

3. Anna Timgren . Emulsion stabilizing capacity of intact starch granules modified by heat treatment or octenyl succinic anhydride / Anna Timgren, Marilyn Rayner, Petr Dejmeck, Diana Marku, Malin Sjöo // Food Science & Nutrition. – 2013. – P. 157–171.
4. Frazier, P.J. Starch, Structure and Functionality / Frazier, P.J.; Donald, A.M.; Richmond, P., Eds // The Royal Society of Chemistry: Cambridge, 1997; – P 172–247.
5. Moraru C.I. Nucleation and expansion during extrusion and microwave heating of cereal foods – A Review / C.I. Moraru and J.L. Kokini // Comprehensive reviews in food science and food safety. – 2003. – P. 147-165.

УДК [665.3:582.661.21]:[579.864:602.3]

МАСЛО АМАРАНТУ – СТИМУЛЯТОР РОСТУ ЛАКТОБАЦИЛ

Килименчук О.О., канд. техн. наук, доцент, Євдокимова Г.Й., канд. техн. наук, доцент,
Журлова О.Д., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті наведено результати впливу масла амаранту та харчових волокон на ріст лактобацил in Vitro. Встановлено оптимальне співвідношення масла амаранту та харчових волокон, які позитивно впливають на нормальну мікрофлору організму людини.

Results of influence of amaranth oil and dietary fibers on Lactobacillus growth in Vitro are showed in the article. Was defined the optimum ratio of amaranth oil and fibers, which positively influence the microflora of the human body.

Ключові слова: масло амаранту, лактобацили, харчові волокна, екологічна ніша, приріст біомаси.

Амарант – висока трав'яниста рослина з сімейства амарантових (Amarantaceae), яка походить із Центральної Америки, де з незапам'ятних часів була однією з основних харчових культур індіанців Нового Світу. Відома була ця рослина і в Греції. Амарант з грецької «амарантос» означає нев'янучий, оскільки у висушеному стані протягом багатьох місяців зберігає свою форму. Всього у світі відомі 65 родів та біля 900 видів амаранту. В Росії вирощують до 17 видів амаранту, серед яких найбільш розповсюдженими є амарант запрокинутий або щиряца звичайна, амарант мітлистий або багрянний, амарант темний, трьохкомірний, хвостатий. В Україні амарант вирощують у дрібних фермерських господарствах.

До складу цієї рослини входить багато речовин, корисних для здоров'я: клітковина – 14 %, протеїн – 18 %, полісахариди – 18 % та харчові волокна. Вчені доводять, що білок амаранту більш якісний, ніж білок молока, в ньому, порівняно з іншими рослинними білками, найбільше лізину. Рослина багата на калій, залізо, кальцій, магній і фосфор.

Насіння амаранту багато років тому, під час голоду на Україні, рятувало життя людям, які готували з нього їжу. Спеціально амарант не вирощували, вважали бур'яном, стебла та листя якого використовували як зелений корм для відгодівлі свиней у приватних господарствах.

Із насіння останнім часом почали отримувати масло, яке широко застосовується в фармакології, медицині, косметології.

До складу масла амаранту входить сквален – 7,5 %, токотрієнол (особлива фракція вітаміну Е) – 1,1 %; поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), фосфоліпіди – більше 9 %, фітостероли, каратиноїди, флавоноїди, макро- і мікроелементи. Вміст у маслі амаранту лінолевої (омега-6) і олеїнової (омега-9) кислот досягає відповідно 28 і 40 % від загальної кількості ліпідів.

Сквален – ациклічний поліненасичений вуглеводень $C_{30}H_{50}$ – є важливим проміжним продуктом біосинтезу тритерпенів, зокрема ланостерину й стероїдних сполук, у т.ч. холестерину, стероїдних гормонів та жовчних кислот.

За складом ПНЖК масло амаранту виключно унікальне, займає особливе місце серед органічних рослинних масел та містить збалансований комплекс омега-3 та омега-6, ПНЖК – так званий комплекс «вітаміну F» (від англ. Fat – жир).

ПНЖК мають гіполіпідемічні, гіпокоагуляційні, антиагрегатні властивості, протизапальний та імуномодельовальний ефекти.

Амарантове масло одне з небагатьох рослинних масел, яке містить тімнодонову (ліноленову, омега-3) ПНЖК (до 7 % від усіх ПНЖК), альтернативним джерелом якої є морепродукти – лососевий та скумбрієвий жири. Але вміст тімнодової кислоти в цих морепродуктах набагато нижчий. Можливість метаболічного перетворення тімнодової ПНЖК у простагліцин без наступного перетворення в тромбоксан забезпечує антитромбогенну дію та дезагрегаційну дію і тому попереджує розвиток тромбозу та прогрес-

сування атеросклерозу.

Сквален вперше було виявлено у 1906 році і виділено з печінки глибоководної акули (від лат. *Squalus* – акула). Для стабільності цьому природному ненасиченому вуглеводню не вистачає 12-ти атомів водню для стабільного стану, тому він захоплює ці атоми з будь-якого доступного джерела. А оскільки в організмі найбільш розповсюдженим джерелом водню є вода, то сквален легко вступає з нею у взаємодію, вивільняючи кисень, і насичує ним органи і тканини. Глибоководним акулам сквален необхідний, щоб виживати в умовах надмірної гіпоксії (низький вміст кисню) при плаванні на великих глибинах. Людині сквален необхідний як антиканцерогенна, антимікробна і фунгіцидна речовина, оскільки давно доказано, що саме дефіцит кисню і кисневе голодування клітин є головними причинами старіння організму, а також виникнення пухлин. Потрапляючи в організм людини сквален омолоджує клітини, а також стримує виникнення і ріст злоякісних новоутворень, підвищує імунітет і опірність організму до різних захворювань.

Під час біохімічних досліджень сквалена було виявлено багато інших його властивостей. Виявилось, що сквален є похідним вітаміну А і при синтезі холестерину перетворює його в біохімічний аналог 7-дегідрохолестерин, який при сонячному світлі перетворюється в вітамін Д, забезпечуючи радіопротекторні властивості. Вітамін А краще всмоктується, коли він розчинений у сквалені.

Унікальний хімічний склад масла амаранту дозволяє його застосовувати при лікуванні запалювальних процесів, виразки шлунка і дванадцятипалої кишки, сечостатевої системи, анемії, цукрового діабету, ожиріння, неврозів, захворювань шкіри, стоматиту, атеросклерозу та багатьох інших.

Оскільки у маслі амаранту велика кількість активно діючих речовин, які позитивно впливають на макроорганізм, слід було б визначити, чи мають ці речовини такий же вплив на мікроорганізми тонкого кишківника (молочнокислі), чи не пригнічують їхній ріст та розмноження? Лактобацили, які переважають серед молочнокислих мікроорганізмів дорослої людини, досить вимогливі до складу поживного середовища і потребують внесення в них амінокислот, вітамінів, жирних кислот, вуглеводів і похідних нуклеїнових кислот (індивідуальні для кожного виду). В середині кишківника вони зброджують лактозу до молочної кислоти, яка надає антисептичної дії і трансформує кальцій, що надходить з їжею, в засвоюваний лактат кальцію. Тому метою даної роботи стало вивчення впливу масла амаранту на внутрішню мікрофлору кишківника людини, а саме на позитивну – молочнокислі бактерії. В літературі дані про це відсутні.

Для досягнення цієї мети було:

- зроблено огляд літератури;
- розроблено схему дослідження *in Vitro* процесу травлення їжі за наявності масла амаранту та розрахунок розхідних матеріалів;
- підібрано культуру молочнокислих бактерій;
- проведено експериментальні дослідження та облік результатів;
- зроблено висновок про вплив діючих компонентів масла амаранту на мікрофлору кишківника.

На рис. 1 наведено схему проведення досліджень.

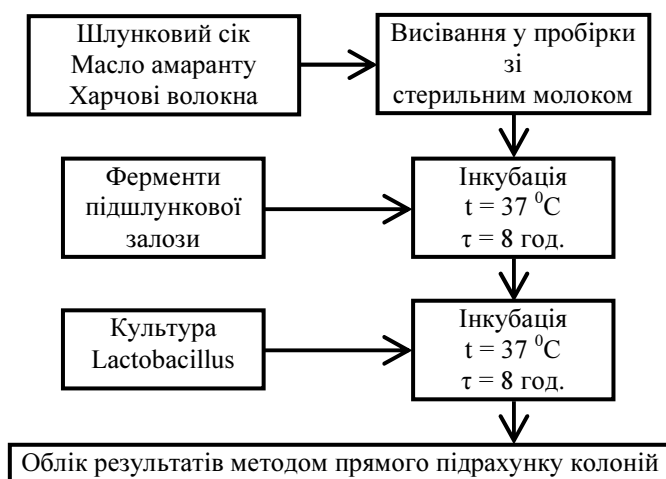


Рис. 1 – Схема проведення експериментальних досліджень щодо впливу масла амаранту на *Lactobacillus plantarum*

Хід дослідження

У підготовлені пробірки зі стерильним молоком (жирністю 1,5 %) вносили шлунковий сік, масло амаранту виробника ООО «Торговый дом – Таврийские млынари», харчові волокна у вагових та об'ємних одиницях. Розрахунок інгредієнтів було зроблено для людини середньої статури віком до 30 років, виходячи з рекомендацій теорії раціонального харчування. Харчових волокон було внесено 0,01, 0,03, 0,05 г у межах максимальної добової потреби людини (25 г на добу). Контролем слугували пробірки з харчовими волокнами без додавання масла амаранту і молоко без масла і харчових волокон, інкубовані в аналогічних умовах із такою ж кількістю шлункового соку та ферментів.

Після двогодинного термостатування додавали тонко подрібнений ферментний препарат та знову витримували у термостаті протягом 6 годин.

Після термостатування у суміш інгредієнтів, яка імітувала хімію людського організму, засівали культуру *Lactobacillus plantarum* і продовжили культивування ($t = 37\text{ }^{\circ}\text{C}$) ще 8 годин.

Ефективність росту культури на створених поживних середовищах за наявності масла амаранту досліджували методом 10-кратних розведень. По 1 мл з останніх розведень кожного зразка засівали у чашки Петрі і викладали у термостат на 2 доби при $t = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Як поживне середовище для ідентифікації *L.plantarum* застосували капустяний агар.

Облік посівів робили прямим підрахунком колоній із розведень 10^5 , 10^6 , 10^7 .

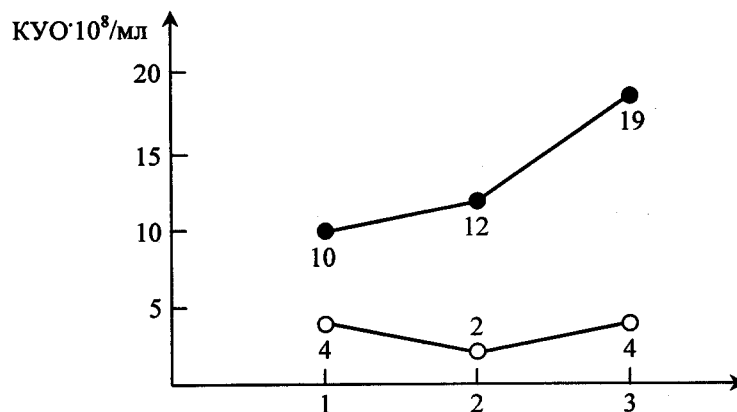
Результати наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Облік колоній молочнокислих бактерій *Lactobacillus plantarum*

Харчові волокна, г	Масло амаранту, мл	КУО/мл	КУО/мл контроль (без масла)
0,01	0,3	$15 \cdot 10^8$	$48 \cdot 10^7$
0,03	0,3	$15 \cdot 10^8$	$32 \cdot 10^7$
0,05	0,3	$24 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^8$

Як тест-культуру для дослідження було обрано *Lactobacillus plantarum*, оскільки вона є однією з основних симбіотичних молочнокислих бактерій кишківника дорослої людини. Засівну чисту культуру надано з музею культур кафедри біохімії, мікробіології та фізіології харчування ОНАХТ.

Приріст кількості клітин *L.plantarum* за рахунок сумісного впливу харчових волокон і масла амаранту та окремо харчових волокон показано на рис. 2.



1 – 0,01 г харчових волокон; 2 – 0,03 г харчових волокон; 3 – 0,05 г харчових волокон

● – харчові волокна з маслом амаранту; ○ – харчові волокна

Рис. 2 – Вплив масла амаранту та харчових волокон на *L.plantarum*

Наведений на рис. 2 графік свідчить, що приріст клітин *L.plantarum* за рахунок впливу масла амаранту у третьому зразку складає 79 %, а у зразках 1, 2 – 60 % та 83 % відповідно. Приріст клітин було розраховано відносно контролю, у якому було тільки стерильне молоко та відповідні ферменти без додавання масла амаранту і харчових волокон.

Аналіз проведених досліджень свідчить, що масло амаранту, як і харчові волокна, впливає на колонізацію *L.plantarum* у кишківнику людини. Найвищий ріст $24 \cdot 10^8$ клітин виявлено у зразку з маслом амаранту, де вміст волокон 0,05 г. При інкубації вмісту пробірок у термостаті спостерігалось активне газоутворення, особливо у тих пробірках, де були харчові волокна і масло.

На капустиному агарі спостерігали ріст характерних дрібних сіруватих колоній. Видову приналежність підтвердили морфологічно, деякими біохімічними ознаками та здатністю рости на капустиному агарі при $t = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Лактобацили не змінили свій вигляд, не модифікували, перебували у стані тургору та мали розміри $2 \times 1\text{ }\mu\text{m}$ (рис. 3).

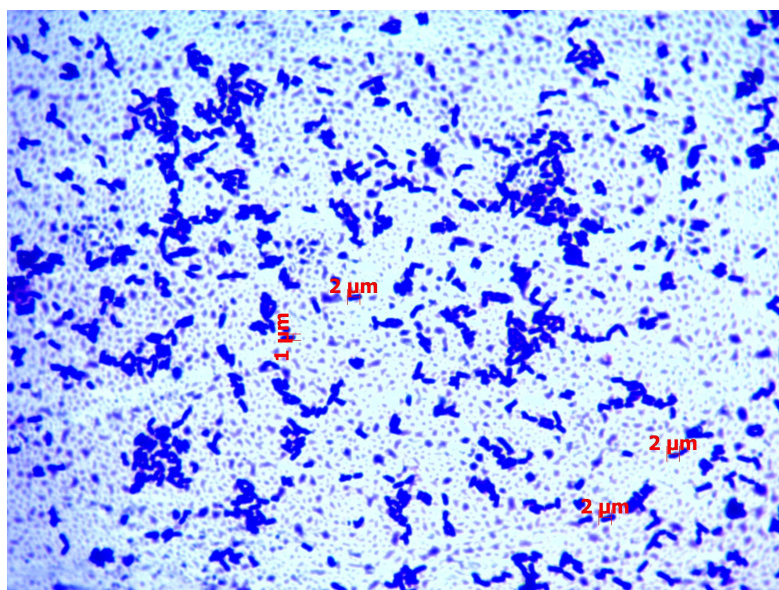


Рис. 3 – Морфологічні ознаки *L. plantarum*, культивованих із маслом амаранту та харчовими волокнами

Це пояснюється тим, що компоненти масла амаранту у поєднанні з оптимальною кількістю харчових волокон (0,05 г) створюють пробіотичний комплекс, основу якого складають синергічно діючі компоненти – молочна кислота, амінокислоти, вітаміни, H_2O_2 , антибіотичні субстанції. Слід зазначити, що унікальною характеристикою *L. plantarum* є здатність катаболізувати аргінін з утворенням окису азоту. Ця речовина бере участь у серії найважливіших функцій шлунково-кишкового тракту (бактеріостатична дія у відношенні кандіда, кишкових паличок, шигел, сальмонели, хелікобактерій, амеб, кишкових паразитів; секреції муцина; регуляції перистальтики; стимуляції імунних функцій, пов'язаних із травною системою; попередження всмоктування ендотоксинів у сироватку крові).

Висновки.

1. Встановлені нами оптимальні співвідношення масла амаранту (0,3 мл) та харчових волокон (0,05 г) створюють комфортну екологічну нішу для вибагливих *L. plantarum*. При цьому харчові волокна структурують внутрішнє середовище, рівномірно розподіляючи трансформовані у шлунково-кишковому тракті активні компоненти масла амаранту і стимулюють ріст необхідних організму лактобацил.

2. Можна рекомендувати застосування масла амаранту разом із харчовими волокнами у визначених нами співвідношеннях, що дасть максимальний ефект не тільки як антиканцерогенна, антимікробна і фунгіцидна, радіопротекторна, імуномодельовальна речовина, а й як потужний стимулятор росту лактобацил, корисної мікрофлори кишківника людини.

3. Проходячи крізь шлунково-кишковий тракт, масло амаранту за рахунок дії його ферментів розкладається на складові, однак не втрачає свого впливу на *L. plantarum*.

Література

1. Шендеров Б.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание / Б.А. Шендеров // Том III: Пробиотики и функциональное питание. – М.: Изд-во «ГРАНТЪ», 2001. – 288 с.
2. Bengmark S. Eoimmunonutrition: A Challenge for the Third Millenium / S. Bengmark // Nutrition, 1998, V. 14. – № 7/8. – P. 563–572.
3. Чиркова Т.В. Амарант – культура XXI века / Т.В. Чиркова // СОЖ, 1999, № 10. – С. 22–27.
4. Железняков А.В. Хлеб, зрелище и лекарство / А.В. Железняков // Химия и жизнь. – 2005. – № 6. – С. 56–61.
5. Єгорова А.В. Насіння амаранту можна уберегти від згубної дії мікрофлори / А.В. Єгорова, Г.Й. Євдокимова, Л.К. Овсянникова та ін. // Зерно і хліб. – 2008. – № 1. – С. 34–35.