

УДК 663.81-867

## PERSPECTIVES OF CULTIVATION AND PROCESSING OF ASPARAGUS

**A. Gonta**

*Uman National University of Horticulture*

**V. Gidgelitzkiy**

*Kyiv Cooperative Institute for Business and Law*

**V. Piddubniy**

*National University of Food Technologies*

---

**Key words:**

*Asparagus*

*Plant*

*Water activity*

*Osmotic pressure*

*Stabilization technology*

*Vitamins*

*Storage*

---

**ABSTRACT**

Information related to asparagus as a vegetable having a rich composition of vitamin complexes with recognized medicinal properties and opportunities for the culinary use is presented in this article. It is noted that the problem of shelf life extension of asparagus has not been solved yet. Thus, the directions of search for such opportunities have been presented.

---

**Article history:**

Received 20.02.2014

Received in revised form

05.03.2014

Accepted 22.03.2014

---

**Corresponding author:**

A. Gonta

**Email:**

Mif63@i.ua

---

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ І ПЕРЕРОБКИ СПАРЖІ

**І.А. Гонга**

*Уманський національний університет садівництва*

**В.М. Гіджеліцький**

*Київський кооперативний інститут бізнесу і права*

**В.А. Піддубний**

*Національний університет харчових технологій*

*У статті наведено інформацію, що стосується спаржі як овочевої культури зі складом, збагаченим вітамінними комплексами, які мають визнані лікувальні властивості і можливості у кулінарному застосуванні. Відмічено, що практично не вирішено питання подовження термінів зберігання спаржі і одночасно запропоновано напрямки пошуку таких можливостей.*

**Ключові слова:** *спаржа, рослина, активність води, осмотичний тиск, технології стабілізації, вітаміни, зберігання.*

Овочі та фрукти відносяться до важливих складових у харчуванні людини, оскільки містять у собі значну кількість смакових, поживних та ароматичних речовин і є постачальниками вітамінів С, Р, Е, групи В, провітаміну А, каротину, мікро- і мікроелементів.

Світова практика знайома з 240 видами овочів, однак в Україні споживається всього близько 40. Як оригінальне доповнення до столу українців пропонується спаржа.

Спаржа (лат. *Asparagus*) — рід рослин родина спаржеві — один із ранніх овочів відкритого ґрунту, делікатесний продукт харчування та цінний лікувальний засіб. У Стародавньому Єгипті цю рослину культивували з огляду на кулінарні і лікувальні властивості, а у стародавній Греції спаржа була культовою рослиною, що використовувалася в шлюбних ритуалах [1—3]. У Німеччині вважають, що у період цвітіння спаржі світ стає чарівним.

Існує два види спаржі — зелена і біла. Біла росте під землею і вважається делікатесом, а зелена зростає на грядці. Гурмани стверджують, що спаржа є делікатесом, який потрібно встигнути спробувати, оскільки її сезон триває менше 2 місяців.

Метою дослідження є аналіз та узагальнення властивостей і перспектив використання та поширення спаржі.

Залежно від зафарблення розрізняють три групи сортів спаржі: спаржа зеленоголова, спаржа червоноголова і спаржа білоголова. Ця весняно-літня, насичена вологою рослина є делікатесом, що задовольняє не лише смак, а і змучені авітамінозом людські організми. В спаржі наявні білок, вуглеводи, величезна кількість вітамінів, кальцій, залізо, калій, а також амінокислоти природного походження аспарагін, каротин і сапонін. Спаржа малокалорійна, зате насичена мінеральними речовинами рослиною.

Лікувальні властивості спаржі обумовлені наявністю в ній значної кількості аспарагіну, який сприяє поліпшенню роботи серця, нирок, розширює судини кровообігу і знижує кров'яний тиск, піднімає життєвий тонус. Спаржа сприяє видаленню з організму людини хлоридів, фосфатів, сечовини, що важливо за таких хвороб, як подагра, сечовокислий діатез, гострий і хронічний нефрит, запалення сечового міхура і сечовивідних шляхів. У Болгарії спаржею лікують порушення обміну речовин (у тому числі й цукровий діабет), аденому, передміхурову залозу, обмеження материнського молока.

Вегетаріанська дієта з акцентом на спаржу допомагає позбавитися від зайвої ваги, целюліту, забезпечити максимум чистоти шкірним покривам, сприяє поновленню клітин шкіри, протидіє зморшкам і сивині. Останнє досягається за рахунок значного вмісту у спаржі фолієвої кислоти — унікального вітаміну молодості. Комплекс корисних речовин доповнюється алкалоїдом аспарагіну, сірчанокислим кальцієм, калієм, магнієм, які використовуються при створенні кремів, гелів, масок.

Однак, незважаючи на відмічені особливості, спаржа все ж таки кулінарний делікатес. Свіжа спаржа майже не потребує обробки, окрім знімання ніжним тонким верхнього шару. Рослини зв'язують в пук і, оскільки нижня частина вариться довше за верхню, то процес організують з вертикальною орієнтацією пука.

Під час варіння додають тільки сіль, цукор і вершкове масло. Готують із спаржі супи, гарніри, десерти. Проте гурмани споживають її виключно свіжою та нерозділеною і бажано зібраною в день споживання. Остання особливість, як і терміни досягання спаржі (кінець квітня і середина червня), створюють складну проблему для спеціалістів, які займаються переробкою і стабілізацією якісних показників. Ця складність пов'язана з високим вологовмістом рослини. Хімічний склад спаржі залежить від умов її вирощування. Так, кількість вуглеводів складає 2,8...3,9 %, клітковини — 0,8...1,1 %, протеїнів — 1,5...1,7 г, вітамінів (в мг %): С — 40, РР — 0,7, В<sub>1</sub> — 0,08, В<sub>2</sub> — 0,09, В<sub>6</sub> — 0,1, каротину — 2,0...2,2. Сумарна кількість сухих речовин складає 6,3...10,8 %.

Відомо, що біохімічний склад спаржі не залежить від віку рослини, але значно змінюється залежно від сортових особливостей, способу й терміну зберігання пагонів. Згідно з дослідженнями [4], найвищий вміст цукрів наявний в основі пагонів (4,1 %), а найменший — у верхівці (1,74 %).

Оцінюючи загальні можливості з точки зору інтересів подовження термінів зберігання овочевої продукції, слід зазначити, що пагони спаржі мають високий рівень мікробіологічної вразливості. До такого висновку спонукає показник вологовмісту на рівні 92 %. За відсутності даних про виміри показника активності води для спаржі, варто звернутися до відомих співвідношень щодо фруктів, у яких за значень  $W = 92...95$  % активність води складає величину 0,98. Нагадаємо, що активність води означає відношення парціального тиску пари води над клітинним соком спаржі до парціального тиску над чистим розчинником, роль якого виконує вода:

$$a_w = P_0 / P . \quad (1)$$

Окрім активності води до колігативних властивостей рідинних середовищ і клітинного соку спаржі відносяться осмотичні тиски і температурні депресії. Осмотичні зв'язки найбільше проявляються у розчинах. Природа такого зв'язку відображається законом Рауля (осмотичним зв'язком утримується волога набухання і структурна волога). Їй відповідає мала енергія зв'язку, тому вона з матеріалом зв'язана не так міцно, як адсорбційна волога. Внутрішньоклітинна волога, у якій розчинені низькомолекулярні сполуки, утримується осмотичними силами. Якщо волога потрапляє всередину клітин гелю при його утворенні, то вона називається структурною. До цієї групи віднесена волога, що міститься в клітинах рослинних тканин.

Фізико-механічний зв'язок має волога, що перебуває в капілярах матеріалу і на його поверхні. Волога на поверхні тіла називається вологою змочування. Волога змочування і волога мікрокапілярів, середній радіус яких перевищує  $10^{-3}$  см має слабкий зв'язок з матеріалом і може бути видалена механічним способом (віджиманням). Така волога називається вільною.

Разом з тим, волога мікрокапілярів, радіус яких менший  $10^{-3}$  см, заповнює будь-які мікропори не лише за контактування з ними, а й завдяки сорбції із вологого повітря. Якщо парціальний тиск пари біля поверхні матеріалу більший за тиск у навколишньому повітрі, то буде здійснюватися випаровування, а якщо менший, то матеріал буде зволожуватись. При рівних тисках досягається стан рівноважної вологості й остання є функцією парціального тиску водяної

пари при заданій температурі. Змінюючи парціальний тиск пари при незмінній температурі, можна визначити значення рівноважної вологості й одержати ізотерму сорбції вологи. Практично встановлено, що для більшості матеріалів рівноважна вологість залежить не від температури, а лише від відносної вологості повітря та його термодинамічних параметрів, у тому числі і від тисків.

При відомих перевагах вакуумної обробки продукції і, особливо, зберігання її при низьких тисках виникла необхідність у їх машинній реалізації. Ці технології стосуються передусім забезпечення людського організму вітамінами та мікроелементами. Соки та пюре з фруктів, ягід і овочів є неоціненним джерелом вітамінів. Разом з цим, вони забезпечують енергетичний фонд харчового раціону за рахунок легкозасвоюваних вуглеводів — глюкози і фруктози, збагачують комплексом мінеральних солей і мікроелементів, органічними кислотами, харчовими волокнами, пектином, фітонцидами.

Згідно із сучасними медико-біологічними та санітарно-гігієнічними вимогами, продукція повинна мати такі характеристики:

- відсутність шкідливих, непотрібних або несмачних добавок;
- максимально можливе збереження корисних речовин, особливо вітамінів групи С, а також мікроелементів;
- збереження природного кольору, запаху і смаку;
- збільшення терміну придатності;
- поліпшений дизайн.

Дотримання цих вимог залежить як від досконалості технології виробництва продукції, так і від організації підготовки тари, фасування та пакування продукції. Очевидно, що для одержання і зберігання в упаковках тисків, нижчих за атмосферний, тара повинна бути жорсткою і протидіяти зовнішньому тиску. Цій умові потенціально відповідають зразки скляного посуду, в якому після фасування утворюється підкришковий об'єм повітря. У процесі зберігання продукції повітря активізує біохімічні реакції в продукції, руйнуючи вітаміни, особливо вітаміни групи С та інші лабільні компоненти середовища.

Зважаючи на вищезазначене, бажано до початку фасування продукції здійснити вакуумування банок або пляшок. Такі процеси достатньо вдосконалені в технологіях фасування пива, газованих напоїв, шампанського тощо. Тара, генерована і підготовлена, виконує подвійну роль, пов'язану з тепловою обробкою повітря, стерилізацією банок і кришок і, нарешті, вакуумування.

Залишковий тиск в упаковках залежить від загального об'єму та співвідношення рідинної і парової фаз та фізико-хімічних властивостей середовищ. Вакуумування біологічних середовищ слід оцінювати як впливи енергетичних імпульсів.

Зміни фізичних тисків у біологічних середовищах реалізуються в межах більших або менших за атмосферні, що призводить до порушення, як мінімум, фізичної рівноваги в клітинних структурах сировини і клітинах мікроорганізмів. Якщо клітини при таких змінах залишаються неушкодженими, то вони у своїй діяльності переходять до нових станів фізичної рівноваги. У випадку

зниження тиску нижче за атмосферний вміст розчинених газів у рідинній фазі клітин має зменшуватися відповідно до закону Генрі. Таке зменшення можливе лише при передаванні їх у середовище. Однак зниження тиску у газовій фазі середовища означає одночасно зниження температури, наслідком чого є підвищення розчинності газів. Очевидно, що за таких умов загальний результат залежить від співвідношень реакцій біологічних середовищ на вказані зміни.

При цьому слід підкреслити, що хоча забезпечення, наприклад, ізотермічних умов технологічно цілком можливе, однак з точки зору інтересів подальших пошуків практичного використання досліджень варто оцінити комплексні впливи (впливів двох факторів синхронної дії).

Виконаємо оцінку впливів синхронної дії факторів тиску і температури на розчинність газів у рідинних фазах середовищ. Для цього проаналізуємо процеси зниження тисків і температур у газовій фазі.

Розглянемо трансформації термодинамічних параметрів систем у випадку самоплинного витоку газів і пари. Цей випадок стосується перехідного процесу, в якому початковий тиск газової фази  $P_{1(n)}$  більший за атмосферний, як і кінцевий тиску в герметизованій системі. У зв'язку з цим перепад тисків у камері становить величину  $\Delta P$ :

$$\Delta P = P_{1(n)} - P_{1(k)}. \quad (2)$$

За вказаних значень  $P_{1(n)}$  та  $P_{1(k)}$  адіабатне кипіння середовища виключається і величина  $P_{1(k)}$  визначає залишковий енергетичний потенціал по газовій фазі. Вказаному перепаду тисків  $\Delta P$  відповідає зниження температури  $\Delta t_1$ .

Нехай потоку газової фази відповідають тиски  $P_2$  і температура  $t_2$ . Наслідком розширення потоку газової фази до величини  $P_2$  буде зниження температури  $t_2$  в межах часу його перебігу  $\tau$ .

Відомо, що універсальне рівняння газового стану Менделєєва-Клапейрона відображує енергетичні потенціали середовищ у формі

$$PV = MRT, \quad (3)$$

де  $P$  та  $V$  — відповідно тиск та об'єм газової фази;  $M$  — маса газу;  $R$  і  $T$  — відповідно універсальна газова стала й абсолютна температура середовища. У режимі часткового витоку газової фази при сталому об'ємі камери зменшення енергетичного потенціалу буде пропорційним зменшеному тиску.

Стан газів і парів при їх витоку змінюється згідно із відомим законом:

$$P_1 V_1^n = P_2 V_2^n, \quad (4)$$

де  $P_1$ ,  $V_1$  та  $P_2$ ,  $V_2$  — тиски і об'єми на початку і в кінці процесу;  $n$  — показник політропи.

У нашому випадку маємо подвійну сферу інтересів. Одна з них стосується енергетичного потенціалу залишку газової фази в камері, а друга — параметрів газу, що залишив об'єм камери. Графічне відображення процесу наведено на рисунку з показом площі, яка відображає роботу витоку:

$$A = \int_P^{P_1} v dP . \quad (5)$$

Прийmemo такі позначки:  $x = p$ ,  $y = v$ ,  $n = -1/m$ . Тоді  $y = cx^m$ , де  $c$  — стала. У результаті маемо:

$$F = \int_{x_1}^{x_2} y dx = \left| c \frac{x^{m+1}}{m+1} \right|_{x_1}^{x_2} = c \frac{x_2^{m+1} - x_1^{m+1}}{m+1} . \quad (6)$$

Оскільки  $y_1 = cx_1^m$  і  $y_2 = cx_2^m$ , то для площі  $F$  отримуємо математичну формалізацію

$$F = \frac{cx_2^m x_2 - cx_1^m x_1}{m+1} = \frac{y_2 x_2 - y_1 x_1}{m+1} . \quad (7)$$

Таким чином, розшукувана робота відображається залежністю

$$A = \int_P^{P_1} v dP = \frac{n}{n-1} (P_1 v_1 - P v) = \frac{n}{n-1} P_1 v_1 \left[ 1 - \left( \frac{P}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \right] . \quad (8)$$

Кінетична енергія потоку газу

$$W = \frac{1}{2} m w^2 , \quad (9)$$

де  $m$  — маса, отримана з розрахунку  $1 \text{ кг} = mg$ ;  $g$  — прискорення вільного падіння;  $w$  — швидкість витoku.

Оскільки  $W = A$ , то

$$w = \sqrt{2g \frac{n}{n-1} P_1 v_1 \left[ 1 - \left( \frac{P}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \right]} . \quad (10)$$

За відомої площі отвору витoku  $f$  величина потоку, що протікає через нього за 1 с, складає

$$G = f w \frac{1}{v} = f \frac{w}{v} , \quad (11)$$

де  $1/v$  — величина, обернена об'єму  $v$ , віднесеному до одиниці вагової кількості газу.

Після підстановки виразів, отримаємо:

$$G = f \sqrt{2g \frac{n}{n-1} \cdot \frac{P_1}{V_1} \left[ \left( \frac{P}{P_1} \right)^{\frac{2}{n}} - \left( \frac{P}{P_1} \right)^{\frac{n+1}{n}} \right]} . \quad (12)$$

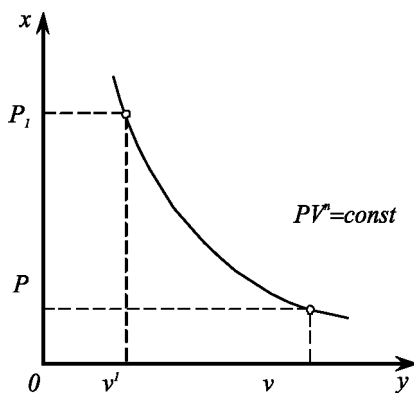


Рис. Графік політропного процесу

В інтересах досягнення швидкодії у досліджуваному перехідному процесі знайдемо величину тиску  $p = p_0$ , що відповідає найменшому перерізу  $f = f_0$  отвору при сталому потоці  $G$ . Для цього необхідно визначити максимум функції під коренем

$$\phi(P) = \left(\frac{P}{P_1}\right)^{\frac{2}{n}} - \left(\frac{P}{P_1}\right)^{\frac{n+1}{n}}. \quad (13)$$

Значення похідної прирівняємо до нуля:

$$\frac{d\phi}{dP} = \frac{2}{nP_1} \left(\frac{P}{P_1}\right)^{\frac{2}{n}-1} - \frac{n+1}{nP_1} \left(\frac{P}{P_1}\right)^{\frac{n+1}{n}-1} = 0. \quad (14)$$

Звідси

$$\frac{P}{P_1} = \left(\frac{2}{n+1}\right)^{\frac{n}{n-1}} \text{ або } P = P_0 = P_1 \left(\frac{2}{n+1}\right)^{\frac{n}{n-1}}. \quad (15)$$

З одержаного результату видно, що значення тиску  $P_0$  залежить лише від показника політропи  $n$  і від початкового тиску  $P_1$  газу.

Для перевірки того, що функція  $\phi(P)$  дійсно має максимум при  $P = P_0$ , визначаємо її другу похідну:

$$\phi''(P_0) = -\frac{(n+1)^2(n-1)}{n^2 P_1}. \quad (16)$$

Оскільки  $\phi''(P_0) < 0$ , то знайдене значення  $P_0$  відповідає максимуму функції  $\phi(P)$ .

Критичний тиск  $P_0$  пов'язується з певною швидкістю  $W_0$ , яка вважається критичною:

$$w_0 = \sqrt{2g \frac{n}{n+1} P_1 v_1}. \quad (17)$$

Одержані залежності надають можливість у межах рівнянь (3) — (17) оцінювати параметри перехідних процесів. Це важливо тому, що прямі виміри активності води  $a_w$  і осмотичних тисків потребують використання складного лабораторного обладнання, за відсутності якого виконано визначення температур замерзання, через які знаходяться температурні депресії  $\Delta t_{\text{зам}}$  фазових переходів. Лабораторне оснащення дозволяло за застосування блоку термопар, термостата, аналого-цифрового перетворювача і комп'ютера зафіксувати температури фазових переходів соків спаржі і води. Дослідження виконувалися із зеленою спаржею, а величини температурних депресій склали  $\Delta t_{\text{зам}} = 1 \dots 1,5$  °C. З урахуванням особливостей побудови пагонів спаржі, їх складу, вологовмісту та існуючих обмежених термінів зберігання можна зробити такі.

### Висновки

1. Спаржа як одна з малокалорійних і одночасно високонасичених вітамінами рослин може суттєво доповнити раціон харчування за умови розробки технологій подовженого зберігання продуктів її переробки.

2. Інформація про спроби розробки технологій стабілізації спаржі або продуктів її переробки в літературних джерелах відсутня.

3. До числа перспективних напрямків стабілізації продукції переробки спаржі відносяться вакуумні технології, поєднані з осмомолекулярною дифузією.

### Література

1. Гиренко М.М., Шилова С.Н. Род *Asparagus L.* — спаржа // Культурная флора СССР: Листовые овощные растения. — Л.: Агропромиздат, 1988. — Т. XII. — С. 6—29.

2. Болотских А.С. Овощи Украины. — Харьков: Орбита, 2001. — С. 996—1015.

3. Стрижаченко Л.М. Спаржа // Картофель и овощи. — 2000. — № 3. — С. 13—14.

4. Culpepper C.W., Moon H.H. Changes in composition and rate of growth along the developing stem of asparagus // Plant physiology. — 1999. — Vol.14, № 4. — P. 684, 696.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫРАЩИВАНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СПАРЖИ

**И.А. Гонга**

*Уманский национальный университет садоводства*

**В.М. Гиджелицкий**

*Киевский кооперативный институт бизнеса и права*

**В.А. Поддубный**

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье приведена информация, касающаяся спаржи как овощной культуры с составом, обогащенным витаминными комплексами, проявление которых касается признанных лечебных свойств и возможностей в кулинарном применении. Отмечено, что практически не решены задачи продления сроков хранения спаржи и одновременно предложены направления поиска таких возможностей.*

**Ключевые слова:** *спаржа, растение, активность воды, осмотическое давление, технологии стабилизации, витамины, хранение.*