

Н.А. Гусятинська, докт. техн. наук,

С.М. Тетеріна, канд. техн. наук,

Н.М. Романченко

Національний університет харчових технологій

АНАЛІЗ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПІД ЧАС ПЕРЕРОБЛЕННЯ ТРОСТИННОГО ЦУКРУ-СИРЦЮ

Досліджено вплив мікробіологічних процесів на якість цукру-сирцю при зберіганні. Проведено дослідження мікробіологічної забрудненості продуктів виробництва цукру при переробленні тростинного цукру-сирцю.

Ключові слова: цукор-сирець, мікроорганізми, декстран, мікробіологічні процеси, мицеліальні гриби, слизоутворювальні бактерії.

Исследовано влияние микробиологических процессов на качество сахара-сырца при хранении. Проведено исследования микробиологической инфицированности продуктов производства сахара из тростникового сахара-сырца.

Ключевые слова: сахар-сырец, микроорганизмы, декстран, микробиологические процессы, мицелиальные грибы, слизиобразующие бактерии.

Influence of microbiological processes on quality of reed sugar is investigated at storage. It is carried out researches microbiological contamination products of manufacture of sugar from reed sugar.

Keywords: reed sugar, microorganisms, microbiological processes, mould mushrooms, slimeforming bacteria.

Основною сировиною для виробництва цукру в Україні є цукрові буряки. Тростинний цукор-сирець переробляється, головним чином, на цукрових заводах у міжсезонний період. Ефективність переробки цукру-сирцю в значній мірі залежить від його якості [1, 2]. Наразі у світовій практиці використовують більше 30 показників якості цукру-сирцю, проте при закупівлі цукру-сирцю вказують декілька показників, зазвичай, вміст цукрози за прямою поляризацією та забарвленість. До показників, що визначають ефективність перероблення та якість білого цукру належать також і показники мікробіологічної забрудненості цукру-сирцю (в т. ч. загальний вміст мікроорганізмів, вміст слизоутворюючих мікроорганізмів та продуктів їх життєдіяльності, зокрема, декстрану) [2–4]. Вміст декстрану характеризує фільтраційну здатність розчинів цукру-сирцю. Крім того, підвищений вміст полісахаридів декстрану чи левану, не тільки ускладнює переробку сирцю, але й призводить до додаткових втрат сахарози, зниження потужності заводу, збільшення поточних витрат, погіршення товарної якості готової продукції [3]. Присутність декстрану в цукрі-сирці пов'язана з особливостями зберігання сировини — цукрової тростини. При переробленні бактеріально ураженої тростини декстран переходить в сік і в подальшому погіршує якість отриманого цукру-сирцю, його гранулометричний склад, що призводить до підвищення його гігроскопічності і ризику псування при зберіганні [1]. Мікробіологічна забрудненість тростинного цукру-сирцю залежить в значній мірі від його якості, вологості, умов зберігання та транспортування. Фізичні або хімічні умови, які регулюють кількість води у плівці, що оточує кристали цукру-сирцю, впливають на ступінь розкладання сахарози мікроорганізмами [4]. Найнебезпечнішим, з точки зору зниження якості цукру-сирцю під час зберігання,

є розвиток міцеліальних грибів, оскільки їх спори добре переносяться потоками повітря, стійкі до зовнішніх впливів і можуть тривалий час зберігати свою життєздатність за несприятливих умов [5]. Внаслідок життєдіяльності міцеліальних грибів відбувається інверсійне розкладання сахарози в плівці, що спричинює підвищення вмісту редукувальних речовин і вологості, що призводить до подальшого розкладання сахарози мікроорганізмами [4].

Необхідно зазначити, що порівняно з виробництвом цукру з буряків, при переробленні тростинного цукру-сирцю змінюється технологічна схема, що призводить до можливості розвитку мікробіологічних процесів на різних стадіях виробництва. Зокрема, особливістю виробництва цукру з тростинного цукру-сирцю є відсутність тривалої дії високих температур. Крім того, промиви води, що псвертаються після знецукрення дефекосатураційного осаду на стадію клерування цукру-сирцю, спричинюють додаткове надходження мікроорганізмів у технологічний потік. Такі особливості технології потребують особливої уваги з точки зору запобігання розвитку мікробіологічних процесів як у процесі зберігання, так і під час перероблення тростинного цукру-сирцю [6, 7] для одержання цукру високої якості відповідно до фізико-хімічних та мікробіологічних показників ДСТУ.

Метою даних досліджень є аналіз перебігу мікробіологічних процесів та їх вплив на якість цукру-сирцю та продуктів виробництва. Для досліджень використовували тростинний цукор-сирець різних термінів зберігання у складах цукрового заводу. В табл. 1 представлені мікробіологічні показники проб тростинного цукру-сирцю, відібраних на цукрових заводах Росії у виробничий сезон 2009 р. після короткотривалого зберігання (до 1 місяця) у літній період. Аналіз мікрофлори проводили за методом розведення та висіву на поживні середовища (МПА, МПА + сахароза, середовище Чапека, глюкозно-картопляний агар, сусло-агар) у чашки Петрі. Культивування мікроорганізмів проводили за оптимальних температур відповідно для росту грибів та дріжджів — 25—27 °С, мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних бактерій — 37 °С, термофільних бактерій — 55 °С. Після лідрахунку колоній, що виростили на чашках Петрі, обраховували середній вміст: бактерій, в тому числі слизоутворювальних; грибів та дріжджів в 10 г цукру-сирцю.

Таблиця 1. Мікробіологічні показники тростинного цукру-сирцю після зберігання протягом 1 місяця

Проба	Вміст мікроорганізмів, КУО в 10 г				
	МАФАМ	Бактерії	в т.ч. слизоутворювальні бактерії	Гриби	Дріжджі
1	7850	950	100	5700	1100
2	7800	1900	500	5100	300
3	10300	2700	420	6500	680
Середнє	8650	1850	340	5766,7	693,3

В середньому загальний вміст мікроорганізмів у тростинному цукрі-сирцю становить 7800...10300 КУО в 10 г. Кількість міцеліальних грибів у пробах змінювалася в незначних межах і складала 5100...6500 КУО в 10 г. В той час, як вміст бактерій і дріжджів в пробах відрізнявся у декілька разів. Так, кількість бактерій у пробах складала 950...2700, а дріжджів — 300...1100 КУО в 10 г.

Технологічні показники відповідних проб цукру-сирцю, наведені у табл. 2, свідчать, що в середньому чистота тростинного цукру сирцю змінювалася в межах 96,4—97,1 % (розрахована за показниками прямої та інверсійної поляризації), забарвленість — 800—950 од. опт. густ., вміст редукувальних речовин — 0,20—0,28 %.

Необхідно зазначити, що показник коефіцієнту безпеки не завжди ефективно характеризує здатність тростинного цукру-сирцю до зберігання, особливо у випадку його високої

ТЕХНОЛОГІЯ

якості або ж навпаки — наявності мікробіологічного ураження. Крім того, він враховує тільки вологість цукру та загальний вміст нецукрів. В той же час, гігроскопічність плівки на поверхні кристалів залежить від якісного складу нецукрів, зокрема найбільш гігроскопічними є редуковальні речовини, високомолекулярні сполуки, а також хлориди кальцію та магнію [1].

Таблиця 2. Технологічні показники тростинного цукру-сирцю після зберігання протягом 1 місяця

ПОКАЗНИКИ	Проби тростинного цукру-сирцю			
	А	Б	В	Середнє
Пряма поляризація, %	99,0	98,5	98,3	98,6
Вологість, %	0,3	0,5	0,38	0,39
Коефіцієнт безпеки	0,3	0,33	0,22	0,28
pH	6,72	6,55	6,38	6,55
PP, %	0,23	0,21	0,28	0,24
Зола, %	0,12	0,15	0,18	0,15
α — аміний азот, %	0,015	0,025	0,025	0,022
Нітриди, мг/л	3,1	2,7	2,9	2,9
Забарвленість, ум.од.	875	820	905	867
Карамелі, % на 100 СР	5,3	5,1	5,9	5,43
Продукти лужного розкладання, % на 100 СР	6,2	6,0	6,6	6,27
Меланоїдини, % на 100 СР	3,1	3,9	5,5	4,17

Одним з показників, які свідчать про інтенсивний перебіг мікробіологічних процесів при зберіганні цукру-сирцю, є локальне підвищення температури по висоті або ж у всьому об'ємі бунта. Таке явище зумовлене самоігріванням цукру і може спостерігатися за будь-яких умов зовнішнього середовища як за теплої, так і холодної пори року. При самоігріванні цукру-сирцю відбувається утворення твердих пластів, зумовлене підвищенням вологості та температури, а також дією тиску верхніх шарів на нижні.

В таблиці 3 наведені результати досліджень мікрофлори тростинного цукру-сирцю після зберігання протягом 10 місяців у складських умовах цукрового заводу.

Таблиця 3. Мікробіологічні показники тростинного цукру-сирцю після зберігання протягом 10 місяців

Відбір проби	Вміст мікроорганізмів, КУО в 10 г				
	МАФАМ	Бактерії	в т.ч. слизоутворювальні бактерії	Гриби	Дріжджі
З верхньої частини (А)	40170	1620	230	20500	1170
Середина (на висоті 2—3 м від підлоги) (Б)	25840	21900	270	3600	70
Твердий пласт з нижньої частини (0,8 м від підлоги) (В)	13010	10100	2660	250	100
Замоклий пласт (Г)	104250	58000	29000	16000	1250

Необхідно зазначити, що кількість мікроорганізмів у цукрі-сирцю змінюється в значних межах, залежно від висоти відбору проби. Так, загальний вміст мікроорганізмів у цукрі-сирці з верхньої частини бунта, висотою 5—6 м, становить в середньому 39000—42000 КУО в 10 г, при цьому біля 50 % мікрофлори складають міцеліальні гриби.

Найвищі показники вмісту мікроорганізмів спостерігались у нижній частині бунтів, що пояснюється кращими умовами розвитку мікроорганізмів внаслідок більшого ступеню його зволоження. Так, загальний вміст мікроорганізмів у замклому пласті з нижньої частини складає більше 100 тис. КУО в 10 г цукру-сирцю. При цьому спостерігався розвиток всіх груп мікроорганізмів.

Серед видового складу міцеліальних грибів тростинного цукру-сирцю виявлені біля 20 представників родів *Verticillium*, *Rhizopus*, *Botrytis*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*.

Розвиток мікроорганізмів при зберіганні цукру-сирцю протягом тривалого часу призводить до значних змін технологічних показників його якості. Тому були проведені дослідження технологічних показників відповідних проб цукру-сирцю, результати яких наведено в табл. 4.

Таблиця 4. Технологічні показники тростинного цукру-сирцю сирцю після зберігання протягом 10 місяців

ПОКАЗНИКИ	Проби тростинного цукру-сирцю			
	А	Б	В	Г
Пряма поляризація, %	97,6	98,1	95,6	89,6
Вологість, %	0,3	0,5	0,38	0,39
Коефіцієнт безпеки	0,3	0,33	0,22	0,28
pH	6,67	6,47	6,23	5,85
PP, %	0,7	0,78	0,97	1,28
Зола, %	0,17	0,22	0,25	0,3
α — аміний азот, %	0,015	0,025	0,025	0,025
Нітриди, мг/л	5,8	4,3	3,44	9,6
Забарвленість, ум.од.	1020	950	1360	1430
Карамелі, % на 100 СР	7,6	7,7	7,8	9,6
Продукти лужного розкладання, % на 100 СР	9,0	9,1	9,4	12,0
Меланоїдини, % на 100 СР	6,0	8,2	10,4	28,4

А, Б, В, Г — згідно наведеному у табл.3.

Проведені дослідження підтвердили, що внаслідок перебігу мікробіологічних процесів під час зберігання погіршуються технологічні показники тростинного цукру-сирцю, що узгоджується з висновками інших досліджень [1, 4]. Так, вміст сахарози зменшується на 2,5...2,8 %, в той же час збільшується вміст продуктів розкладання, зокрема: редукувальних речовин у 3...5 разів, органічних кислот в 1,2...1,6 разів. Забарвленість тростинного цукру-сирцю при перебігу мікробіологічних процесів може зрости у 1,5...2 рази, при цьому показник pH₂₀ зменшується з 6,8... 6,7 до 5,8...6,5 од. Також спостерігається підвищений вміст меланоїдинів у цукрі (В) з твердого пласту, утвореного в нижній частині (0,8 м від підлоги) бунта, а також у цукрі із замклого пласту (Г), що може бути пов'язано з явищем самозигрівання цукру.

Проведені дослідження показали, що при тривалому зберіганні цукру-сирцю в умовах складування внаслідок перебігу мікробіологічних процесів відбувається погіршення його технологічної якості.

Отже, в процесі виробництва цукру з тростинного цукру-сирцю необхідно приділяти увагу мікробіологічній забрудненості сировини й рідких напівпродуктів виробництва, оскільки мікроорганізми можуть надходити у виробництво також з водою та повітрям.

В сезон переробки 2010 р. нами були проведені дослідження мікробіологічної забрудненості продуктів перероблення тростинного цукру-сирцю. Проби вихідної клеровки

ТЕХНОЛОГІЯ

відбирали з клеровальної мішалки; очищеної клеровки — після фільтрування; промивної води зі збірника після фільтрпресів. Необхідно зазначити, що при очищенні клеровки дефекосатурацією мікроорганізмів зменшується у декілька разів. Це зумовлено температурою процесу гарячого вапнування, високою лужністю, а також адсорбційною здатністю карбонату кальцію, на поверхні якого вилучаються спори мікроорганізмів.

Таблиця 5. Мікробіологічні показники напівпродуктів

Відбір проби	Вміст мікроорганізмів, КУО в 10 г				
	МАФАМ	Бактерії	в т.ч. слизоутворювальні бактерії	Гриби	Дріжджі
Клеровка тростинного цукру-сирцю	12600	3900	560	8700	630
Клеровка, очищена дефекосатурацією	3975	1650	350	2325	170
Промивна вода	109925	105900	4625	4020	375

Наведені в табл. 5. результати досліджень свідчать про достатньо високий рівень забрудненості мікроорганізмами промивної води, а також недостатньої стерилізації клеровки на стадії дефекосатураційного очищення. Особливу небезпеку становлять слизоутворювальні бактерії та спори мікроміцетів, що пов'язано з високим ступенем стійкості даних мікроорганізмів.

Висновки: Згідно представлених вище даних, вміст мікроорганізмів у цукрі-сирцю варіює у широких межах і становить в середньому 7000...10000 КУО в 10 г. При тривалому зберіганні та недотриманні вимог вміст мікроорганізмів значно підвищується, що призводить до негативних змін технологічної якості цукру-сирцю та в подальшому значних труднощів при його переробленні. Особливої уваги потребує запобігання розвитку мікробіологічних процесів як у очисному, так і в продуктовому відділеннях з метою одержання цукру відповідно до вимог ДСТУ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бугаенко И.Ф., Чернышева Н.А. Технология производства сахара из сырца. — М.: Союзроссахар, 2002. — 296 с.
2. Мищук Р.Ц., Матюшко С.П., Прищела В.И. К вопросу оценки качества сахара-сырца // Сахарная промышленность. — 1997. — №6. — С. 24—26
3. Бугаенко И.Ф. Потери сахара при переработке тростникового сахара-сырца // Сахар. — 2004. — №3. — С. 38—41
4. Голыбин В.А., Черняева В.А., Исаяевская А.К. Микробиологическая загрязненность сахара-сырца. // Сахар. — 2001. — №3. — С. 18—20.
5. Пирог Т.П., Решетняк Л.Р., Поводзинський В.М., Грегірчак Н.М. Мікробіологія харчових виробництв / За ред. Т.П. Пирог. навчальний посібник. — Вінниця: Нова книга, 2007. — 464с.
6. Эргашева Е.Н., Шабурова Л.Н., Сапронова Л.А. Повышение микробиологической чистоты кристаллического сахара // Сахар 2008. — №8. — С. 61—63.
7. Горчинский Ю.Н., Потапов О.А., Никоненко Ф.П. Технология получения особо чистого стерилизованного сахара из сахара-сырца. // Сахар. — 2001. — №5. — С. 25—28.

Одержано редколлезією 10.02.2010 р.