

# СТЕВІЯ ТА ПІДСОЛОДЖУВАЧІ НА ЇЇ ОСНОВІ

Т.В.Адамчук

Інститут екогігієни і токсикології ім. Л.І.Медведя, м. Київ

**Резюме.** Стаття присвячена характеристиці натуральних підсолоджувачів на основі стевії. Висвітлені питання фізико-хімічних властивостей, метаболізму стевіозиду і стевіол глікозидів. Наведено дані, які стосуються токсиколого-гігієнічної характеристики підсолоджувачів на основі стевії та їх правового статусу.

**Ключові слова:** підсолоджувач, стевія, сахарол, стевіозид, стевіол глікозиди.

**Резюме.** Статья посвящена характеристике натуральных подсластителей на основе стевии. Освещены вопросы физико-химических свойств, метаболизма стевиозидов и стевииоли гликозидов. Приведены данные, касающиеся токсиколого-гигиенической характеристики подсластителей на основе стевии и их правового статуса.

**Ключевые слова:** подсластитель, стевия, сахарол, стевиозид, стевииоли гликозиды.

**Summary.** The article is devoted to the characteristics of natural sweetener based on stevia. The questions of physical and chemical properties, metabolism of stevioside and steviol glycosides. It presents data on toxicological-hygienic characteristics of sweeteners from stevia and their legal status.

**Key words:** sweetener, stevia, saharol, stevioside, steviol glycosides.

Пошук заміників цукру, активно впроваджений нині в багатьох країнах, зумовлений як необхідністю оптимізації харчування здорових людей, так і нагальністю вирішення питань раціонального харчування людей, які потерпають від низки захворювань, пов'язаних з надмірним споживанням цукру, або неможливістю його споживання, наприклад, цукровий діабет. Перевага в цьому пошуку надається речовинам рослинного походження.

Серед рослин, які містять солодкі речовини, значний інтерес викликає *Stevia rebaudiana* Bertoni, батьківщина якої Південна Америка, Парагвай. Вона відноситься до складноцвітих, представляє рід *Stevia*, з родини Compositae.

Вперше стевію знайшли іспанські конкістадори в XVI столітті поблизу села Ріо Монде на північному сході Парагваю. Інтерес до цієї рослини відродився після появи наприкінці XVIII і початку XIX століття ряду публікацій парагвайського ботаніка Moises Bertoni про «медовий лист». «Коли вперше дивишся на рослину, ніщо не привертає особливої уваги, але якщо кладеш маленький листочок у рот, дивуєшся його солодкості. Досить невеликого фрагмента листка, щоб відчувати солодкість у роті протягом години». Ці слова, написані в 1899 р. М. Bertoni, відкрили й представили світу унікальну рослину стевію, названу на честь автора *Stevia rebaudiana* Bertoni.

Завдяки солодкому смаку й лікувальним властивостям листків ця рослина зацікавила медиків, науковців, а також промисловців. Японія була першою країною в Південно-Східній Азії, в якій стевію почали використовувати як підсолоджувач для харчової й фармацевтичної промисловості. З того

часу вирощування цієї культури поширилося в країнах Азії, включаючи Китай, Малайзію, Сингапур, Південну Корею, Тайвань і Таїланд. Її також успішно вирощують у США, Японії, Канаді, в європейських країнах, у тому числі й Україні.

У 1952 році було встановлено хімічну структуру солодкого компонента стевії — стевіозиду. Це дитерпеновий глікозид, що складається із трьох молекул глюкози й аглюкону стевіолу. Стевіол є кінцевим продуктом гідролізу стевії в шлунково-кишковому тракті людини. Сукупність результатів досліджень засвідчує, що при вживанні стевіозиду основним метаболітом його в організмі людини є стевіол.

Крім стевіозиду, у листках стевії виявили й інші солодкі глікозиди — ребаудіозиди (А, В, С, D і 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 кількістю вмісту в листках рослини.

Найпоширенішим підсолоджувачем є стевіозид, адже його вміст у рослині найвищий. Технологія виділення стевіозиду з листків досить складна. Вона включає рідку екстракцію такими розчинниками як хлороформ, метанол, гліцерин і пропіленгліколь, а потім очищення, що включає екстракцію, знебарвлення, коагуляцію і кристалізацію. 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%. Розроблено технологію одержання стевіозиду з листків стевії шляхом екстракції гарячою водою під високим тиском.

Стевіозид являє собою білий кристалічний гігроскопічний порошок 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 й 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 (JECFA). Численні токсикологічні дослідження глікозидів стевії були проведені незалежними лабораторіями в різних країнах.

Перші дослідження, що підтверджують безпечність стевіозиду, проведені Ребауді в 1900 році. А в 1975 році була встановлена  $LD_{50}$  для стевіозиду, яка становить 15 г/кг при пероральному введенні.

Дослідження щодо абсорбції та метаболізму в організмі щурів, мишей, курей і людей показали, що засвоєння глікозидів стевії незначне. Ферменти травного тракту нездатні перетворити стевіозид на стевіол, те ж стосується і шлункового соку. Певна кількість стевіолу виділяється з фекаліями, інша абсорбується кишечником і перетворюється в печінці. Нирки фільтрують глюкуронід стевіолу в сечу, і він виводиться. Ніякого накопичення похідних в організмі не відбувається. Окрім глюкуроніду стевіолу, інші похідні не виявлені. Більше того, ретельно обстежуючи кров добровольців, що вживали екстракт стевії, продуктів метаболізму стевіолу не виявлено, також як і похідних стевіозиду.

На 51-у засіданні (2000 рік) Об'єднаний комітет експертів ФАО/ВООЗ з харчових добавок (далі Комітет) розглядав ряд досліджень репродуктивної токсичності та токсичності для розвитку плоду стевіозиду і відзначив, що прийом стевіозиду (ступінь чистоти 90–96%) при дозуванні до 2500 мг/кг маси тіла на день у хом'яків і 3000 мг/кг маси тіла на день у щурів не викликав жодного негативного ефекту. Стевіозид (чистота 95,6%) не викликає тератогенного і ембріотоксичного ефекту при введенні через шлунковий зонд у дозах 1000 мг/кг маси тіла на день у щурів. Дослідження на декількох поколіннях репродуктивної токсичності ребаудіозиду А не виявили негативного впливу при досліджуваних дозуваннях 2048–4066 мг/кг маси тіла на день (674–1339 мг/кг маси тіла на день у перерахунку на стевіол). Це підтверджує попередній висновок Комітету: прийом глікозидів стевії не пов'язаний з негативним впливом на репродуктивність.

На 63-у засіданні (2003 рік) Комітет прийняв рішення, що підсолоджувач на основі глікозидів стевії повинен називатися «стевіол глікозиди» Е 960 і сформував специфікацію на нього, згідно з якою підсолоджувач повинен містити не менше 95% чотирьох глікозидів (стевіозид, ребаудіозид А, ребаудіозид С, дулкозид А). Крім того, сума вмісту стевіозиду і ребаудіозиду А повинна бути не менше 70% від загального вмісту чотирьох стевіол глікозидів. Також було розглянуто додаткові біохімічні та токсикологічні дані щодо основних глікозидів стевії та стевіолу. Комітет відзначив, що стевіол глікозиди погано засвоюються, метаболізуються мікрофлорою кишечника в стевіол. Таким чином, токсичність глікозидів стевії розглядалась відносно стевіолу. Виходячи з тривалого вивчення стевіозиду, для стевіол глікозидів була встановлена тимчасова допустима добова доза (ADI) 0–2 мг/кг маси тіла на добу в перерахунку на стевіол.

На 68-у засіданні Комітету (2007 рік) були підготовлені повні специфікації щодо ідентифікації та чистоти стевіол глікозидів. Крім того, Комітет розглянув можливість виключення із специфікацій вимоги до мінімальної кількості суми стевіозиду і ребаудіозиду А. Було відзначено, що такий ліміт є необов'язковим через вимоги до мінімального вмісту стевіол глікозидів на рівні 95%, а також через те, що всі стевіол глікозиди при споживанні метаболізуються до стевіолу, за яким і встановлена тимчасова допустима добова доза. Попередні специфікації були переглянуті з урахуванням вимоги до вмісту в підсолоджувачі не менше 95% семи стевіол глікозидів (стевіозид, ребаудіозид А, ребаудіозид В, ребаудіозид С, дулкозид А, рубузозид, стевіолбіозид), з виключенням вимоги щодо вмісту не менше 70% суми стевіозиду і ребаудіозиду А.

Результати досліджень, які представлені Комітету на 69-у засіданні (2009 рік), не показали будь-яких негативних ефектів стевіол глікозидів при прийомі в дозі близько 4 мг/кг маси тіла на добу в перерахунку на стевіол протягом 16 тижнів людьми з цукровим діабетом 2-го типу і людьми з нормальним або зниженим кров'яним тиском протягом 4 тижнів. Комітет дійшов висновку, що цих даних досить, щоб встановити допустиму добову дозу (ADI) для стевіол глікозидів на рівні 0–4 мг/кг маси тіла на добу в перерахунку на стевіол.

На 73-у засіданні Комітету (2010 рік) було переглянуто специфікацію на стевіол глікозиди і встановлено вимогу щодо вмісту в підсолоджувачі не менше 95% дев'яти стевіол глікозидів (стевіозид, ребаудіозид А, ребаудіозид В, ребаудіозид С, ребаудіозид D, ребаудіозид F, дулкозид А, рубузозид, стевіолбіозид).

Європейський орган з безпеки харчових продуктів (EFSA) оцінював безпеку стевіол глікозидів як підсолоджувача в 2010 і 2011 роках. Він погодився із встановленою допустимою дозою (ADI) підсо-

лджувача на рівні 0–4 мг/кг маси тіла у перерахунок на стевіол, але висловив побоювання, що при використанні його на межі максимально допустимих рівнів, ця доза може бути перевищена. 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 як харчова добавка — підсолоджувач.

У Російській Федерації дозволений до використання підсолоджувач стевіозид, а також стевія та концентрати стевії. Згідно з СанПиН Р 2.3.2.1293-03 «Гигиенические требования по применению пищевых добавок» стевіозид (Е960), стевія, концентрати стевії дозволені до використання у виробництві безалкогольних напоїв, хлібобулочних виробів, кондитерських виробів.

Згідно з міжнародним законодавством у сфері використання харчових добавок — Загальний стандарт на харчові добавки “CODEX GENERAL STANDARD FOR FOOD ADDITIVES” Codex Stan 192–1995 та європейського законодавства — Регламент ЄС № 1131/2011 від 11 листопада 2011 року (Commission Regulation (EU) No 1131/2011 of 11 November 2011 amending Annex II to Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council with regard to steviol glycosides), харчова добавка Е 960 стевіол глікозиди включена до загального списку харчових добавок і дозволена до використання у виробництві різноманітних харчових продуктів, а саме безалкогольних та алкогольних напоїв, пива, кондитерських та хлібобулочних виробів, десертів, соусів, джемів, желе, мармеладу, ароматизованих молоч-

них продуктів, жувальної гумки, підсолоджувачів до столу, дієтичних добавок та інших.

В Україні дозволений до використання підсолоджувач Сахарол, отриманий із стевії (Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку харчових добавок, дозволених для використання у харчових продуктах» № 12 від 04.01.1999р.). Сахарол – це продукт із вмістом суми дитерпенових глікозидів не менше 70%. Токсиколого-гігієнічні дослідження сахаролу проведені в УкрНДІ харчування в 1990-1997 роках. За результатами цих досліджень допустима добова доза (ADI) сахаролу визначена як «нелімітована». Сахарол зареєстровано як харчову добавку — підсолоджувач та окреслено сферу його використання, а саме: у виробництві безалкогольних напоїв, десертів, консервів плодовоовочевих, джемів, желе, мармеладу, кондитерських виробів, делікатесних булочних виробів.

Враховуючи практику використання наведеної харчової добавки в інших країнах, її токсикологічну характеристику, сферу використання підсолоджувача сахаролу в Україні, а також потреби вітчизняних виробників та імпортерів, Національна Комісія з Кодексу Аліментаріус рекомендувала підсолоджувач Е 960 стевіол глікозиди, екстракти стевії для використання у виробництві вказаних нижче харчових продуктів: безалкогольні напої, кондитерські вироби, хлібобулочні вироби, десерти, джем, желе, мармелад, плодовоовочеві консерви, дієтичні добавки. Постановою Головного державного санітарного лікаря України від 05.07.2011р. № 11 були затверджені значення гігієнічних нормативів вмісту харчової добавки Е 960 у вказаних вище харчових продуктах.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Корпачев В.В. Сахара и сахарозаменители / В.В.Корпачев –К.: Книга плюс, 2004. –320с.
2. Пересічний М.І. Підсолоджувальні речовини у харчуванні людини / М.І. Пересічний, М.Ф. Кравченко, П.О. Каппенко, В.В. Корпачев –К.: Київський національний торговельно-економічний університет, 2004. –445 с.
3. Сільченкова О. Стевія — медова рослина. / О.Сільченкова // Науковий світ. –2004. –№ 7. –С. 13–14.
4. Смоляр В.И. Экспериментальное изучение сахарола. / В.И.Смоляр, Е.Д.Карпиловская, Н.С.Салий // Введение в культуру стевии — низкокалорийного заменителя сахара. –К.: ВНИИС, 1991. –С. 118–123.
5. Codex General Standard for Food Additives. Codex Stan 192 –1995 (Rev. 2012).
6. Codex Specifications for Food Additives (CAC/MISC 6).
7. Commission Regulation (EU) No 1131/2011 of 11 November 2011 amending Annex II to Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council with regard to steviol glycosides.
8. Evaluation of certain food additives (Fifty-first report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 891, 2000. Оцінка деяких харчових добавок (П'ятдесят перша доповідь Об'єднаного комітету ФАО/ВООЗ по харчових добавках).
9. Evaluation of certain food additives (Sixty-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 928, 2005. Оцінка деяких харчових добавок (Шістдесят третя доповідь Об'єднаного комітету ФАО/ВООЗ по харчових добавках).

10. Evaluation of certain food additives and contaminants (Sixty-eighth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 947, 2007. Оцінка деяких харчових добавок (Шістдесят восьма доповідь Об'єднаного комітету ФАО/ВООЗ по харчових добавках).
11. Evaluation of certain food additives (Sixty-ninth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 952, 2009. Оцінка деяких харчових добавок (Шістдесят дев'ята доповідь Об'єднаного комітету ФАО/ВООЗ по харчових добавках).
12. Evaluation of certain food additives (Seventy-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 960, 2011. Оцінка деяких харчових добавок (Сімдесят третя доповідь Об'єднаного комітету ФАО/ВООЗ по харчових добавках).
13. Geuns JM. Stevioside. JM.Geuns / Phytochemistry. 2003. –№ 64(5). –P. 913–21.
14. Koyama E., Kitazawa K., Ohori Y. [et al.]. In vitro metabolism of the glycosidic sweeteners, stevia mixture and enzymatically modified stevia in human intestinal microflora. E.Koyama, K.Kitazawa, Y.Ohori // Food Chem Toxicol. 2003. –№ 41(3). –P. 359–374.
15. Scientific Opinion of the Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to food on the safety of steviol glycosides for the proposed uses as a food additive. The EFSA Journal (2010); 8(4):1537.
16. Srimaroeng C, Chatsudthipong V, Aslamkhan AG, Pritchard JB. Transport of the natural sweetener stevioside and its aglycone steviol by human organic anion transporter (hOAT1; SLC22A6) and hOAT3 (SLC22A8). C.Srimaroeng, V.Chatsudthipong, AG.Aslamkhan, JB.Pritchard // J Pharmacol Exp Ther. 2005. –№ 313(2). –P. 621–8.
17. Statement of EFSA: «Revised exposure assessment for steviol glycosides for the proposed uses as a food additive». The EFSA Journal (2011); 9(01):1972.
18. Steviol glycosides as Food Additive. SUMMARY of New Application by EUSTAS (European Stevia Association). –Maladeta. –n.20. –22300 BARBASTRO, Huesca –SPAIN. –September 26th 2007. –20 P.

Надійшла до редакції 21.09.2012