

Завдячуючи вивченню природних речовин, що відповідають за розмаїття кольорів у рослин, наука збагатилася цікавою і дуже корисною інформацією. Особливо плідним виявилось дослідження рослинних пігментів антоціанів, адже вони відіграли важливу роль у таких відкриттях, як закони Менделя і мобільні генетичні елементи, а також у створенні медичних нанотехнологій на основі РНК-інтерференції. Тим не менш ці дивовижні хімічні сполуки з унікальними властивостями й понині продовжують викликати значний інтерес багатьох дослідників у галузі хімії, біології та медицини



Антоціани відкривають свої таємниці

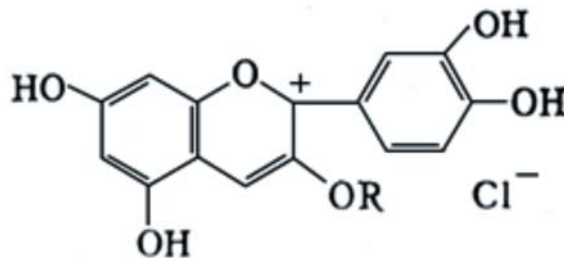
ЧОМУ ВОЛОШКИ СИНІ?

Рослинні пігменти, загальною назвою яких є біофлавоноїди, — це органічні сполуки, наявні в клітинах та тканинах рослин, які надають квіткам, плодам та листю найрізноманітнішого забарвлення, що так радує наше око. Нині в рослинному світі відомо близько 2 тис. таких пігментів, серед яких приблизно 150 є найбільш стійкими. Всі пігменти розподіляють на три групи: хлорофіли, каротиноїди та антоціани. Хлорофіл визначає зелене забарвлення листя. Без цього смарагдового пігменту є неможливим життя на планеті, оскільки він здійснює фотосинтез. Супутниками хлорофілу є каротиноїди, котрі визначають жовте, помаранчеве та червоне забарвлення плодів. Антоціани відповідають за цілий спектр забарвлення — від червоного до синього. Саме антоціани (від грец. *ánthos* — колір та *kýanos* — лазуровий) є одними з найпоширеніших пігментів у рослинному світі.

Перші досліді з вивчення антоціанових сполук та їхньої хімічної природи було проведено відомим англійським хіміком Робертом Бойлем. Ще в 1664 р. він першим виявив, що під дією кислот синій колір пелюстків волошки змінюється на червоний, а під дією лугу ці пелюстки зеленіють. У 1913–1915 рр. німецький біохімік Ріхард Вільштеттер та його швейцарський колега Артур Штоль опублікували серію наукових робіт, присвячених антоціанам. З квіток різних рослин вони виділили індивідуальні пігменти й описали їхню хімічну будову. Виявилось, що антоціани в клітинах рослин перебувають переважно у вигляді глікозидів, а їхні аглікони (базові молекули-попередники), що отримали назву антоціанідинів, пов'язані переважно з цукрами: глюкозою, галактозою та рамнозою. За дослідження барвників рослинного походження Ріхард Вільштеттер у 1915 р. був удостоєний Нобелівської премії з хімії. У 1928 р. англійський хімік Роберт Робінсон першим здійснив хімічний синтез антоціанів, а у 1947 р. за дослідження рослинних продуктів ве-

ликої біологічної цінності був удостоєний цієї премії.

Тепер ми знаємо, що антоціани належать до глікозидів, а основою їхньої хімічної будови є структура:



Розмаїття забарвлень квіток залежить від числа гідроксильних груп у молекулах антоціанів: з їх збільшенням колір стає більш синім. Забарвлення визначається поєднанням антоціанів із іонами різних металів. Так, наприклад, солі магнію та кальцію сприяють переважанню синього кольору, а солі калію — пурпурового. Група антоціанів налічує близько 10 видів.

Відомо вже понад 500 індивідуальних антоціанових сполук, й їхнє число постійно збільшується.

ЩОБ БУТИ СТІЙКИШИМИ ДО ХОЛОДУ

Антоціани наявні в рослинах як у їхніх генеративних органах (квітках, пилку), так і вегетативних (стеблах, листі, коренях), а та-



кож у плодах та насінні. Вони містяться в клітині постійно або з'являються в певній стадії розвитку рослин чи під дією стресу. Саме остання обставина наштовхнула вчених на думку про те, що антоціани потрібні не тільки для того, щоб яскравим забарвленням приваблювати комах-запильників й розповсюджувачів насіння, але й для боротьби з різними видами стресу.

Виявляється, ці пігменти, що з'являються у листі та стеблах за дії низьких температур раною весною та восени, слугують вибірково фізико-хімічними фільтрами — «пастками» для сонячних променів. У молодих паростках та в листі бузини червоної, пирію повзучого, жита озимого та багатьох інших рослин антоціани раною весною перетворюють світлову енергію на теплову й захищають ці рослини від холоду. Казкове забарвлення листя дерев та кущів у період «золотої осені» також залежить від вмісту в ньому антоціанів, найактивнішому процесу утворення яких сприяють зниження температури, яскраве освітлення й затримка, за цих причин, у листі поживних речовин, особливо цукрів.

Було встановлено, що фіолетовий колір насіння, листя та стеблин у рослин є індикатором вмісту в них вуглеводів, які легко ферментуються та значною мірою обумовлюють стійкість рослин до холоду. За цим характерним показником у перспективі можна буде оперативно проводити попередній відбір на морозостійкість й підвищений вміст цукрів, що є особливо важливим при виведенні нових сортів багатолітніх кормових рослин.

Завдяки інтенсивним дослідженням біохімічної природи пігментів, а також вивченню особливостей їхнього біосинтезу в різних видів рослин як на рівні ферментів, так і на молекулярно-генетичному рівні, відкрилися невичерпні можливості створення декоративних рослин з незвичним забарвленням, а також культурних видів рослин з підвищеним вмістом антоціанових пігментів. Так, наприклад, блакитна троянда тепер вже зовсім не є фантастикою.

ЧОРНИЦЯ НЕ ЛИШЕ СМАЧНА...

Виникає логічне питання щодо користі цих речовин для організму людини. Звичайно, вчені не залишили цього поза увагою. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що антоціанам притаманна ціла низка корисних властивостей. Зокрема, вони виявляють яскраво виражений капілярно-протекторний ефект (Р-вітамінна активність) [1], а також мають протипухлинну [2], антимутагенну [3], кардіопротекторну [4] та гепатопротекторну активність [5], однак лікарських засобів з такими властивостями на основі антоціанів поки що не створено, адже від експерименту до аптеки, як відомо, шлях є досить тривалим, високовитратним і далеко не завжди успішним. На ринку існують лише БАДи, до складу яких входять антоціани, одержані з ягід чорниці та чорної смородини, проантоціанідини — з кісточок червоних сортів винограду, та деякі з вітамінів. Такі БАДи застосовують як додаткове джерело антоціанів і вітамінів перш за все при діабетичній ретинопатії, катаракті, глаукомі та деяких інших захворюваннях органа зору.

В цьому немає нічого дивного, адже той факт, що вживання ягід чорниці сприяє поліпшенню зору, з давніх пір є загальновідомим. Вважають, що ці та інші ягоди, багаті на антоціани, сприяють зменшен-

ню ламкості капілярів, поліпшують стан сполучних тканин, в цілому чинять сприятливий вплив на організм людини переважно за рахунок антиоксидантних властивостей антоціанів. Але одна справа ласувати ягодами, а інша — приймати БАДи, тому рішення щодо профілактики, а тим більше лікування цими препаратами слід обов'язково узгодити з лікарем. І все ж як для профілактики, так і для лікування захворювань краще не сподіватися на БАДи, а регулярно й із задоволенням споживати сезонні ягоди, овочі та фрукти, а також подбати про своєчасну їх заготівлю на осінній, зимовий та весняний періоди. Найбагатшими на антоціани є ягоди, фрукти та овочі із синьою, фіолетовою, червоною шкіркою або м'якоттю, серед яких «рекордсменами» за вмістом цих речовин значаться: ожина, чорниця, вишня, журавлина, баклажани (шкірка) та червонокачанна капуста.



Перші досліді з вивчення антоціанових сполук та їхньої хімічної природи було проведено відомим англійським хіміком Робертом Бойлем

КОЛЬОРОВІ ЙОГУРТИ

Останніми роками широкого застосування антоціани набули як барвники у харчовій промисловості, де їх використовують при виробництві різноманітних напоїв, кондитерських виробів та кисломолочних продуктів, зокрема йогуртів, а також у косметиці в якості колагену та стабілізаторів. Так, природний барвник під назвою E163 дозволений в якості харчової добавки, а виробляють його з темних сортів винограду шляхом віджимання, але іноді замість винограду використовують чорну смородину або чорну бузину. Харчова добавка E163 може бути представленою у вигляді пасти, рідини або порошку. Залежно від рівня кислотності середовища антоціани можуть надавати продукту помаранчевого, коричневого, червоного, фіолетового або синього кольору.

Харчовий барвник E163 схвалений для використання у багатьох країнах світу, в тому числі й в Україні. Він є безпечним, на відміну від багатьох інших барвників, особливо синтетичних, від яких все частіше відмовляються на користь природних, бо серед них існують навіть такі, що заборонені у деяких країнах через їхню надмірну шкідливість. Щодо такої корисної властивості E163, як попередження розвитку злоякісних пухлин стравоходу та товстої кишки, про яку часто-густо можна прочитати у реклам-

них буклетах виробників цього продукту, то це твердження поки що не доведено, існують, як вже зазначалося вище, лише дані експериментальних досліджень про наявність у антоціанів протипухлинної активності, а це зовсім не одне й те саме. Але дослідження антоціанів тривають, тому не виключено, що згодом на базі цих незвичайних речовин буде створено нові ефективні та безпечні лікарські засоби, у тому числі, можливо, й протипухлинні.

Підготував Руслан Примака, канд. хім. наук

Література

1. Costantini A., De Bernardi T., Gotti A. Clinical and capillaroscopic evaluation of chronic uncomplicated venous insufficiency with procyanidins extracted from Vitis vinifera // Minerva Cardioangiol. — 1999; Vol. 47, № 1-2: 39-46.
2. Hou D.X., Ose T., Lin S. et al. Anthocyanidins induce apoptosis in human promyelocytic leukemia cells: structure-activity relationship and mechanisms involved // Int. J. Oncol. — 2003; Vol. 23, № 3: 705-712.
3. Cody V., Middleton E., Harbome J.B. Plant flavonoids in biology and medicine: biochemical, pharmacological, and structure-activity relationships. — New York: Alan. R. Liss. Inc., 1986. — 330 p.
4. Fremont L., Belguendouz L., Delpal S. Antioxidant activity of resveratrol and alcohol-free wine polyphenols related to LDL oxidation and polyunsaturated fatty acids // Life Sci. — 1999; Vol. 64, № 26: 2511-2521.
5. Ray S.D., Kumar M.A., Bagchi D. A novel proanthocyanidin IH636 grape seed extract increases in vivo bcl-XI expression and prevents acetaminophen-induced programmed and unprogrammed cell death in mouse liver // Arch. Biochem. Biophys. — 1999; № 369: 42-58.