС для отримання сиропу, який містить 55 % фруктози за сухими речовинами. Сироп ВФКС 90 випарюється до 80 % вмісту сухих речовин і в такому виді він потрапляє в продаж. Для запобігання кристалізації глюкози, ВФКС 42 і ВФКС 55 (рис. 6.47.), зберігають при температурі 32-38 °С.

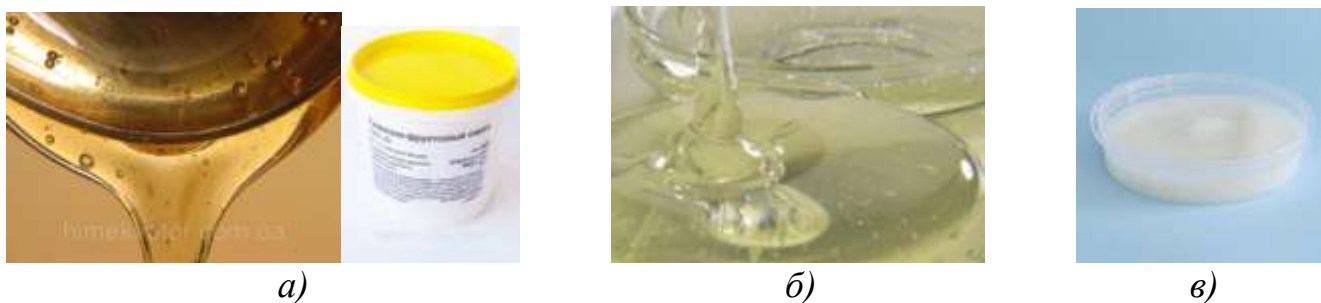


Рис. 6.47. Високофруктозні сиропи:
а) ВФКС 40; б) ВФКС 55; в) ВФКС 90

6.19.4. Використання ВФКС у харчових продуктах

ВФКС заміщує сахарозу в багатьох харчових продуктах, для надання їм солодкості, за винятком тих випадків, коли необхідно застосовувати

цукрозамінники в твердому стані, наприклад у сухих сумішах, а також забезпечення гігроскопічності в деяких кондитерських виробах. ВФКС 55, в основному, використовується при виробництві безалкогольних напоїв, водночас ВФКС 42 застосовують більш широко у борошняних кондитерських виробах, безалкогольних напоях всіх типів, фруктових напівфабрикатах, приправах, заморожених десертах, джемах, желе та консервах, пресервах, винах та лікерах (рис. 6.48.).



Рис. 6.48. Продукти з вмістом ВФКС:

- а) кондитерські вироби; б) безалкогольні напої; в) фруктові напівфабрикати;
 г) приправи; д) заморожені десерти; е) шоколадне молоко; є) желе й консерви;
 ж) вина та лікери; з) морозиво

З точки зору функціональності, ВФКС надає солодкість, покращує смак, обумовлює в'язкість, вологоутримання, здатність до бродіння і визначає колір та присмак готових виробів. ВФКС можна використати для контролю кристалізації, модифікування температури замерзання, збільшення осмотичного тиску та зменшення активності води.

Моносахариди, які складають основу ВФКС, відрізняються від сахарози і за іншими властивостями. ВФКС більшою мірою знижує температуру замерзання харчових систем, порівняно із сахарозою, полегшуючи заморожування, що обумовлює пом'якшення текстури готових виробів. Ця властивість, у деяких харчових продуктах, може мати переваги, а в деяких – недоліки. Оскільки існує необхідність в ідентичній температурі заморожування, ВФКС, зазвичай, використовується для збалансування цієї величини. Високий осмотичний тиск

ВФКС обумовлений тим, що сироп складається з моносахаридів. Ця властивість сиропу призводить до мікробіологічної стабільності продуктів, у яких був використаний ВФКС, зокрема у виробництві маринадів та обробці фруктів. Зменшення активності води обумовлює збільшення мікробіологічної стабільності харчових систем при більшому вмісті відносної частки вологи, що в багатьох випадках призводить до покращення текстури напівфабрикатів та готових виробів, а також до подовження терміну їх придатності. Збільшення терміну придатності виробів з підвищеною кислотністю (наприклад більшості безалкогольних напоїв), в яких для надання солодкого смаку була використана сахароза, призводить до її часткового гідролізу, в результаті чого може змінитися смак та солодкість готових виробів. ВФКС не розкладається в кислому середовищі і тому має переваги перед сахарозою.

Після якості води, солодкість – друга за важливістю характеристика безалкогольних напоїв. На сьогоднішній день ВФКС найбільше використовують у безалкогольних напоях.

Використання ВФКС у виробництві хлібопекарських і борошняних виробів займає друге місце після безалкогольних напоїв. Вважають, що ВФКС – найкращий цукрозамінник для високоавтоматизованого виробництва хлібобулочних виробів. Зокрема, він є важливим інгредієнтом у виробництві дріжджових виробів – це хліб, здоба, бублики та дріжджові пампушки, оскільки моносахариди, які входять до складу сиропу, одразу зазнають ферментативного розщеплення без додаткового кислотного гідролізу, як у випадку із сахарозою. Загалом, при однаковій кількості сухих речовин, час виготовлення виробів з ВФКС є коротшим, ніж виробів із сахарозою. При цьому форма, колір скоринки, смак та пористість залишаються однаковими.

Заміщення сахарози на ВФКС в тісті кексів і печива, для отримання якого були використані хімічні розпушувачі, призводить до зміни характеристик готових виробів. Отримане печиво більш округле, м'яке, менш розтягнуте, стійкіше до води. За інших рівних умов, заміщення сахарози на ВФКС, призводить до появи більш інтенсивного забарвлення.

Консервування продуктів вимагає використання великих кількостей ВФКС, як правило, в суміші з крохмальною патокою та сахарозою. ВФКС застосовують у консервуванні овочів – це горошок та кукурудза.

Відновлювальні властивості ВФКС стають у нагоді для підтримання темно-червоного кольору в томатному кетчупі та полуничному варенні. Великі кількості ВФКС використовуються у виробництві джемів, желе, варення, як правило в суміші з іншими сиропами, для забезпечення солодкості і формування сухих речовин. Суміш ВФКС/крохмальна патока, є економічно вигідною солодкою системою, яка покращує фруктовий смак, заважає кристалізації та підтримує колір під час зберігання виробів.

ВФКС в кількості від 2 до 8 %, використовується для виробництва морозива та інших заморожених десертів. Заміщення сахарози на ВФКС у цих виробках, призводить до зміни температури заморожування та текстури готових виробів. Молочні продукти, в яких використовується ВФКС – це перш за все шоколадне молоко. В цьому напої ВФКС має синергетичний ефект з порошком какао, що призводить до зменшення кількості останнього на 5-15 %.

6.20. Лактоза

Лактоза, також молочний цукор $C_{12}H_{22}O_{11}$ – вуглевод групи дисахаридів, міститься в молоці і молочних продуктах. Молекула лактози складається із залишків молекули глюкози і галактози і має відновлювальні властивості (рис. 6.49.).

Лактоза відноситься до класу вуглеводів, які здатні віддавати електрони з розривом оксигенових зв'язків. Лактоза проявляє властивості слабкої кислоти, тому здатна реагувати з $NaOH$. В цілому лактоза є хімічно досить активною речовиною, оскільки в її структурі є функціональні спиртові групи, а також молекула здатна приймати форму альдегіду. Зв'язок між молекулою глюкози і галактози здійснюється за допомогою Оксигену, і називається глікозидним. Беручи участь у хімічних реакціях, лактоза може розпадатись на моносахариди саме за рахунок розриву глікозидного зв'язку. Розрив даного глікозидного зв'язку, може здійснюватися під дією спеціальних ферментів (лактази), або за допомогою гідролізу в розчинах сильних кислот. Найчастіше для хімічного гідролізу лактози застосовують хлоридну і сульфатну кислоти, причому швидкість протікання цього процесу залежить від температури. Чим вище температура – тим швидше відбувається гідроліз лактози під дією кислот.

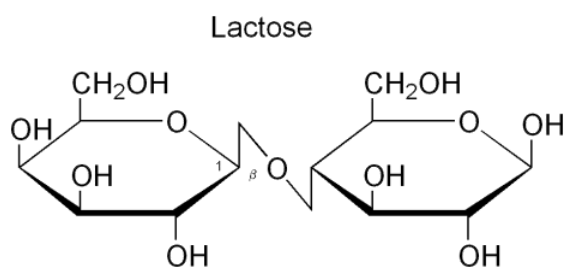


Рис. 6.49. Структурна формула лактози



Рис. 6.50. Лактоза

У розчинах лугів лактоза розпадається на два моносахариди, з утворенням у кожного з них активної кислотної групи. Процес лужного гідролізу лактози залежить від температурного режиму.

Чиста лактоза – це білий без запаху кристалічний порошок, непогано розчиняється у воді, етері, метиловому та етиловому спиртах (рис. 6.50.). Під час нагрівання дисахарид втрачає одну молекулу води і, таким чином, утворюється безводна лактоза. Її солодкість складає 35 % солодкості сахарози.

Оскільки лактоза складається з двох моносахаридів, то при попаданні в організм людини, під дією травних ферментів, вона розкладається на ці моносахариди. В результаті розщеплення лактози на глюкозу і галактозу, останні всмоктуються в кров і утилізуються клітинами організму людини. Фермент, який розщеплює лактозу і галактозу в травному тракті, називається лактаза. Ферментативний гідроліз лактози здійснюється за допомогою лактази або β -галактозидази, які утворюють мікроорганізми нормальної мікрофлори кишківника.

Лактоза відіграє не останню роль у функціонуванні організму. Потрапляючи в ротову порожнину, впливає на консистенцію слини – надає їй характерної в'язкості. Крім цього, лактоза сприяє більш активному всмоктуванню вітамінів групи В, аскарбінової кислоти і Кальцію. А потрапляючи в кишківник, активізує розмноження біфідо- і лактобактерій, важливих для правильної роботи організму.

Лактоза – дисахарид, який може по-різному впливати на людський організм. Вона служить для людини своєрідним паливом. Після потрапляння в організм, включається в метаболізм і сприяє вивільненню енергії. Крім того, споживання молочного цукру дає можливість заощадити запаси білка в організмі. При наявності достатньої кількості вуглеводів, у тому числі і лактози, організм не використовує протеїни як енергетичне джерело, а нагромаджує їх у м'язах.

Якщо кількість споживання калорій перевищує кількість використаних, зайве відкладається у вигляді жиру. При споживанні лактози у великих кількостях, ніж це необхідно, організм трансформує цукор в жирову тканину, що згодом призведе до збільшення ваги. Цю здатність молочного цукру застосовують, коли треба відкоригувати вагу тіла в бік збільшення.

Перед тим, як лактоза перетворюється в енергію, вона повинна потрапити в стравохід, де під впливом ферменту розкладається на моносахариди. Проте, якщо організм виробляє недостатньо лактази, можливі порушення роботи травного тракту. Неперетравлений молочний цукор викликає розлад шлунку, наслідком чого є болі в животі, здуття, нудота і діарея.

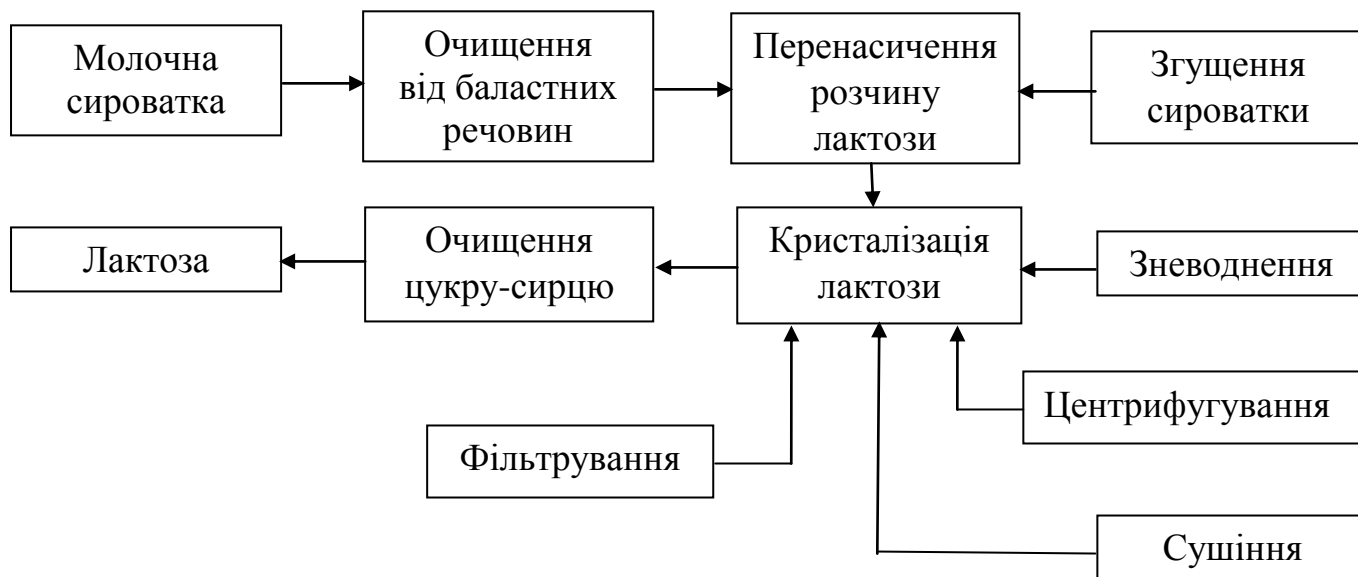
Відсутність толерантності до лактози – проблема приблизно 70 % населення планети, яка пов'язана з низькою активністю β -галактозидази в кишківнику. Нерівномірний гідроліз призводить до дискомфорту в черевній порожнині. Деякі молочнокислі бактерії, включаючи *L. acidophilus* та *B. bifidum*, здатні продукувати β -галактозидазу, що збільшує толерантність до молочних продуктів. Існують докази того, що толерантність до лактози збільшується при використанні специфічних пробіотиків. Вчені Кім та Джиліланд припустили, що покращене перетравлення лактози пов'язане не з її гідролізом, а швидше з дією ензиму в шлунково-кишковому тракті.

6.20.1. Виробництво лактози

Одержання молочного цукру полягає в сукупності прийомів і методів з виділення із молочної сироватки баластових речовин. Для виділення молочного цукру, необхідно, щоб розчин лактози став перенасиченим. Це досягається шляхом згущення сироватки. Кристалізація лактози відбувається за допомогою зневоднення отриманих кристалів центрифугуванням, оскільки, таким шляхом, забезпечується отримання готового продукту. При необхідності проводять повторну кристалізацію лактози, або покращують очищенням безпосередньо на стадіях технологічного процесу (рис. 6.51.).

Світове виробництво лактози становить близько 400 тис. тон на рік. Згідно з визначенням комісії Кодексу Амілентаріус: «Лактоза – природна складова молока, яку звичайно отримують з сироватки із вмістом зневодненої лактози, не менше 90 %, до кількості сухих речовин. Вона може бути в зневодненій формі або у вигляді кристалогідрату, який містить молекулу води, або сумішшю обох форм». Лактозу отримують з молока і його концентратів. На першій стадії вилучається казеїн та інші молочні альбуміни. Для цього їх коагулюють при рН 4,5-4,7, яке відповідає ізоелектричній точці казеїну, і далі, нагрівають до температури 95-98 °С. Отриманий розчин фільтрують і концентрують шляхом упарювання. Неорганічні солі вилучають за допомогою йонообмінних смол. Отриманий сироп концентрують до вмісту сухих речовин 50-65 % і з нього

осаджують лактозу. Маточний розчин містить значну кількість лактози і тому його або рециркулюють з подальшою кристалізацією лактози, або використовують для виробництва етанолу, молочної чи пропіонової кислот.



Показники. Вигляд – рафінована пудра, колір – білий, запах – без запаху.
Вміст (%): води – 0,5, золи – 0,2, хлоридів – 0,1, сульфатів – 0,1, Кальцію – 0,1, молочної кислоти – 0,1, солей олова, міді, свинцю – не допускається.
Розмір кристалів 3-4 мкм.

Рис. 6.51. Узагальнена схема отримання лактози з молока

Отриманий цукор-сирець розчиняють, очищають за допомогою активованого вугілля і рекристалізують з отриманням найбільш поширеної форми – моногідрату α -лактози. Для збільшення солодкості і розчинності лактози, 60 % розчин лактози нагрівають до температури 93,5 °C і кристалізат подають у вакуумну барабанну сумку, де утворюються кристали β -лактози. Саме ця форма лактози використовується для мікробіологічного отримання антибіотиків, а також як наповнювач для таблеток, препаратів, гранул. Крім того, вона є важливим інгредієнтом для отримання специфічних живильних середовищ, зокрема при виробництві пеніциліну.

6.20.2. Лактоза у харчових продуктах

Молоко і молочні продукти багаті вітамінами і мікроелементами, необхідні для зростання і нормального розвитку людського організму. Особливо важливі ці продукти в найперші роки життя. У багатьох народів вживання молока залишається першоосною раціону харчування впродовж всього життя: його п'ють, додають у всілякі страви, квасять. Серед багатьох корисних компонентів молока важливу роль відіграє лактоза. Продукти, багаті на лактозу продемонстровано у таблиці 6.7.

Продукти багаті лактозою (г в 100 г продукту)

Продукт	Лактоза (г)	Продукт	Лактоза (г)
Молоко жіноче	7,00	Маслянка	3,70
Морозиво	5,80	Кефір	3,60
Кумис	5,40	Йогурт	3,50
Буйволяче молоко	5,00	Сироватка молочна	3,40
Козяче молоко	4,87	Сметана 20 %	3,20
Коров'яче молоко	4,70	Сир м'який	1,40
Кисле молоко	4,10	Вершкове масло	1,00
Вершки	3,80	Морозиво пломбір	1,90
Йогурт 1,5/3,5 %	4,10 (4,00)	Морозиво фруктове	5,10-6,90
Йогурт фруктовий нежирний	3,10	Нуга	25,00
Йогуртове морозиво	6,90	Маслянка суха	44,20
Какао	4,60	Пампушки	4,50
Картопля пюре	4,00	Пудинг	2,80-6,30
Каша манна	6,30	Вершки збиті (10 %; 30 %)	4,80 (3,30)
Каша рисова на молоці	18,00	Вершки до кави	3,80
Кефір нежирний	4,10	Сметана (10 %)	2,50
Ковбасні вироби	1,00-4,00	Сироватка суха	70,00
Маргарин	0,10	Сир Гауда (45 %)	2,00
Молоко пастеризоване (3,5 %)	4,80	Сир Камамбер (45 %)	0,10-1,80
Молоко згущене (7,5 %), (10 %)	9,20 12,50	Сир Моцарелла	0,10-3,10
Молоко сухе	51,50	Сир Пармезан	0,05-3,20
Молоко незбиране (3,5 %)	4,80	Сир Рокфор	2,00
Молоко незбиране сухе	38,00	Сир (20 %; 40 %)	2,70-2,60
Молочні коктейлі	5,40	Сир знежирений	3,20
Молочний шоколад	9,50	Знежирене молоко	3,70

Добову потребу в лактозі розраховують з урахуванням потреби організму в глюкозі. В середньому, людині необхідно близько 120 грам глюкози на добу. Кількість же лактози для дорослих, становить близько 1/3 даного обсягу. У дитинстві, поки молоко є основною їжею малюка, всі основні компоненти харчування, включаючи лактозу, діти отримують безпосередньо з молока. Крім цього, при високих фізичних навантаженнях і занять спортом, потреба в лактозі зростає, так як лактоза є енергетично цінним компонентом харчування. Також активна розумова діяльність призводить до збільшення потреби організму в легкозасвоюваних вуглеводах, до яких відноситься лактоза.

Потреба в лактозі знижується:

а) у більшості людей з віком (знижується активність ферменту лактази; б) при захворюваннях кишківника, коли порушується перетравлювання лактози.

При використанні лактозної пудри як глазури, внаслідок гігроскопічності цього дисахариду, суттєво зменшується ймовірність злипання і утворення грудочок. Додавання незначних кількостей лактози істотно зменшує адгезію тіста сирцевих пряників. Лактоза легко кристалізується, і саме завдяки її присутності, морозиво має необхідну твердість. Лактоза відіграє важливу роль у технології молочних продуктів, зокрема солодкого згущеного молока, карамелізованого солодкого згущеного молока, морозива, молочного шоколаду тощо (рис. 6.52.).



а)



б)



в)



г)



д)



е)

Рис. 6.52. Продукти з вмістом лактози:

а) пряники; б) згущене молоко; в) морозиво; г) молочний шоколад;
д) таблетки; е) живильне середовище у виробництві пеніциліну

Вперше технологію солодкого згущеного молока розробив у 1856 році Гейл Борден. У технології карамелізованого солодкого згущеного молока, фосфати та гідрокарбонати додають лише для гальмування драглеутворення білків і каталізу реакцій утворення забарвлення речовин, але і для збільшення розчинності лактози. Додавання нітрату, броміду кальцію, також збільшує розчинність лактози. Крохмальна патока і мальтодекстрини гальмують кристалізацію лактози, але вони додаються, насамперед, з метою збільшення в'язкості та зменшення вартості готових виробів.

Лактоза має важливе значення в технології морозива. Однією з її функцій є зменшення температури заморожування. Слід зазначити, що надлишок лактози призводить до отримання дуже м'якого морозива, яке важко транспортувати і зберігати у звичайних умовах. Оскільки при цьому підвищується частка незамерзаючої води, то в цьому морозиві збільшується декристалізація льоду та кристалізація лактози, утворюється більш жорстка поверхня, зменшується об'єм і кількість повітряних бульбашок, що, загалом, призводить до зменшення терміну придатності готових виробів.

При частковому заміщенні сахарози на лактозу за рахунок використання

порошку сухого молока було встановлено, що фізичний стан лактози впливає на властивості шоколаду – високі концентрації аморфної лактози знижують в'язкість шоколаду, збільшують розмір частинок шоколадної маси, а також зумовлюють зменшення кількості використання поверхнево активних речовин (ПАР). Однак, при цьому збільшується кількість кристалічної лактози.

Необхідно зазначити, що незважаючи на те, що лактоза не застосовується як цукрозамінник, то крім того, отримують солодкі речовини шляхом модифікації структури. Сироп з гідролізованої молочної сироватки застосовують у харчовій промисловості деяких країн, для часткової заміни молока в морозиві, повидлі, що надає виробам більш м'який смак і специфічний аромат. Похідні лактози знайшли більш широке застосування, зокрема лактулоза і лактобіонова кислота.

6.21. Лактулоза

Лактулоза – ізомер лактози, який так само складений з фрагментів галактози і глюкози (рис. 6.53.). Вона утворюється внаслідок термообробки молока і не міститься в природі. Лактулоза використовується у виробництві харчових продуктів, призначених для немовлят, дітей, у кондитерських і молочних виробках, безалкогольних напоях, а також у виготовленні фармацевтичних препаратів для покращення функціональних властивостей печінки, при діареї, сприяє засвоєнню мікроелементів Кальцію і Магнію (рис. 6.54.).

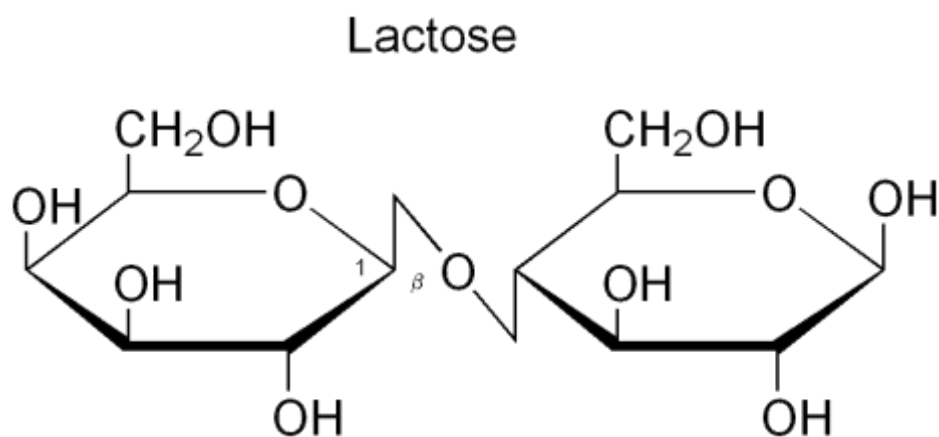


Рис. 6.53. Структурна формула лактулози

Загальноприйнято вважати лактозу пребіотиком. Споживання лактулози сприяє росту біфідобактерій у кишківнику. Крім того, більшість бактерій Clostridium, Lactobacillus Reptostreptococcus добре засвоюють цей дисахарид, що покращує мікрофлору кишківника.



а)



б)



в)



г)

Рис. 6.54. Продукти з вмістом лактулози
 а) продукти для немовлят; б) молочні вироби;
 в) безалкогольні напої; г) фармацевтичні препарати

6.22. Лактобіонова кислота

Лактобіонова кислота – продукт окиснення лактози (рис. 6.55).

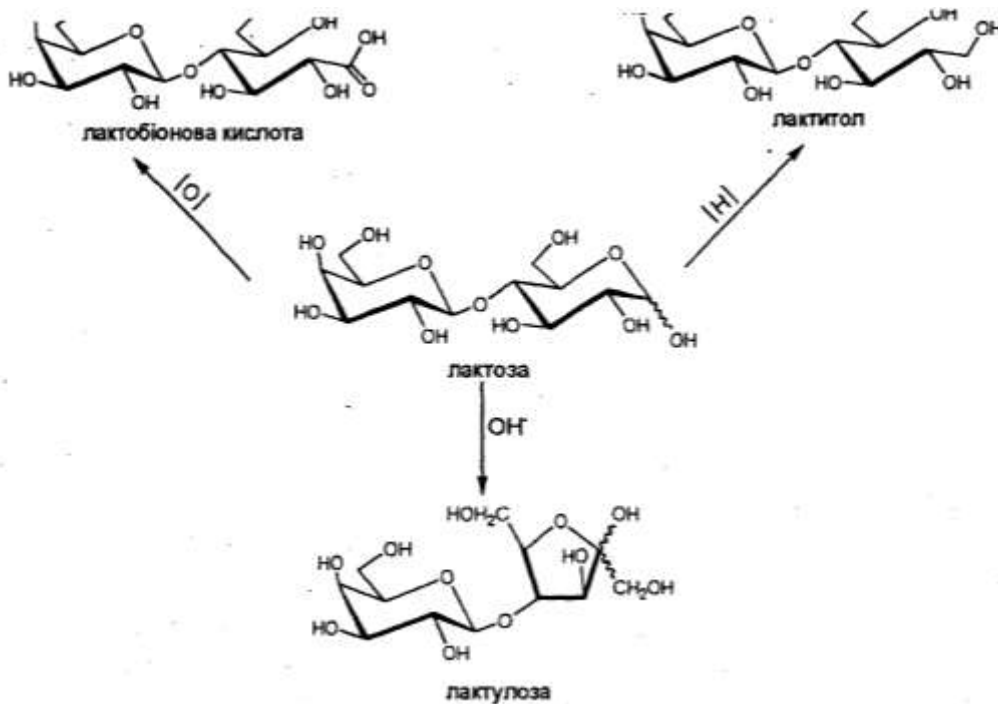


Рис. 6.55. Лактобіонова кислота

Її застосовують як інгредієнт у розчинах, необхідних для транспортування органів трансплантації. Лактобіонова кислота використовується як сировина для

виготовлення ПАР. У харчових продуктах її застосовують для зменшення тривалості закисання і визрівання при виробництві сирів та йогуртів, зміцнення структури драглів, захисту від окиснення частково гідрогенізованих жирів, поліпшення смакових якостей виробів (рис. 6.56.). Лактобіонат кальцію сприяє покращенню хрусткості виробів.



Рис. 6.54. Продукти з вмістом лактобіонової кислоти:
а) молочні продукти: сири та йогурти; б) драглі

6.23. Мальтоза

Мальтоза $C_{12}H_{22}O_{11}$, 4-0- α -D-глюкопіранозил, також «солодовий цукор» – природний дисахарид, молекула якого складається з двох залишків глюкози (рис. 6.57.). Міститься у великих кількостях у пророслих зернах (солоді) ячменю, жита та інших зернових, виявлено також у помідорах, у пилюці та нектарі рослин (рис. 6.58.). Особливо багато мальтози міститься в солоді і солодових екстрактах (рис. 6.59.). Входить до складу деяких марок пива.

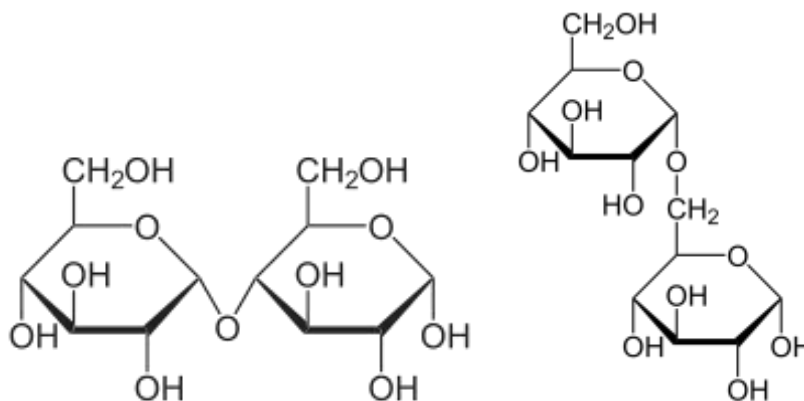


Рис. 6.57. Структурна формула мальтози (солодовий цукор)



Рис. 6.58. Джерела мальтози:
а) ячмінь; б) жито; в) помідати; г) рослинний пилок

Мальтоза легко розчинна у воді, має солодкий смак; є відновлюючим цукром, тому що має незаміщену напівацетальну гідроксильну групу. В утворенні молекули мальтози бере участь напівацетальний гідроксил однієї з молекул глюкози і спиртовий (розташований біля четвертого вуглецевого атома) другий.

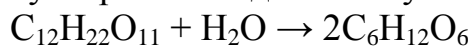


Рис. 6.58. Мальтозний сироп

4-0- α -D-глюкопіранозил-D-глюкоза – білий кристалічний порошок, нерозчинний в ефірі, етиловому спирті. Мальтоза, дисахарид що гідролізується ферментами та кислотами, які містяться в печінці, крові, секретах підшлункової залози, кишківника, м'язах. Мальтоза відновлює розчини Фелінга та нітрату срібла.

Біосинтез мальтози з β -D-глюкопіранозилфосфату і D-глюкози, відомий у деяких видів бактерій. У тваринному і рослинному організмах мальтоза утворюється при ферментативному розщепленні крохмалю і глікогену. Розщеплення мальтози до двох залишків глюкози відбувається в результаті дії ферменту α -глюкозидази, або мальтози, яка міститься в травному соці тварин і людини, у пророщеному зерні, в цвілевих грибах і дріжджах. Мальтоза утворюється при неповному гідролізі крохмалю, розбавленими кислотами або амілолітичними ферментами, є одним з компонентів крохмальної патоки, яка широко використовується в кондитерському виробництві. Генетично обумовлена відсутність цього ферменту в слизовій оболонці кишки людини, призводить до природженої непереносимості мальтози – важкого захворювання, що вимагає виключення з раціону мальтози, крохмалю та глікогену, або додаванням до їжі ферменту мальтози.

При гідролізі мальтози утворюються дві молекули глюкози:



Цей процес відіграє велику роль у харчовій промисловості, а саме: при бродінні тіста, як джерело зброджування цукрів.

Солодовий цукор, на відміну від тростинного і бурякового, менш солодкий. Використовується як підсолоджувач у приготуванні медовухи, квасу, домашнього пива. Солодкість мальтози становить приблизно 32 % від солодкості сахарози. Кількість мальтози на добу для дорослої людини може досягати 35 грам.

Для зниження навантаження на підшлункову залозу і профілактики розвитку ожиріння, при вживанні добової норми солодового цукру слід відмовитися від прийому інших цукровмісних продуктів (фруктози, глюкози, сахарози). Людям похилого віку вживання мальтози рекомендують знизити до 20 грам в день.

Інтенсивні фізичні навантаження, заняття спортом, підвищена розумова активність, вимагають великих енерговитрат і збільшують потребу організму в мальтозі і простих вуглеводах. Малорухливий спосіб життя, захворювання на цукровий діабет, сидяча робота, навпаки, вимагають обмеження кількості дисахариду до 10 грамів на добу.

Симптоми, що сигналізують про дефіцит мальтози в організмі: пригнічений настрій, слабкість, нестача сил, апатія, млявість, енергетичне виснаження.

Як правило, нестача мальтози – рідкісне явище, оскільки організм людини самостійно продукує з'єднання глікогену і крохмалю. Ознаки передозування солодового цукру: розлад шлунку, алергічні реакції, нудота, апатія, сухість в роті. При прояві симптомів надлишку, вживання продуктів багатих на мальтозу, слід скасувати.

Вміст мальтози в деяких продуктах продемонстровано в таблиці 6.8.

Таблиця 6.8.

Продукти багаті на мальтозу

Продукт	Вміст солодового цукру в 100 г виробу, грам	Продукт	Вміст солодового цукру в 100 г виробу, грам
Мальтозний сироп	99,20	Квас	2,20
Патока мальтозна біла	68,00	Морозиво	2,0
Патока з цукрових буряків чорна	Від 19,00	Пиво	1,80
Патока з карамелі	16,00	Хліб солодовий	1,30
Солод	5,00	Мюслі	1,10
Мед	4,50	Хлібці	0,80
Мармелад	4,20	Дитяче харчування	0,50
		Сочевиця	0,30

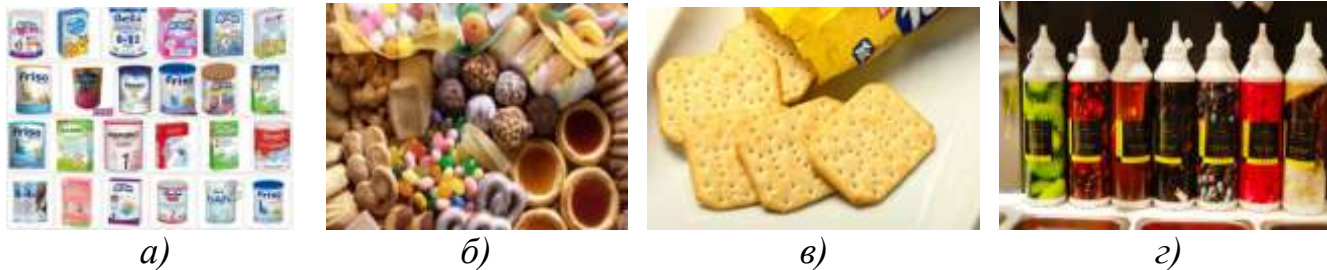
У незначній кількості мальтоза зосереджена в пророслому зерні, меді, помідорах, апельсинах, дріжджах.

Мальтозу отримують у результаті бродіння солоду, для цього використовують злакові культури – пшеницю, кукурудзу, жито, рис або овес. Крім цього, варто зауважити, що до складу патоки входить солодовий цукор, видобутий з цвілевих грибів.

6.23.1. Застосування мальтози у харчовій промисловості

Мальтоза має менш виражений смак і нудотність, ніж буряковий або тростинний цукри. Завдяки цьому його додають до дієтичних продуктів, мюслів, дитячого харчування (молочні суміші, фруктові пюре), як цукрозамінник.

Наприклад у Китаї, солодовий цукор використовують для приготування ячмінної патоки, яку використовують у пивоварінні, винокурні. Крім цього, її додають у випічку хлібобулочних виробів (печива, хлібців, крекери), оскільки вона розпушує тісто, робить здобу пишною та повітряною. Отриманий сироп насичує смак соків, морозова, каш, млинців (рис. 6.60.). Це нешкідливий натуральний барвник. Тривале зберігання мальтози призводить до втрати нею корисних властивостей.



*Рис. 6.60. Продукти з вмістом мальтози:
а) молочні суміші; б) кондитерські вироби; в) печиво, крекер;
г) сиропи до морозива, млинців*

6.24. Мальтозна патока

Мальтозна патока – коричневий сироп (рис. 6.61.), отримують шляхом оцукрювання крохмалевмісної сировини ферментами, фільтруванням кукурудзяного, ячмінного солоду і їх подальшим уварюванням. Патока мальтози готується без використання хімічних каталізаторів і кислот. Завдяки малому вмісту глюкози, сироп з часом не кристалізується, має легкий солодовий запах, вимагає меншого додавання цукру.



Рис. 6.61. Мальтозна патока

Низькоцукрована мальтозна патока використовується для виготовлення мармеладу, замороженої молочної продукції, а високоцукрована – для консервації, випічки, відіграючи у тому випадку роль замітника цукру, або сировинного наповнювача (рис. 6.62.; рис. 6.63.). Наявність великої кількості зброджуваних цукрів, обумовлює широке застосування патоки в пивоварінні. Вона надає продукту характерної в'язкості, пом'якшує смак хмільного напою.



*Рис. 6.62. Продукти з вмістом низькоцукрованої мальтозної патоки:
а) мармелад; б) морозиво*

Мальтозний сироп прискорює процес доброджування пива, скорочуючи його до трьох разів. Завдяки цій властивості, патока застосовується броварними компаніями з метою економії для підвищення продуктивності.



а)



б)

Рис. 6.63. Продукти з вмістом високоцукрової мальтозної патоки:
а) консервація; б) випічка

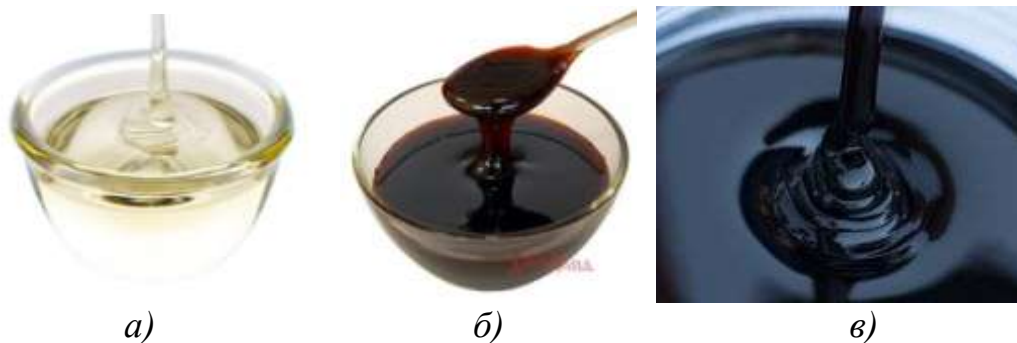
Органолептичні та фізико-хімічні показники мальтозної солодової патоки:

- смак солодкий, з солодовим присмаком;
- запах легкий солодовий, без стороннього запаху;
- колір від світло-коричневого до коричневого;
- масова частка сухих речовин 78 %;
- масова частка редуруючих речовин у перерахунку на мальтозу на 100 г сухої речовини патоки, не менше 65 %;
- масова частка загальної золи в перерахунку на суху речовину, не більше 1,2 %;
- кислотність не більше 12 см³ розчину NaOH концентрацією 1,0 моль/дм³ на 100 г сухої речовини;
- реакція середовища рН, не менше 5;
- склад цукрів – мальтоза 62-67%, декстрини – 20-25 %, інші цукри – 13 %;
- енергетична цінність 100 г продукту 308 ккал/1289 кДж;
- харчова цінність 100 г продукту: вуглеводи – 76,8 г; білок – 2,5-2,8 г;
- термін зберігання при температурі не вище +30°C з кислотністю не більше 9,5 см³ – 12 місяців, з кислотністю не більше 12 см³ – 6 місяців.

6.25. Патока та її використання

Патока – це напіврідка маса схожа за своєю консистенцією з медом, але має більш солодкий смак, ніж цукру. Патоку отримують при виробництві крохмалю і цукру. Процес отримання патоки називається гідролізом. Нерідко патокою називають сиропи, які містять у своєму складі велику кількість цукру.

Крім цього, патока – це побічний продукт переробки очерету, або буряка в цукор. Вона схожа на густий і солодкий сироп, а її смак і колір залежить від того, в який час, з якої сировини і яким методом вона була отримана. Існує декілька видів патоки. Найбільш поширеними є біла, темна та чорна патока (рис. 6.64.).



*Рис. 6.64. Патока:
а) біла патока; б) темна патока; в) чорна патока*

Біла патока виходить у результаті зацукровування крохмалю, темну патоку отримують з коричневого цукру, а чорна патока – це відхід цукробурякового виробництва, змішаний з сахарозою і деякими іншими домішками. Чорну патоку часто називають буряковою. Вона має трохи гіркуватий смак і виражений аромат. Її не рекомендують використовувати як підсолоджувач – додавати до чаю, або поливати нею млинці, але саме її використовують тоді, коли потрібно додати патоки в блюдо, яке буде піддано подальшій тепловій обробці. Чорна патока – інгредієнт пряникового тіста, з нею коптять м'ясні вироби, її додають при виробництві рому, без неї не обходиться жоден пряний пудинг.

Світла патока відома також як «Золотий сироп». Цей побічний продукт залишається після процесу очищення цукру. Він має золотистий колір і м'який, ароматний, солодкий смак. «Золотий сироп» використовується в хлібопекарській галузі та приготуванні сиропу для млинців. При використанні «Золотого сиропу» в продуктах необхідно знизити температуру печі до 150 °С, щоб уникнути надмірного потемніння продукту.

Патока з сорго, не є технічною патокою, оскільки виходить шляхом переробки сорго саме з метою вилучення цього сиропу. Така патока найсолодша, в ній міститься від 65 до 70 % сахарози, проти 55 % в мелясі та 60 % у світлій патоці. Гладкий бурштиновий сироп, володіє коротким терміном зберігання, містить консерванти і підходить тільки як цукрозамінник.

Патока має досить різноманітний хімічний склад. У ній знаходяться Ферум, Кальцій, Манган, Магній, Селен, Калій, вітаміни групи В, олігосахариди, глюкоза, мальтоза, Фосфор, Натрій та невелика кількість корисних для організму жирів. Патока солодша від цукру і корисніша від нього, оскільки їй відповідає помірний глікемічний індекс. Патоку використовують при виробництві пряників і деяких видів хліба. Використовують цей продукт під час виробництва морозива. У патоці міститься мальтодекстрин, який сприяє затвердінню продукту, шляхом зниження точки замерзання. Потрапляючи до продукту, патока збільшує в'язкість маси, дозволяючи сформувати однорідну структуру. У випічці патоку використовують як розпушувач. А ще, патока незамінний додаток у приготуванні повидла або джему. Крім цього, додають патоку і при приготуванні халви, багатьох видів цукерок та карамелі. Також широке застосування патока знайшла у виробництві безалкогольних напоїв (рис. 6.65.).



а)



б)



в)



а)



б)



в)



г)

Рис. 6.65. Продукти з вмістом патоки:

- а) пряники; б) цукерки; в) кетчупи; г) безалкогольні напої;
 д) соуси; е) халва; е) морозиво

У цьому випадку її використовують як заміник цукру. Додають патоку і при виробництві кетчупів, деяких соусів і багатьох консервованих фруктів. Застосовують патоку і в дієтології. Включення патоки до дієтичного продукту, робить його приємним, смачним і корисним. Також цей цукрозамінник, який додають до продуктів, має властивість викликати ситість, тому кількість з'їдженої порції основних страв різко скорочується, що вкрай важливо при боротьбі із зайвою вагою.

Патокою можна замінювати цукор і мед. Чорна патока не використовується до продуктів, які споживають. Проте її застосовують як субстрат для росту дріжджів, які в свою чергу, стають основою у приготуванні деяких спиртних напоїв та багатьох сортів пива.

6.26. Сорговий сироп

Сорговий сироп одержують із стебел цукрового сорго, висота якого 2-3 м (рис. 6.66.). Стебла містять до 85 % соку з вмістом цукру 12-18 %. Для одержання сиропу, сік вижимають із стебел на вальцівках, очищають, обробляють вапняним молоком і згущують, уварюючи у вакуумних котлах.

Сорговий сироп – густа рідина жовтуватого кольору з характерним запахом. Смак приємний, без присмаку гіркоти та карамелізованого цукру. Сироп містить 75-85 % сирогої речовини, з яких до 70 % цукри, солі Калію та Магнію, фруктози 35-45 %, глюкози 50-60 %, є амінокислоти.



Рис. 6.66. Сорго – джерело соргового сиропу

Сорговий сироп використовують при виготовленні пива, різних алкогольних напоїв та спирту. У кондитерській промисловості сорговий сироп використовують при виготовленні помадок та карамелі, у пекарстві та приготуванні різних гарячих напоїв (рис. 6.67.).



Рис. 6.67. Продукти у виготовленні яких використовують сорговий сироп: а) алкогольні напої; б) помадки і карамелі; в) випічка; г) каші, пюре, муси

Також його використовують як цукрозамінник і підсолоджувач у дієтичному харчуванні додаючи до каш, пюре, мусів. У ньому знаходяться важливі мінеральні речовини, відсутні жири та білки.

6.27. Кукурудзяний сироп

Кукурудзяний сироп натуральний продукт, який одержують шляхом ферментативного гідролізу кукурудзяного крохмалю (рис. 6.68., рис. 6.69.). Основна властивість цього сиропу – не зацукрюватися і зберігати вологу в масі виготовленого продукту, що робить текстуру ніжнішою, свіжішою і запобігає висиханню. Він також збільшує об'єм продукту і збагачує смак.



Рис. 6.68. Кукурудзяний сироп із вмістом фруктози

У багатьох солодошах, які широко представлені на прилавках магазинів, вже давно використовують кукурудзяний або глюкозно-фруктозний сироп. Це

прекрасний заміник цукру і використовують у кондитерській промисловості як підсолоджувач та загусник.



Рис. 6.69. Продукти на виготовлення яких використовують кукурудзяний сироп

Використовують кукурудзяний сироп декількох видів. У першу чергу це темний та світлий сироп. При цьому темного виду лише номінально відносяться до сиропів, хоча насправді по консистенції та зовнішньому вигляду він більше нагадує патоку. В цьому сиропі високий вміст фруктози і глюкози, тому нерідко кукурудзяний сироп ще називають глюкозно-фруктозним. Він швидше розчиняється в інших компонентах, завдяки чому кондитерські вироби мають більш ніжну та однорідну структуру.

Доведено, що регулярне споживання кукурудзяного сиропу, на відміну від звичайного цукру не сприяє підвищенню рівня інсуліну в крові, тим самим це ідеальний продукт у харчуванні діабетиків. Але в цьому є негативні моменти, оскільки саме в інсуліні міститься гормон лептин, який сигналізує про ситість організму. Тобто навіть з'ївши достатню кількість продуктів, людина далі може відчувати голод і продовжувати їсти. Тому лікарі встановили прямий зв'язок із ростом ожиріння в людей, які використовують в їжу кондитерські вироби, виготовлені на основі кукурудзяного сиропу, адже саме він містить основні калорії. Таким чином, кукурудзяний сироп використовують у кондитерському хлібобулочному виробництві, при виготовленні цукерок, помадок, зефіру, нуги, рахат-лукуму, тістечок тощо.

6.27.1. Технологія глюкозо-фруктозного сиропу (ГФС) з кукурудзяного крохмалю

Більше 55 % натуральних підсолоджувачів, що виробляється у вигляді кукурудзяного сиропу має високий вміст фруктози (рис. 6.70.). Для виробництва глюкозо-фруктозного сиропу (ГФС) використовують високоякісний крохмаль з вмістом білків не вище 0,4 %, у тому числі розчинних – до 0,03 %. Перед розрідженням суспензію розварюють, нагріваючи її за допомогою пари до 85 °С впродовж 25 год. Розрідження можна проводити одностадійно з використанням термостабільності α -амілази за температури 105-110 °С, або у дві стадії (85 °С) з внесенням амилосубтиліну. Після розрідження гідролізат містить 34-35 % сирих речовин (СР), а його глюкозидний еквівалент (ГЕ – відношення кількості продукуючих речовин у перерахунку на глюкозу до кількості сухих речовин продукту, виражене у відсотках) – 18-20 %.

Оцукрювання розрідженого крохмалю проводять за допомогою глюкоамілаз з рН 4,5 і температурою 60 °С у ємностях, де розчин переміщується і підігрівається впродовж 48-72 год. Процес оцукрювання закінчують після того, як ГЕ становитиме понад 97 % глюкози на суху речовину.

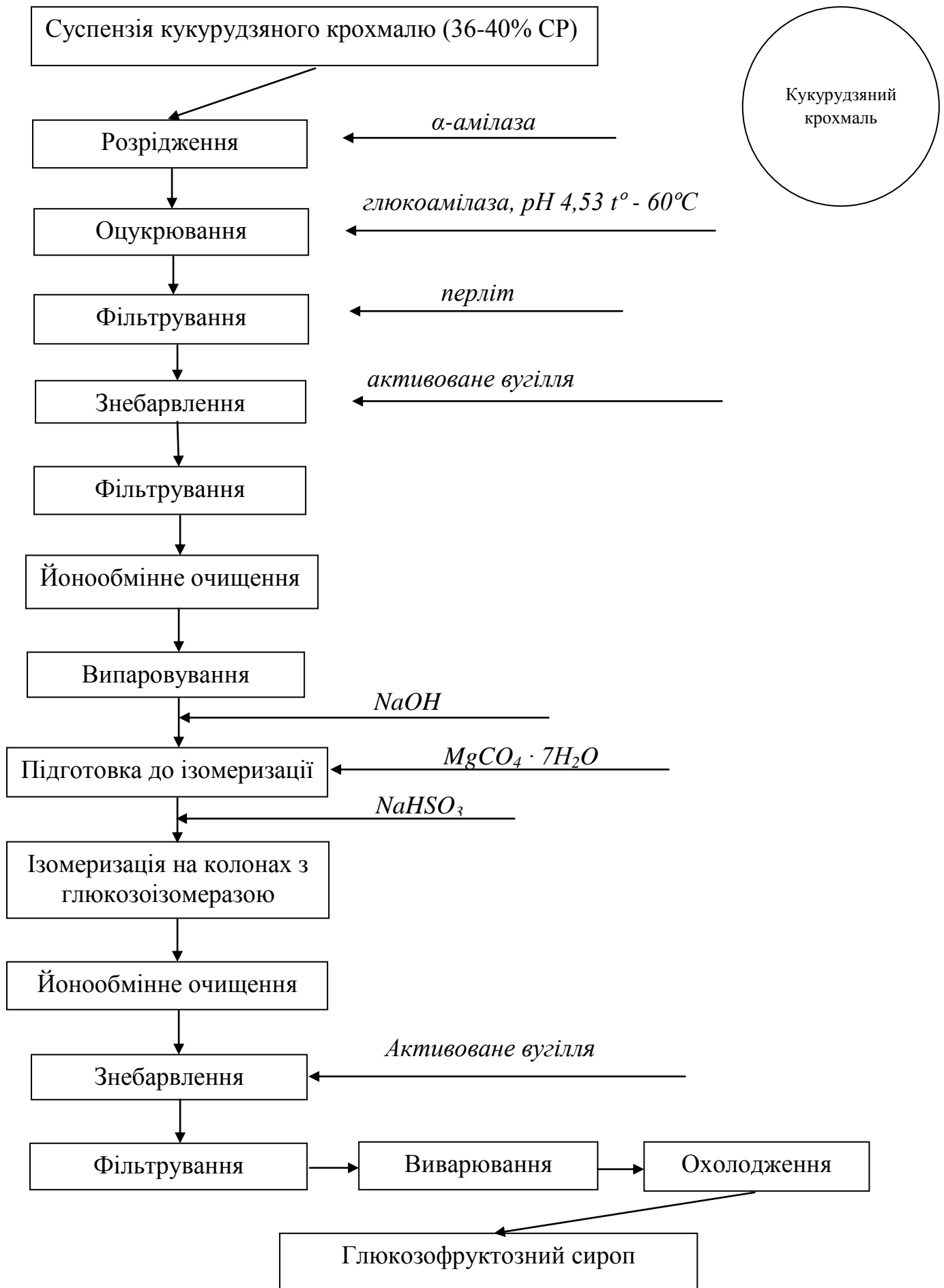


Рис. 6.70. Технологічна схема одержання ГФС з кукурудзяного крохмалю

Нерозчинні домішки (білки, клітковину тощо) відфільтровують з нанесенням на фільтрувальну поверхню фільтрувального порошку (перит, кізельгур тощо). Розчинні домішки (азотні речовини, різні органічні та неорганічні сполуки) виділяють послідовно, обробкою сиропу активованим вугіллям і йонообміном. Сироп послідовно пропускають крізь йонообмінні колони, які містять катіоніт-аніоніт-катіоніт-аніоніт.

Очищений глюкозний сироп до ізомеризації згущають випаровуванням за температури не вище 60 °С, доки вміст СР не стане 45-50 %. Одночасно із сиропу видаляють кисень, який інгібує (сповільнює дію) ізомеризацію глюкози. Вміст азотистих речовин у сиропі допускається до 0,06 %, а йонів Кальцію – $1 \cdot 10^{-6}$ моль/дм³. У зв'язку з тим, що йони Кальцію знижують ефективність дії ферментів, їх нейтралізують додаванням йонів Магнію.

Ізомеризацію глюкози здійснюють пропусканням сиропу крізь шар іммобілізованої (закріпленої на носії) глюкозоізомерази. Носіями є желатин у гранулах, полістирол, модифікована целюлоза, оксид титану. Глюкозоізомеразу отримують з мікроорганізмів, наприклад, родини *Streptomyces*, *Bacillus* або *Arthrobacter*. Завдяки цьому кількість фруктози у глюкозо-фруктозному сиропі досягає 42 % і звичайний сироп (1-го покоління). Крім того, виробляють збагачений сироп, що включає 55-60 % фруктози (2-ге покоління) і високофруктозний з вмістом 90-95 % фруктози (3 покоління). Світовий досвід показує, що глюкозно-фруктозний сироп може замінити в кондитерських виробках близько 20 % цукру. Завдяки цьому сиропу у цукерках, зефірі та інших виробках довго зберігається свіжість. Для отримання сиропу, що містить 45 % глюкози, йонообмінною хроматографією відділяють глюкозну фракцію, яку потім повертають на стадію ізомеризації. Фракцію, яка включає 90% фруктози, змішують з початковим сиропом з таким розрахунком, щоб у готовому продукті містилось 55 % фруктози. Солодкість такого сиропу аналогічна показнику інвертного цукру. За умови хімічної рівноваги неможливо ізомеризувати у фруктозу більш як 50 % глюкози, яка є в розчині. Ізомеризацію здійснюють за температури 58-65 °С, рН 7,5-8,2 впродовж 20-24 год., що забезпечує накопичення близько 42 % фруктози в ізомеризованому сиропі.

Глюкозно-фруктозний сироп можуть випускати марок ГФС-5, ГФС-10, ГФС-20, ГФС-30, ГФС-42. ГФС марки ГФС-42 характеризується декстрозним еквівалентом 97, показником заломлення (20 °С) – 14632-14656. Він містить 70,5-71,5 % сухих речовин, золи до 0,1. За органолептичними показниками ГФС-42 – це в'язка рідина, без присмаку і запаху. В розрахунку на суху сировину, сироп містить 42-43 % фруктози, 50-54 % глюкози, 23 % мальтози, 2 % мальтотриози і 1 % вищих цукрів. Тривале зберігання сиропу здійснюється в ізольованих ємностях з нержавіючої сталі з підігрівом, за температури 28-35 °С.

Частину ГФС-42 концентрують до досягнення рівня сухих речовин 72 %. Він включає 42-43 % фруктози і 51-54 % глюкози, а решта 5 % цукрів представлені в основному ди-, трисахаридами і вищими цукрами. Готовий сироп – слабков'язка безбарвна рідина, без запаху і за солодкістю повністю відповідає цукровому розчину. Більшість ГФС підсилюють фруктові, цитрусові і пряні аромати, сприяють попередженню черствіння борошняних кондитерських виробів. Їх ефективно використовують у виробництві варення, джему і цукатів.

ГФС обмежує процес набухання колоїдів борошна, тому із збільшенням

кількості сиропу зменшується потреба в цукрі. Завдяки гігроскопічності фруктози, додавання ГФС підвищує гігроскопічність і здатність до набухання готових виробів, вони стають м'якими і розсипчастими, їх якість підвищується. Глюкозо-фруктозний сироп також отримують з інулінвмісної сировини. У ньому значно зменшується частка глюкози і відповідно зростає частка фруктози до 97%. В інуліні присутні фруктани із ступенем полімеризації 1-34, де полімеризацію фруктанів здійснює фермент β -(2,1)-фруктан-1-фруктангідролаза (інуліназа), яка гідролізує полімер до фруктози і цукрози. Інулінази виявлені у мікроорганізмах (грибів, дріжджів, бактерій). Промислове значення мають гриби роду *Aspergillus* і дріжджі роду *Kluyveromyces*. Виділені також бактеріальні інулази, які характеризуються високою термостабільністю.

6.28. Сироп (нектар) агави

В чому ж різниця між сиропом агави та нектаром агави? Це один і той продукт. На Заході називають нектаром, оскільки його добувають із бутонів агави, у нас прийнято називати сиропом.

Сироп (нектар) агави, виготовляють із голубої агави (*Agave tequilana* F.A.C. Weber) – м'якстої колючої рослини, а саме, з соку агави, який витискають з не розкритих бутонів її квіток. На одній рослині може бути до кількох тисяч квіток, оскільки, власне рослина здатна досягати декілька метрів у висоту (рис. 6.71.).



Рис. 6.71. Голуба агава – джерело сиропу агави

Збирають сік агави раз у рік перед цвітінням. Отриманий сік фільтрують і нагрівають, при цьому відбувається розщеплення полісахаридів до цукрів. Світлі та темні сорти сиропу отримують однієї і тієї ж рослини, різниця лише в тому, що темні сорти менше фільтрують або додатково збагачують інуліном. Сироп агави буває нефільтрований і нерафінований – у такому більше мінералів та клітковини. Він темний та мутний, на відміну від очищеного – світлого і прозорого (рис. 6.72.).



а)

б)

Рис. 6.72. Сироп (нектар) агави:

а) сироп очищений; б) сироп неочищений

У сиропі агави дуже висока концентрація фруктози (90 %) і низька концентрація глюкози (10 %). В природі більше ніде не зустрічається такого співвідношення глюкози і фруктози. Вуглеводний склад сиропу (нектару) агави складає: фруктози – 85-95 %, декстрази – 3-10 %, сахарози – 1,5-3,0%, інуліну – 3,0-5,0 %.

У зв'язку з тим, що сироп агави містить інулін, то глікемічний індекс (ГІ) цього сиропу дуже низький – 17-20. Тому нектар агави набагато повільніше засвоюється організмом і не провокує різкого стрибка рівня цукру в крові.

Крім цього, інулін сприяє виробленню в шлунково-кишковому тракті людини захисних пробіотиків. Сік агави покращує обмін речовин, проявляє заспокійливу дію на нервову систему та виводить з організму надлишкову рідину.

6.28.1. Застосування сиропу (нектару) агави

Цукристий сік агави нерідко використовують у харчовій галузі. Сироп, приготований на основі соку агави – це прекрасний заміник цукру. Аромат світлого сорту нагадує мед з карамельним відтінком. Темні сорти сиропу агави має більш м'який смак патоки.

Сироп агави додають до різних випічок, як самостійний компонент, або як заміник цукру, меду, кленового сиропу. Сироп агави на 100 % піддається дріжджовому бродінню, що є перевагою у пекарстві. Сироп агави не впливає на смак, та текстуру випічки. Якщо необхідно зберегти продукт м'яким, то для цього найбільше підходить сироп агави. Цей сироп майже у два рази солодший від цукру, тому цю його властивість слід враховувати, при приготуванні страв. За текстурою він не дуже густий, тому при приготуванні харчових продуктів його можна додавати по краплинам.

Чистий сироп агави можна споживати з вафлями, млинцями, додавати до молочних десертів та коктейлів. Сиропом агави засолоджують каву або чай. Цей сироп містить невелику кількість кальцію, калію, магнію та феруму. До того ж, сироп агави у 1,6 разів солодший від цукру, тим самим його можна використовувати економно.

Нектар агави має гарну властивість – швидко і легко розчиняється у будь-яких рідинах. Це робить його незамінним складником для приготування коктейлів, кондитерських виробів, киселів, морозива (рис. 6.73). Крім цього, голубу агаву використовують ще для виробництва текіли.



Рис. 6.73. Продукти, виготовлені з використанням сиропу (нектару) агави:
а) молочні десерти; б) киселі; в) морозиво

Сироп агави ідеальний додаток до різних бісквітів, млинців, оладок, сухих

сніданків, йогуртів, желе, соусів, кремів, варення, джемів. Сироп агави широко використовується у харчовій промисловості у США, Канаді, Англії, Німеччині, Італії, Нідерландах, Франції, Японії та Австралії як натуральний органічний підсолоджувач в кулінарії, напоях, молочних десертах та продуктах для людей, хворих на діабет і з надлишковою вагою.

6.29. Сироп з ялівцю

Ялівець звичайний (*Juniperus communis*) – вічнозелений кущ або невелике деревце з родини кипарисових. Дозрілі шишко-ягоди на вигляд червоного кольору з восковим нальотом або без нього. Насінини довгасті з твердою оболонкою (рис. 6.74.).



Рис. 6.74. Шишко-ягоди ялівця

Шишки ялівцю мають яскраво виражений аромат, містять різноманітні смакові речовини і широко застосовуються для технічної переробки. Шишечки «ягоди» дуже ароматні, солодкі, але мають смолистий смак. Висушені шишко-ягоди ялівцю використовують у кулінарії, як пряність до м'ясних страв і квашеної капусти, коптінні м'яса і риби. Ціняться вони у виробництві алкогольних напоїв, вин (наприклад англійського джину), квасу, сиропу, морсу, пряників, начинок для цукерок, кондитерських виробів (рис. 6.75.).

У них містяться до 0,3% цукрів, пектинові й дубильні речовини (1,6 %), протеїн (3,5 %), яблучна, оцтова і мурашина кислоти, смоли, віск, ароматичні сполуки.



Рис. 6.75. Застосування сиропу із ялівцю:
а) желе; б) кисіль; в) пряники

Хвоя ялівцю – цінний накопичувач вітамінів. У ній міститься каротин, вітамін С (246 мг %). З шишок-ягід, хвої та гілок ялівцю одержують ефірну олію. Ефірна олія із хвої використовується для виготовлення імерсійної олії та освіжаючих есенцій.

Для отримання сиропу, шишечки ялівцю розминають, не дроблячи насіння, що містять гіркоту «ягоди», кладуть у ємність та заливають водою, нагрітою до

40 °С у співвідношенні 1:3 та перемішують 15-20 хвилин. Потім «ягоди» виймають, віджимають сік, який містить до 20 % цукру. Для отримання сиропу, сік випарюють при нагріванні до 70 °С. Випарювати рекомендується на «водяній бані» (ємність опущена в іншу ємність з водою, що нагрівається). Ялівцевий цукор (фруктоза) в 1,5 рази солодший від бурякового. Сироп із ялівцю можна додавати при виготовленні желе, киселю, пряників, з ним можна пити чай та каву (рис. 6.76.).



Рис. 6.76. Сироп із ялівцю

6.30. Сироп із топінамбура

Сироп із топінамбура – доволі солодкий продукт, із-за наявності фруктанів. У природі фруктани містяться у невеликій кількості рослин і найбільша її концентрація – у бульбах топінамбура. Натуральний сироп топінамбура містить близько 40 % рослинних волокон, в яких і сконцентровані фруктани. Вони дають на довший час відчуття насиченості, оскільки не перетравлюються в шлунку. Лише в кишківнику починається процес вивільнення глюкози, такої необхідної для повноцінної роботи мозку та інших органів тіла. Оскільки цей сироп містить інулін, біологічно активний цукрозамінник, він чинний для людей, хворих на цукровий діабет.

Сироп топінамбура – цукрозамінник рослинного походження, виготовляють при температурі 55 °С, потрійним випарюванням. За своїм виглядом нагадує дуже молодий рідкуватий квітковий мед, насиченого янтарного кольору, відсутній яскраво виражений аромат. Добре розчиняється у воді (рис. 6.78.).



Рис. 6.77. Сироп із топінамбура



Рис. 6.78. Використання сиропу топінамбура – додаток у вегетаріанській їжі: а) млинці; б) вегетаріанські напої; в) молочні коктейлі

Сироп топінамбура є функціональним харчовим продуктом, пребіотиком.

До складу сиропу топінамбуру входить полісахарид інулін, який покращує в організмі обмін речовин, підтримує нормальну мікрофлору в кишківнику, знижує рівень холестерину; багатий на вітаміни С, В₁, В₂ та РР, мікроелементи, особливо біогенним кремнієм, залізом, магнієм, калієм та ін. Зміцнює суглоби, серце, імунітет та загальний стан організму. На додачу пектин та клітковина виводить із організму токсини та шлаки.

Додають сироп із топінамбура, замість цукру або цукрозамінників до чаю, кави, коктейлів, молочних коктейлів та молочних продуктів, напоїв, випічку, каші, десертів, млинців, вегетаріанської їжі. Енергетична цінність в 100 г – 267,0 ккал та низький ГІ – 13-15 серед натуральних підсолоджувачів, окрім стевії (рис. 6.78.).

6.31. Рисовий сироп

Рисовий сироп (відомий ще як рисовий солод) відрізняється більш легким і тонким ароматом, ніж ячмінний солод та золотисто-янтарним кольором (рис. 6.79.). Рисовий сироп виготовляють з невеликою кількістю ячменю. Відварений бурий рис піддають дії ензимів, які розщеплюють крохмаль. Рідину, яка виділяється при цьому випарюють до сиропу.



Рис. 6.79. Рисовий сироп

Один із сортів рисового сиропу називають сироп – інні. Він має перламутровий відтінок та гіркувато-солодкий смак. Рисовий сироп у два рази менш солодкий, ніж цукор. При споживанні його енергія в організмі виділяється повільніше, а це значить, що калорії не так активно перетворюються в жир.

Використовують його для приготування страв азіатської кухні та маринадів (рис. 6.80.).



Рис. 6.80. Страви з використанням рисового сиропу
а) маринади; б) страви з азіатської кухні

6.32. Левулезний сироп

Левулезний (фруктозний) сироп виробляють із топінамбура (земляної груші) (рис. 6.81.). Топінамбур містить полісахарид інулін, мономером якого є фруктоза. Сироп, що одержують при гідролізі інуліну містить близько 80 % фруктози. На основі сировини із топінамбура розроблені кондитерські, хлібобулочні вироби, соки тощо. Для хворих на цукровий діабет виробляють концентрат із топінамбура, порошок, таблетки, капсули із чистого інуліну (рис. 6.82.).



6.81. Топінамбур – джерело левулезного сиропу



а)



б)



в)

6.82. Використання левулезного сиропу у виробництві:
а) таблеток і капсул; б) кондитерських виробів; в) соків

6.33. Фініковий сироп

Фініковий сироп, або фініковий мед, або силан (концентрований фініковий сироп) (рис. 6.83.).



6.83. Фініки та фініковий сироп

6.84. Використання фінікового сиропу

Фініковий сироп виготовляють шляхом віджиму із свіжозібраних фініків. Цей сироп так само зберігається як натуральний мед. Сироп густий, щільний, коричневого кольору. Сироп із фініків рекомендується як біологічно активна добавка до їжі, оскільки є джерелом флавоноїдів (рутину, лютеоліну) та стеринів (β -сітостерину, стигмастерину, калепостерину, розчиняється у воді; є джерелом К, Mg, Ca, його можна використовувати в побуті. На його основі готують напої, додають до кави, чаю, десертів. Фініковий сироп ніжного довершеного смаку (рис. 6.84.).

Фініковий сироп сприяє:

- покращенню роботи серця, артеріального тиску;
- захисту від інсультів та інфарктів;
- профілактиці онкологічних захворювань;
- укріпленню імунітету;
- роботі шлунково-кишкового тракту;
- підвищенню гемоглобіну;
- покращенню зовнішнього вигляду обличчя;
- у вирішенні проблем зайвої ваги;
- покращенню лактації при годуванні груддю;
- боротьбі з набряками.

Фініковий сироп корисний і натуральний замінник цукру. Більш того, у цьому сиропі міститься вітамін B₆, який регулює роботу нервової системи, а магній – сприяє покращенню роботи м'язів та нирок. Крім того, у фініковому сиропі містяться калій та кальцій, які в свою чергу, позитивно впливають на роботу серцево-судинної системи та м'язів.

6.34. Ячмінний солод

Солод – це продукт, який отримують з пророщеного насіння злакових (ячменю, пшениці, жита тощо). Солод з ячменю є основою пивоварного виробництва (рис. 6.85.).

Під час проростання ячменю утворюється фермент діастаза, яка перетворює крохмаль на солодовий цукор, тобто мальтозу. В цьому процесі відбувається зцукрювання та утворення сусла.



6.85. Ячмінний солод



6.86. Застосування ячмінного солоду у пивоварінні

Процес виробництва ячмінного солоду передбачає два етапи: намочування і пророщування насіння. Під час намочування відбувається набухання зерна. При цьому відразу починаються процеси хімічних змін. Це можна помітити по диханню насіння, яке проявляється в утворенні карбонатної кислоти та діастаза. У процесі замочування, зерна очищують від бруду, а також від лушпиння, в якому містяться речовини, що здатні надати напою неприємного смаку та запаху. В такому стані ячмінний солод тримають до 5 днів, до його повного набухання. При цьому регулярно міняючи брудну воду на чисту. Після цього, починають пророщування зерна, яке в середньому триває близько 7 діб, весь час зволожуючи та перемішуючи його. На 2-3 день у зерен з'являються паростки. Свіжопророщений ячмінний солод може зберігатися не більше 2-3 днів. Саме тому його висушують впродовж 17 годин при температурі +45-55 °С. При правильному просушуванні, продукт має світлий відтінок. Ячмінний солод найчастіше використовують у пивоварному і винному виробництві та виготовленні віскі (рис. 6.86.). Крім цього, пивоварні компанії для приготування солоду найчастіше використовують ячмінь і пшеницю. Що стосується виробництва вина, то в ньому нерідко використовують овес, жито і маїс. Слід зазначити, що дивлячись по тому, чи застосовується сировина у свіжому або сушеному вигляді, розрізняють зелений солод, який може бути і сухим.

6.34.1. Типи солоду

Залежно від того, як намочують і вирощують злакові зерна, розглядають різні типи солоду.

1. Кислий. Виходить з сухого світлого солоду, який намочують у воді при температурі +45 °С і витримують стільки часу, щоб молочні бактерії не утворили більше 1 % молочної кислоти. Після цього солод сушать.

2. Пшеничний. Виготовляють із зерна пшениці, які намочують до вологості 40 %. Після сушіння при температурі +40-60 °С отримують світлий або темний солод, який використовують для виробництва виключно темного пива.

3. Палений. Такий солод найчастіше застосовують для одержання досить темного пива. Додавати його рекомендується не більше 1 %. В іншому випадку напій буде мати неприємний палений смак.

4. Топлений. Роблять його з ячменю з вологістю 50 %, а потім зерно підв'ялюють і підсушують впродовж 4 годин. Такий продукт нерідко додають до

світлого або темного напою, щоб поліпшити його аромат та надати приємного смаку.

5. Карамельний. Отримують його з висушеного солоду, який доводять до вологості 45 %. Карамельний солод оцукрюють за допомогою обжарювальних барабанів при температурі +70 °С. Після цього отримують різні види солоду. Наприклад, прозорий отримують шляхом висушування, світле – за допомогою прогріву, а темний – шляхом випарювання зайвої вологи.

6.35. Кленовий сироп та його застосування

Кленовий сироп (*Acer saccharum*), підсолоджувач, отримують із згущеного соку цукрового і чорного кленів (*Acer nigrum*), який росте в Північній Америці і Канаді. В Канаді виробляється майже 70 % кленового цукру (рис. 6.87).



Рис. 6.87. Цукровий клен та кленовий сироп

Цей сік містить до 5% сахарози і небагато моносахаридів. Випарюванням, з цього соку, отримують кленовий сироп, який використовують у домашніх умовах замість цукру.

Кленовий сироп – це густа рідина світло-коричневого кольору з приємним ароматом, концентрація СР 66,5-70 %. Із сиропу при уварюванні і подальшій кристалізації можна одержати твердий кленовий цукор, кленовий мед і олію.

З одного клену, обробленого в певну пору року (пізня зима, рання весна), виходить приблизно 4 літрів соку. Причому, це не приносить шкоди дереву. Це було давно відомо американським індіанцям, які своїм методом добували із кленів сироп.

Незважаючи на розвиток сучасних технологій і широкого впровадження автоматичних процесів у харчовиробній промисловості, збір кленового соку проводиться старими способами, без використання новітніх технологій. Для збору соку на стовбурі, на висоті приблизно 20-30 см від землі, роблять надріз, в який вставляють трубочки, що ведуть до судин. По таких трубочках стікає сік у так званий пасок. Для отримання солодкого кленового сиропу або цукру, в якому замість сахарози містяться більш корисні декстроза і мікроелементи, сік згущують методом випарювання.

Весняний збір кленового соку і варіння сиропу – це не тільки підприємництво.

Це свого роду національне свято, коли по стовбурах кленів починає підніматися сік, люди виїжджають у так звані «цукрові табори». На галявинах біля «цукрових будиночків», де в казанах кипить зібраний кленовий сік, ставлять дерев'яні столи, та засипають їх чистим снігом. Густий гарячий сироп виливають у сніг на столі, і він, застигаючи, перетворюється в теплі, м'які грудочки кленового цукру.

Унікальні властивості кленового сиропу такі: замість шкідливої сахарози в ньому міститься солодка декстроза, яка виробляється деревом. Щоб у ньому не було штучних добавок або підробок, за чистотою натурального канадського кленового сиропу стежить спеціальна державна комісія.

Кленовий сироп рекомендується людям, яким необхідно рахувати калорії, адже він є стовідсотково знежиреним продуктом. Крім того, в ньому високий вміст калію, заліза і кальцію.

Кленовий сироп – традиційний канадський частунок, який отримують шляхом уварювання кленового соку цукрового і чорного кленів. Цей сироп – обов'язковий компонент багатьох страв канадської та американської кухні. Він має дуже приємний аромат та солодкий на смак.

Найчастіше кленовий сироп застосовують:

- при приготуванні лосося або свинини на грилі;
- поливають морозиво, оладки, млинці, налисники;
- додають у молочні коктейлі, каші та мюслі;
- запікають з яблуками в духовці;
- використовують замість кави та чаю.

Рекомендують кленовий сироп людям при захворюванні серцевого м'яза і всієї серцево-судинної системи. Це прекрасний засіб, за допомогою якого запобігають розвитку діабету, атеросклерозу, потенції. Кленовий сироп – природний імуностимулятор. Він має здатність сприяти зміцненню імунітету та підвищенню опірності до простудних захворювань.

6.36. Мірін

Мірін виробляється із ферментованого грибка *Aspergillus oryzae* рису, рисової горілки *shochu* і кодзі (закваски). Використовується в кулінарії японської кухні.

Мірін – солодке рисове вино золотистого кольору, з низьким вмістом алкоголю 14 %, яке виготовляється із клейкого рису, дуже солодке на смак (рис. 6.88.). Його використовують тільки для приготування їжі. Мірін надає солодкого присмаку стравам. Крім цього, він впливає на смак м'яса та овочів, приготовлених на грилі. В основному його використовують у приготуванні японських страв, приправ та рецептах із риби, щоб позбутися запаху риби. Мірін разом із соєвим соусом і досі є однією з основних приправ японської кухні (рис. 6.89.).

Існує три типи міріну «Хон мірін» (істинний мірін) – класичний варіант міріну. «Сіо мірін» (мірін з сіллю) – спирт, що в ньому є в дуже невеликій кількості і «Сін мірін» (новий мірін) – мірін-приправа, який містить менше 1 % алкоголю, проте зберігає смак класичного міріну.



6.88. Мірін



6.89. Використання міріну:
а) шашлик; б) соуси; в) маринади

Мірін-приправа (соус Міріну) приготують за допомогою закваски кодзи, спирту і рису. Міцність соусу – 1 %. До такого соусу легко підходять інгредієнти, які використовують у японських стравах. Він солодкий на смак, підкреслює присмак страв (особливо других) та доповнює його.

У складі «Сін-мірін» – рисові зерна. Оскільки рис містить багато корисних компонентів: вітаміни В₁, В₂, В₆, РР, Е, каротин, ці речовини позитивно впливають на стан нервової системи, покращує вигляд шкіри, нігтів, волосся. Мікроелементи, які в різній кількості містяться у рисі – залізо, селен, калій, цинк, фосфор, кальцій, йод. Дослідники вважають, що приправа Мірін позитивно впливає на травлення, обмін речовин, підвищує тонус, добрий засіб проти бактерій та паразитів.

Традиційний соус Мірін використовується для маринування м'ясних продуктів, які при цьому набувають особливо приємний смак та більш соковиту та м'яку структуру. Додають соус безпосередньо при приготуванні страви. На основі соусу Міріну, готують багато інших популярних соусів. Наприклад, соус теріякі. До багатьох японських салатів додають соус Мірін, він основний інгредієнт до страв з рису, лапші, супу місо, бульйонів та інших традиційних рецептів. Гурмани додають мірін до маринадів, для тофу, фруктових пюре, глазурі для випічки. Смак при цьому проявляється найбільш яскравим та довершеним. Слід зазначити, що мірін додають до страв у кінці їх приготування, щоб надати солодкавого присмаку, та зробити їжу більш ароматною. Мірін використовують як цукрозамінник і підсолоджувач, але при потребі, його можна замінити цукром.

Енергетична цінність міріну 258 ккал., з них припадає на білки – 1 ккал, жири – 2 ккал, вуглеводи – 255 ккал.

Одна столова ложка міріну, за солодкістю відповідає одній чайній ложці цукру.

6.37. Місо

Пасту місо виготовляють із соєвих бобів, пшениці та рису, застосовуючи процес ферментації пліснявим грибом, японським аспергілом. Може бути солодкуватим або солодким. Місо буває різного кольору і значно різнитись за смаком (рис. 6.90.).



6.90. Паста місо

Залежно від збродженої основи виділяють:

- рисове місо – типове для всієї Японії;
- злакове місо – типове для регіону Кюсю, західних земель регіонів Тюгоку і

Сікоку;

- бобове місо – типове для префектур Аїті і Гіфу;
- змішане місо.

Залежно від кольору вирізняють:

- біле місо – типове для всієї Японії;
- червоне місо – типове для префектур Аїті, Аоморі, Міячі.

Залежно від присмаку виділяють:

- солодке місо – типове для Західної Японії;
- гостре місо – типове для Східної Японії.

Паста місо надзвичайно корисна, оскільки містить багато мікроелементів та вітамінів, холін, ферменти, білки. Цей продукт добре komponується з різними інгредієнтами, при цьому створюються маринади, добавки, соуси з цікавим та приємним смаком. Використовують пасту місо до приготування супів (зокрема місо-супу), маринування м'яса перед запіканням (рис. 6.91.). Паста місо використовується при приготуванні багатьох страв азійської кухні.

Існує багато сортів місо. У темних (які зазвичай називають акамісо або червоний місо), смак більш солений та інтенсивний. Світлі сорти менш солені та не так насичені. Різні сорти місо можна змішувати один з одним, створюючи багату смакову палітру. Зберігають цей продукт у прохолодному місці, як невід'ємну складову японського повсякденного столу.

6.40. Пекмез

Пекмез – виварений до сиропоподібної маси сік з фруктів, плодів або ягід без додавання цукру та інших добавок. Для приготування пекмезу використовують виноград, шовковицю, рожкове дерево, фініки, ялівець (рис. 6.92.).

Основні способи приготування фруктової маси:

- нагрівають на вогні (звичайно на водяній бані); в промисловості – в мідних вилуджених котлах або особливих пекмезованих пристроях;

- випарювання фруктової маси на сонці (дає більш запашні та корисні пекмези, але можливе тільки в кліматичних умовах Близького Сходу, Середньої Азії.



Рис. 6.92. Пекмез:
а) виноград; б) шовковиця; в) рожкове дерево; г) фініки

Виготовляють пекмези без додавання цукру.

Для того, щоб отримати пекмез, необхідно довести до кипіння відтиснутий сік із перезрілих плодів, не даючи йому бурлити, додати обпаленої білої глини з розрахунку 30 г глини на 1 л соку. Після чого пекмез лишають до того моменту, доки він не стане прозорим. Потім його слід відстояти впродовж 10-12 годин, процідити через марлю. Після випарювання 50-80 % сиропу, отримують продукт, консистенції подібної до меду. Готовність пекмезу легко визначити по краплі – капають на тарілку і, якщо крапля зберігає форму, значить пекмез готовий. Якщо ж крапля розтікається, значить сироп необхідно доварювати. Добре проварений пекмез повинен нагадувати за зовнішнім виглядом молодий мед. Він містить фруктозу, яка легко засвоюється організмом. Крім цього у пекмезі міститься тіаміну, рибофлавіну, калію, магнію, кальцію та заліза набагато більше ніж у меді, сприяє підвищенню гемоглобіну.

Виноградний пекмез ще називають «дошаб». Виготовляють згущений сік із свіжого винограду без цукру, шляхом випарювання. Слід чітко притримуватись рецепту, бо якщо додати цукор, то вже отримаємо не пекмез, а кієм. Для того, щоб пекмез був смачним, слід для його приготування використовувати найбільш переспілі ягоди.

Виготовляють ще пекмез із рожкового дерева. Для цього використовують стручки рожкового дерева (рис. 6.93.).



Рис. 6.93. Стручки рожкового дерева, з яких виготовляють пекмез

Стручки замочують у воді і випарюють до сиропоподібної консистенції. З цього екстракту отримують пекмез, який має гарний смак та аромат. Він позитивно впливає на організм, легко засвоюється.

У харчовій промисловості та кулінарії, його використовують як заміник какао, а також просто як напій. Пекмез із стручків рожкового дерева гарний засіб від кашлю, для зміцнення імунної системи, поліпшення дихання у курців тощо. Цей пекмез ще називають «природним допінгом» для організму.

Калорійність пекмезу рожкового дерева складає 263 ккал на 100 мл продукту. У хімічному складі продукту наявні: холін, вітаміни А, В₁, В₂, D, а також мінеральні речовини: калій, кальцій, магній, цинк, фосфор та натрій.

Із солодких ягід ялівцю виду *Juniperus elurangensis*, виготовляють пекмез – виварений сироп (рис. 6.94.).



Рис. 6.94. Ялівець та пекмез з ялівцю

Плоди ялівцю достатньо великі, до 2,5 см, покриті зрослою лускою, м'ясисті, з великою кісточкою всередині. Плоди дозрівають у вересні, на смак дещо гіркуваті. Шишки ялівцю збирають в екологічно чистих районах з дикорослих рослин. Тому вони збагачені різними речовинами, які є корисними для людини. Серед них незамінні жирні кислоти, які виявляють антиоксидантні властивості, інулін, ефірні масла і мікроелементи, необхідні для нормального функціонування організму.

Пекмез із ялівцю – це згущений сік із ягід ялівцю, має терпкий кисло-солодкий смак з легким хвойним присмаком, надає виробам та стравам особливий лісний колорит. Цей пекмез корисний при запальних процесах в організмі, покращує обмінні процеси, розумову діяльність, рекомендується додавати до продуктів, які розраховані для вживання при низькокалорійній дієті.

Більш за все шовковицю цінять за її ароматні, смачні та корисні плоди. Плід шовковиці м'ясистий, складається із дрібних кістянок, довжиною близько 2-3 см, червоного або темно-фіолетового кольору, соковитий, із солодкавим присмаком (рис. 6.97.)



Рис. 6.95. Шовковиця та шовковичний пекмез

Найбільше використовують для приготування пекмезу ягоди чорної шовковиці за її більш насичений аромат. Пекмез із білої шовковиці найбільш використовують як добавки до страв.

Із ягід шовковиці без додавання цукру та інших підсолоджувачів отримують пекмез. Має приємний аромат та невисокий глікемічний індекс. Цей продукт багатий на кальцій, ферум, вітаміни В₁, В₂ та С. Енергетична цінність – 294 ккал на 100 г.

Таким чином, користь пекмезу залежить від продукту з якого він приготований. Виноградний пекмез дуже цінний продукт харчування, він підвищує апетит, покращує кровообіг, підтримує серцево-судинну систему, укріплює капіляри, а пекмез із шовковиці укріплює імунітет, зменшує кількість захворювань вірусними і простудними хворобами, впливає позитивно також при недугах шлунково-кишкового тракту.

6.40.1. Застосування пекмезу

Пекмез рожкового дерева – натуральний цукрозамінник (підсолоджувач), використовують при виготовленні напоїв, м'ясних та молочних страв. Його додають до чаю, молока, кави, кисломолочних напоїв, кефірів, йогуртів, морозива, до начинок круасанів, тістечок, випічок, як поливку-соус до сиру, млинців, оладок, каш тощо.

У фармацевтичній промисловості пекмез використовують при виготовленні ліків бронхолітичної та антибактеріальної дії.

Крім цього пекмез використовують у кулінарії при приготуванні різних страв з м'яса, компотів, киселів. Він підходить для приготування щербетів, рахат-лукуму, солодкої халви, при споживанні сухих сніданків, можна поласувати тостом з пекмезом.

Пекмез із ялівцю застосовують як поливку до каш, оладок, млинців, морозива. Його додають до йогуртів, смузі та коктейлів, як натуральний підсолоджувач. Більш того, пекмез можна додавати до чаю та кави. Пекмез із шовковиці використовують як додаток до йогуртів, морозива, молока, коктейлів, кави, чаю, а також до солодких бутербродів (рис. 6.96.).



Рис. 6.96. Продукти виготовлені з додаванням пекмезу:
а) рожкового дерева; б) винограду; в) ялівцю; г) шовковиці

6.41. Амосаке

Амосаке (амосаке) – це напій, отриманий шляхом бродіння солодкого рису і

зернової закваски, яку називають – коджи. Амозаке – м'яка, масляниста, густа і дуже смачна рідина, має кремову текстуру, подібна до молочних продуктів (рис. 6.96.).



Рис. 6.96. Амозаке із солодкого рису

Амозаке відомий у Японії. Це 100 % веганський продукт. Цей напій містить велику кількість клітковини, нікотинової кислоти (вітамін В₃), тіаміну (вітамін В₁), є джерелом селену, мангану, магнію, фосфору, а також він має низьку калорійність. Використовують амозаке як основу теплих напоїв, десертів, пудингів, кремів для тортів, випічки, дитячого харчування, заправку до різних салатів, соусів до м'яса тощо (рис. 6.97.).

Амозаке можна використовувати як холодний та теплий напій з додаванням різних інгредієнтів. Після термічної обробки амозаке використовують як загущувач страв та надання їм гарного смаку та текстури.

Отримують амозаке з солодкого рису, пшона тощо. Рис замочують у воді на 6 год.; проварюють у воді (1 : 2) впродовж 40 хв, остуджують до 60 °С (температура, за якої можна доторкнутись, це в домашніх умовах). Додають фермент кожі та обережно добре вимішують. Закладають на ферментацію на 8 год. та $t^{\circ} = 60-65^{\circ}\text{C}$. Необхідно простежити, щоб не пересушити, помішувати кожні 2-3 години для кращого проходження ферментації. В домашніх умовах процес ферментації можна відслідкувати – просто попробувати на смак. Якщо після 6 год. продукт недостатньо солодкий, то можна ще на кілька годин продовжити приготування. Після цього, суміш стає більш рідкою. Доводять до кипіння, щоб припинити ферментацію. Остуджують. Тепер перетирають суміш та відділяють тверді частинки. Твердий залишок використовують для виготовлення дайкону – солодоців у кондитерському або кулінарному виробництві та у косметології для приготуванні живильних масок для обличчя. Готовий амозаке розфасовують у спеціальні ємності та зберігають у прохолодному місці.



Рис. 6.97. Використання амосаке у приготуванні:

а) морозива; б) десертів; в) пудингів; г) галярет; д) млинців; е) тістечок; є) соусів; ж) випічки; з) напоїв; и) дитячого харчування; і) заправки до салатів

Амосаке виготовляють як промисловим шляхом, так і в домашніх умовах (рис. 6.98.).

З амосаке виготовленого з 100 % цільного зерна коричневого рису, виготовляють смачні та ексклюзивні коктейлі. До них додають мигдаль, фундук, горіхи пекан, кокос, банан і багато інших природних та органічних інгредієнтів. Вони створюють багато різноманітних смаків та освіжаючий ефект у спекотну погоду.

Амосаке виготовлений з білого або коричневого рису, має достатньо високий вміст харчових волокон. Але амосаке одержаний з коричневого рису, має більш високий вміст харчових волокон, ніж амосаке виготовлений з білого рису. Коричневий рис містить приблизно 50 % мальтози та 50 % різних полісахаридів. Амосаке повільно перетравлюється, а це означає, що він має низький глікемічний індекс (ГІ). Низький ГІ вказує на те, що з цільного зерна амосаке повільно засвоюється організмом, а це сприяє стабілізації рівня цукру в крові.

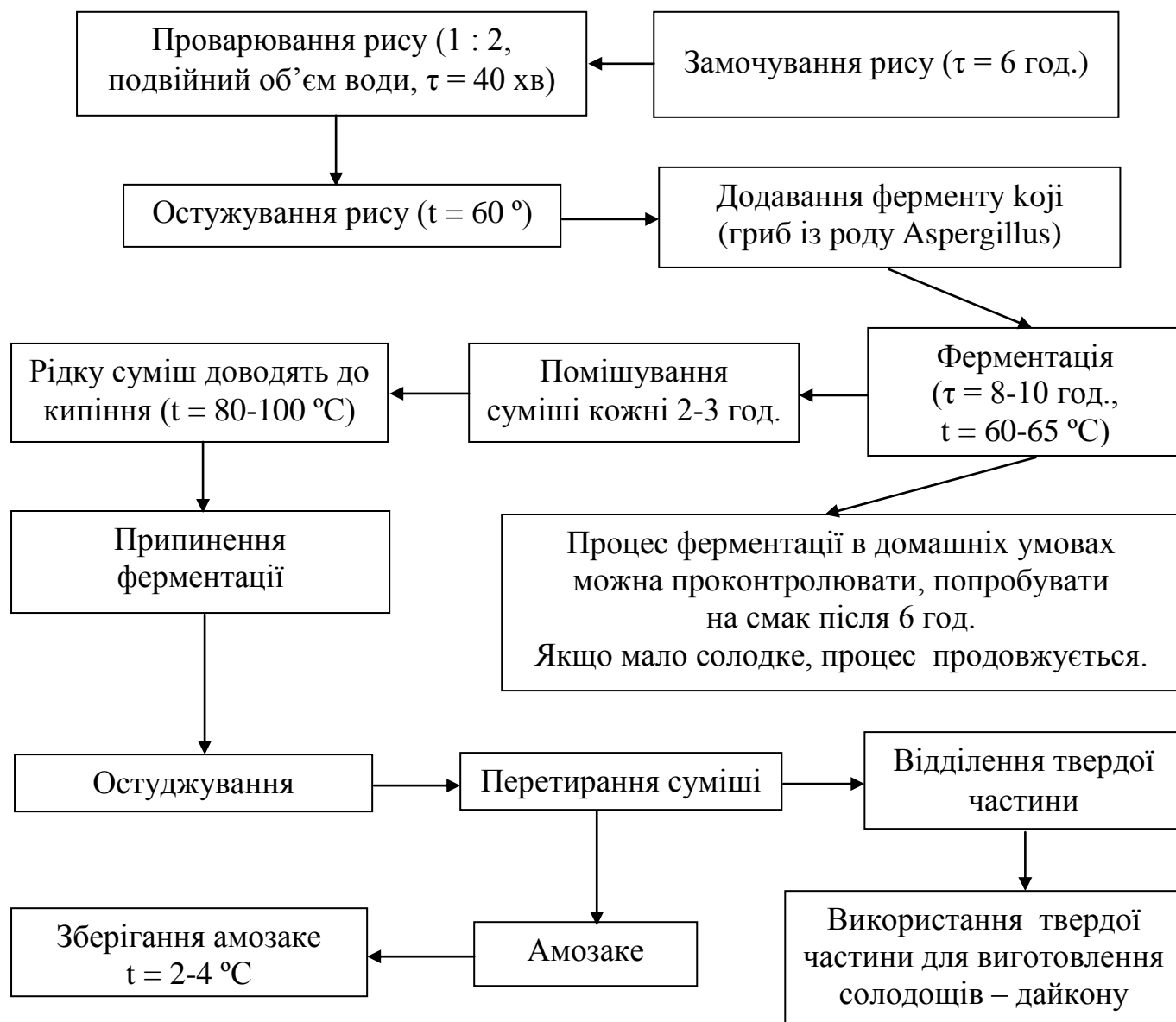


Рис. 6.98. Спрощена технологічна схема промислового отримання амозаке з солодкого рису

Калорійність амозаке залежить від того, чи є він домашнього або комерційного виробництва. Коли амозаке є інгредієнтом в напоях або харчовим продуктом, то вміст калорій варіює залежно від інших інгредієнтів, які при цьому використовуються. Вміст калорій також змінюється залежно від того, чи отримують цей продукт з цільного зерна коричневого рису або білого рису. Амозаке – продукт виготовлений з мінімальним додаванням інгредієнтів, має відносно низький вміст калорій. Згідно Livestron@.com My Plate, у 100 г чистого амозаке міститься 134 калорії.

Питання для самоконтролю до розділу 6

1. Стевія. Властивості стевії.
2. Застосування стевії.
3. Стевіозид. Властивості стевіозиду.
4. Ступінь солодкості глікозидів – складових стевіозиду.

5. Технологічна схема одержання стевіозиду з листя стевії.
6. Висновки ФАО/ВООЗ щодо стевіозиду.
7. Використання стевії та стевіол глікозидів у харчовій промисловості.
8. Сахарол. Характеристика підсолоджувача.
9. Використання сахаролу.
10. Властивості сахаролу.
11. Осладин. Характеристика та властивості осладину.
12. Гліциризинова кислота (Гліциризин). Джерела одержання гліциризину.
13. Характеристика гліциризину.
14. Загальні принципи одержання гліциризинової кислоти.
15. Продукти, отримані з кореня солодцю.
16. Схема виділення БАР із кореня солодцю.
17. Застосування кореня солодцю та БАР у харчовій промисловості.
18. Застосування кореня солодцю в медицині.
19. Монелін. Джерело одержання монеліну.
20. Характеристика монеліну.
21. Солодкість монеліну.
22. Міракулін. Джерело одержання міракуліну.
23. Характеристика міракуліну.
24. Застосування міракуліну.
25. Лакриця. Джерела одержання лакриці.
26. Хімічний склад лакриці.
27. Застосування лакриці.
28. Властивості лакриці.
29. Монелін. Характеристика, добування, застосування монеліну.
30. Могрозид. Одержання могозиду.
31. Хімічний склад могозиду.
32. Властивості могозиду.
33. Застосування могозиду.
34. Мабінлін. Добування мабінліну.
35. Будова мабінліну.
36. Солодкість мабінліну.
37. Застосування солодкого білку – мабінліну.
38. Куркулін. Джерело отримання куркуліну.
39. Характеристика куркуліну.
40. Бразеїн. Джерела одержання солодкого білку.
41. Характеристика бразеїну.
42. Будова бразеїну.
43. Солодкість бразеїну.
44. Застосування бразеїну.
45. Пентадин. Джерело одержання пентадину.
46. Характеристика пентадину.
47. Застосування пентадину.
48. Тауматин. Джерело одержання тауматину.
49. Характеристика тауматину.
50. Застосування тауматину в харчовій промисловості.

51. Талін. Характеристика таліну.
52. Застосування таліну.
53. Тритерпенові глікозиди. Будова тритерпенових глікозидів.
54. Джерела, які містять тритерпенові глікозиди.
55. Використання тритерпенових глікозидів.
56. Властивості глікозидів.
57. Хімічні властивості терпенових глікозидів (сапонінів).
58. Застосування сапонінів у харчовій промисловості.
59. Застосування терпенових глікозидів у фармакології, парфюмерній промисловості.
60. Неогесперидин дигідрохалкон. Властивості неогесперидину дигідрохалкону.
61. Галузі застосування неогесперидину дигідрохалкону.
62. Фруктоза. Характеристика та властивості фруктози.
63. Вплив фруктози на людський організм.
64. Основні положення технології отримання кристалічної фруктози та фруктозного сиропу.
65. Застосування фруктози в харчовій промисловості.
66. Солодкість фруктози.
67. Синергізм фруктози та крохмалю.
68. Основні положення виробництва високофруктозного сиропу (ВФКС).
69. Властивості ВФКС.
70. Властивості різних ВФКС, які використовуються у харчовій промисловості.
71. Використання ВФКС у харчових продуктах.
72. Характеристика та склад ВФКС.
73. Характеристика та властивості лактози.
74. Роль лактози у функціонуванні організму.
75. Проблеми, які виникають у людському організмі при відсутності толерантності лактози.
76. Основні етапи одержання лактози із молока.
77. Лактоза – основа лактозної пудри та цукру.
78. Солодкість лактози.
79. Використання лактози в галузі мікробіології.
80. Лактоза у харчових продуктах.
81. Добова потреба в лактозі для людини та її розрахунок.
82. Умови зниження потреб у лактозі організму.
83. Лактозна пудра та її роль у технології молочних продуктів.
84. Лактулоза. Характеристика, властивості застосування.
85. Лактобіонова кислота. Характеристика, властивості, застосування.
86. Мальтоза. Фізичні та хімічні мальтози.
87. Роль мальтози в організмі людини.
88. Продукти, багаті на мальтозу.
89. Застосування мальтози у харчовій промисловості.
90. Характеристика мальтозної патоки.
91. Використання низькоцукрової мальтозної патоки у промисловості.

92. Характеристика мальтозного сиропу.
93. Органолептичні та фізико-хімічні показники мальтозної солодової патоки.
94. Види патоки та їх властивості.
95. Джерела одержання патоки.
96. Характеристика білої (світлої) патоки.
97. Характеристика темної та чорної патоки.
98. Галузі застосування патоки.
99. Властивості патоки.
100. Джерело отримання соргового сиропу.
101. Характеристика та властивості соргового сиропу.
102. Хімічний склад соргового сиропу.
103. Застосування соргового сиропу.
104. Кукурудзяний сироп. Джерело одержання кукурудзяного сиропу.
105. Характеристика кукурудзяного сиропу.
106. Використання кукурудзяного сиропу в кондитерській промисловості.
107. Роль кукурудзяного сиропу в дієтичному харчуванні.
108. Технологія одержання глюкозо-фруктозного сиропу (ГФС) з кукурудзяного крохмалю. Коротка характеристика цього процесу.
109. Властивості ГФС.
110. Використання ГФС у різних галузях харчової промисловості.
111. Солодкість ГФС.
112. Маркування ГФС.
113. ГФС у фармацевтичній промисловості.
114. Джерело одержання сиропу (нектару) агави.
115. Характеристика, властивості сиропу (нектару) агави.
116. Вуглеводний склад сиропу (нектару) агави.
117. Види сиропу (нектару) агави.
118. Глікемічний індекс сиропу агави.
119. Застосування сиропу (нектару) агави.
120. Особливості сиропу агави при приготуванні випічки.
121. Мікро- та макроелементний склад нектару агави.
122. Характеристика джерела сиропу ялівцю звичайного.
123. Хімічний склад ягід ялівцю.
124. Коротка характеристика технології отримання сиропу із шишок ялівцю.
125. Застосування сиропу із ялівцю у виготовленні харчових продуктів.
126. Характеристика сиропу із топіамбуру.
127. Хімічний склад сиропу із топіамбуру.
128. Властивості сиропу із топіамбуру.
129. Енергетична цінність сиропу із топіамбуру.
130. Використання сиропу із топіамбуру в приготуванні харчових продуктів.
131. Рисовий сироп. Характеристика, властивості, використання.
132. Особливості виготовлення рисового сиропу.
133. Левулезний сироп. Характеристика, властивості, одержання.
134. Застосування левулезного сиропу в харчовій та фармацевтичній промисловості.
135. Фініковий сироп. Характеристика, властивості, використання.

136. Роль фінікового сиропу у оздоровленні організму.
137. Ячмінний солод. Загальна характеристика, властивості.
138. Процес виробництва ячмінного солоду.
139. Використання ячмінного солоду.
140. Типи солоду. Їх характеристика та використання.
141. Амозаке. Характеристика, одержання, використання.
142. Хімічний склад амозаке.
143. Технологія отримання амозаке з солодкого рису.
144. Калорійність та глікемічний індекс амозаке.
145. Місо. Характеристика, одержання та використання.
146. Види місо.
147. Сорти місо.
148. Мірін. Характеристика, одержання та використання.
149. Типи міріну та їх характеристика.
150. Мікро- та макроелементний склад міріну.
151. Енергетична цінність міріну.
152. Кленовий сироп. Характеристика, властивості, застосування.
153. Особливості виготовлення кленового сиропу.
154. Мікро- та макроелементний склад кленового сиропу.
155. Рекомендації щодо використання кленового сиропу при різних проблемах із здоров'ям людей.
156. Амозаке. Характеристика, одержання, застосування.
157. Особливості промислового виготовлення амозаке.
158. Калорійність та глікемічний індекс амозаке.

РОЗДІЛ 7. ПІДСОЛОДУВАЧІ ТА ЦУКРОЗАМІННИКИ ШТУЧНОГО ТА СИНТЕТИЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ

7.1. ЦиклаMAT натрію

ЦиклаMAT натрію – це хімічна речовина синтетичного походження. Хімічна формула – $C_6H_{12}S_3NNaO$. Це натрієва сіль цикламінової кислоти (рис. 7.1.).

Ця речовина в десятки разів солодша від цукру, а точніше, ця цифра варіює в межах від 30 до 50. ЦиклаMAT створений на основі нафти. Вважають, що це харчова добавка E952, безкалорійний підсолоджувач. За зовнішнім виглядом – це кристалічний порошок білого кольору, без запаху (рис. 7.2.). На смак циклаMAT дуже солодкий, також буває солонуватий або з легким металевим присмаком. Цей цукрозамінник синтетичного походження, не термостабільний, має тривалий термін зберігання, температура плавлення – $256\text{ }^{\circ}\text{C}$. Проявляє синергізм до інших підсолоджувачів. Заміна цукру на циклаMAT дає значне зниження калорій у продукті. ЦиклаMAT натрію можна використовувати в домашніх умовах при випіканні та варінні різних страв.

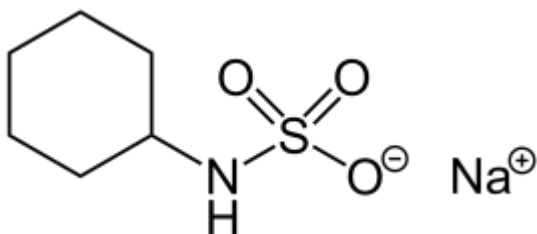


Рис. 7.1. Структурна формула
цикламату натрію



Рис. 7.2. Кристалічний порошок
цикламату

ЦиклаMAT натрію використовують як замітник цукру для людей, які хворіють на цукровий діабет або мають надлишкову вагу.

Одержують цей цукрозамінник за допомогою сульфування із циклогексиламіну. Реакція утворення цикламату відбувається при взаємодії сульфамінової кислоти або сульфур (VI) оксиду з циклогексиламінами.

Як підсолоджувач і цукрозамінник циклаMAT додають до овочевих та фруктових соків, газованих та негазованих напоїв, молочних продуктів, у жувальні гумки, желе, джеми, пудинги, мармелад, кондитерські вироби, сухі суміші для виготовлення напоїв.

Надмірне використання цього цукрозамінника може негативно вплинути на здоров'я. ЦиклаMAT натрію заборонений у деяких країнах світу. Але в цей же час, циклаMAT офіційно дозволений в 55 країнах, включаючи Україну.

7.2. Сукразит

Сукразит – синтетичний замітник цукру, біоактивна добавка до їжі, виготовлена на основі сахарину. Сукразит – це похідна сахарину, але більш сучасна та безпечна (рис. 7.3.).



Рис. 7.3. Сукразит

Він дуже низькокалорійний, може бути заміником цукру в харчуванні осіб, які страждають на цукровий діабет. Цей цукрозамінник має нульовий глікемічний індекс. Добова доза вживання сукразиту не більше 0,1 г.

7.3. Сахарин

Сахарин – імід-орто-сульфобензойної кислоти ($C_7H_4NNaO_3S$) – безбарвні кристали солодкого смаку, малорозчинні у воді. Сахарин – це кристалогідрат натрієвої солі, яка в 300-500 разів солодша від цукру (рис. 7.4.).

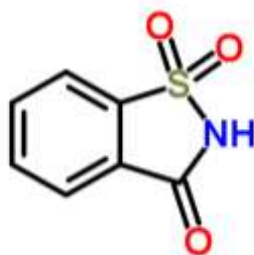


Рис. 7.4. Формула сахарину

Сахарин натрію отримують шляхом окиснення сульфаміду ортолуолу перманганатом калію в розчині гідроксиду натрію. Підкислення розчину призводить до осадження сахарину, який потім розчиняють у воді при 50 °С і нейтралізують додаванням гідроксиду натрію. Швидке охолодження розчину сприяє кристалізації сахарину натрію.

Сахарин натрію використовується як підсолоджуюча речовина в напоях, продуктах харчування і фармацевтичних препаратах, таких як таблетки, порошки, лікувальні кондитерські вироби, гелі, есенції, рідини, в т.ч. рідини для полоскання рота. У стоматологічних пастах/гелях застосовується в концентраціях 0,12-0,3 %, у пероральних сиропах – 0,04-0,2 %. Сахарин натрію також використовується при виробництві вітамінних препаратів.

Сахарин натрію може бути використаний для маскування неприємного смаку або для підсилення смаку систем.

У харчовій промисловості сахарин натрію був зареєстрований як харчова добавка E954 – підсолоджувач. Але він має металевий присмак, тому в чистому вигляді його не використовують. Сторонній присмак можна усунути шляхом змішування сахарину з іншими підсолоджувачами: аспартамом, цикламентом

натрію, ацесульфамом натрію.

Сахарин натрію є стабільною речовиною при нормальних умовах. У формі in bulk не розкладається і тільки тоді, коли піддається впливу високих температур (125 °С) при низьких значеннях рН (рН = 2) упродовж 1 год. відбувається значне розкладання. Тому сахарин натрію зберігають в герметично закритій тарі, у прохолодному місці.

7.4. Сукралоза

Сукралоза ($C_{12}H_{29}Cl_3O_8$, трихлоргалактосахароза) – інтенсивний термостабільний підсолоджувач, який можна застосовувати у виробництві багатьох харчових продуктів від напоїв до виробів хлібопекарської промисловості (рис. 7.5.).

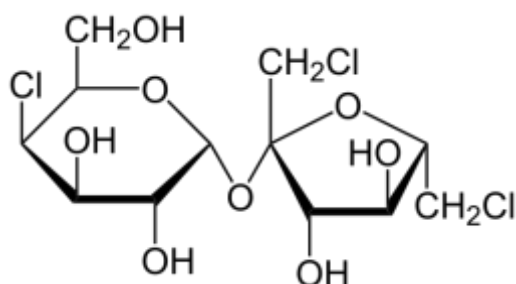


Рис. 7.5. Формула сукралози



Рис. 7.6. Сукралоза

Сукралозу одержують із звичайного цукру, тому на смак подібна до нього. Отже, сукралоза – це кристалічна, синтетично отримана речовина білого кольору, без запаху з яскраво вираженим солодким смаком (рис. 7.6.). За смаковими якостями вона у 600 разів солодша цукру, у 4 рази аспартаму та у 2 рази сахарину. Сукралоза не має поживної цінності, є не карієсогенною речовиною і не викликає глікемічної реакції. Підсолоджувальні властивості сукралози не зменшуються при нагріванні, і харчові продукти, що містять сукралозу, можуть бути піддані високотемпературній обробці (пастеризації, стерилізації та ін.). Суміш сукралози із мальтодекстрином або декстрозою, використовують як наповнювачі в лікарських препаратах. Згідно з ВООЗ, добова доза для сукралози становить до 15 мг/кг маси тіла.

Сукралоза є відносно стабільною речовиною. У водних розчинах, у сильноокислих умовах (рН < 3) і при високій температурі (435 °С) може дещо піддаватись гідролізу, виділяючи при цьому 4-хлор-4-деоксигалактозу і 1,6-дихлор-1,6-дидексифруктозу. При підвищеній температурі сукралоза може руйнуватись з виділенням CO_2 , CO, та невеликої кількості HCl.

У харчових продуктах цей підсолоджувач залишається стабільним впродовж тривалого зберігання, навіть при низьких значеннях рН. Найбільш стабільна сукралоза при значеннях рН 5-6. Її слід зберігати в добре закритій тарі, прохолодному місці, при температурі не вище 21 °С.

Розглянемо різницю між сахарозою і сукралозою.

Сахароза і сукралоза – підсолоджувачі, але не є однаковими. Сахароза – це природний цукор. Сукралоза – це синтетичний підсолоджувач, одержаний в лабораторії. Молекулярна формула сукралози, як вказано вище, – $C_{12}H_{19}Cl_3O_8$, в той час як формула сахарози $C_{12}H_{22}O_{11}$. Різниця полягає в тому, що при три-ОН групи в -ОН молекулі

сахарози заміщені атомами Хлору, при цьому утворюється сукралоза. На відміну від сахарози, сукралоза не вступає в різні реакції метаболізму організму.

Потужний синергічний ефект проявляється із сахарином, цикламатом, а аспартамом – від'ємний.

7.5. Аспартам

Аспартам ($C_{14}H_{18}N_2O_5$, метиловий естер L-аспаргініл-L-фенілаланіну, E951) – це дипептид і складається він із двох амінокислот: аспарагінової кислоти, фенілаланіну та невеликої кількості метилового ефіру (рис. 7.7.).

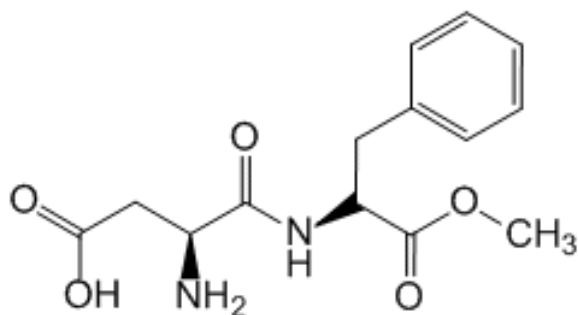


Рис. 7.7. Формула аспартаму



Рис. 7.8. Загальний вигляд аспартаму

У промислових умовах аспартам одержують шляхом хімічної (або ензиматичної) взаємодії L-фенілаланіну або метилового естеру L-феніламіну з L-аспарагіновою кислотою. Одержаний продукт містить аспартам у двох формах α і β , при чому друга форма є несолодкою і в процесі очищення відділяється. Аспартам – блідо-білий порошок, без запаху, із вираженим солодким смаком (рис. 7.8.). Він виявляє синергетичний ефект з сахарозою, сахарином, цикламатами, глюкозою. Аспартам має такі властивості: рН 4,5-6,0 (водний розчин), малорозчинний в етанолі та воді. Розчинність збільшується при підвищенні температури та кислотності середовища. Так розчинність аспартаму збільшується з 1 до 10 % при зменшенні значення рН середовища від 5,2 до 2,0 та температурі 20 °С. Він у 180-200 разів солодший цукру. Аспартам не викликає карієсу, низькокалорійний, засвоюється організмом, калорійність – 4 ккал/г. Не має негативних впливів на шлунково-кишковий тракт, серцево-судинну і нервову системи. В організмі відбувається гідроліз метилкарбокисильної групи пептиду і він розкладається на дві амінокислоти подібно до того, як це відбувається у харчових продуктах.

При кімнатній температурі аспартам дуже стійкий впродовж року. Під час зберігання препарату за вологості 3-5 %, при температурі 40 °С, утворюється менше як 1 % дикетопіперазину. При зберіганні 20-40 % розчинів аспартаму впродовж місяця, утворюється 1,5 % дикетопіперазину – токсичної для організму речовини. Аспартам випускають у вигляді пудри й гранул (рис. 7.9.).



Рис. 7.9. Аспартам промисловий

Цей продукт можна використовувати для підсолодження харчових продуктів, що не потребують теплової обробки, у виробництві морозива і кремів. Для продуктів, що підлягають температурній обробці і потім зберігаються впродовж тривалого часу (стерилізовані компоти, пиво), використання аспартаму недоцільне, оскільки він розкладається і втрачає солодкість.

Харчові продукти з аспартамом не змінюють солодкість при температурі 20 °C впродовж 24-48 год., при 10 °C – десять діб, при 4 °C – 14 діб. У разі тривалішого терміну зберігання, значно знижується солодкість цих продуктів.

Аспартам не можна використовувати для підсолодження соків і напоїв на основі похідних ефірних масел апельсину і лимону. В процесі зберігання продуктів, що містять аспартам, утворюється дикетопіперазин, метанол та інші високотоксичні речовини. Відомо, також, що аспартам підвищує вміст тирозину і фенілаланіну в мозку, що негативно впливає на здоров'я людини.

Отже, у зв'язку зі збільшенням використання аспартаму при виробництві безалкогольних напоїв, жувальних гумок, сухих сніданків та інших продуктів, є необхідність подальшого дослідження впливу аспартаму на організм людини.

Допустима доза аспартаму – 40 мг на кілограм ваги людини (за даними Європейської організації з безпеки харчових продуктів EFSA).

Не можна вживати аспартам хворим на фенілкетонурію – захворювання, пов'язане з відсутністю в організмі від народження одного з парних генів, що керують метаболізмом фенілаланіну.

7.6. Неотам

У 1997 році із аспартаму отримали у 20-30 разів солодший за нього синтетичний інтенсивний підсолоджувач – неотам.

Неотам ($C_{20}H_{30}N_2O_5$) складається з двох амінокислот: L-аспарагінової кислоти і L-фенілаланіну, з'єднаних двома функціональними групами – метилефірною та неогексиловою (рис. 7.10.; рис. 7.11.).



Рис. 7.10. Формула неотаму



Рис. 7.11. Неотам E961

Неотам на вигляд – це білі кристали, які не мають запаху і добре розчинні у воді та інших рідинах. На смак цей підсолоджувач подібний до сахарози, без присмаків. У 7000-13000 разів солодший за сахарозу.

Неотам отримують шляхом реакції аспартаму і 3,3-диметилбутиральдегіду з подальшим очищенням, сушінням і подрібненням. Має такі властивості: рН 5,0-7,0 (0,5 % водного розчину); константа дисоціації $pK_{a1} = 3,01$, $pK_{a2} = 8,02$, $t_{пл} = 80-83\text{ }^{\circ}\text{C}$, при $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ розчинний в етанолі 1 : 1,05; етилацетаті 1 : 23 при $15\text{ }^{\circ}\text{C}$; 1 : 13 при $60\text{ }^{\circ}\text{C}$; у воді 1 : 94 при $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ та 1 : 79 при $60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Неотам використовують у напоях і харчових продуктах як водорозчинний, інтенсивний підсолоджувач. Він також може бути використаний як підсилювач смаку. Цей підсолоджувач є відносно не токсичною, не тератогенною й не канцерогенною речовиною, безпечною для вживання дітям та особам з цукровим діабетом.

Стабільність неотаму залежить від вологості, рН і температури. Тож підходить у виробництві хлібобулочних виробів та пастеризованих молочних продуктів.

Зберігати неотам слід у добре закритій тарі в прохолодному, сухому місці при стабільній кімнатній температурі до 5 років.

7.7. Ацесульфам калію

Ацесульфам калію ($\text{C}_4\text{H}_4\text{KNO}_4\text{S}$) – підсолоджувач сульфамідного роду, безбарвні кристали, легко розчинні у воді, приблизно у 180-200 разів солодший від сахарози – традиційного цукру (рис. 7.12.; рис. 7.13.).

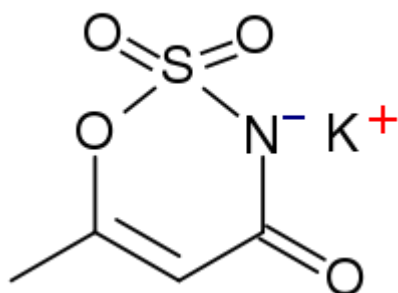


Рис. 7.12. Формула Ацесульфаму калію



Рис. 7.13. Ацесульфам калію

Він вперше описаний німецьким хіміком Карлом Клаусом. Ацесульфам Калію одержують у результаті процесу трансформації органічного напівпродукту – ацетооцтової кислоти та її комбінації з Калієм. Зокрема, у промисловості використовують кілька методів синтезу ацесульфаму, практично у всіх синтезах як попередник чотирьохвуглеводного фрагменту метилокса-глазинового циклу, використовуються похідні ацетооцтової кислоти – її ефіри або дикетен – лактон її енольній формі, які вводяться в реакцію з похідними аміноссульфонової кислоти.

Так ацесульфам може бути синтезований конденсацією в ефірі фторсульфонізоціанату FSO_2NCO і трет-бутил ацетооцтового ефіру з наступною циклізацією під дією гідроксиду калію. Крім цього, вченими був проведений синтез ацесульфаму з триетиламонієвої солі і дикетену: на першій стадії відбувається розкриття оксетанового циклу з утворенням амідів ацетооцтової кислоти, який потім циклізується під дією сульфур (VI) оксиду (рис. 7.13.).

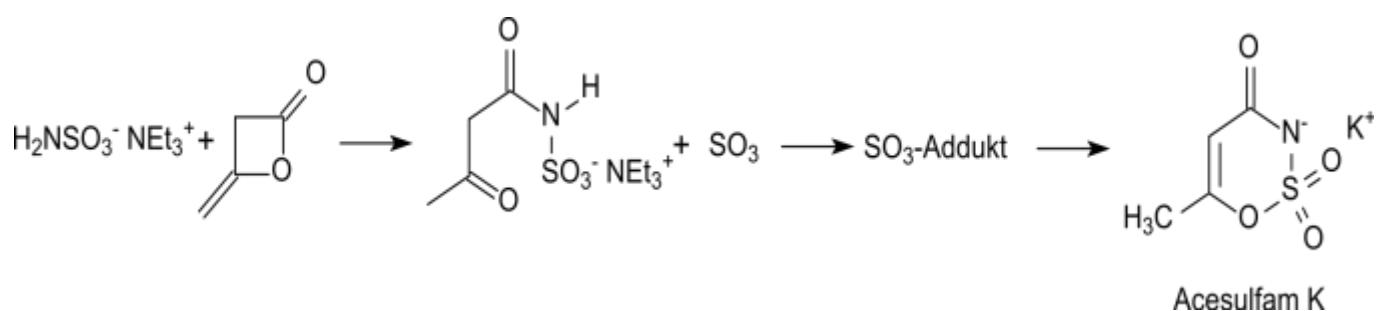


Рис. 7.13. Схема синтезу ацесульфаму калію

Ацесульфам калію термостабільний, стійкий при рН 3-7, температура плавлення вище 200 °С, не гігроскопічний, добре розчиняється у воді (27 г у 100 г при $t = 20\text{ °C}$). Не викликає карієсу, стійкий під час зберігання при кімнатній температурі 6-8 років. Безкалорійний, не розкладається в організмі, не накопичується у тканинах організму і виводиться в незмінному вигляді, має приємний смак. Солодкість відчувається миттєво, але триває недовго. У сумішах із сахарозою, сахарином, цикломатами, аспартамом, глюкозою виявляє синергетичний ефект.

Ацесульфат калію – нетоксична речовина, при тривалому використанні не проявляє мутагенної та канцерогенної активності. Має хорошу стабільність впродовж зберігання in bulk, та у вигляді водного розчину (рН 3,0-3,5 при 20 °С) у звичайних умовах до 2 років. При зберіганні за температури понад 40 °С розкладається. Зберігають у щільно закритій тарі у прохолодному сухому, захищеному від світла місці.

Ацесульфам калію використовується більш як у 400 видів харчових продуктів (рис. 7.14.): у прохолодних напоях і концентратах, розчинних напоях (розчинній каві і чаї), а також у хлібобулочних виробках, молочних продуктах, столових заміниках цукру (пігулках, порошках, а також у рідкому стані), жувальній гумці, солодошах, цукерках, морозиві, плодовоовочевих консервах, а також у лікарських засобах (рис. 7.14.).



Рис. 7.14. Використання ацесульфаму калію у харчових продуктах:
 а) розчинна кава; б) хлібобулочні вироби; в) молочні продукти; г) жувальна гумка;
 д) цукерки; е) морозиво; є) плодовоовочеві консерви; ж) лікарські засоби;
 з) прохолодні напої

7.8. Ізомальтоза та палатіноза

Ізомальтоза (6-0- α -D-глюкопіраноза-D-фруктоза), палатіноза дисахарид, у промисловості виробляють ферментативним шляхом із сахарози за допомогою бактеріальної ферментації (рис. 7.15.).

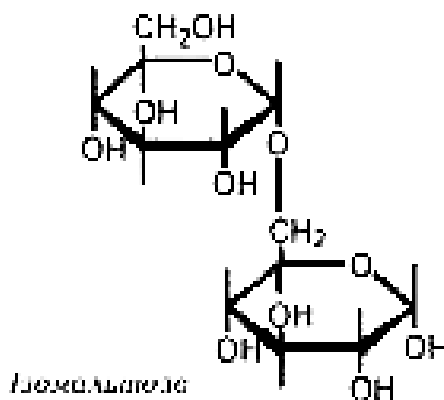


Рис. 7.15. Структура ізомальтози

Складається палатіноза з 2-х молекул глюкози і фруктози. Це натуральний інгредієнт меду і цукрової тростини, солодка на смак. Вона використовується як заміна цукру в Японії починаючи з 1985 року. Ізомальтоза особливо підходить як заміник сахарози, який не викликає карієс зубів. Солодкість палатінози 0,45. Ізомальтоза повністю всмоктується в тонкому кишківнику, як глюкоза і фруктоза. Використовують палатінозу в кондитерській промисловості і вона є сировиною для одержання цукрового спирту палатініту.

Палатіноза – білий кристалічний порошок, який також отримують з цукрових буряків, цукрової тростини. Палатіноза підходить для різних напоїв, так як стійка в кислому середовищі, має низький глікемічний індекс (ГІ). Палатіноза є натуральним підсолоджувачем, дозволений ФАО/ВООЗ та ЄС. Отже, палатіноза

використовується:

- як натуральний замітник цукру з високим ГІ, максимально зменшує ГІ дієти;
- як довготермінове джерело енергії впродовж дня;
- як джерело енергії для спортсменів, при інтенсивному використанні жирових запасів організму та втомі;
- для людей, які страждають від діабету, для яких є важливим контроль рівня глюкози в крові.

Палатіноза використовується в основному при виготовленні продуктів, які входять до дієт для спортсменів.

7.9. Метилфенхіловий ефір

У 70-х роках ХХ століття було синтезовано найсолодшу з усіх відомих речовин – метилфенхіловий ефір. Це дипептид, побудований із залишків двох амінокислот – аспарагінової та аміномалонової. У дипептиді $\text{HOOC-CH}_2(\text{NH}_2)\text{-CO-NH-CH}(\text{COOH})_2$, дві карбоксильні групи залишку аміномалонової кислоти замінені на складно-ефірні групи, утворені метанолом і фенолом.

Назва цієї речовини – метилфенхіловий ефір L- α -аспартіламіно-малонової кислоти. Вона в 33000 разів солодша за сахарозу і поділяє з таліном перше і друге місця за ступенем солодкості, а серед синтетичних інтенсивних підсолоджувачів за солодкістю виходить на перше місце.

7.10. Отізон

Отізон – вітчизняний синтетичний інтенсивний підсолоджувач оксатіазинової природи. Отізон розроблено НДІ спирту і біотехнології у 1973 р., як аналог ацесульфаму натрію. Отізон ($\text{C}_4\text{H}_4\text{NO}_4\text{KS}$), 6-метил-3,4 дигідро-1,2,3-оксатіазин-4-ОН-2,2-діоксид (отізон) – білий кристалічний порошок з температурою плавлення 225-250 °С (рис. 7.16.).

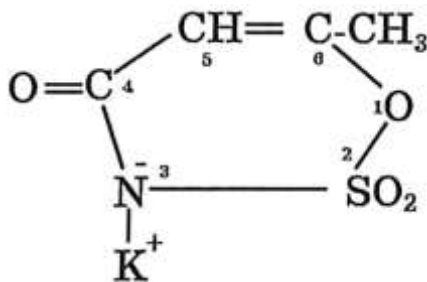


Рис. 7.16 Отізон

(6-метил-3,4 дигідро-1,2,3-оксатіазин-4-ОН-2,2-діоксид)

Отізон має чистий солодкий смак без стороннього присмаку, безкалорійний, стійкий при кімнатній температурі, не гідролізується водою. При температурі 20 °С розчинність отізону становить 270 г на 1 л води. З підвищенням температури, розчинність його у воді зростає. При температурі 100 °С розчинність становить 100 г на 100 мл води. Гірше отізон розчиняється у спиртах та інших органічних розчинниках. За стійкістю отізон вигідно відрізняється від усіх відомих на сьогодні

синтетичних інтенсивних підсолоджувачів, у тому числі аспартаму. Отізон стійкий у широкому інтервалі температур і рН середовищі – від 5 до 8. Його розчини можна пастеризувати і стерилізувати.

7.10.1. Технологія отізону

Отізон отримують із третбутилового ефіру ацетооцтової кислоти (ТБЕАОК) і хлорсульфонізоціанату (ХСІ) чи фторсульфонізоціанату (ФСІ).

Одержання отізону відбувається за допомогою таких реакцій:

1. хлористий ціан + сірчаний ангідрид (1:) → хлорсульфонізоціанат (продукт I);

2. хлорсульфонізоціанат (продукт I) + трифториста сурма, фторування фторсульфонізоціанат (продукт II);

3. дикетен + третбутиловий спирт, триетиламін третбутиловий ефір ацетонової кислоти (продукт III).

Процес отримання отізону на основі ТБЕАОК і ХСІ проходить в чотири стадії.

1) Перша стадія відбувається за такою реакцією:

$\text{ХСІ} + \text{ХСІ} \rightarrow$ третбутиловий ефір α -1-N-хлорсульфонілкарбомойл ацетооцтова кислота (продукт IV).

2) У другій стадії відбувається таким чином:

(продукт IV) \rightarrow ізобутен + карбон (IV) оксид + N-сульфохлоридамід ацетооцтової кислоти (продукт V).

3) На третій стадії відбувається:

(продукт V) + триетиламін \rightarrow триетиламонієва сіль отізону (продукт VI).

При цьому відбувається циклізація.

4) На четвертій стадії має місце таке перетворення:

(продукт VI) + калію гідроксид \rightarrow калієва сіль 6-метил-3,4 дигідро-1,2,3-оксатіазин-4-ОН-2,2-діоксид або ж отізон (продукт VII) + вода.

Отізон – горюча речовина, температура займання у відкритому полум'ї становить 180 °С, нижня концентраційна межа поширення полум'я у пилоповітряних сумішах (розмір частинок до 100 мкм) – 103 г/мг.

Отізон не виявляє мутагенної, канцерогенної, ембріотоксичної, тератогенної, каріогенної та комулятивної активності. Допустима добова доза для людини – 4,6 мг/кг маси тіла, що відповідає + 55 г цукру на добу для людини середньої маси 60 кг.

Отізон не впливає на титровану й активну кислотність тіста, на його підйомну силу, реологічні та структурно-механічні властивості тощо. Хлібобулочні вироби з отізоном за смаковими якостями не відрізняються від виробів із цукром.

Отізоном можна частково або повністю замінювати цукор у драгляних кондитерських виробках. Розроблено рецептури й способи приготування композицій, які становлять драгляну основу кондитерських виробів із використанням альгілату натрію, полісахариду червоних морських водоростей (агар, агароїд, фуцеларан), мікробних полісахаридів (аубазидан, поліміксан). У цих композиціях цукор повністю замінено на отізон. У драгляних виробках отізон не лише надає системі солодкого смаку, а й активно впливає на її структуру – підвищує міцність драглів.

З використанням отізону розроблено технології харчових концентратів дієто-

профілактичного призначення і затверджено рецептури нових видів харчових продуктів.

Харчові концентрати – каша пшенична (0,05 % отізону), крем «Білий солодкий 1» (0,3 % отізону) тощо.

Сухий напій – «Юність» містить 0,24 % отізону і 14,25 % гарбузового порошку, «Пікантний» містить 0,24 % отізону і 14,25 % цикорію, пюре яблучне містить 0,05 % отізону.

7.11. Алітам

Алітам ($C_{14}H_{25}N_3O_4S$; L-аспартил-D-аланілтетраметилтіетаніламід; E956) – це низкокалорійний підсолоджувач із групи дипептидних похідних. Дипептид складається з амінокислот L-аспарагінової кислоти та D-аланіну (рис. 7.17.).

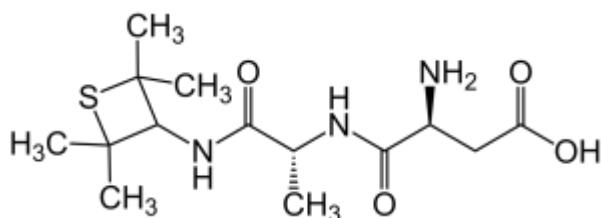


Рис. 7.17. Формула Алітаму



Рис. 7.18. Алітам

Залежно від застосування алітам приблизно від 2000 до 3000 разів солодший за сахарозу. Алітам – це білий негігроскопічний кристалічний порошок без запаху із слабким специфічним запахом (рис. 7.18.). Отримують шляхом хімічного синтезу із 3-D-аланінамідом-2, 2, 4, 4-тетраметилтіетану, N-тіокарбоксіангідриду L-аспарагінової кислоти та алітаменомоногідрату. Основні властивості алітаму: рН 5-6, $t_{пл} = 136-247\text{ }^{\circ}\text{C}$, розчиняється у хлороформі (1 : 5000 при 25 °С), етанолі (1 : 1,6 при 25 °С), метанолі (1 : 2,4 при 25 °С), воді (1 : 1,83 при 5 °С; 1 : 1,3 при 40 °С; 1 : 2,0 при 50 °С;), несумісний з окисниками та відновниками, а також сильними кислотами та основами.

Використовують алітам в основному для корекції смаку солодошів, напоїв, молочних продуктів, десертів, хлібобулочних виробів, консервованих фруктів, жувальних гумок. Дозволений цей підсолоджувач у Новій Зеландії, Аргентині, Мексиці, Китаї, але не затверджений у Європейському Союзі та Ізраїлі.

7.11. Поліоли – цукрові спирти

Поліоли, або їх ще називають цукровими спиртами – це похідні моно- і дисахаридів. До них, зокрема, відносяться сорбітол (сорбіт), ксилітол (ксиліт), лактилол (лактит), манітол (манніт), ізомальтоза тощо. Ці сполуки мають технологічні властивості, характерні для цукрів, вони є структуроутворювачами, кріопротекторами, підсолоджувачами. Цукрові спирти корисні для здорового харчування, зокрема, вони не викликають карієсу і різкого зростання рівня глюкози в крові, характеризуються зниженою калорійністю і мають властивості пребіотика. Як правило, за їх участю виробляють харчові продукти із зниженою калорійністю та

продукти без цукру.

Деякі поліоли – сорбітол і ксилітол, присутні в природі та містяться в ягодах і фруктах, інші можна отримати лише хімічним синтезом моно- і дисахаридів.

Солодкість поліолів, як правило, є меншою солодкості сахарози і вимагає присутності підсолоджувачів з інтенсивним солодким смаком, що також збільшує вартість готових виробів. На відміну від моно- і дисахаридів, поліоли не мають відновних властивостей – вони стійкі до змін рН середовищ і підвищеної температури карамелізації, ферментативного розкладу. Їх використання в харчових продуктах, зокрема у кондитерських виробках, призводить до необхідності додавання до рецептури ароматизаторів.

Поліоли одержують: 1) шляхом гідрування моносахаридів за допомогою каталізаторів; 2) ферментативним шляхом з дисахаридів; 3) шляхом повної або часткової гідрогенізації продуктів з використанням високомальтозної патоки. Використання цукрових спиртів як підсолоджуючих засобів, не потребує для їх засвоєння організмом інсуліну, що дозволяє використовувати їх у приготуванні продуктів для діабетиків. Цукрові спирти практично повністю засвоюються організмом, але досить повільно, тому їх вживання обмежено. Цукрові спирти порівняно з цукрами, асимілюються значно меншим числом мікроорганізмів, тому продукти з цукровими спиртами (особливо з ксилітом) менше піддаються дії мікроорганізмів, це пояснює їх меншу карієсогенність.

При змішуванні цукрових спиртів спостерігають синергічний ефект. Наприклад: суміш з 37 % ксиліту і 63 % сиропу лактиту (використовують при виготовленні мармеладу), а суміш з 40 % сорбіту і 60 % ксиліту має таку ж солодкість як і сахароза і використовується при виготовленні жувальної гумки.

Річне виробництво цукрових спиртів в світі складає 1млн.т, із них сорбіту – 63 % в рідкому вигляді та 20 % сорбіту кристалічного; 180 тис.т сорбіту переробляють у вітамін С. 36 % поліолів використовують для заміни цукру при виробництві харчових продуктів.

Однак, останнім часом відмовляються від використання сорбітаму як цукрозамінника в кондитерських виробках, навіть не зважаючи на його низьку вартість і чудові технологічні властивості.

7.12.1. Лактитол

Лактитол (E966, лактит) – цукровий спирт, який виробляється шляхом католітичної гідрогенізації лактози. Молекулярна маса лактитолу 334,3 г/моль, молекулярна формула $C_{12}H_{24}O_{11}$ (рис. 7.19.). Це білі дуже слабкогігроскопічні кристали без смаку зі слабким солодким смаком, що злегка холодить язик (рис. 7.20.). Солодкість його становить 0,3-0,4 від солодкості цукру. Слід відмітити, що вона змінюється залежно від концентрації розчину (табл. 7.21.).

У воді і при температурі 500°C його розчинність майже однакова з цукрозою. Значно краще розчиняється у воді ніж ізомальт. Енергетична цінність лактитолу становить 200-240 ккал (як і ізомальту). Порівняно з ксилітом та сорбітом, лактитол має низький прохолоджувальний ефект.

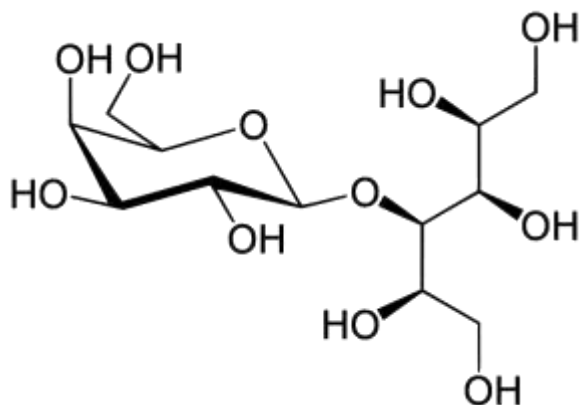


Рис. 7.19. Структурна формула лактитолу



Рис. 7.20. Лактитол - підсолоджувач низькокалорійної їжі

Лактитол вперше був відкритий у 1920 році французьким хіміком Сендеренсом. Розроблений ним метод синтезу лактитолу застосовують і в наш час. Лактитол використовується для заміщення цукру, оскільки має низьку калорійність, при споживанні не викликає карієсу і зростання рівня глюкози крові. Його застосовують для виробництва продуктів із зменшеною кількістю цукру чи калорійністю в продуктах без цукру. В цих виробках лактитол слугує структуроутворювачем, оскільки частково чи повністю заміщує сахарозу. Серед усіх поліолів, саме лактитол за своїми фізико-хімічними характеристиками найбільш подібний до сахарози. Лише солодкість лактитолу змінюється в широких межах, залежно від концентрації розчину (табл. 7.1.).

Таблиця 7.1.

Відносна солодкість розчинів лактитолу при температурі 25°C

Концентрація розчину, (%)	Солодкість
2	0,3
4	0,35
6	0,37
8	0,39
10	0,42

При виробництві м'ясних виробів лактитол забезпечує зберігання їх кольору впродовж тривалого часу. Лактитол також використовують як ефективний кріопротектор, зокрема, його додавання попереджує денатурацію білків риби при заморожуванні, а також як пребіотик, для виробництва різних функціональних харчових продуктів, зокрема йогуртів, борошняних кондитерських виробів (рис. 7.21.).

Лактитол існує в декількох формах, проте найбільш поширеними його комерційними типами є моногідрат і зневоднена форма. Він продається під назвами Лактитол МС (моногідрат), Лактитол АС (зневоднена форма), Лактит, Лактит М, Лактобіозит, Лактозит, Лактозитол.



а)



б)



в)



г)



д)



е)

Рис. 7.21. Продукти з вмістом лактитолу:
а) печиво; б) морозиво; в) марципан; г) джем; д) желе; е) таблетки

7.12.1.1. Виробництво лактитолу

Лактитол отримують шляхом каталітичного гідрування лактози воднем за нейтрального рН розчину, температури 110-130 °С і тиску 40-60 атмосфер. Велике значення має вибір каталізатора, який використовується. Застосовують 5 % реній, осаджений на вуглеці (Re/C). Використання інших носіїв, наприклад, MgO, кремнію, алюмінію чи TiO₂ призводить до збільшення кількості побічних продуктів реакції, – це лактулоза, лактобіонова кислота і деактивації каталізатора. Зазвичай, каталізатор Re/C у кількості 1,5-2,5 % до маси лактози додають до її розчину і гідрують воднем при температурі 120°C і тиску 50 атмосфер (рис. 7.22.; рис. 7.23.).

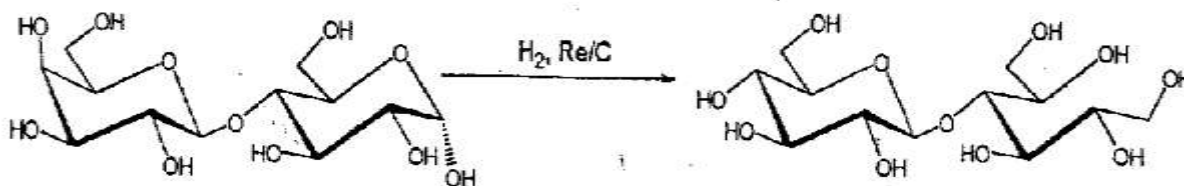


Рис. 7.22. Схема синтезу лактитолу

Висока температура і великий тиск потрібні для підтримання необхідної концентрації водню в рідкій формі, оскільки при зменшенні тиску водню, накопичуються побічні продукти реакції, зокрема лактобіонова кислота, лактулоза, галактитол, сорбітол. У кислому середовищі збільшується швидкість гідролізу лактози, що зумовлює нагромадження галактитолу і сорбітол. Лактитол кристалізується в декількох формах – зневоднений, а також у вигляді моно-, ди- і тригідрату. Для порівняння сахароза, мальтоза, ксилітол, мальтитол, еритритол кристалізуються в одній формі, і лише глюкоза і манітол в 2-3 кристалічних формах.

Це створює певні труднощі як при отриманні необхідної форми, так і при їх використанні у харчових продуктах, оскільки різні кристалічні форми мають певні відмінності.

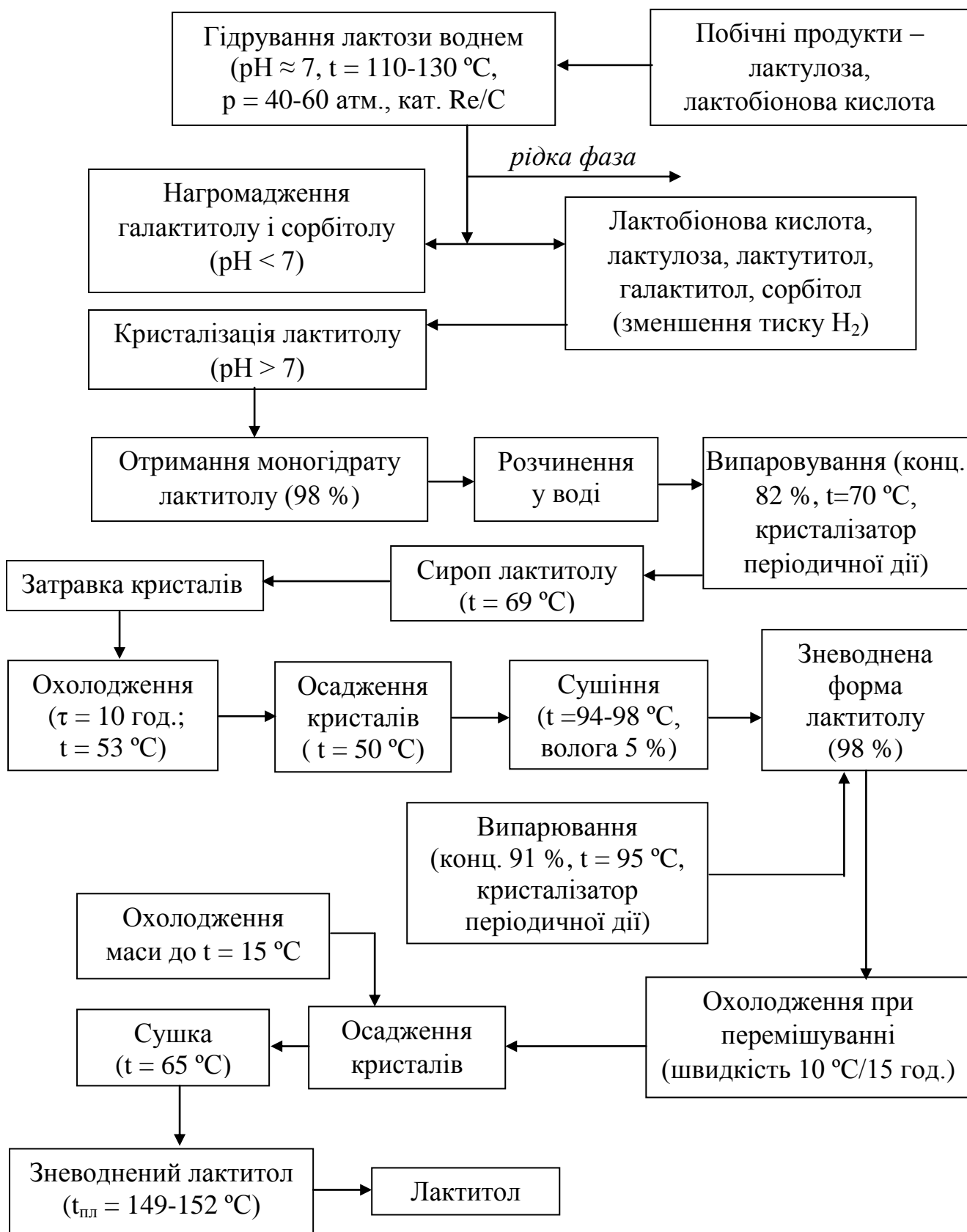


Рис. 7.23. Узагальнена схема отримання лактитолу з лактози

Для отримання моногідрату, лактитол (чистотою 98 %) розчиняють у воді, упарюють до концентрації 82% при температурі 70 °С і направляють у кристалізатор періодичної дії. Температура сиропу в ньому доводиться до 69 °С, після чого вноситься затравка кристалів в кількості 0,004 % до маси лактитолу. Після цього суміш впродовж 10 годин при постійній швидкості охолодження доводять до температури 53 °С. Осаджені кристали відділяють від маточного розчину при температурі 50 °С і висушують. Температура плавлення отриманого моногідрату лактитолу складає 94-98 °С, а вміст вологи – 5 %. Для отримання зневодненої форми, розчин лактитолу (чистого 98 %) упарюють до концентрації 91 % при температурі 95 °С і направляють в охолоджений кристалізатор періодичної дії. Розчин охолоджується при перемішуванні із швидкістю 10 °С/15 годин, внаслідок чого поступово осаджуються кристали. Масу охолоджують до температури 75 °С, відділяють кристали від маточного розчину, сушать в потоці сухого повітря температурою 65 °С. Отримані кристали зневодненого лактитолу плавляться при 149-152 °С.

7.12.1.2. Використання лактитолу у виробництві продуктів

Лактитол – корисний інгредієнт для виробництва жувальних гумок, шоколаду, борошняних кондитерських виробів, морозива, пресервів тощо.

Одним з найбільш поширених використань поліолів, і лактитолу зокрема, є виробництво жувальних гумок без цукру. В жувальних гумках лактитол слугує заміником сорбітолу. Перевагою лактитолу перед сорбітолом є його низька гігроскопічність, внаслідок якої немає необхідності використання систем кондиціонування повітря при виробництві жувальних гумок. Присутність лактитолу покращує органолептичні показники готових продуктів.

Лактитол з успіхом застосовують при виробництві шоколаду, як у вигляді моногідрату, так і його зневодненої форми.

Зневоднена форма лактитолу найкраще підходить для виробництва шоколаду. При її використанні температура коншування складає 80 °С, що дозволяє поліпшити аромат виробів і підвищити ефективність їх виробництва (табл. 7.2.).

Таблиця 7.2.

Рецептурний склад молочного шоколаду з лактитолом

Інгредієнт	Вміст, (%)
Лактитол	45
Какао терте	12
Какао-масло	17
Сухе молоко	19
Сухе знежирене молоко	3
Горіхова пудра	2
Молочні жири	1,35
Лецитин	0,5
Аспартам	0,14
Ванілін	0,01

Лактитол застосовують у виробництві борошняних кондитерських виробів із зменшеними калорійністю і вмістом цукру. Зважаючи на низьку солодкість лактитолу, його використовують разом з цукрозамінниками з інтенсивним солодким смаком. Введення лактитолу до складу рецептур дозволяє збільшити відчуття хрусту виробів більш тривалий час, тобто збільшити термін придатності печива.

Завдяки високій розчинності і здатності зменшувати температуру заморожування, лактитол є важливим інгредієнтом у виробництві морозива і заморожених десертів. Рівну кількість сахарози можна замінити на лактитол без істотних змін технології виробництва морозива. При необхідності отримання м'якої текстури, варто використовувати суміш поліолу і моносахариду. Для виробництва морозива, яке не містить простих вуглеводів і має зменшену калорійність, використовують суміш лактитолу і гідрогенізованого гідролізату крохмалю (ГГК).

Лактитол заміщує рівну кількість сахарози, а ГГК – крохмальну патоку в стандартних рецептурах виробництва морозива (табл. 7.3.).

Таблиця 7.3.

Склад морозива, виготовленого з лактитолом

Інгредієнт	Вміст, %
Жири	5,55
Тверді речовини молока (крім жирів)	12
Лактитол	10
Гідрогенізований гідролізат крохмалю	8 (за сухими речовинами)
Стабілізатор	0,5
Аспартам	0,03
Ваніль	0,6
Вода	63,32

Отримані вироби мають таку ж в'язкість і твердість, що й вироби, виготовлені із сахарозою і патокою. Для виробництва морозива також використовують суміш лактитолу і полідекстрози.

Марципан – яскравий приклад вдалого використання лактитолу. М'який солодкий смак лактитолу подібний до сахарози, висока розчинність у воді, роблять його найбільш привабливим серед усіх поліолів для виробництва цих виробів.

Лактитол використовується у технології кондитерських виробів із зменшеною калорійністю, зокрема карамелі, ірисів, жувальних цукерок. Він заміщує сахарозу в цих виробах, а замість глюкозної патоки застосовують гідрогенізований гідролізат крохмалю, полідекстрозу або мальтитольний сироп, які проявляють властивості антикристалізаторів.

Лактитол є важливим інгредієнтом у виробництві джемів і желе, в особливості із вмістом сухих речовин менше 40 %. Використання лактитолу дозволяє зменшити калорійність при зменшенні текстури і смакових якостей виробів. При приготуванні джемів із високим вмістом сухих речовин (вище 68 %) для попередження небажаної кристалізації, доцільно використовувати суміш поліолу і полідекстрози.

Споживання лактитолу викликає пребіотичний ефект, підвищуючи кількість біфідо- та лактобактерій. Засвоєння лактитолу сприяє нагромадженню сахаролітичних (корисних) і зменшує число протеолітичних (шкідливих) бактерій, –

це Bacteroides, Enterobacteria, Enterococci та Coliform. Крім цього, лактитол використовують у виготовленні сухих сніданків, фруктового льоду, мармеладу, какао-продуктів, карамелі, виробів на основі сухофруктів і крохмалю, соусів, гірчиці, спеціалізованих продуктах і біологічно активних додатків їжі, як носій-наповнювач до харчових продуктів.

Допустиме добове споживання не визначене, але слід мати на увазі здатність лактитолу викликати діарею.

У ЄС та Україні лактитол дозволений як підсолоджувач до харчових продуктів.

Гігієнічні нормативи якості та безпеки.

Токсичні елементи, мг/кг, не більше:

Свинець – 1,0;

Миш'як – 2,0;

Кадмій – 0,05;

Ртуть – 0,01;

Нікель – 2,0.

Радіонукліди, Бк/кг, не більше:

Цезій – 137-200;

Стронцій – 90-100.

Мікробіологічні показники:

КМАФАнМ, КУО/г, не більше $1 \cdot 10^6$ л;

БГКП (коліформи), не допускаються в 1,0 г;

Патогенні, в т.ч. сальмонели, не допускаються в 25 г;

Цвілі, КУО/г, не більше $1 \cdot 10^2$.

Застосування лактитолу не обмежується лише харчовими продуктами. Як і інші похідні лактози – лактулоза, лактобіонова кислота – використовується у виробництві фармацевтичних препаратів. Споживання лактитолу корисне для осіб, які страждають на хронічні функціональні закрепи, а також у терапії гострої гепатичної енцефалопатії у осіб з цирозом печінки. Низька гігроскопічність, здатність не викликати карієсу, роблять лактитол майже ідеальним наповнювачем у виробництві таблеток.

Лактитол (E966, лактит) – цукрозамінник, який виробляє фірма «Пу-рак» (PURAC), Нідерланди, під торговою маркою «Лакти» (LACTY). Сировиною служить лактоза, з якою лактит отримують шляхом каталітичної гідрогенізації. Lactitol Business Unit сертифікований ISO 9002.

Цукрозамінник LACTY випускається наступного асортименту:

LACTY-M – це стандартний варіант лактита з розміром частинок 0–1000 мкн;

LACTY-M-300 – лактит з розміром частинок до 300 мкн;

LACTY-M-200 – лактит з розміром частинок до 160 мкн;

LACTY-MFP – розмелений лактит з розміром частинок у середньому до 50 мкн;

LACTY-TAB – гранульований лактит складається із лактита на 100 %;

LACTY-LH-lactitol – слабогідратований, містить меншу кількість води, ніж багатогідратований.

Лактитол (LACTY-M) може застосовуватись у виробництві широкого асортименту продукції для всіх груп населення, у тому числі і для хворих цукровим діабетом. Структура цих виробів подібна до структури продукції на цукрі. Завдяки

тому, що лактитол не гігроскопічний – печиво, вафлі, залишаються впродовж усього терміну зберігання крихкими, з добрими органолептичними властивостями. Особливе значення мають властивості лактитолу утворювати аморфну структуру карамелі. У поєднанні з карамельною патокою, сиропом мальтитолу або полідекстозою, він дає можливість виробляти прозору карамель з продовженим терміном зберігання. На лактитолі можна виробляти і м'яку жувальну карамель.

7.12.2. Мальтитол та мальтитний сироп

Мальтит, або мальтитол (E965) (C₁₂H₂₄O₁₁) багатоатомний спирт. Це натуральна речовина, яка міститься у фруктах і овочах, листках цикорію. У промислових масштабах мальтит отримують з мальтози – проміжного продукту обробки кукурудзяного або картопляного крохмалю і використовують як підсолоджувач та заміник цукру. Молекулярна маса складає 344,31 г/моль (рис. 7.24.).

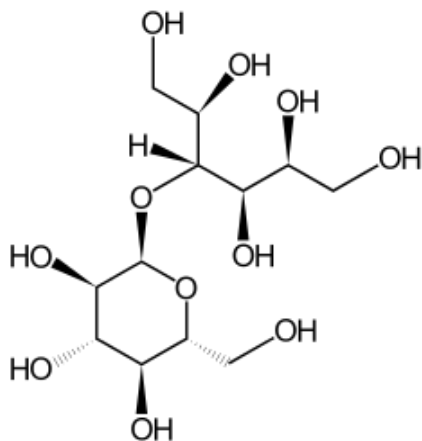


Рис. 7.24. Формула мальтиту



Рис. 7.25. Мальтит

Властивості мальтиту подібні до властивостей сахарози, однак менш калорійний, що практично не впливає на рівень цукру в крові і тому застосовується діабетиками. Калорійність мальтиту складає близько 2 ккал на грам. Дуже схожий на цукор (рис. 7.25.).

Це солодкий кристалічний порошок без запаху, з солодким смаком; 0,8 солодкості цукрози. Температура плавлення 148-151 °С, стійкий до гідролізу, добре розчиняється у воді, середньо – у спирті, не розчиняється у жирі. Мальтит не повністю гідролізується в тонкому кишечнику до глюкози, сорбіту та маніту. Мікрофлора товстого кишківника розкладає залишок на коротколанцюгові жирні кислоти, які всмоктуються і засвоюються. Добове вживання мальтитолу не більше 90 г.

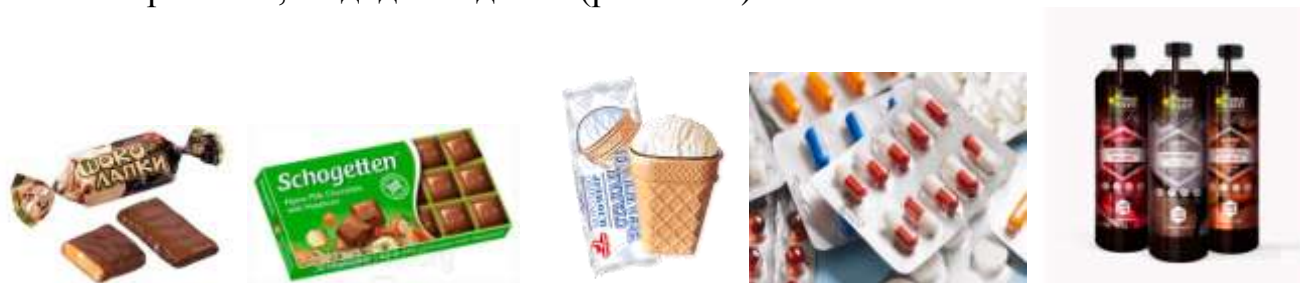
Мальтитол виготовляється із глюкозного сиропу з високим вмістом мальтози. Кінцевий продукт може бути у вигляді порошку, або сиропу.

Для отримання мальтитного сиропу, картопляний або кукурудзяний крохмаль піддають гідролізу та отримують кукурудзяний сироп – суміш вуглеводів. Далі отриману суміш насичують воднем і отримують мальтитний сироп, з якого виділяють кінцевий продукт – мальтитол.

При нагріванні мальтит спочатку стає рідким, а потім карамелізується. Висока солодкість мальтиту дає можливість використання його як в чистому вигляді, так і в

суміші з іншими замінниками цукру. Мальтитол не проявляє сильного охолоджуючого ефекту при розчиненні у воді, властивого іншим підсолоджувачам. При попаданні на язик, цей підсолоджувач охолоджується дуже не значно, в чому він дуже схожий на сахарозу. Комерційний мальтитол відомий під торговими марками «Maltisorb», «Maltisweet».

Мальтитол та мальтитний сироп використовують як підсолоджувач в десертах та продуктах: на основі ароматизаторів, молока і молочних продуктів, на основі яєць, на жировій основі, в сухих сніданках; на основі продуктів переробки зерна, у кондитерських виробках, цукерках, карамелі, в морозиві, фруктовому льоді, какаопродуктах, шоколаді, в джемах, мармеладах, желейних виробках, глазурованих цукром фруктах, продуктах з фруктів (за винятком призначених для виготовлення напоїв на фруктовому-соковій основі), сухофруктів і крохмалю, здобних хлібобулочних і борошняних кондитерських виробках зі зниженою калорійністю або як носія наповнювача до харчових продуктів для роздрібною продажі та біологічно активних речовин, як додаток до їжі (рис. 7.26.).



7.26. Продукти з вмістом мальтиту:

а) цукерки; б) шоколад; в) морозиво; г) капсули; д) сиропи

Крім цього мальтитний сироп може бути регулятором вологості та вологоутримуючим агентом у різних кондитерських виробках. У цьому випадку за цією властивістю він дещо подібний до сорбітного сиропу. Мальтитний сироп сам по собі не викликає карієсу, але при варінні може гідролізуватись, вивільняючи глюкозу так, що підкислені кондитерські вироби, навпаки, сприяють виникненню карієсу, а також не є безпечними для хворих на діабет.

Гігієнічні нормативи якості та безпеки мальтитола та мальтитного сиропу.

Токсичні елементи, мг/кг, не більше:

Плюмбум – 1,0; Арсен – 2,0; Кадмій – 0,05; Меркурій – 0,01; Нікол – 2,0.

Радіонукліди, Бк/кг, не більше:

Цезій – 137-200; Стронцій – 2,0.

Мікробіологічні показники:

КМАФАнМ, КУО/г, не більше $1 \cdot 10^4$; БГКП (коліформи) не допускаються в 1,0 г, в т.ч. сальмонели не допускаються в 25 г, цвілі КУО/г, не більше $1 \cdot 10^2$.

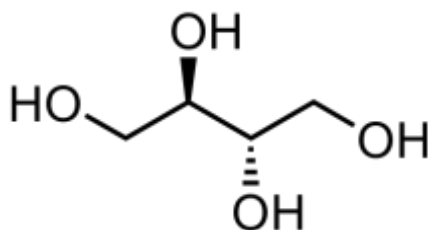
У фармацевтичній промисловості цей багатоатомний спирт застосовується в наповнювачах як низькокалорійний підсолоджувач. Мальтитол, внаслідок подібності з сахарозою, може використовуватися в сиропках, а також як пластифікатор у желатинових капсулах, і як пом'якшувальний та зволожуючий засіб.

Мальтитол засвоюється організмом повільніше, ніж сахароза, тому більш підходить людям хворим на діабет. Цей підсолоджувач не сприяє розмноженню бактерій у порожнині рота і тому не провокує виникнення карієсу зубів. Як і

більшість інших цукрових спиртів, при вживанні в їжу у великій кількості, мальтитол може викликати діарею. Тож у багатьох країнах на упаковках продуктів із застосуванням мальтитолу, міститься попередження про можливі проблеми з шлунком. Мальтит дозволений до застосування в багатьох країнах світу, зокрема, Австралії, Норвегії, США тощо.

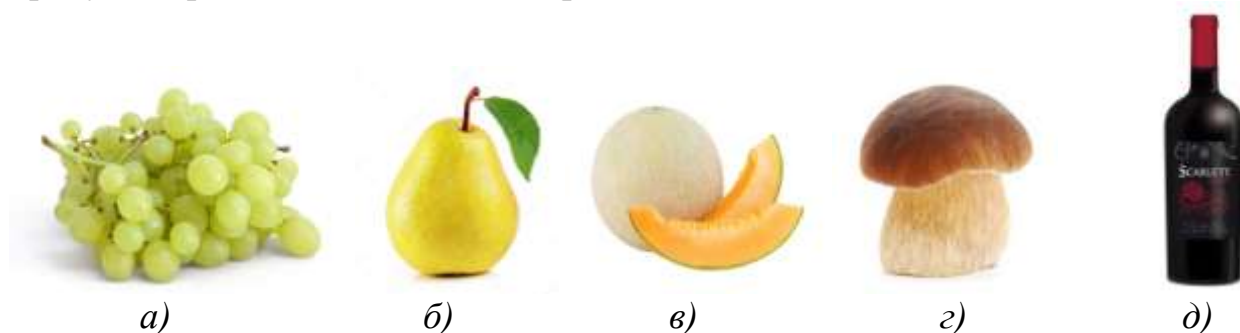
7.12.3. Еритритол

Еритритол (1, 2, 3-4-бутантетрол, мезо-еритритол) – низькомолекулярний поліол, який містить чотири атоми Карбону (рис. 7.28.).



7.28. Формула еритритолу

Він належить до поліолів лінійної будови. Зважаючи на малий розмір молекули, еритритол відрізняється від інших поліолів своїми фізико-хімічними, фізіологічними властивостями і використанням у харчових продуктах рослинного походження, зокрема незначні його кількості містить виноград, груша, диня, гриби, продукти бродіння, а саме – вина (рис. 7.29.).



7.29. Еритритол у продуктах рослинного походження:
а) виноград; б) груша; в) диня; г) гриби; д) вино

Невеликі кількості еритритолу знаходяться у крові та амінобіотичній рідині корів та інших ссавців. Організм людини також містить цей поліол, зокрема тканини очей, цереброспінальна рідина, сироватка крові. Фізико-хімічні характеристики еритритолу істотно відрізняються від сахарози і на перший погляд вимагають змін у технології харчових продуктів при його використанні. Солодкість еритритолу становить лише 65 % від солодкості сахарози. Еритритол стійкий до дії кислот і лугів, до підвищеної температури і розкладається лише при температурі, вищій 180 °С.

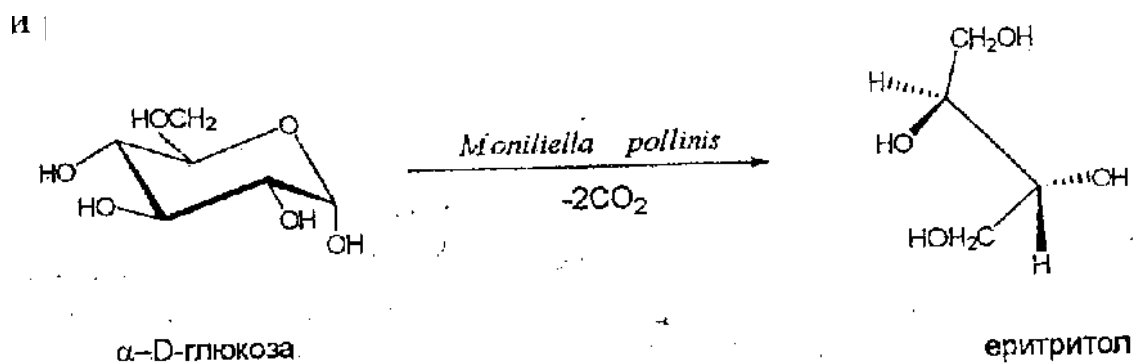
Метаболізм еритритолу значно відрізняється від глюкози, фруктози, інших поліолів. Еритритол швидко адсорбується в тонкому кишечнику за рахунок пасивної дифузії. Моно- та дисахариди, такі як глюкоза та фруктоза, також адсорбуються в тонкому кишечнику, але на відміну від еритритолу, зазнають метаболізму. Еритритол не викликає жодних гастроентерологічних ускладнень і засвоюється

навіть краще, ніж сахароза. Калорійність еритритолу менше 0,5 ккал/г. Цей поліол не засвоюється мікроорганізмами *Streptococcus mutans* і, відповідно, не викликає карієсу. Важливою перевагою цього поліолу є також те, що він не впливає на рівень глюкози крові, при його споживанні.

7.12.3.1. Технологія еритритолу

Еритритол – єдиний поліол, який отримують не каталітичним гідруванням відповідних вуглеводів, а лише мікробіологічним синтезом. Для цього використовують мікроорганізми *Moniliella*, *Trigonopsis*, *Torulopsis*, а також *Trichosporonides megachiliensis*.

Культивування мікроорганізмів, яке проводять до накопичення еритритолу, вимагає використання джерел вуглеводів, азоту, неорганічних солей. Для цього застосовують фосфати магнію, а також калію, кальцію і заліза. Джерелом вуглеводів слугують глюкоза, фруктоза і сахароза, гідролізат крохмалю тощо. Додавання азотовмісних речовин, це – солодовий екстракт, пептон, сечовина, амонієві солі, нітрати необхідні для інтенсивного росту мікроорганізмів. Для запобігання піноутворення використовуються силіконові смоли (рис. 7.30.).



7.30. Схема мікробіологічної конверсії глюкози з утворенням еритритолу

Культивування проводять у водному середовищі, яке містить 30-40 % низькомолекулярних вуглеводів (зазвичай, глюкози), а також вказані вище речовини при рН 3-6 і температурі 35-38 °С впродовж 3-8 днів. Побічними продуктами мікробного синтезу еритритолу є рібітол і гліцерол. Еритритол, який знаходиться в середовищі відділяють і очищують. Клітини відділяють від розчину шляхом центрифугування, після чого складові розчину розділяють на йонообмінних смолах. Еритритол концентрують, освітлюють за допомогою активованого вугілля і кристалізують. Вихід еритритолу (він розраховується по відношенню до кількості засвоєної глюкози) складає майже 30 %.

7.12.3.2. Застосування еритритолу у виробництві харчових продуктів

Еритритол (E968) широко використовують для виробництва жувальних гумок, борошняних кондитерських виробів, шоколаду, морозива, йогуртів, глазури тощо (рис. 7.31.).



Рис. 7.31. Продукти з вмістом еритритолу:

а) жувальні гумки; б) кондитерські вироби; в) шоколад; г) морозиво; д) йогурти

Використання еритритолу для виробництва жувальних гумок дозволяє отримати вироби із зниженою калорійністю, які характеризуються поліпшеною якістю і не викликають карієсу. Еритритол застосовують як в гумовій основі, так і в глазурі. Глазурі жувальних гумок характеризують за такими показниками, як хрусткість, має освіжаючий ефект і стабільність (до адсорбції вологи). Через високу швидкість кристалізації глазури, виготовленої з еритритолом, мають нерівну поверхню. Тому еритритол використовується в суміші з іншими поліолами, такими як сорбітол і мальтитол, в яких кількість еритритолу складає 40 %. Найбільш ефективною є суміш еритритолу і сорбітолу, що дозволяє отримати помірні якісні показники покриттів жувальних гумок і зменшену вартість такої суміші порівняно із композицією еритритолу з мальтитолом і, особливо, ксилітолом.

Еритритол використовується для виробництва цукерок. Шоколадні помадки або фадж – приклад м'яких цукерок з текстурою, яка є проміжною між карамелями і помадками, і включає значну кількість твердих речовин молока та жирів (рис. 7.32.).



Рис. 7.32. Цукерки з вмістом еритритолу

Ці помадки містять як тверду, так і рідку фази. Шоколадні помадки, які за своїми якісними показниками відповідають виробам, виготовленим з сахарозою, отримують із застосуванням суміші еритритолу з сиропом мальтитолу, який необхідний для контролю кристалізації. Залежно від температури уварювання і кількості внесеної затравки кристалів еритритолу, текстура виробів може змінюватись від м'якої до твердої. Еритритол використовують для виготовлення і

інших цукерок, це желатинові гуми і карамелі. Кристалічний еритритол, з огляду на його виражений охолоджуючий ефект, – важлива складова в деяких карамелях з начинкою.

Висока вартість еритритолу і значний охолоджуючий ефект, зумовлюють необхідність його використання у суміші з іншими структуроутворювачами. Суміш аморфного еритритолу з декстринами, що погано розщеплюються, є чудовими антикристалізаторами, які в співвідношенні 1:1 дозволяють отримати карамелі із зменшеною калорійністю, що не мають небажаного охолоджуючого ефекту.

Одним з найбільш вдалим і перспективних застосувань еритритолу в харчових продуктах є шоколад. Із використанням еритритолу замість сахарози, можна отримати шоколад «із зменшеною калорійністю» і «light». Інші поліоли, калорійність яких знаходиться в межах 2-3 ккал/г, не дозволяють настільки, як еритритол, зменшити енергетичну цінність готових виробів. Шоколад, виготовлений з використанням еритритолу, має гладку рівну поверхню, відмінну ламкість, приємний освіжаючий присмак при його споживанні.

Останнім часом еритритол застосовують у технології низькокалорійних газованих напоїв. Отримання низькокалорійних виробів за допомогою поліолів, призводить до небажаного утворення значних кристалів льоду за рахунок високих величин температури склування поліолів. Еритритол має низьке значення температури склування і з успіхом використовується для виробництва заморожених газованих напоїв. Для досягнення зменшення температури заморожування, яке забезпечує додавання 10 % сахарози, достатньо всього 3,5 % еритритолу. Суміш еритритолу полідекстрази – важлива складова в технології морозива з низьким глікемічним індексом.

7.12.4. Ізомальт

Ізомальт (E953) – натуральний цукрозамінник третього покоління. Ізомальт (ізомальт, палатиніт) – єдиний цукрозамінник, що належить до поліолів і який одержують виключно з цукрози. Ізомальт – суміш двох цукрових спиртів із 12 атомів вуглецю (рис. 7.27.; рис. 7.28.).

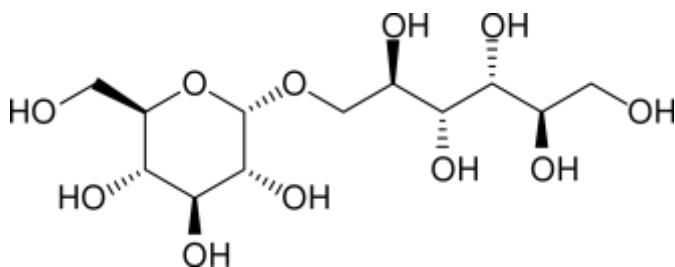


Рис. 7.27. Формула ізомальту



Рис. 7.28. Ізомальт – заміник цукру

Ізомальт – це білі кристали без запаху із солодким смаком. Він доволі стійкий до гідролізу із середньою розчинністю у спиртах. Ізомальт не розчиняється у жирах.

Ізомальт – цукровий спирт, заміник цукру, який складається з еквімолекулярної суміші ізолятів α -D-глюкопіранози-1,6-D-сорбіту та α -D-глюкопіранозил-1,6-D-маніту.

Енергетична цінність – 200-240 ккал (в цукрозі та фруктозі близько 400 ккал). Розчинність ізомальту значно нижча розчинності цукрози. Має незначну гігроскопічність, при температурі 250 °С він майже не вбирає вологи навіть за відносної вологості повітря 90 %.

Лише при температурі 60-80 °С та за вологості повітря 65 % поглинає воду. Він надає продуктам стабільності під час зберігання, особливо в країнах з жарким кліматом і підвищеною вологістю. Ізомальт має низьку розчинність у воді. Так, при 20 °С вона становить 24,5 % і збільшується при підвищенні температури. Температура плавлення ізомальту 145-150 °С. Його хімічна структура не змінюється від термічного впливу, тому він може ідеально використовуватися в технологічних процесах, де потребується висока температура, в тому числі у фармацевтичній промисловості.

Солодкість становить 0,5 од. від солодкості цукрози. При розчиненні характеризується незначним ендотермічним ефектом. Ізомальт є цукрозамінником з легкою прохолоджуючою дією. Теплота його розчинення становить 39,4 кДж/г.

Ізомальт хімічно стійкий до кислотного і ферментативного гідролізу, не вступає в реакції з азотистими речовинами і не дає реакції Майєра. Це дуже важливо, бо продукти, виготовлені з його застосуванням, не темніють. Крім того, він не взаємодіє з інгредієнтами, які входять до складу продуктів, що надає їм стабільності.

Ізомальт не є інтенсивним підсолоджувачем, це об'ємний цукрозамінник, який може замінювати цукор у рецептурі продуктів 1:1, тобто надає продуктам не лише солодкий смак, але й достатню масу.

7.1.4.1. Технологія ізомальту

Технологія ізомальту німецькою фірмою «Палатиніт». Це фірма є перспективною дочірньою компанією концерну Südzucker – одного з найбільших виробників харчових продуктів у Європі. Виробництво ізомальту складається з двоступеневого процесу: спочатку цукрозу за допомогою ферменту перетворюють у знижений дицукрид ізомальтулозу (палатинозу) – 6-0- α -D-глюкопіранозид-D-фруктозу, потім за допомогою ранеунікелевого каталізатора ізомальтулоза шляхом приєднання водню (гідрогенізацією) перетворюється в еквімолекулярну суміш із 6-0- α -D-глюкопіранозид-D-сорбіту (1,6-ГПС) і 1-0- α -D-глюкопіранозид-D-маніту (1,1-ГПМ-дигідрат).

Ізомальт – біла кристалічна речовина без запаху, містить до 5 % кристалічної води. Одержують його у вигляді гранул, або порошку (рис. 7.9.).

Розробленню та удосконаленню властивостей ізомальту надають великої уваги. Останнім часом розроблено нові типи ізомальту, які мають різне призначення:

ISOMALT ST – ST = Standart, не спеціалізований;

ISOMALT MB – MB = Hard Boiled, для карамелі;

ISOMALT GS – GS = GPS enriched, для покриття та інших цілей;

ISOMALT DS – DS = Direct Compression, для пресованих таблеток;

ISOMALT LM – LM = Low Moisture, для шоколаду.

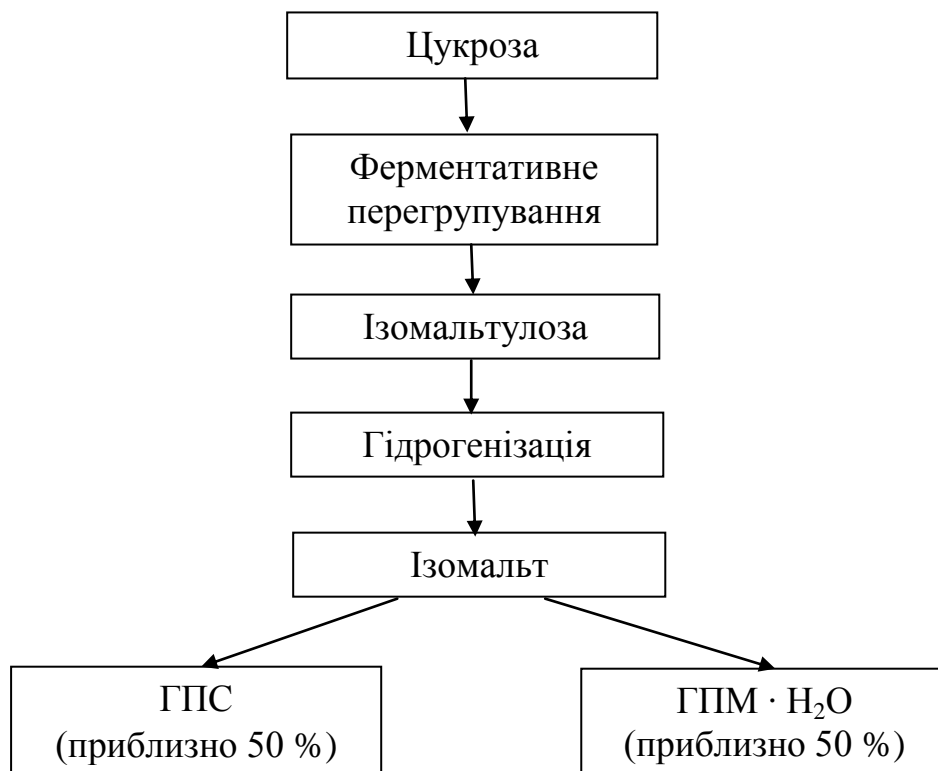
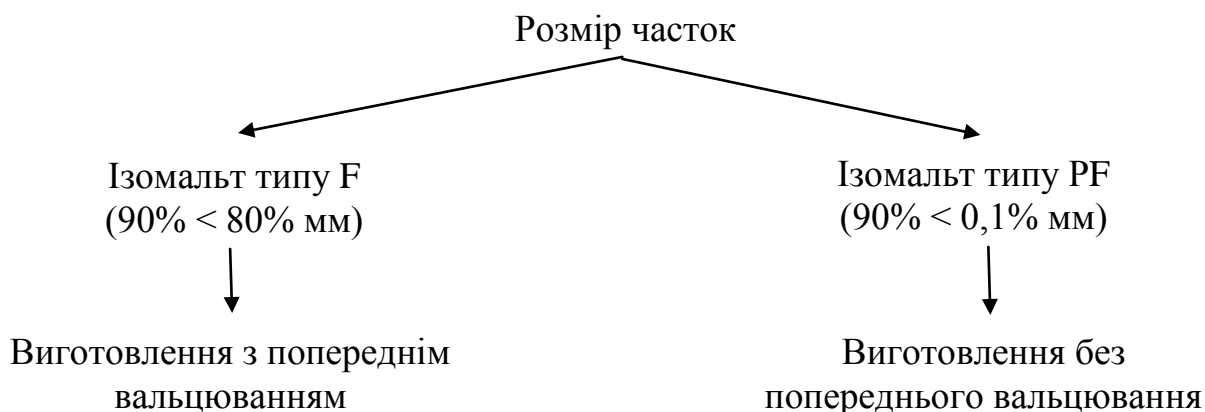


Рис. 7.29. Технологічна схема одержання ізомальту

Залежно від розміру часток ізомальт поділяють на два типи F і PF:



7.12.4.1. Використання ізомальту

Ізомальт має чистий солодкий натуральний смак, як у цукрози з подібним профілем солодкості. Ступінь солодкості ізомальту становить 0,45-0,6 (залежно від концентрації і температури використання). Він добрий носій аромату, підходить до різних смаків – ментолу, мінту, фруктового аромату, тобто не перебиває ці аромати солодкістю, як це буває з іншими підсолоджувачами.

Розчинення ізомальту у воді є ендотермічною реакцією, при цьому поглинається 39,4 кДж/кг. У разі розчинення цукрози – 18. Ізомальт є цукрозамінником з найменшим охолоджуючим ефектом. Під час споживання продуктів, виготовлених з ізомальтом, у яких він міститься у кристалічній формі (шоколад, м'яка карамель, жувальна гумка), в роті не вникає небажаного охолоджуючого ефекту (рис. 7.30.).



а)



б)



в)



г)



д)

7.30. Продукти з вмістом ізомальту:

а) шоколад; б) м'яка карамель; в) жувальна гумка; г) морозиво; д) зубна паста

Особливою перевагою ізомальту є те, що, додаючи різні підсолоджувачі, можна комбінувати оптимальний профіль солодкості будь-якої інтенсивності.

Продукти виготовлені з ізомальтом не темніють, йому не властиві реакції карамелізації, тому він не має карамельного присмаку і може використовуватися у виробництві твердих карамелей з тонкими ароматами, наприклад, яблука і персика.

Ізомальт – низькокалорійний продукт, його калорійність становить 2,4 ккал/г (8,5 кДж/г). В організмі він дуже повільно засвоюється, сприяє обміну речовин й ферментується головним чином у товстому кишечнику. Ізомальт можна рекомендувати для вживання хворим на цукровий діабет. Багатьма дослідженнями доведено, що підвищення рівня глюкози в крові й інсуліну після вживання ізомальту незначні, порівняно з вживанням цукрози або глюкози. Важливою властивістю ізомальту є те, що він не викликає карієсу зубів.

Ізомальт широко застосовується у харчовій і фармацевтичній промисловості. З його застосуванням виробляють тверді карамелі – штамповані, з наповнювачами, тягнені й литі. Ізомальт надає їм таку властивість, як низька гігроскопічність – карамелі не склеюються, окремі цукерки можна не загортати, що ідеально для жаркого і вологого клімату. Драже, виготовлене із застосуванням ізомальту, має тверду оболонку, не поглинає вологу, довше зберігається, хрустке. М'яка карамель також має кращі властивості – до неї не приклеюється обгортка, полегшується процес охолодження, формування, розрізання.

Ізомальт як нейтральна речовина, є добрим додатком у фармацевтичній промисловості, зокрема використовується у виготовленні пресованих пігулок. Ізомальт, у вигляді пігулки, розчиняється майже на половину повільніше, ніж цукор. Тому біологічно активні речовини таблетки звільняються повільніше і можуть триваліший час діяти, особливо в порожнині рота й гортані. Завдяки низькій розчинності ізомальту, жувальні гумки довше зберігають солодкість і аромат – досягається Long-Lasting-ефект.

Молочний і гіркий шоколад на основі ізомальту, низькокалорійний і діабетичний продукт високої якості, має неперевершений смак, технологічний в обробці, особливо під час вальцювання. Такий шоколад мало поглинає воду. Отже, у вальцювальній шоколадній масі та під час прикінцевого консування, не утворюються агломерати.

Ізомальт ГПС застосовують для виробництва фруктових спредів. Зважаючи на стабільність ізомальту в кислому середовищі, драглі, виготовлені з ним, характеризуються низьким синерезисом. Синерезис описує відділення води від

поверхні джемів, що призводить до погіршення зовнішнього вигляду виробів, а також до зменшення їх густини.

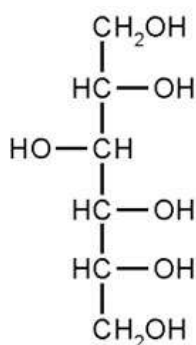
Ізомальт важливий інгредієнт для виробництва харчових продуктів – нуги, марципанів, шоколадних спредів, помадки, морозива тощо. Продукти з ізомальтом мають солодкий смак, подібний до виробів, виготовлених з сахарозою. Всі наведені приклади застосування ізомальту свідчать, що заміщення сахарози на цей поліол, не вимагає змін технології виробництва значної кількості харчових продуктів.

7.12.5. Сорбітол

Сорбітол (сорбіт, D-глюцитол, 1, 3, 4, 5, 6-гексангексол) був відкритий французьким хіміком Буссенго, який виділив його з ягід горобини (містять приблизно 10 % сорбітолу (рис. 7.31.; рис. 7.32.; рис. 7.33.)).



7.31. Ягоди горобини – джерело сорбітолу



7.32. Формула сорбітолу



7.33. Сорбітол

Цей поліол у незначних кількостях міститься в ягодах і фруктах, зокрема в яблуках (0,54-2,78 %), винограді (0,2 %), персиках (0,5-0,9 %), полуниці (0,32 %), грушах (4,6 %).

Сорбітол використовується для виробництва харчових продуктів із зменшеними калорійністю і вмістом цукру. Вживання сорбітолу не викликає зростання рівня глюкози в крові. У великих концентраціях сорбітол виконує роль стабілізатора нестійких вітамінів і антибіотиків. Він також має властивості антиоксиданта.

Сорбітол, з огляду на його низьку вартість, є найбільш вживаним поліолом. Як правило, він використовується як антикристалізатор і вологоутримуючий агент у виробництві багатьох харчових продуктів, а також у виробництві сучасних косметичних виробів. Сорбітол застосовують у текстильній промисловості та при виготовленні виробів із шкіри.

Слід відмітити, що існує декілька поліморфних модифікацій кристалічного сорбітолу, найбільш стабільною з яких є β-сорбітол. Ця форма є незамінною при його використанні на різних стадіях виробництва харчових продуктів.

1.12.5.1. Технологія сорбітолу

На сьогоднішній день, активно застосовують спосіб виробництва сорбітолу, який полягає у каталітичній конверсії полісахаридів глюканового типу, в особливості крохмалю (рис. 7.34.).

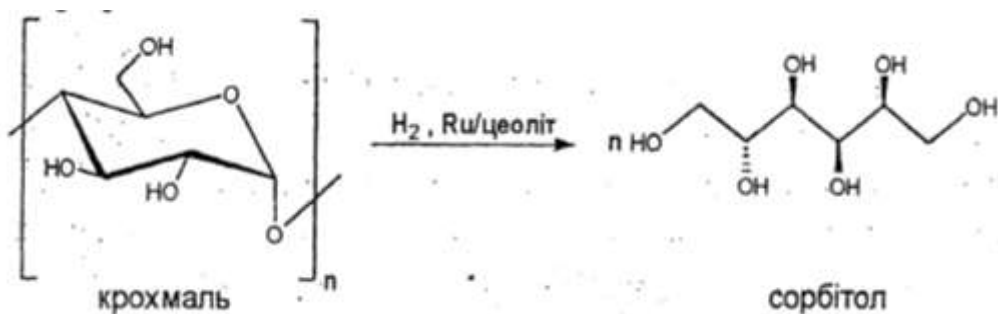


Рис. 7.34. Схема каталітичного відновлення крохмалю з утворенням сорбітолу

Цей процес характеризується поєднанням гідролізу полісахариду з подальшим відновленням утвореної глюкози. Як каталізатор використовується рутеній, осаджений на цеоліті (3 % Ru). Цеоліт виконує функції носія рутенію і кислоти, яка каталізує гідроліз крохмалю.

Типовий процес конверсії відбувається при температурі 180 °С, тиску водню 55 атмосфер у 30 %-й суспензії крохмалю в присутності рутенієвого каталізатора (3 % Ru до маси крохмалю). В цих умовах за одну годину відбувається повна конверсія крохмалю з утворенням сорбітолу з кількісним виходом (> 95 %). Каталізатор можна регенерувати багато разів. Застосування як каталізатора Pt/C для процесу гідрування призводить до збільшення кількості побічних продуктів і зменшення селективності реакції.

1.12.5.2. Застосування сорбітолу в харчових продуктах

Сорбітол важливий інгредієнт у виробництві цукерок, жувальних гумок, шоколаду, борошняних кондитерських виробів, морозива, пресервів, желе, майонезу та інших продуктів, які не містять цукру. Сорбітол застосовують у виробництві карамелі. Головна функція дрібнодисперсного сорбітолу є саме утримання вологи в шоколаді, борошняних кондитерських виробках, жувальних гумках, а не наданням виробам солодкого смаку. Сорбітол найкраще сприяє продовженню відчуття свіжості продукту та збільшенням терміну його придатності. Цей поліол на 5-15 % покращує зовнішній вигляд і запобігає осушенню печива, кексів та інших борошняних кондитерських виробів.

Сироп сорбітолу був першим поліолом, який використали для виготовлення харчових продуктів, для хворих на цукровий діабет, проте зараз замість нього все частіше застосовують інші полііоли. Сорбітол в наш час є важливою складовою при виробництві діабетичних продуктів, зважаючи на його відносно низьку вартість. Він також слугує сировиною для одержання низькокалорійного і низькоглікемічного структуроутворювача полідекстрази, яка випускається під назвою – Litesse. Кристалічний сорбітол в кількості 50-55 % застосовують для виробництва жувальних гумок, які не містять цукру і не викликають карієсу. В цих виробках він виступає в ролі структуроутворювача.

Сорбітол використовують у технологічно оброблених м'ясних продуктах, для покращення смаку і попередження обуглення при високій температурі. При обжарюванні сосисок, цукор і глюкозний сироп сприяють частковій карамелізації і обугленню продуктів, а сорбітол – запобігає цьому.

У кількості 3-8 % сорбітол застосовують як кріопротектор в м'ясних продуктах і рибі. Погіршення якості м'яса і м'ясних продуктів, в основному, відбувається внаслідок окиснення жирів і руйнування білків. Цей поліол виконує функцію кріопротектора в технології сурімі. Сурімі – японська назва механічно звільненого від кісток і промитого водою рибного фаршу, до якого додається кріопротектор.

Сорбітол серед інших поліолів є найбільш ефективним стабілізатором структури білків. Сорбітол ефективно зменшує активність води в системах, які містять білки молока. Слід зазначити, що порядок збільшення термостабільності мікроорганізмів у водних розчинах вуглеводів такий: сахароза < глюкоза < сорбітол < фруктоза < гліцерол.

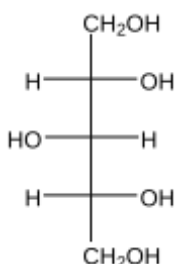
Додавання сорбітолу зменшує температуру замерзання морозива, що пом'якшує текстуру готових виробів і запобігає кристалізації інших низькомолекулярних вуглеводів.

Поліоли, такі як сорбітол, мальтитол, ізомальт та лактитол, використовуються для заміщення сахарози при виготовленні шоколаду «із зниженою калорійністю», який не містить цукру. Для отримання продуктів «із зменшеним вмістом цукру» з Європейською директивою щодо застосування підсолоджувачів, не рекомендується одночасне використання цукрів і поліолів в одній рецептурі, сахароза повністю заміщується на суміш поліолу і вуглеводу, що погано засвоюється, наприклад фруктоолігосахариду чи полідекстрозу.

Таким чином, сорбітол використовують для виробництва шоколаду, глазури, безалкогольних напоїв, цукерок тощо. Він є ефективним сорбентом вологи, який додають для збільшення терміну придатності упакованих свіжих грибів. У косметиці сорбітол у кількості -15 % міститься у лосьйонах, зволожуючих кремах, рідкому миль, шампунях, пінах для бриття, в яких він виконує функції стабілізатора, пластифікатора, вологоутримуючого і знеболіючого агента. В зубній пасті сорбітол стабілізує вміст вологи, покращує консистенцію і пластичність. Сорбітол також збільшує термін зберігання суспензій біологічних інсектицидів шляхом припинення утворення спор. Сорбітол може входити до складу ліків, які вживають при різних захворюваннях жовчних шляхів, холециститах тощо. Продукти, що містять сорбітол, використовують у дієтотерапії хворих на цукровий діабет.

7.12.6. Ксилітол

Ксилітол (ксило-пентан-1,2,3,4,5-пентол – єдиний пентитол, який використовується в харчових технологіях (рис. 7.35). Його застосовують як підсолоджувач і замітник сахарози з 60-х років минулого століття (рис. 7.36).



7.35. Формула ксилітолу



7.36. Ксилітол

Організм людини продукує 5-15 г ксилітолу на день внаслідок метаболізму глюкози. В незначних кількостях ксилітол міститься в овочах та фруктах.

Ксилітол був одним з перших поліолів, які використовувались для виготовлення дієтичних харчових продуктів, а також продуктів, які не викликають карієсу, оскільки він не засвоюється бактеріями *Streptococcus mutans*. Крім цього, ксилітол практично не викликає підвищення рівня глюкози крові при його споживанні. В харчових продуктах ксилітол виконує функції підсолоджувача, структуроутворювача, антикристалізатора, речовини, яка маскує неприємні присмаки. Ксилітол виявляє сильний охолоджуючий ефект, що зумовлює його використання для виробництва жувальних гумок, льодяників, тобто в продуктах, де необхідно поглибити і продовжити відчуття ароматизаторів – м'яти, ментолу, евкаліпту тощо.

7.12.6.1. Технологія ксилітолу

На сьогоднішній день найбільш інтенсивно використовують метод виробництва ксилітолу, який полягає у каталітичному відновленні D-ксилози, яка в свою чергу може бути виділена з полісахаридів ксиланового і целюлозного типу. Так, наприклад, для гідролізу пентозанів, використовують спочатку кислоти середньої сили у водорозчинних органічних розчинниках, у присутності яких пентози, головним чином ксилоза, розчиняються. Потім проводиться гідроліз сировини в присутності сильних кислот.

Обробка сировини, яка містить ксилан, за допомогою оксалатної кислоти, приводить до ефективного гідролізу з утворенням ксилози, яка викристалізується з реакційної суміші, при цьому в ній не накопичуються продукти ізомеризації та розкладу ксилози (рис. 7.38.).

Як сировину використовують волокна рослин (кукурудзи, вівса) і дерев (буку, тополі). Кількість оксалатної кислоти у воді складає від 1 до 5 %-в, використання більших кількостей економічно недоцільно. Оптимальна кількість кислоти складає 3 %. Процес гідролізу проводять при температурі 100 °C протягом 6 годин. Бажано проводити обробку оксалатною кислотою у дві стадії: на першій стадії – 1 %-ою оксалатною кислотою протягом години і далі 3 %-м водним розчином цієї кислоти при температурі кипіння. При такій фракційній обробці полісахарид арабан, який може бути присутній в сировині, перетворюється в арабіназу, яка потім вилучається з розчину. Проте розчин, який містить ксилозу, необхідно освітлити для зменшення забарвлення за допомогою йонообмінних смол, таких, як полістиренамін чи полістиренсульфонова кислота.

Відновлення ксилози відбувається при температурі 105-110 °C, тиску 30 атмосфер і рН 9, з використанням каталізатора нікелю. Внаслідок реакції утворюється ксилітол з кількісним виходом.

Висока вартість такої технології зумовила пошук принципово нових методів виробництва ксилітолу, які ґрунтуються на його мікробному синтезі з дешевої і доступної сировини. В результаті пошуку, знайдені мікроорганізми, які належать до видів *Glucanobacter*, *Acetobacter*, *Frateuria*, використання яких дозволяє отримати ксилітол із сахарози, глюкози, з утворенням яких дозволяє отримати ксилітол із сахарози, глюкози чи фруктози, з високим виходом.

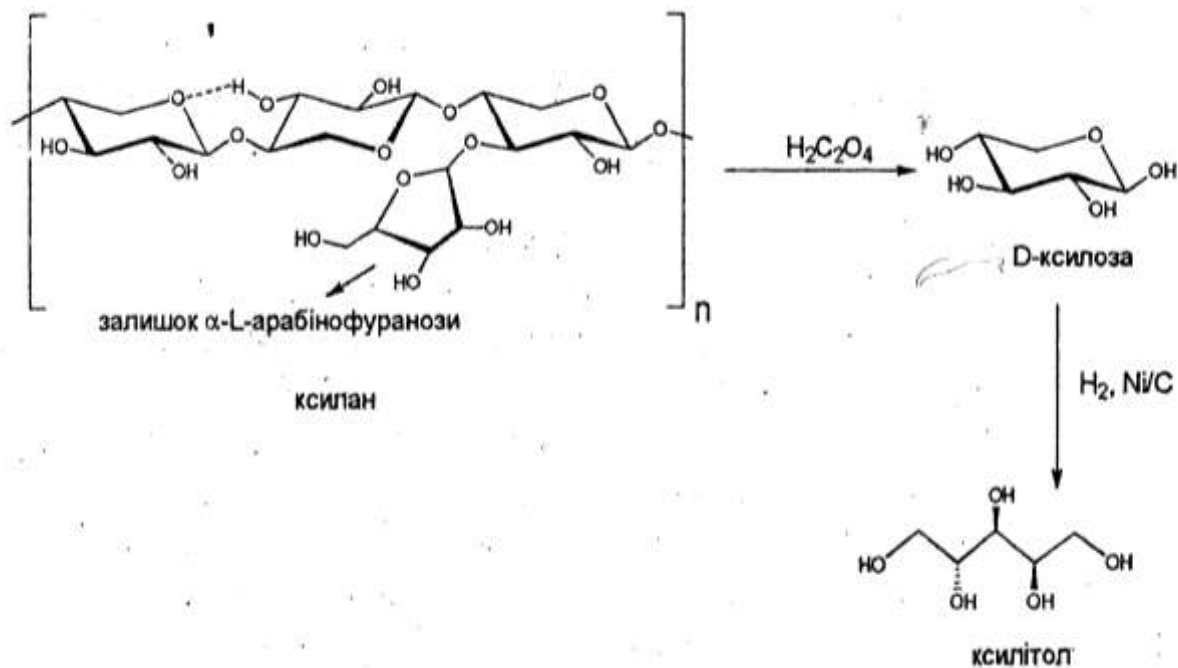


Рис. 7.38. Схема отримання ксилітолу із ксилану

7.12.6.2. Використання ксилітолу в харчових продуктах

Як вже було вказано вище, ксилітол, з огляду на його охолоджуючий ефект, широко застосовують у виробництві жувальних гумок. Використання ксилітолу дозволяє поглибити смакові якості ароматизатора і подовжити відчуття післясмаку. Застосування ксилітолу дозволяє виключити в цукрозамінників з інтенсивним солодким смаком, а також одержання продуктів з більш м'якою і гнучкою текстурою, ніж вироби, що містять інші поліоли.

Ксилітол застосовують для виробництва борошняних кондитерських виробів, в яких цей поліол заміщує сахарозу. В процесі зберігання, наприклад, кекси, виготовлені з використанням ксилітолу, характеризуються найменшою серед всіх досліджених поліолів твердістю м'якушки і за цим показником поступається лише виробам, що містять ізомальтозу замість сахарози (рис. 7.39.).



Рис. 7.39. Ксилітол у харчових продуктах:
 а) жувальна гумка; б) кекси; в) шоколад

Перевагою ксилітолу для виробництва шоколаду, як і у випадку із жувальними гумками, вважається виключення необхідності застосування цукрозамінників з інтенсивним солодким смаком.

Гігроскопічність ксилітолу трохи більша, ніж сахарози і набагато менша, ніж сорбітолу. Мірою гігроскопічності поліолів, є величина відносної вологості повітря, за якої поліол починає адсорбувати вологу за визначеної температури. Як свідчать дані, наведені в табл. 7.4., сорбітол і ксилітол є гігроскопічними поліолами, а еритритол та ізомальт не гігроскопічні.

Пошук можливості виробництва кондитерських виробів, які містять ксилітол і не мають охолоджуючого ефекту, привів до розробки технологій, в яких частина ксилітолу заміщується на декстрини, що не розщеплюються. Використання останніх, дозволяє покращити якість кондитерських виробів, які містять ксилітол в аморфному стані, за рахунок пригнічення його кристалізації і підвищення склування суміші. Ці декстрини отримують шляхом термічного оброблення крохмалю в кислому середовищі.

Таблиця 7.4.

**Відносна вологість повітря, при якій відбувається помітна адсорбція
вологи поліолами при температурі 20°C**

Поліол	Відносна вологість, %
Сахароза	84
Сорбітол	74
Ксилітол	82
Мальтитол	89
Ізомальт – напівгідрат	88
Лактитол	54-90
Лактитол моногідрат	90
Еритритол	91

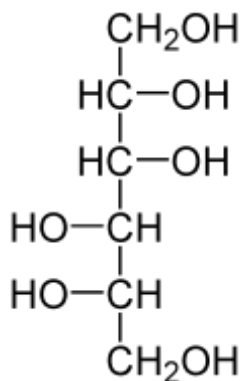
Ксилітол використовують для заміщення сахарози в заморожених молочних виробках, а також у йогуртах та мусах. Ксилітол ефективно зменшує температуру заморожування таких виробів. Здатність знижувати температуру заморожених продуктів визначається фактором зменшення температури заморожених (ФЗТЗ) відносно сахарози, яка взята за стандарт.

Заморожені десерти, виготовлені з ксилітолом, мають більш м'яку приємну текстуру, ніж вироби, що містять сахарозу, виготовлені за традиційною технологією.

Ксилітол служить зручною і дешевою сировиною для виробництва рідкісних моносахаридів, таких як L-ліксоза, L-ксилоза, L-арабіноза. Його, як і сорбітол, крім харчових технологій застосовують для виробництва фармацевтичних і косметичних препаратів, зокрема зубних паст і зволожуючих кремів.

7.12.7. D-манніт (манітол)

D-манніт (E421), гексангексолманітол, манітол, C₆H₁₄O₆, м.м. – 18,17 (рис. 7.40.). Це білі негігроскопічні кристали без запаху, солодкі на смак, в рази менша солодкість ніж у сахарози (рис. 7.41.).



7.40. Формула D-манніту



7.41. D-манніт

Спочатку манніт був виявлений у солодкій рідині, яка виділяється тамарисковими деревами та кущами під палаючими променями сонця. Звідси бере свій початок біблійське поняття «манна небесна». Манітол класифікують як цукровий спирт, який одержують при відновленні манози.

D-манніт має незначну оптичну активність, добре розчинний в гарячій воді, середня розчинність у спиртах, холодній воді, не розчиняється в жирі.

Використовується як заміник цукру, наповнювач, добавка, яка перешкоджає злежуванню та грудкуванню, розділювач.

Манітол є одним з найбільш багатих джерел енергії та вуглецю в природі та продукується безліччю природних організмів, а саме: бактеріями, дріжджами, лишайниками. А ще джерело (природне) – основний компонент – манани застиглої ексудату ясеня і платана (30-50 і 80-90 % відповідно), міститься в грибах, мохах, водоростях (рис. 7.42.).



Рис. 7.42. Джерела D-манніту:

а) ексудат ясеню; б) ексудат платану; в) гриби; г) мох; д) водорості

Одержують цей цукрозамінник каталітичним гідруванням маннози або збагаченого фруктозою інвертного сиропу з подальшою кристалізацією важкорозчинного манітолу. Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96 %. У промислових масштабах манніт отримують відновленням фруктози.

Мікробіологічний шлях отримання маннітолу є альтернативною традиційному промислового хімічного синтезу. До того ж манніт присутній у різних натуральних продуктах, у тому числі майже у всіх рослинах, і може бути виділений безпосередньо з них, а не отриманий шляхом хімічного або біологічного синтезу. Наприклад, у Китаї морські водорості є поширеним джерелом отримання манніту.

Манніт незначно всмоктується тонким кишечником, одноразове вживання >20 г (добове вживання >50 г) може викликати діарею. В товстому кишківнику маніт піддається ферментативному розкладу (іноді супроводжується вздуттям живота), а потім засвоюється, інсуліннезалежно, звільняючи 2,4 ккал/г, манніт не викликає карієсу. Добова допустима норма (ДДН) не визначена. При використанні слід враховувати послаблюючу дію D-манніту. В ЄС він дозволений для підсолоджування всіх харчових продуктів, наприклад, молочних виробів, морозива, вершкового масла, макаронів швидкого приготування, замороженої риби, дитячого харчування, начинок для цукерок тощо (рис. 7.43.).



Рис. 7.43. Продукти з вмістом D-манніту:

а) жувальна гумка; б) косметичні вироби; в) морозиво

Манніт дорожчий за сорбіт і використовується при виробництві жувальної гумки, в фармації, косметичних виробках, а ще використовується як заміник цукру тільки тоді, коли необхідна дуже мала гігроскопічність (або шкідлива висока гігроскопічність сорбіту). У жувальній гумці манніт швидше виконує функцію добавки, що запобігає злежуванню.

Крім того, манніт та його похідні застосовують для отримання поверхнево-активних речовин, оліфи, смол, лаків, вибухових речовин.

7.12.8. Калорійність поліолів – цукрових спиртів

Найважливішою перевагою поліолів є зменшення кількості калорій на одиницю ваги. Калорійність поліолів – цукрових спиртів, прийнята у країнах світу (табл. 7.5.).

Таблиця 7.5.

Калорійність деяких поліолів (ккал/г) в різних країнах

Вуглевод	ЄС	США	Японія
Сорбітол	2,4	2,6	3
Ксилітол	2,4	2,4	3
Манітол	2,4	1,6	2
Мальтитол	2,4	3	2
Ізомальт	2,4	2	2
Лактитол	2,4	2	2

Використання поліолів замість моно- і дисахаридів, насамперед сахарози, фруктози, крохмальної патоки, для виробництва харчових продуктів призводить до зменшення калорійності останніх. У різних країнах світу закріплені вимоги до продуктів, які мають маркування «із зменшеною калорійністю». В США – це продукти, в яких калорійність зменшена щонайменше на 25 %, порівняно з харчовим продуктом, виготовленим за стандартною рецептурою. В країнах Європейського Союзу прийняті різні вимоги до харчових продуктів «із зменшеною калорійністю». В Німеччині та Іспанії – це продукти, калорійність яких зменшена щонайменше на 30% порівняно з харчовим продуктом, виготовленим за стандартною рецептурою, у Швейцарії і Великій Британії – на 25 %, у Франції і Нідерландах – на третину. Слід також зазначити, що у США є продукти з маркуванням «Light», калорійність яких зменшена щонайменше на 33 %, а вміст жирів – на 50 % порівняно з харчовим продуктом, виготовленим за стандартною рецептурою. В Японії прийнято використовувати продукти із маркуванням «безкалорійні». До перших відносяться тверді і рідкі харчові продукти, енергетична цінність яких менша 5 калорій, відповідно у 100 г і 100 мл продукту.

Крім зменшення калорійності продуктів, використання поліолів призводить до зниження вмісту моно- і дисахаридів. Оскільки останнє вважається перевагою, яка може сприяти покращенню здоров'я людини, в різних країнах існують відмінності у визначенні таких продуктів. Так, в США до продуктів «із зниженим вмістом цукру» відносяться харчові продукти, в яких кількість моно- і дисахаридів зменшена щонайменше на 25 % порівняно з продуктом виготовленим за еталонною рецептурою. В Нідерландах і Франції кількість цукрів у продуктах «із зниженим вмістом цукру» зменшена 33 %, в Німеччині та Іспанії – на 30 %, а у Великій Британії і Швеції існують ті ж самі вимоги, що і в США. В Японії до продуктів «із зниженим вмістом цукру» відносяться продукти, які містять менше 5 г цукрів у 100 г твердих чи менше 2,5 цукрів у 100 мл рідких харчових продуктів. Інша група харчових продуктів – продукти «без цукру». В Японії до таких відносяться харчові продукти, які містять менше 0,5 г цукрів у 100 г твердих, чи у 100 мл рідких харчових продуктів. В ЄС кожна країна має свої вимоги до виробів з таким маркуванням, але загалом приймається, що це продукти, які містять менше 0,5 г цукрів у 10 г продукту. В США вироби «без цукру» містять менше 0,5 г цукрів у однократній порції харчового продукту, який також повинен містити маркування «із зниженою калорійністю» чи «низькокалорійний» і відповідати вимогам до цих продуктів, або, якщо вони їм не відповідають, то повинні містити маркування «не із зниженою калорійністю» чи «не низькокалорійний».

Питання для самоконтролю до розділу 7

1. Циклакат натрію. Фізико-хімічні властивості цукрозамінника.
2. Застосування циклакату натрію в харчовій промисловості.
3. Сукразит. Фізико-хімічні властивості сукразиту.
4. ГІ сукразиту.
5. Добова доза споживання сукразиту.
6. Сахарин. Фізико-хімічні властивості сахарину.
7. Використання сахарину натрію у харчовій, фармацевтичній промисловостях.

8. Солодкість сахарину.
9. Умови зберігання сахарину.
10. Сукралоза. Загальна характеристика сукралози.
11. Фізико-хімічні властивості сукралози.
12. Умови використання сукралози.
13. Здатність до синергізму сукралози.
14. Аспартам. Фізико-хімічні властивості аспартаму.
15. Одержання аспартаму.
16. Умови зберігання аспартаму.
17. Допустима норма споживання аспартаму.
18. Умови та вимоги щодо використання аспартаму у виготовленні харчових продуктів лікувально-профілактичного і дієтичного профілю.
19. Неотам. Одержання неотама.
20. Фізико-хімічні властивості неотама.
21. Застосування неотама.
22. Аспартам калію. Властивості аспартаму калію.
23. Синтез аспартаму калію.
24. Фізико-хімічні властивості аспартаму калію.
25. Застосування аспартаму калію у харчовій та фармацевтичній промисловостях.
26. Ізомальтулоза. Одержання ізомальтулози.
27. Застосування ізомальтулози у кондитерській промисловості.
28. Палатіноза. Одержання палантінози та її застосування.
29. Метилфенхіловий ефір L- α -аспартиламіно-малонової кислоти. Одержання, фізико-хімічні властивості та застосування.
30. Отізон. Фізико-хімічні властивості.
31. Технологія одержання отізону.
32. Загальна характеристика отізону.
33. Застосування отізону в харчовій промисловості.
34. Алітам. Фізико-хімічні властивості алітаму.
35. Застосування алітаму – коректор смаку харчових продуктів.
36. Поліюли – цукрові спирти.
37. Одержання поліолів.
38. Виробництво цукрових спиртів у світі.
39. Лактитол. Джерело одержання лактитолу.
40. Солодкість лактитолу.
41. Використання лактитолу в харчовій, кондитерській промисловостях.
42. Комерційні форми лактитолу.
43. Технологія виробництва лактитолу.
44. Синтез лактитолу.
45. Пробіотичний ефект лактитолу.
46. Гігієнічні нормативи якості та безпеки щодо лактитолу.
47. Асортимент цукрозамінників типу LACTYL.
48. Мальтитол. Характеристика, властивості.
49. Одержання мальтитного сиропу.
50. Використання мальтитолу та мальтитного сиропу в харчовій

промисловості.

51. Гігієнічні нормативи якості та безпеки мальтитолу та мальтитного сиропу.

52. Еритритол. Фізико-хімічна характеристика еритритолу.

53. Метаболізм еритритолу в організмі.

54. Технологія еритритолу за допомогою мікробіологічного синтезу.

55. Застосування еритритолу в харчових продуктах.

56. Властивості еритритолу.

57. Застосування еритритолу у технології низькокалорійних газованих напоїв.

58. Ізомальт. Фізико-хімічні властивості ізомальту.

59. Солодкість ізомальту.

60. Технологія ізомальту.

61. Типи ізомальту та їх призначення.

62. Застосування ізомальту в харчовій, кондитерській та інших промисловостях.

63. D-манніт. Загальна характеристика D-манніту.

64. Властивості маннітолу.

65. Застосування маннітолу.

66. Калорійність поліолів – цукрових спиртів.

67. Вимоги до продуктів із зменшеною калорійністю.

68. Сорбітол. Загальна характеристика.

69. Технологія сорбітолу.

70. Галузі застосування сорбітолу.

71. Ксилітол. Загальна характеристика.

72. Технологія ксилітолу.

73. Використання ксилітолу в харчовій промисловості.

74. Гігроскопічність ксилітолу.

РОЗДІЛ 8. МЕД. МЕД НАТУРАЛЬНИЙ ТА ШТУЧНИЙ

8.1. Продукт бджільництва – мед натуральний

Мед – продукт переробки бджолами квіткового нектару медоносних квітів. Це нектарний або квітковий мед (рис. 8.1.; 8.2.). Склад, колір, аромат меду залежать від рослин, з яких зібрано нектар. Відомий ще падевий мед, який теж належить до натурального. Бджоли виробляють його з медяної роси і паді – солодкої липкої рідини у вигляді крапель на листях рослин – продукту життєдіяльності комах, що на них живуть – трав'янистої тлі, попелиць, у яких залишаються не засвоєними 90 % вуглеводів із висмоктаного рослинного соку. Медяна роса – це солодкий сік, що виділяється листям деяких дерев (дуба, липи, верби тощо) у процесі перепаду температури і вологості. Падевий мед зазвичай темного кольору, тягучий, має неприємний смак і аромат. Мед з паді є незначною частиною продукції і використовується для переробки. У сучасному бджільництві більшість країн світу одержують в основному нектарний мед.



Рис. 8.1. Мед падевий



Рис. 8.2. Мед квітковий

Наприклад, бджоли виробляють мед з нектару, зібраного з 1 га: квіткових дерев духм'яної акації – 1700 г, липи – 1 г, великих жовтих квітів білої гірчиці – 40 кг, квітів дикорослого буркуну – 200, зніту – 600, квітів однієї липи – 16, мадерни – 380, лисової малини – 70, садової малини – 50, соняшнику – 50, фацелії – 1500 кг.

У сотах нектар піддається хімічному перетворенню, що називається дозріванням. Дубильні речовини окиснюються і осаджуються, частина декстринів зцукрюється, а головне, відбувається інтенсивне випаровування води. В останньому процесі, головна масова частка вологи в ньому сягає 18-20 % і майже вся цукроза піддається гідролізу.

8.1.1. Класифікація та асортимент меду

Асортимент продуктів бджільництва (рис. 8.3.).

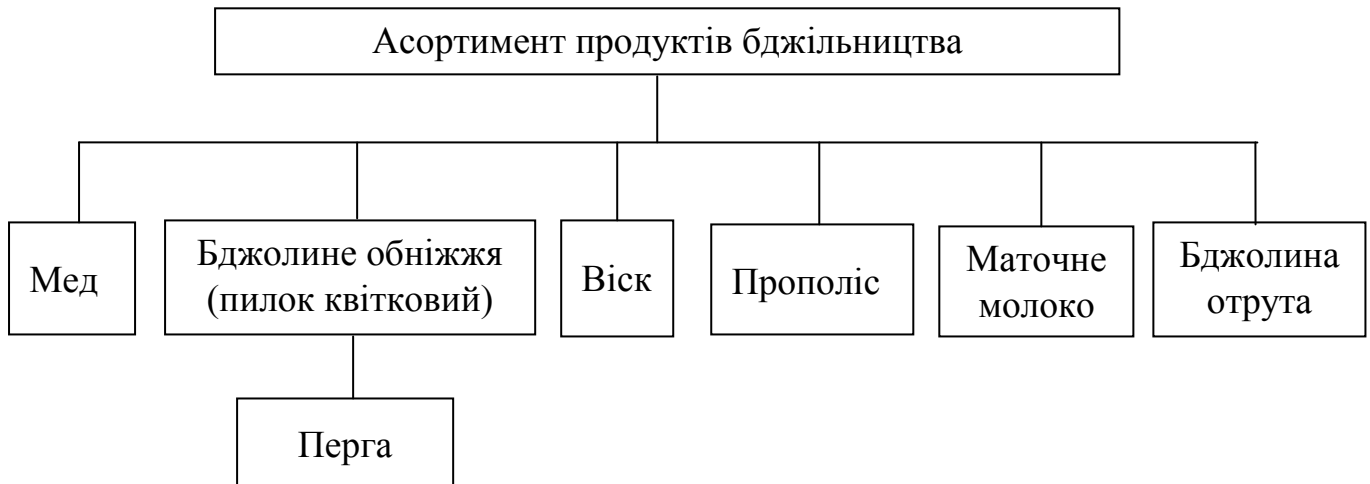


Рис. 8.3. Асортимент продуктів бджільництва

Мед розрізняють за походженням, способом добування, кольором і консистенцією (рис. 8.3., рис. 8.4.).

Якщо нектар зібраний бджолами з одного якого-небудь виду рослин і міститься в більшій кількості, мед називається монофлерним. Таким є мед липовий, кленовий, гречаний, акацієвий та ін.

До поліфлерного (змішаного) належить мед луговий, польовий, садовий, лісовий та ін. Нектар для отримання поліфлерного меду бджоли збирають з різних видів рослин, які відрізняються одна від одної за кольором і ароматом. За способом приготування розрізняють мед самоплинний, який вільно витікає із стільників, пресований і відцентрований, який відокремлюють за допомогою центрифуги. Це найчистіший і найпрозоріший мед. Спосіб отримання меду за допомогою центрифуги найпоширеніший.

За консистенцією розрізняють мед дуже рідкий, рідкий, густий, клейкий і драглистий. Клейкість і драглистість меду зумовлюється своєрідним хімічним складом – наявністю колоїдів, декстринів і цукрози. Розчин цукрози тягучіший, ніж інвертного цукру. Колоїдні речовини є у вересковому меді, тому він дуже важко звільнює комірці стільників під час викачування. В'язкість меду залежить від температури. У процесі охолодження меду від 30 до 20 °С, тягучість його зростає в 4 рази. Більшим попитом користується мед із дрібнозернистою структурою. Але утворення дрібнокристалічної маси природним шляхом, властиве не кожному сорту. Щоб домогтися дрібнозернистої структури, відкачаний мед обробляють «затравкою» – додають 5-10 % дрібнозернистого сорту і витримують при відповідній температурі. Кристалізація ж кормового меду неприпустима.

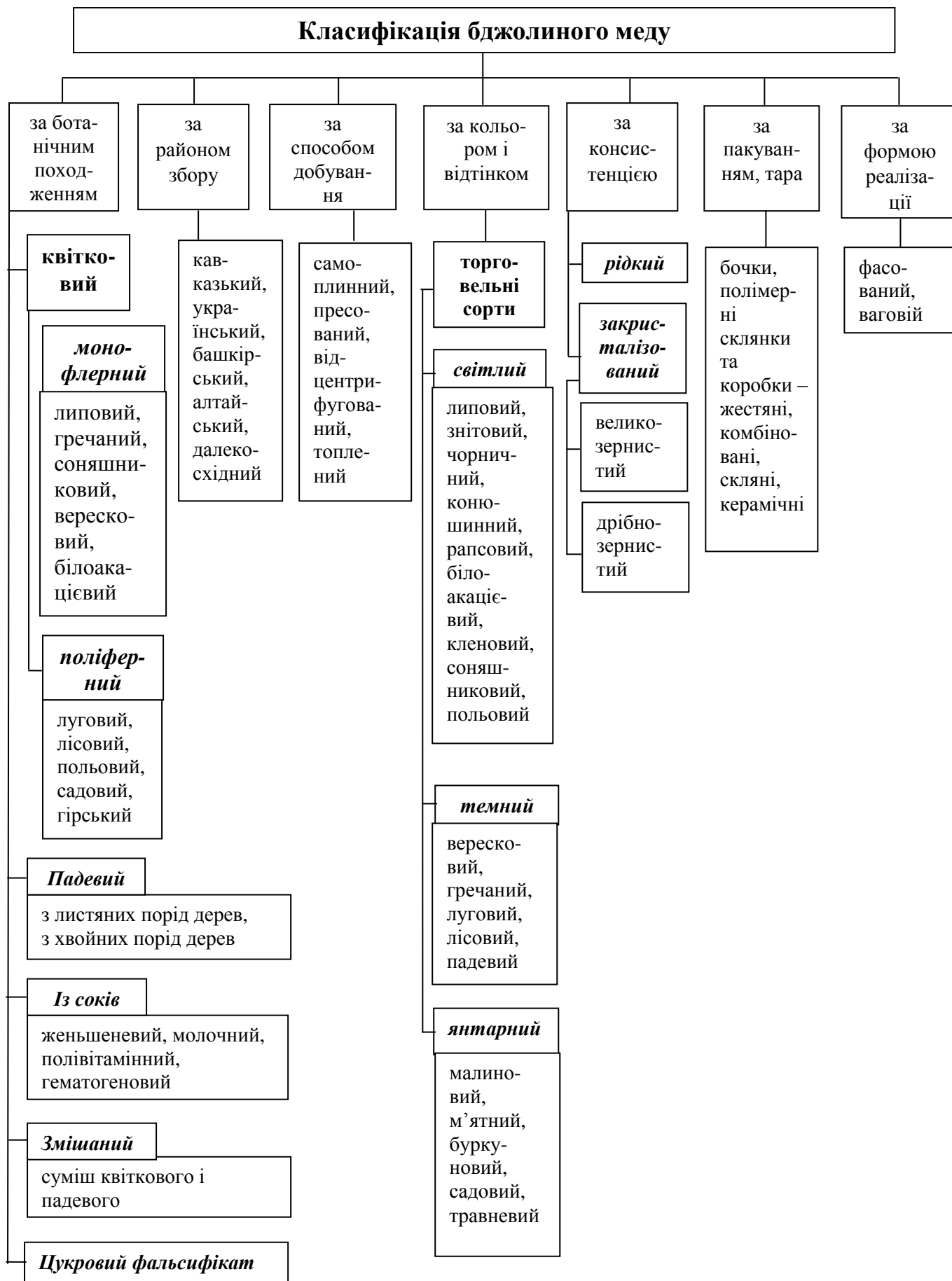


Рис. 8.4. Класифікація та асортимент меду

8.1.2. Деякі сорти квіткового меду

Акацієвий мед (білоакацієвий) – один з найкращих сортів. У рідкому вигляді прозорий, кристалізуючись, стає білим, дрібнозернистим, нагадує сніг. Містить близько 36% глюкози, понад 40 % фруктози.

Гірчичний мед – темно-жовтого кольору, після кристалізації жовтувато-кремовий.

Гречаний мед – від темно-жовтого з червоним відтінком до темно-коричневого кольору, має своєрідний аромат і специфічний смак. Кристалізується в кашкоподібну масу. Містить 37 % глюкози, 40 % фруктози, значно більше білків і заліза, ніж у білих сортах меду.

Буркуновий мед – один із першосортних, світло-бурштинового кольору, з дуже тонким приємним ароматом. Містить близько 37 % глюкози і понад 39 % фруктози.

Знітовий мед – прозорий, із зеленуватим відтінком. Кристалізуючись, стає білим чи вершкоподібним, або салоподібною масою. У разі нагрівання жовтіє.

Липовий мед – кращий сорт меду. Свіжовідкачаний – дуже духмяний, прозорий, слабожовтого чи зеленуватого кольору. Містить 36 % глюкози і понад 38 % фруктози.

Люцерновий мед, свіжовідкачаний, буває від безбарвного до бурштинового кольору. Кристалізуючись, стає білим, має вершковоподібну консистенцію, специфічний смак. Містить близько 37 % глюкози і понад 40 % левулози.

Малиновий мед – білого кольору, має приємний аромат і смак. Містить понад 33 % глюкози і понад 41 % левулози.

Соняшниковий мед – золотистого кольору. Кристалізуючись, стає світло-бурштиновим, іноді зеленуватим. Різниться терпким смаком.

Фацелієвий мед – світло-зеленого і білого кольору. Після кристалізації нагадує тістоподібну масу. Вважається високосортним медом.

Добова фізіологічна норма споживання меду для дорослої людини становить 100-150, для дітей – 30-50 г. У літній період дозу необхідно зменшити у рази.

Стрімке зростання інтересу до продуктів бджільництва пояснюється тим, що і квітковий пилок, і мед впливають благотворно на організм людини у разі фізичної, нервової, психічної перевтоми, розладів у рості та розвитку, вагітності і низки захворювань: анемії, функціональних і органічних уражень серцево-судинних, травних систем, печінки, жовчного міхура, захворювань нервової системи, безсоння, психологічних розладів, ослаблення пам'яті й уваги, ендокринних захворювань, млявої шкіри, випадіння волосся тощо.

8.1.3. Хімічний склад меду

Хімічний склад бджолиного меду (табл. 8.1.) залежить від району медозбору, кормової бази бджоли (виду рослин, їх віку).

До складу бджолиного меду входять більше як 300 різних речовин і мінеральних елементів. Всі вони, у вигляді сухої речовини, становлять в середньому 80 % загальної маси. Решта 1/5 масова частка зрілого меду – вода. Масова частка води більшості сортів меду, зібраних у різних місцевостях країни,

становить близько 18 %.

Зрілий мед у свіжому стані має густу в'язку консистенцію. В'язкість, або тягучість – одна з ознак зрілості продукту.

Таблиця 8.1.

Хімічний склад різних видів бджолиного меду

Назва показників	Мед			
	липовий	гречаний	падевий	бавовниковий
Сухі речовини, %	83,3	77,9	83,0	82,1
вуглеводна частина, %				
редуючі цукри, %	73,6	75,0	65,3	81,9
у т.ч. глюкоза	35,6	31,1	32,1	39,0
фруктоза	38,0	43,9	33,2	42,9
цукроза	1,1	–	3,4	0,7
Декстриноутворювальні речовини, %				
невуглеводна частина				
вода, %	16,7	22,1	17,0	17,9
білки, %	0,12	0,29	0,11	0,07
Азотисті небілкові речовини, %	0,21	0,97	0,61	0,33
мінеральні речовини, %	0,20	0,04	0,62	0,08
у т.ч. мікроелементи, мг				
натрій	10	10	11	10
калій	36	36	35	34
кальцій	14	15	13	14
магній	3	3	2,5	3
фосфор	18	19	18	18
залізо	800	798	754	785
Вітаміни, мг				
B ₁	0,01	0,01	0,01	0,01
B ₂	0,03	0,03	0,03	0,03
PP	0,20	0,22	0,18	0,20
C	2,1	2,3	2,0	2,1
H	0,04	0,04	0,04	0,04
фолієва кислота	15,00	14,5	13,8	14,6
Енергетична цінність, ккал/100 г ккал	327	311	313	337

* Найважливішим ферментом у складі меду є діастаза. Її активність виражається в одиницях Готе. Діастазне число виражає кількість міліметрів 1%-го розчину водорозчинного крохмалю, яке розкладається за одну годину амілолітичними ферментами, що містяться в одному грамі безводного меду. Один міліметр розчину крохмалю відповідає одній одиниці активності (од. Готе). Це число високої ферментативності меду, яке вказує на його якість і морфологічний склад. Діастазне число до 30-50 одиниць Готе, свідчить про високу ферментативну активність. Взагалі, діастазне число може коливатися в межах від 0 до 50 од. Готе.

Фізико-хімічні показники меду такі:

Масова частка, %	
вологи, не більше	21
цукрів, не менше	82
цукрози, не більше	6
*діастазне число, од. Готе, не менше	7
вміст олова, мг, не більше	0,01
оксиметилфурфурол, мг, не більше	25

Оксиметилфурфурол утворюється під час тривалого нагрівання та тривалого зберігання меду, що пов'язано з частковим розкладом глюкози. Він має канцерогенні властивості.

Основна складова меду – цукри. Вони входять до групи вуглеводів, яких у складі меду понад 40. Але його харчова і лікувальна цінність пояснюється передусім великим вмістом простих та інвертних цукрів – глюкози і фруктози. У більшості сортів меду глюкоза і фруктоза значною мірою потрапляє в мед у готовому вигляді з нектару, частина їх утворюється із цукрози під впливом ферментів і кислот у процесі переробки нектару. Високоякісні сорти меду містять близько 75 % простих цукрів. Глюкози, як правило, буває менше (близько 35 %) ніж фруктози (40 %). Від їх співвідношення залежать фізичні властивості меду. Зі збільшенням вмісту глюкози підвищується здатність меду до кристалізації, а зі збільшенням вмісту фруктози він солодший на смак і гігроскопічніший.

Мед містить ще складні вуглеводи – декстрини – продукти неповного розкладу крохмалю. Загальна кількість їх становить найчастіше 1-4%, хоча, в окремих, їх кількість може сягати 12%. Декстрини розчинені у воді перешкоджають кристалізації меду.

Активна кислотність меду в середньому становить рН 3,78. Мед завжди має кислу реакцію, що має значення для ферментативних процесів, що проходять у меді. Від величини активної кислотності залежить смак і бактерицидні властивості меду.

Мінеральні речовини (зола) займають у середньому 0,17 % (від 0,112 до 3,45 %). У меду знайдено 40 макро- і мікроелементів. У сортах меду темного кольору їх більше, що підвищує їхню харчову цінність. Ці неорганічні елементи входять до складу солей або органічних сполук меду. Мінеральний склад меду дуже близький до мінерального складу крові людини.

Ароматичні речовини передаються меду з аромату рослин, з яких зібрано нектар. Аромат меду властивий для кожного сорту. Він зумовлюється занесеними з нектаром різними речовинами, серед яких зустрічаються складні ефіри, альдегіди, кетони, спирти, карбоксильні сполуки. Певний вплив на смакові якості мають органічні кислоти: лимонна, яблучна, глюконова і молочна. Співвідношення їх дуже своєрідне, тому гречаний мед легко відрізнити, наприклад, від липового, коріандрового чи іншого сорту. Мед, вироблений бджолами з цукрового сиропу, без домішок нектару, не має характерного запаху. Ароматичні речовини леткі. Частина їх втрачається в процесі перероблення нектару ще в гнізді бджіл, частина – у процесі відкачування та обробки. Найкраще утримуються ароматичні речовини в запечатаних стільниках. Найчастіше їх немає у свіжому меді.

Барвні речовини надають меду відповідного кольору: від золотисто-бурштинового до коричневого чи темного. Вітамінів у меді небагато, але поєднання

з іншими важливими для організму речовинами, підвищує їхню цінність. В 1г меду міститься 30 мкг аскорбінової кислоти (С); 10 – токоферолу (Е); 4 – пантотенової кислоти (В₃); 3,8 – біотину (Н); 3,1 – ніацину; 3,0 мкг піродоксину (В₂) та ін.

Мед багатий на ферменти. Найбільш активні з них інвертаза, діастаза, каталаза. Роль інвертази відома – вона розкладає цукрозу. Каталаза – фермент, який розкладає пероксиду гідроген і відіграє велику роль у процесі перероблення меду. Діастаза – розкладає крохмаль. Активність її визначається за діастазним числом. Діастазне число характеризує активність ферментів, його визначають за кількістю міліметрів 1 %-го розчину крохмалю, який розкладається за 1 год. діастазою, що міститься в 1 г меду.

У разі нагрівання до високих температур або фільтрації, ферментативна активність втрачається повністю або знижується. Тому для якісного оцінювання меду визначають діастазне число, яке у вітчизняних сортах меду коливається від 1,0 до 30-50 одиниць Готе.

Бувають сорти меду з низьким від природи діастазним числом, хоча за фізико-хімічними показниками вони не поступаються меду, в яких діастазне число вище як 10. Незначна кількість ферментів у таких сортах меду як конюшиновий, буркуновий, щавлевий, білоакацієвий. Низьким показником характеризуються і фальсифіковані сорти меду.

Величина діастазного числа залежить від багатьох факторів: видового складу рослин, з нектару яких виготовлено мед, ґрунтових і кліматичних умов, погоди, інтенсивності нектаровиділення, сили сімей тощо.

Діастазне число меду часто використовують як показник його натуральності, величина його сильно коливається в різні роки, навіть у однакових сортів меду. Нектар має фітонцидні та бактерицидні властивості. Фітонциди нектару – один із факторів природного імунітету, який захищає рослини від інфекції. Вони ж надають меду і антибіотичних властивостей.

8.1.4. Властивості меду

Мед належить до продуктів дієтичного і дитячого харчування. Це смачний продукт, який споживають на десерт у різних видах, а також є цінним компонентом харчових елементів, які відіграють велику роль у процесах асиміляції: виводить отрути та солі важких металів, підвищує працездатність і витривалість організму, зміцнює імунну систему, легко і швидко відновлює сили, легко та швидко засвоюється, має легку послаблювальну дію, використовується під час різних захворювань.

Лікувальні властивості бджолиного меду зумовлені вмістом антибіотиків, гормональних речовин, фенольних сполук (антоціани, катехіни, флавоноїди та ін.), алкалоїдів, біогенних стимуляторів (вітаміни, ферменти), фітонцидів.

Бактерицидні і протимікробні властивості має лише натуральний мед. Лікувальні властивості меду широко використовуються в медичній практиці.

Цукровий мед і мед із плодів соків містить незначну кількість ферментів. Вони належать до фальсифікованих видів.

Органолептичні показники деяких видів меду наведені в таблиці 8.2.

Природність бджолиного меду визначають за діастазним числом, вмістом і складом пилку, виявленням крохмальної та бурякової патоки, інвертного цукру,

кількістю пади.

Умови зберігання бджолиного меду визначаються такими показниками: режимом збирання (температура не більше 10 °С, відносна вологість – не більше як 60%), відсутність сонячних променів, санітарно-гігієнічні вимоги.

Таблиця 8.2.

Характеристика деяких видів меду

Вид меду	Колір	Смак і аромат	Консистенція після кристалізації
Липовий	світло-жовтий, прозорий	добрий смак, сильний аромат липи	тверда однорідна маса
Гречаний	темно-коричневий з червонуватим відтінком, не прозорий	дуже солодкий, сильний аромат	однорідна великозерниста маса
Білоакацієвий	водянисто-прозорий	ніжний смак, тонкий аромат	білосніжна дрібнокристалічна маса
Соняшниковий	від світло-золотистого до яскраво-жовтого	приємний, ніжний смак, слабкий аромат	великозерниста маса
Знітовий	білий	ніжний слабовиражений смак, майже без аромату	білокристалічна маса

Кристалізація цукрів бджолиного меду – природний процес, який не знижує харчову цінність і не погіршує якість меду. Процес кристалізації меду прискорюється при підвищенні температури від 14 до 24 °С. Наявність моноцукрів (глюкози і фруктози) по різному впливає на процес кристалізації меду. Глюкоза прискорює, а фруктоза сповільнює цей процес.

Незважаючи на чутливість до підвищених температур, мед іноді доводиться обробляти теплом, щоб припинити бродіння, або запобігти утримуватися у кристалізованому вигляді, швидше відстояти і процідити. Залежно від технологічного процесу створюють відповідний температурний режим, за якого дія тепла як найменше позначалась би на якості продукції. Так, з метою пастеризації, проводять короткочасне (1 хв.) нагрівання до 70-73 °С і одразу ж різко охолоджують до 25 °С. Такий режим можна забезпечити за допомогою спеціального устаткування. Для розчинення кристалів меду достатньо нагріти його до 48-50 °С.

Гігроскопічні властивості меду виявляються неоднаково. У вогкому приміщенні його верхні шари добре вбирають і утримують воду, внаслідок чого створюється сприятливе середовище для дріжджових грибків та іншої мікрофлори (мед закисає), а в сухому приміщенні, навпаки, мед втрачає вологу і густішає, що сприяє кращому зберіганню.

Дефектами меду є його зволоження за рахунок адсорбції вологи навколишнього

середовища, адсорбції сторонніх запахів, бродіння та підвищення його забарвленості. Актуальне бродіння відбувається у зволоженому меді під дією осмофільних дріжджів при температурі від 11 до 19 °С. В літературі відомо, що мед, який довго зберігався в дуплах дерев, зброджував і ставав солодким хмільним напоєм.

Потемніння меду відбувається у разі зберігання в алюмінієвій тарі та в результаті процесу меланоїдиноутворення. Колір меду визначає його якість. Кращим вважається прозорий, світлий натуральний продукт. Доброякісний мед має бути чистий, без гіркуватого чи пекучого смаку, не кислий і не зброджений. Розчинений у воді він не повинен утворювати каламуті й осаду, які підтверджують наявність у ньому домішок.

8.2. Штучний мед

Штучний мед отримують шляхом інверсії цукрози під час нагрівання підкисленого сиропу (рис. 8.5.).



Рис. 8.5. Виробництво штучного меду

Сировина для одержання штучного меду є бурякові або тростинні цукропродукти, які крім моно- і дицукрів, містять біологічно активні речовини, мікро- та макроелементи, амінокислоти, органічні сполуки. Спосіб одержання штучного меду складається з таких технологічних операцій: фільтрування напівпродуктів цукрового виробництва з використанням флокулянту, очищення фільтрату активним вугіллям за контрольованих значень температури, рН та тривалості процесу, фільтрування цукрово-вугільної суспензії, гідролізу цукрози фільтрованого сиропу лимонною кислотою до заданих значень вмісту моно- та дицукридів, згущення сиропу, додавання вітамінів В₁, В₂, С. На завершальній стадії процесу, інвертний сироп змішують із бджолиним медом, або крохмальною патокою, або з медовою есенцією. (рис. 8.6.).

Штучний мед – це в'язка сиропоподібна маса, що має солодкий смак, чистий запах медового аромату. Колір – від світлого до темно-бурштинового. Масова частка сухих речовин – не менше як 78, редукуючих речовин – не менше як 60 %.

Умови зберігання штучного меду визначаються такими показниками: режим зберігання (температура від 0 до 20 °С, відносна вологість – не більше як 75 %), відсутність сонячних променів, санітарно-гігієнічні вимоги.

Гарантійний термін зберігання – 9 місяців від моменту виготовлення.



Рис. 8.6. Технологічна схема одержання штучного меду

Питання для самоконтролю до розділу 8

1. Види меду.
2. Характеристика натурального меду.
3. Падевий мед. Характеристика падевого меду.
4. Асортимент продуктів бджільництва.
5. Класифікація бджолиного меду.
6. Характеристика поліфлерного меду.
7. Поділ меду за способом приготування.
8. Поділ меду за консистенцією.
9. Сорти меду та їх характеристика.
10. Добова фізіологічна норма споживання меду.
11. Хімічний склад меду.
12. Вплив меду та його продуктів на здоров'я людини.
13. Зрілий мед та його характеристика.
14. Фізико-хімічні показники меду.
15. Основні складові меду. Їх характеристика.
16. Кислотність меду.
17. Макро- та мікроелементний склад меду.
18. Барвні речовини та їх значення.
19. Ферменти меду.
20. Діастазне число меду та від чого воно залежить.

21. Нектар та його характеристика.
22. Характеристика деяких видів меду.
23. Властивості меду та їх значення.
24. Визначення природності натурального меду.
25. Умови зберігання натурального меду.
26. Гігроскопічні властивості меду.
27. Умови потемніння меду.
28. Одержання штучного меду.
29. Етапи виробництва штучного меду.
30. Технологічна схема одержання штучного меду.
31. Характеристика штучного меду.
32. Масова частка сухих речовин у штучному меді.
33. Умови зберігання штучного меду.
34. Гарантійний термін зберігання штучного меду.

РОЗДІЛ 9. СИНЕРГІЗМ СУМІШЕЙ ПІДСОЛОДЖУВАЧІВ ТА ЦУКРОЗАМІННИКІВ

9.1. Синергетичний ефект підсолоджувачів і цукрозамінників та технологічні вимоги для них

Заміну сахарози в продуктах харчування іноді буває дуже важко здійснити, тому що вона має натуральний солодкий смак, а підсолоджувачі володіють солодкістю штучною, неприродною. Для регулювання смаку підсолоджувальних речовин, на практиці найчастіше застосовують суміші підсолоджувачів.

При виробництві харчових продуктів з підсолоджувачами необхідно враховувати наступні технологічні вимоги:

1) масу внесеного підсолоджувача (цукрозамінника) розраховують виходячи з його орієнтовного коефіцієнта солодкості за формулою:

$$П = С/К_{\text{сол.}}$$

де П – маса підсолоджувача, кг;

С – маса замітника цукру;

$K_{\text{сол.}}$ – орієнтовний коефіцієнт солодкості підсолоджувача.

Коефіцієнт, що показує у скільки разів речовина солодша від цукру, називають орієнтовним коефіцієнтом солодкості ($K_{\text{сол.}}$). Для цукру $K_{\text{сол.}} = 1$. При визначенні коефіцієнта солодкості порівнюють солодкість розчину досліджуваної речовини і 9 %-го розчину сахарози.

Сила солодкості – коефіцієнт солодкості – не є величиною постійною і може змінюватись в дуже широких межах. Вона залежить від багатьох чинників: від концентрації підсолоджувача, кислотності харчового продукту, температури, присутності інших смакових речовин, особливо солодких.

2) розраховану дозу підсолоджувача або цукрозамінника уточнюють за результатами дегустації, причому заміна цукру підсолоджувачем може бути як повною, так і частковою. Зменшення маси сировини при заміні цукру підсолоджувачем, компенсують збільшенням так званих особливих наповнювачів. Для цього використовують гідролізати крохмалю, воду, декстрозу, карбоксиметилцелюлозу та ін.

Таким чином, інтенсивні підсолоджувачі рекомендується застосовувати у вигляді водних розчинів. Стабільність внесеного в продукт підсолоджувача залежить від фізико-хімічних характеристик продукту. Чим нижча температура зберігання продукту, тим довше зберігається його солодкість. Застосування багатьох підсолоджувачів вимагає також додаткового використання консервантів або інших харчових добавок.

При цьому можливий прояв синергічного ефекту двох типів.

1. Якісний синергізм – поліпшення смаку суміші (тобто наближення до смаку натурального цукру) при використанні декількох підсолоджувачів замість одного, що пов'язано з так званими профілями смаку індивідуального підсолоджувача. Наприклад, ацесульфам калію відрізняється швидким проявленням, але малостійким смаком солодоців, який відносно швидко проходить. Солодкість аспартаму настає з деяким запізненням (на 4-5 секунд), але тримається тривалий час (76-77 с). Тому комбінація профілів смаку індивідуальних підсолоджувачів, дає певного,

неповторного відчуття солодкого. Поєднуючи різні підсолоджуючі речовини, можна домогтися смаку, який найбільшою мірою наближений до смаку цукру.

2. Кількісний синергізм – зниження доз підсолоджувачів при їх спільному використанні за рахунок взаємного посилення солодкості, завдяки чому значно знижуються витрати натурального цукру на виготовлення продукту.

Сумішеві підсолоджувачі або сумішеві цукрозамінники в основному підбирають індивідуально. При їх змішуванні можливий прояв синергетичного ефекту. «Якісний» синергізм проявляється в поліпшенні смаку при використанні декількох підсолоджувачів замість одного. Наприклад, солодкість ацесульфаму калію відчувається миттєво, але ненадовго, а солодкість аспартаму проявляється не відразу, але тримається тривалий час. Змінюючи співвідношення обох речовин у суміші, смак її можна наблизити до смаку цукру. «Кількісний» синергізм – це взаємне посилення солодкості різних підсолоджувачів. Наприклад, 30 мг суміші рівних частин аспартаму і ацесульфаму, володіють такою солодкістю, яку мають 500 мг кожного з цих підсолоджувачів окремо.

Цукрозамінники за силою солодкості, на відміну від підсолоджувачів, незначно відрізняються від сахарози. Набуло поширення застосування цукрозамінників у вигляді суміші різних за хімічною природою речовин, що часто призводить до виникнення ефекту синергізму (взаємного підсилення солодкості). Крім того, застосування таких сумішей надає можливість надати готовій продукції профіль солодкості, який неможливо створити, застосовуючи тільки індивідуальні цукрозамінники.

Цукрозамінники, які надають харчовим продуктам солодкий смак, у харчових технологіях і в харчових системах можуть виконувати окремі функції сахарози і використовуватися при виробництві харчових продуктів.

Незначною солодкістю володіє ксиліт, найменшою лактит. Солодкість цукрозамінників збільшується при їх змішуванні (синергетичний ефект). Підвищеною солодкістю володіють суміші сорбіт-ксиліт, ксиліт-мальтит і т.д. Саме суміш ксиліту з сорбітом (60 і 40 %) володіє солодкістю сахарози. Сорбіт та сорбітовий сироп, як цукрозамінник виконують роль текстуратора, комплексоутворювача. Це суміш (7 і 9 %) без кольору, в'язка, солодка на смак.

Варто зазначити, що на відміну від інтенсивних підсолоджувачів, збільшення солодкого смаку в цукрозамінниках відбувається при збільшенні їх концентрації.

Суміш фруктози і сахарину, а також фруктози і цикламати, можна успішно використовувати як низькокалорійні підсолоджуючі засоби. Синергізм суміші фруктози і сорбіту пригнічує гіркуватий присмак сахарину. Особливо це стосується лимонного напою або коли.

Вплив суміші сахарози-фруктози (56 % і 68 %) позитивно впливає на якісні властивості при виготовленні різноманітних кексів.

При використанні суміші аспартам-ацесульфам калію потрібно враховувати, що в напоях аспартам лише обмежено стабільний. Тому іноді доцільно змішувати співвідношення замінників цукру в сторону надлишку ацесульфаму.

Вдале сполучення цикламати й сахарину дає можливість досягти доброго смаку. Продукт випускається у вигляді пігулок, порошку або сиропу. Основні галузі його застосування – виробництво безалкогольних і алкогольних напоїв, консервованих компотів, соків, морозива й печива. Використання такої суміші дає

можливість виробляти продукти, придатні для всіх споживачів.

У Швейцарії розроблено підсолоджувальну суміш для хворих на цукровий діабет. Суміш призначена також для використання у виробництві кондитерських виробів, сиропів і ліків. Склад суміші, %: ксиліт – 18-22, сорбіт – 18-82, фенілаланінметиловий ефір – 0,14-0,18. Ступінь солодкості – 0,8-1. Суміш готують просіюванням кристалічного сорбіту через сито з вічками 0,5мм, змішуванням ефіру з сорбітом, додаванням ксиліту і кінцевим перемішуванням всіх компонентів.

9.2. Суміші підсолоджувальних речовин, їх склад та застосування

Смаковий профіль окремих інтенсивних підсолоджувачів (аспартам, сахарин, сукралоза та ін.) може відрізнятися від смакового профілю сахарози, солодкість може надходити поступово, швидко зникати чи довго затримуватися, окремі підсолоджувачі мають свій особливий гіркуватий, солодкуватий, металевий присмак. Ці недоліки можна усунути, створюючи спеціальні суміші підсолоджувачів (комплексні харчові добавки), при цьому в окремих випадках вдається отримати синергетичний ефект, що дозволяє не тільки покращити смакову гаму, а й зменшувати кількість використаних підсолоджувачів.

На основі аспартаму виробляють «Аспасвіт» (варіанти суміші аспартаму з цикламом, сахарином, ацесульфамом) за ступенем солодкості від 200 до 450, аспартин (суміш аспартаму, сахарину і цикламату), «Сламікс» (суміш аспартаму, ацесульфаму і цикламату) із ступенем солодкості до 400, «Євросвіт» (суміш аспартаму, ацесульфаму, сахарину і цикламату) «Сладекс».

Для підсолодження напоїв, використовують суміш сахарози з неогесперидин дигідрохалконом у співвідношенні 1:3.

Компанія «Сентрис» розробили суміші підсолоджувачів цикламату натрію, ацесульфаму калію, аспартаму, сахаринату натрію. Найважливіші з них:

«Ріосан» – підсолоджувач на основі аспартаму і ацесульфаму калію. Солодкість суміші – 300;

«Аспамікс 350 – екстра» - суміш на основі аспартаму й сахарину. Рекомендована для citrusових напоїв. Відносний ступінь солодкості – 350;

«Аспамікс 350 Плюс» – суміш на основі аспартаму, сахарину. Рекомендована для citrusових напоїв. Відносний ступінь солодкості – 350;

«Аспамікс 200 Плюс» – суміш на основі аспартаму, сахарину, цикламату. Рекомендована для напоїв. Відносна солодкість – 200;

«Аспамікс 200 Люкс» – суміш на основі цукрози й аспартаму. Створює насиченість смаку. Відносний ступінь солодкості – 200. Рекомендована для використання у рецептах будь-яких типів напоїв, молочної продукції, включаючи морозиво;

«Аспамікс 100» – суміш на основі сахарину й цикламату. Відносний ступінь солодкості – 100. Рекомендується для застосування в кондитерській, консервній і хлібопекарській промисловості.

Наведені суміші не мають стороннього присмаку, в харчових продуктах інертні, не є живильним середовищем для мікроорганізмів, тому сприяють кращому зберіганню харчових продуктів.

Комплексний підсолоджувач «Сладін» (Росія) є сумішшю компонентів

цикламату натрію, сахаринату натрію, сукралози і наповнювача (глюкози чи мальтодекстрину) з коефіцієнтом солодкості 100-450.

Суміші синтетичних підсолоджувальних речовин комбінують з іншими добавками. Так, німецька фірма «Viktor Gutohoff and Lonardt GmbH» випускає суміш, що складається з цикламату – 65 %, сахарину – 5 %, лактози і винної кислоти, з торговельною назвою «Subkraft». Це безкалорійний продукт, легкорозчинний у воді, витримує термічну обробку. Вдале поєднання цикламату й сахарину дає можливість досягти доброго смаку. Продукт випускається у вигляді таблеток, порошку або сиропу. Основні галузі його застосування – виробництво безалкогольних і алкогольних напоїв, соків, морозива й печива. Використання такої суміші дає можливість виробляти продукти, придатні для всіх споживачів.

У Швейцарії розроблено підсолоджувальну суміш для хворих на цукровий діабет. Суміш призначена також для використання у виробництві кондитерських виробів, жувальних гумок, сиропів і ліків. Склад суміші, %: ксиліт – 18-22, сорбіт – 78-82, фенілаланінметиловий ефір – 0,14-0,18. Ступінь солодкості – 0,8-1,2. Суміш готують просіюванням кристалічного сорбіту через сито з вічком 0,5 мм, змішуванням ефіру з сорбітом, додаванням ксиліту і кінцевим перемішуванням усіх компонентів.

Відома підсолоджувальна суміш «Світлин» – солодкість дієтична» (Росія), складається з компонентів: аспартаму, натрієвої солі, сахарину, сукралози, цикламату в різних співвідношеннях з наповнювачами – сахарозою, глюкозою та ін.

Підсолоджувач «Сладін ПКС-100» (Росія) добре розчинний у воді, термостабільний, оптимальне значення рН 3,3-9,0.

«Корвітал» – суміш моногідрату кристалічної декстрози (глюкози) і сахарину, 1 г якої за солодкістю, еквівалентний 1 г сахарози.

«Сіонон» (західна Європа) і «Глюконом» (Угорщина) – суміші сорбіту й сахарину, 1 г якої за солодкістю відповідає 1 г сахарози.

Існують таблетки «Полісетт» (Угорщина), які складаються з 19 частин цикламату і 1 частини сахарину. Крім цього, в Угорщині виготовляють освіжаючі напої «Арола» із застосуванням підсолоджувачів – фруктоза + сахарин, зі смаком лимона, або інвертний цукор + сахарин, зі смаком апельсина. Із застосуванням фруктози + цикламат виготовляють компоти для діабетиків.

Комбінація фруктоза + сахарин мають досить приємний смак і у теплому стані в 1,5 рази солодші за відповідний розчин чистої сахарози. Наприклад, 5 мг сахарину у 100 см³ води, мають таку саму солодкість, як 7,5 г сахарози, розчиненої так само.

Виробники харчових продуктів у всьому світі надають перевагу сумішам підсолоджувачів, виготовлених у промислових умовах із дотриманням оптимальної температури – 21 °С і відносної вологості 40 %.

Підсолоджувальних речовин і виготовлених на їхній основі сумішей у наш час дуже багато, й кількість їх постійно росте. У зв'язку з цим, важливо вміти розраховувати солодкість різних сумішей.

Максимальні концентрації підсолоджувачів у харчових продуктах наведено в таблиці 9.1.

Зменшення маси сировини у разі заміни цукру інтенсивними підсолоджувачами, компенсується збільшенням кількості інших компонентів (фруктово-ягідні, пектиновмісні наповнювачі, молоко), або заміною частки цукру

такими економічними наповнювачами, як вода, карбоксилметилцелюлоза (КМЦ), декстроза та ін.

Таблиця 9.1.

Максимальні концентрації підсолоджувачів у продуктах, мг/кг

Продукти	Сукра- лоза	Саха- рин	Цикла- мат На	Ацесуль- фам К	Аспар- там
Безалкогольні напої на основі ароматизаторів (есенцій), фруктових соків, молочних продуктів	150	60	400	350	600
Десерти, ароматизовані на воді, на зерновій, фруктовій, овочевій, молочній, жовткової, жировій основі	50	75	250	350	1000
Кондитерські вироби на основі крохмалю	420	225	500	1000	2000
Кондитерські вироби на основі какао	420	225	500	500	2000
Жувальна гумка	–	900	1500	2000	5500
Сендвічі з начинкою на основі какао, молочних продуктів, сухофруктів, жирів	420	150	500	1000	1000
Морозиво	150	75	250	800	800
Фрукти консервовані, джеми, варення, мармелад	150	150	1000	1000	1000
Продукти переробки фруктів і овочів	150	150	250	350	1000
Фруктові й овочеві кисло-солодкі пресерви	150	120	–	200	300
Риба, ракоподібні в маринаді, пресерви	150	120	–	200	300
Соуси	150	120	–	350	300
Гірчиця	150	240	–	350	350
Борошняні кондитерські й хлібобулочні вироби	390	130	1600	1000	1700
Суміші харчові, повноцінні для зниження ваги тіла	390	180	400	450	800

Використовувати цукрозамінники та інтенсивні підсолоджувачі рекомендується, попередньо розчинивши їх у невеликій кількості підсолоджуваного продукту чи в одному з його компонентів. Найчастіше підсолоджувачі використовують у водних розчинах. Розчини додають до продукту зазвичай перед останньою операцією перемішування, а цукрозамінники – так само, як і цукор – у вигляді сиропу.

9.3. Розчини підсолоджувачів та сиропи цукрозамінників, їх приготування і зберігання

Водні розчини інтенсивних підсолоджувачів можуть мати різні концентрації, залежно від розчинності останніх (табл. 9.2.).

Таблиця 9.2.

Склад розчинів підсолоджувачів

Назва показника	Концентрація розчину, %		
	1	5	10
Кількість на 1 кг розчину: підсолоджувача, води, мл	10 990	50 950	100 900
Кількість підсолоджувача в 10 мл розчину, г	0,1	0,5	1,0

Для аспартаму можна рекомендувати приготування розчинів концентрацією 1 %, для сукралози – 5, для інших індивідуальних підсолоджувачів чи сумішей – 10 %.

Необхідну кількість сухого підсолоджувача зважують з похибкою не більше як 2 % і розчиняють, перемішують, приблизно в 0,5 л питної води. Воду рекомендується підігріти до 60-80 °С. Після повного розчинення підсолоджувача (5-10 хв.), в отриманий розчин, перемішуючи, додають воду, що залишилось, і після охолодження до 20-40 °С розчин фільтрують через шар білої бавовняної тканини. Необхідні кількості підсолоджувача і води для приготування розчинів різної концентрації висвітлено у таблиці (табл. 9.2.).

Кожна посудина з розчином повинна бути оформлена етикеткою, де вказується назва підсолоджувача, склад розчину і дата виготовлення.

Розчини інтенсивних підсолоджувачів зберігають у темному місці при температурі 5-15 °С. Водні розчини підсолоджувачів не можна зберігати більше одного року, а водний розчин аспартаму – більше трьох-чотирьох місяців. Тривале зберігання розчинів може призвести до розкладу підсолоджувачів на нешкідливі, але не солодкі складові.

Харчова експертиза підсолоджувачів не передбачає визначення мікробіологічних показників, хоча загальний вміст мікроорганізмів, у тому числі патогенних, може свідчити про порушення умов їх пакування, зберігання і реалізації. Для запобігання мікробіологічному розкладу, рекомендується додавати до розчинів консерванти – бензонат натрію чи сорбат калію. У цьому разі для приготування розчину підсолоджувача, використовують води на 150 мл менше, ніж зазначено в табл. 9.2. У цих 150 мл води розчиняють 0,8 г консерванта, суміш вливають у розчин підсолоджувача і ретельно перемішують.

Сиропи цукрозамінників, так само як і цукрові сиропи, можна отримувати в сироповарильних агрегатах, у секційних апаратах, а також за допомогою іншого обладнання, що забезпечує інтенсивне розчинення заміниacza цукру.

Цукрозамінник, попередньо зважений, завантажують у лійку сироповарильного агрегату через сито з розміром вічок не більше як 5 см. У агрегат заливають питну воду і вмикають мішалку та підігрівник. При цьому

цукрозамінник розчиняється і сироп уварюється до вологості 18 %. Профільтрований сироп подають у збірник з паровим обігрівом.

Підсолоджувачі та цукрозамінники зберігають у сухих прохолодних, захищених від світла приміщеннях, у щільно закритих посудинах. Термін придатності сухих цукрозамінників і підсолоджувачів – п'ять років та більше.

Питання для самоконтролю до розділу 9

1. Явище синергізму. Використання його у виробництві суміші підсолоджувачів та цукрозамінників.
2. Ступінь солодкості суміші підсолоджувачів.
3. Коефіцієнт солодкості підсолоджувача, його значення.
4. Якісний синергізм.
5. Кількісний синергізм.
6. Різниця між цукрозамінниками та підсолоджувачами за силою солодкості.
7. Характеристика сумішей цукрозамінників.
8. Характеристика сумішей підсолоджувачів.
9. Суміші підсолоджувачів та цукрозамінників на світовому ринку та їх характеристика.
10. Використання сумішей підсолоджувачів.
11. Використання сумішей цукрозамінників.
12. Склад сумішей підсолоджувальних речовин та їх застосування.
13. Застосування сумішей синтетичних підсолоджувальних речовин.
14. Максимальні концентрації підсолоджувачів у продуктах. Наведіть приклади.
15. Умови використання цукрозамінників та інтенсивних підсолоджувачів у приготуванні харчових продуктів.
16. Склад розчинів підсолоджувачів.
17. Рекомендації щодо приготування розчинів цукрозамінників.
18. Готування, дозування і зберігання цукрозамінників.
19. Готування, дозування і зберігання підсолоджувачів.
20. Вимоги до зберігання цукрозамінників та підсолоджувачів. Терміни їх зберігання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Адамчук Т.В. Подсластители в продуктах питания / Т.В. Адамчук // Проблемы питания и здоровья. – 1996. – № 1. – С. 22-34.
2. Адамчук Т.В. Стевія та підсолоджувачі на її основі / Т.В. Адамчук // Проблеми харчування. – 2012. – 1-2. – С. 57-60.
3. Антоненко Н. Заменители сахара и их смеси в производстве безалкогольных / Н. Антоненко // Пищевые технологии. – 2007. – № 2. – С. 8-83.
4. Баланси та споживання основних продуктів харчування населення України: статистичний збірник за 2004 рік / Державний комітет статистики України; під заг. кер. Ю.М. Остапчука. – К., 2005. – 56 с.
5. Бугаенко И.Ф. Заменители сахара / И.Ф. Бугаенко // Пищевая промышленность. – 1988. – № 2. – С. 51-53.
6. Бутова С.Н. Перспективы использования сапонинов в пищевой промышленности / С.Н. Булатова, В.А. Сальникова // Вестник российской академии естественных наук. – 2015. – № 1. – С. 8-84.
7. Бугаенко И.Ф. Сахар и заменители / И.Ф. Бугаенко. – М.: ООО «Телер», 2004. – 75 с.
8. Видерштейн Г.Ф. Биохимические основы гликозидов / Г.Ф. Видерштейн. – М., 1988.
9. Дорохович А.М. Замінники цукру / А.М. Дорохович // Харчова та переробна промисловість. – 1994. – № 1. – С. 16.
10. Дорохович В.В. Дослідження впливу та нетрадиційних замінників на формування структури тістових мас і готових кексів для хворих на цукровий діабет / В.В. Дорохович // Прогресивні тахніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: Збірник наукових праць. – 2006. – Вип. 2.
11. Дудкин М.С. Новые продукты питания / М.С. Дудкин, Л.Ф. Щелкунов. – М.: МАИК. Наука. – 1998. – 304 с.
12. Корпачёв В.В. Сахар и сахарозаменители / В.В. Корпачёв. – К.: Книга плюс. – 2004. – 30 с.
13. Ластухин Ю.О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості: Навч. посібник / Ю.О. Ластухин. – Львів: Центр Європи, 2009. – 836 с.
14. Левицький А.П. Отримання глюкозо-фруктозного сиропу з цукрового сорго / А.П. Левицький, А.В. Гамандій, Л.Г. Білостоцький та ін. // Цукор України. – 1996. – № 3. – С. 21-22.
15. Міцик В.Ю. Нові дієтичні продукти з цукрозамінниками: Консп. лекцій / В.Ю. Міцик. – К.: КТЕІ, 1993. – 59 с.
16. Нестерина М.Ф. Химический состав пищевых продуктов / Под ред. М.Ф. Нестерина и И.М. Скурихина. – М., 1979. – 248 с.
17. Полумбрик М.О. Вуглеводи в харчових продуктах і здоров'я людини / М.О. Полумбрик. – К.: Академперіодика, 2001. – 487 с.
18. Рудницкий П.В. К вопросу о медико-биологических основах пищевых продуктов // Химия и технология пищ. продуктов: Сб. науч. тр. / П.В. Рудницкий, В.Г. Артюхов. – К., 1990. – С. 12-21.
19. Скурихин И.М. Всё о пище с точки зрения химика. Справ. издание. / И.М. Скурихин. – М.: Высш. шк., 1991. – 88 с.

20. Стародуб Т.В. Не все те цукор, що солодке / Т.В. Стародуб // Вісник цукровників України. – 2007. – №7 (14). – С. 34-37.
21. Тутельян В.А. Биологически активные добавки в профилактическом и лечебном питании. Эволюция взглядов и подходов / В.А. Тутельян // Биологически активные добавки к пище и проблемы здоровья семьи: V междунар. симпозиум: материалы. – Красноярск, 2002. – С. 35.
22. Українець А.І. Технології цукропродуктів і цукрозамінників: Навч. посіб. / А.І. Українець, Н.І. Штангеева, Л.С. Клименко. – К.: НУХТ, 2009. – 231 с.
23. Федорченко Л.О. Технологія природних харчових сорбентів / Л.О. Федорченко, Т.О. Сімахіна. – К.: НУХТ, 2006. – 105 с.
24. Хорлин А.Д. Структура и функции активных центров ферментов / А.Д. Хорлин. – М., 1974. – С. 39-69.
25. Черних В.П. Органічна хімія / Б.С. Зіменковський, І.С. Гриценко / За заг. ред. В.П. Черних. – Х., 2008.
26. Ярёмченко В.В. Перспективы применения заменителей сахара аспартама и ацесульфама К в пищевой промышленности и медицине / В.В. Ярёмченко, Г.К. Дроговоз, Н.А. Нагурная и др. // Химия и технология пищ. продуктов: Сб. науч. тр. – К. – 1991. – С. 97-102.
27. Glycemic Research Institute: Glycemic Index Dified.
28. Jamada H. Synthesis and Structure Revision of intensely Sweet Saponin Osladin / H. Jamada, M. Nishizana / Org. Chem. 1995. – 60(2). – p. 386-397.
29. Jamashita H. Purification and complete aminoacid sequence of a new type of sweet protein taste-modifying activity, curculin / H. Jamashita et al. // The Journal of Biological Chemistry. – 1990. – Vol. 265 (26). – p. 157-160.
30. Jang C.R. Advances in Plant Glicjsides Chemistry and Biology in Proceedings of the International Symposium of Haut Glicosides / C. Jang, O. Tanaka. – August 12-15, 1997, Kunming, China, Elsevier. – 1999.
31. Japanese Foods That Heal: Using Traditional ingredients to Promote Health: Johnand Jan Bellame.
32. Salminen S. Functional food science gastrointestinal physiology and function. Br. J. Natur 80. / C. Bouley, MC. Boutron-Ruaut et all. – Suppl. 1. – 1998, p. 147-17.
33. Wenliang Gu. World journal of microbiology and biotechnology / Gu. Wenliang, Xia Qiyn, Yao Jung, Fu Shaoping, Guo Jianchun, Hu Xinwen. – 2015. –V. 31. – 4. – p. 557-567.
34. Chemister.ru/Database/properties.php.dbid=18id=5457
35. www.e-pitanie.ru/pischevie_dobavki/saharozameniteli/e966.php
36. ito.vspu.net/d_ppz/el_ppz/files/kademya/Web_posibnuk/.../pidsdod.htm
37. 1000.menu/table/25206-neotam-innovacionnyi-saxarozamenitel
38. diabetdieta.ru/neotam-uluchshennaya-savremennaya-versiya-aspartama
38. www.ioduv.com/index.php.option-com_contents-view=artide8-id=14
39. www.tiensmed.ru/new/lactoza-ex6.html
40. food and heatth.ru
41. edapius.info/food-components/lactose.html
42. www.pudtechy.ru/anatifizid/927/
43. dovidka.biz.ua/u-jakih-produktah-mistitsya-lactoza/
44. referaly.net.ua/referaly/referat_65533html

45. <http://foodandhealth.ru/komponenty-pitaniya/maltoza/>
46. slideshare.net/svitlanabondarenko/ss-75665630
47. [https://swechtproteon.wordpress.com\(tad\)monelina/](https://swechtproteon.wordpress.com(tad)monelina/)
48. zoodub.org.ua/domashnie-rasteniya/18033-magicheskij-frukt-ili-puteriya-sladkovataya.html
49. likar.info/endokrinologiya/article-35327-solodke-bez-tsukru-tsukrozaminniki-ta-pidsolodzhuvachi-u-harchuvanni-lyudini/
50. chemister.u/database/properties.php&dbid=18ud=6746
51. healthyeating.sfgute.com/health-benefits-amazake-1416.html
52. gx.zao.com.ua/u-receptah-zustrichaetsja-zolotij-sirop-vi/
53. namnams.info/poverhnastno-aktivnye-veschestva-pichevyyh-produktov-s-rastitelnymi-dobavkami/
54. uk.wikipedia.org/wiki/тауматин
55. naturing.ru/products/plantextracts/product_82.html
56. shop.soyka.ru/article/agava-unikalnoe-rasutnie
57. bodydestclub.com/pitanie-dlya-fitnessa/diety-bezopasnye-zameniteli-sahara.html
58. xcook.info/product/pekmez-bekmes.html
59. <http://www.japantimes.co.jp/life/2016/02/19/foody/amazake-wintertime-sake-ignt-secms/8p>
60. zhenliyongjiu.livernal.com/20162.html
61. livestrong.com/MyPlate:Amazake
62. diagnoz.net.ua/diagnoz/155207-podsolodzhuvach-a-bo-naturalni-zaminniki-cukru.html
63. zdorovia.com.ua/harzchuvannjz/170767-prirodnia-rechovinyakimi-mozna-zaminiti-cukor
64. stopbobzni.net/cikava-informazia/3685-koryst-i-chkoda-fruktozy.html
65. www.systopt.com.ua/newsread/items/fruktoza.html
66. <https://msn.khnu.km.ua/mod/resource/view.php&id=190721>
67. findpatent.com.ua/patent/150/1507799
68. pidruchnik.com/14351021/tovaroznavstvo/glykozofruktozny_sirop
69. www.abcslim.ru/articles/1467/icshem-naturalnye-zamenitels-sahara/
70. www.elementoorganika.ru/Rice.html
71. <https://lady.mail.ru/product/sahar-sorgovyj/>
72. agronet.com.ua/trostinnij-tsukor-korist-chi-shkoda.html
73. kovel.city/news/trostinniytsukor-korist-i-riznovidi
74. osobista.in.ua/kokosovyj-tsukor-z-kokosa-korysni-vlastyvosti-i-shkoda-zastosuvannya.html
75. brovarnya-rivne.com/articles/zdorove/kokosovij-sahar-polza-i-vred-glikemicheskij-indeks-iz-chego-delayut-2-recepta-blyud-s-kokosovim.html
76. spo.stu.ch.ua/Oksana/harch_himia_lekcii/470.html
77. www.химик.ru/biochem/46.html
78. yakpros.ru/папка/4566/-de-zastosovujutsja-polisaharidi.html
79. skaz.com.ua/himiya/16390/index.html?page=2
80. library.nuft.edu.ua/ebook/file/68.08.A.pdf
81. www.Chemport.ru/data/chemipedia/artide_912.html
82. ternet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/pharma_1/classes_stud/uh/pharm/prov_

Pharm/ptn/фармакогнозія/3%20курс

83. medlec.org/lek2-33390.html
84. lektsii.net/1-160231.html
85. www.agromage.com/stat_id.php?id=35
86. bibliofond.ru/view.aspx?id=802722
87. studopedia.org/3-48789.html
88. helpiiks.org./5-92530.html
89. www.tverlib.ru/exeib/len_tverskoy_zemli/03-05.pdf
90. www.findpatent.ru/patent/251/2512768.html
91. ru.wikipedia.ru/wiki/браззеин
92. elib.hduht.edu.ua/jsui/bitstream/123456789/2707/1/навч%20осіб%20сенс%20ан%20ан%20послю%2031.05.18.pdf
93. good.pips.ru/aroma/food_smells.html
94. lektsii.org/9-35178.html
95. buklib.net/books/23676/
96. patec.ru/cookingpedia/foods/sugar/palm-sugar-jagegery/
97. ortosalon.ua/blog-glikemicheskiy-indeks-chto-i-kak-opredelit-ego-kolichestvo-v-produktah
98. studwood.ru/1672279/tovarovedenie/pidsolodzhuychi_rechovini_intensivni_pidsolodzhuvachi
99. cook.net.ua/solodovij-cukor-sklad-korist-shkoda-opredelit-ego-kolichestvo-v-produktah
100. facebook.com/fitoland.com.ua/photos/лакрица-корень-солодкисолодка-широко-распространенное-многолетнее-растение-котор /1816637425273317/
101. [C:/Users/Володимир/Downloads/ВКР.pdf%20\(1\)](http://C:/Users/Володимир/Downloads/ВКР.pdf%20(1))
102. <https://plus.google.com/s/Ялівець%20.top>
103. hollychelly.com.ua/патока-корисні-властивості-i-користь.html

ПІСЛЯМОВА

Сучасний стан розвитку суспільства характеризується різким зниженням фізичної активності людини, збільшенням калорійності харчових продуктів і зростанням емоційно-стресових навантажень, що призводить до серцево-судинних захворювань, ожиріння, порушення функціонування ендокринної системи та обмінних процесів в організмі.

З фізіологічної точки зору використання солодких речовин у харчовому раціоні для людини не є необхідністю, а диктується психологією, сімейними та культурними традиціями і звичками вживання солодкої їжі. Солодкий смак стимулює центри харчового задоволення у центральній нервовій системі та згодом легко закріплюється на рефлексорному рівні як харчовий стереотип. Отже, вуглеводи у житті людини відіграють величезне значення, оскільки вони є джерелом енергії і складають 60-70 % харчового раціону людини. Тому надлишкове споживання вуглеводів може призвести до небажаних наслідків у здоров'ї, в той час, виключення або скорочення у харчовому раціоні солодких продуктів, викликає відчуття дискомфорту. Ефективним компромісом у цьому випадку є використання підсолоджувачів та цукрозамінників, які здатні задовольняти смакові відчуття людини, зберегти звичні смакові властивості харчових продуктів, знизити ризик негативного впливу від надмірного споживання цукру на організм.

Підсолоджувачі та замітники цукру – це речовини природного, штучного, синтетичного походження, які роблять продукт солодким. Їх різниця полягає в тому, що перші не містять калорій, а ось другі беруть участь в обміні речовин і мають аналогічну з цукром енергетичну цінність. Якісні цукрозамінники та підсолоджувачі мають відповідати таким вимогам:

- солодкий цукровий смак, або без смаку та без неприємного присмаку;
- нешкідливість для здоров'я;
- швидка розчинність у воді;
- стійкість до температурної обробки під час приготування харчового продукту.

Цукрозамінники та підсолоджувачі входять до рецептур харчових продуктів, тому вони безумовно впливають на сорбційно-десорбційні властивості, які обумовлюють фізико-хімічні, структурно-механічні, мікробіологічні процеси, що відбуваються під час зберігання готового продукту. Варто зазначити, що підсолоджувачі та замітники цукру, відіграють важливу роль в організації харчування усіх вікових груп населення. Їх доцільно використовувати у виготовленні різноманітних харчових продуктів для зниження в них вмісту цукру, оскільки вони солодкі на смак, але не засвоюються в організмі людини і не впливають на вміст глюкози в крові.

На сьогодні існують різні думки про користь, безпеку й можливість вживання різних заміників цукру або підсолоджувачів. Це питання породжує необхідність глибокого і всебічного вивчення впливу цих продуктів на організм людини з точки зору їх походження, будови, хімічного складу, поживних критеріїв, ступеня шкідливості тощо.

Тому увага дослідників зосереджено на створенні нових іноваційних технологій виготовлення підсолоджувачів та цукрозамінників для використання їх у

харчових продуктах, фармацевтичних виробках, солодоцях з високим рівнем толерантності, як до складових продукту, так і до сприйняття їх споживачем.

В Україні та багатьох країнах Світу детально вивчаються, аналізуються властивості цукрозамінників та підсолоджувачів з використанням інноваційних технологій отримання нових джерел їх виробництва, які здатні забезпечити потреби населення.