

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Заявка 2166194 Япония, МКИ С 11 В 5/00 09 К 5/24. Антиоксиданты / М. Натаке, К. Имода, Т. Ямамото (Япония). — № 63–321635 ; заявл. 20.12.88 ; опубл. 26.06.90. — Кокай токке кохо. — № 73. — 3 с.
2. Мерзаметов М. М. Изучение ингибирующего действия антиокислителей в пищевых животных жирах и маслах / М. М. Мерзаметов : материалы 4-й Всесоюзной науч.-техн. конф. ["Разработка конкурентов продуктов питания"]. — Кемерово, 1991. — С. 151—152.
3. Данилова Л. А. Природні антиоксиданти / Л. А. Данилова // Харчова та переробна пром-сть. — 2003. — № 3. — С. 18—19.
4. Демидов І. Застосування антиоксидантів визнано доцільним / І. Демидов, Л. Данилова // Харчова та переробна пром-сть. — 1996. — № 2. — С. 27.
5. Данилова Л. А. Антиоксиданты из растительного сырья / Л. А. Данилова : материалы междунар. науч.-техн. конф. ["Информационные технологии: наука, техника, технология, оборудование, здоровье"]. — Ч. 4. — Харьков, 1997. — С. 209—211.
6. Пархаєва Н. В. Дослідження антиоксидантної властивості листя вишні та чорної смородини : зб. наук. праць. — Донецьк : Дон ДУЕТ, 2000. — С. 175—181.

УДК 635.82:664.8.03.014

Âî ëî äëî èð ÄÛÒËÎ Æ,
²ííà Ì ÅÅÅÅËËÎ ÆÀ,
Í àðàëüí Ì Ì Ì Ì ÆÀ

ЗАКОНОМІРНОСТІ ПЕРЕБІГУ БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У СВІЖИХ ПЛОДАХ, ОВОЧАХ І ГРИБАХ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ

Свіжі плоди й овочі відносяться до продукції, яка швидко псується або втрачає якість під час зберігання. Саме тому розробка ефективного способу тривалого зберігання є актуальною і завжди перебуває в центрі уваги вчених. Досягнення цієї мети ґрунтується на науковому розумінні загальних закономірностей та особливостей

© Âî ëî äëî èð Äüòëîà, ²ííà Ì ååååëëàà, Í àðàëüí Ì Ì Ì Ì ÆÀ, 2009

біологічних аспектів "життя" плоду – розвитку, досягання та старіння (біологічної смерті). Відомий вираз "Життя – це спосіб існування білкових тіл" означає, що зазначені вище стадії характерні також для рослинного організму як живої істоти, а саме – зміна структури та вмісту білкових речовин відбиває стадію життєвого циклу плоду.

Для будь-якого плоду, що дихає, його розвиток і перестигання пов'язані переважно з діяльністю рибонуклеїнової та дезоксирибонуклеїнової кислот – азотомісних речовин, за участі яких в організмі відбувається постійне оновлення білків. Установлено, що в молодих рослинах білковий азот повністю оновлюється за 72 год, тоді як у старих тканинах цей процес уповільнено – за добу оновлюється 1–3 % білків [1].

Зовні процес старіння плодів, овочів і грибів проявляється в'яненням і появою зморшкуватості; зміною кольору шкірочки; фізіологічними, а потім і мікробіологічними захворюваннями; відмиранням окремих тканин. Внутрішні прояви цього процесу пов'язані зі зміною морфологічних тканин: наприклад, із досяганням насіння (яблук, груш), коли воно зі світлого стає світло-коричневим, потім коричневим, з м'якого – грубим (томатів, огірків, кавунів); зі зміною кольору спорозносних пластинок і досяганням спор (у грибів); із досяганням вічок росту – меристематичних тканин (у картоплі й коренеплодів). Усі ці зміни спрямовані на формування нових життєздатних тканин для подальшого їхнього росту й розвитку. При цьому вважається, що насіння керує процесом досягання та старіння плоду [2; 3].

Внутрішні біохімічні процеси в клітині пов'язані зі зміною (перебудовою) ферментних систем і фракцій білкових речовин. У результаті цих змін у тканинах накопичуються небезпечні для клітин речовини, наприклад, спирт (у насіннячкових), аміак, сечовина, первинні й вторинні аміни (у грибах), розріджується м'якоть (у томатів) тощо.

Отже, біологічна смерть плодів пов'язана з поступовим руйнуванням структур і порушенням функцій окремих систем (компонентів) під впливом зовнішнього середовища.

Метою роботи є встановлення загальних закономірностей змін біохімічних і органолептичних показників свіжої плодоовочевої продукції та грибів за результатами експериментальних досліджень впливу способів зберігання на їхню якість.

Для досліджень взято три помологічних сорти яблук (*Кальвіль сніговий*, *Джонатан*, *Ренет Симиренко*) пізніх термінів досягання збирального ступеня стиглості, червоні та рожеві тепличні томати сорту *Раїса*, плодові тіла із закритим капелюшком трьох штамів шампінйонів (*B-86*; *F-58*; *A-15*). Зразки при температурі 0–2 °C зберігали: в умовах звичайного газового середовища – контроль; обробленими плівкоутворювальними композиціями (яблука й томати), в перфорованих полімерних коробках, які сприяють створенню модифікованого газового середовища (шампінйони) – дослід.

У зразках визначено: паропроникність шкірочки [4], інтенсивність дихання [5; 6], вміст сечовини [7], ліпопротеїдів [8], фракції [9; 10].

Аналіз експериментальних даних вмісту білків, які екстрагуються водою, у стиглих яблуках, томатах і свіжих шампінйонах дав змогу виявити загальну закономірність: на початку зберігання співвідношення альбуміни – глобуліни у відсотках становить приблизно 50 / 50: у яблуках сорту *Кальвіль сніговий* після збирання – 42.9 / 57.1; *Ренет Симиренко* – 49.6 / 50.4 [11]; у шампінйонах штаму *B-86* – 46.6 / 53.4; *F-58* – 54.5 / 45.5; *A-15* – 49.2 / 50.8 [12]; у томатах тепличних червоних сорту *Раїса* та *Шенон* – 49.3 / 50.7 і 52.0 / 52.0 відповідно [13]. У недостиглих плодах альбумінів міститься менше, наприклад, у рожевих томатах – 24.5 / 75.5.

Наведені дані свідчать, що яблука й томати збиральної стиглості та шампінйони із закритим капелюшком характеризуються приблизно однаковим співвідношенням альбумінів і глобулінів, а в недостиглих – переважають глобуліни. Із досяганням плодів співвідношення цих білків поступово вирівнюється. Так, під час зберігання рожевих томатів сорту *Раїса* при температурі 19–25 °С контрольні плоди стають червоними через дві доби, оброблені – через 6 діб. Співвідношення альбумінів – глобулінів у них становить 48.3 / 51.7 і 50.3 / 49.7 відповідно, тобто приблизно є таким, як і на початку зберігання червоних томатів.

При зберіганні томатів і яблук при низьких позитивних температурах вміст альбумінів в них на першому етапі зменшується, а глобулінів – збільшується. Наприкінці зберігання (при перезріванні) вміст глобулінів, навпаки, зменшується, а альбумінів – збільшується (табл. 1, 2). Аналогічну тенденцію відмічено також для плодів різних штамів шампінйонів (табл. 3).

Таблиця 1

Зміна білкового складу та інтенсивності дихання яблук сорту *Ренет Симиренко* під час зберігання

Термін зберігання, діб	Варіант зберігання	Інтенсивність дихання, CO ₂ мг/кг·год	Колір шкірочки	Співвідношення альбуміни – глобуліни, % на сиру масу
0	Контроль	12.5	Темно-зелений	49.6 : 50.4
	Дослід	10.0	–"–	
60	Контроль	5.1	Зелений	44.0 : 56.0
	Дослід	4.4	Темно-зелений	46.3 : 53.7
120	Контроль	10.5	Зеленкуватий	59.9 : 40.1
	Дослід	5.5	Зелений	59.7 : 40.3
150	Контроль	7.5	Світло-зелений	63.9 : 37.1
	Дослід	5.8	Зеленкуватий	55.1 : 44.9
180	Контроль	8.9	Жовтуватий	71.3 : 28.7
	Дослід	5.3	Зеленувато-жовтуватий	63.1 : 36.9

У всіх дослідних зразках плодів і грибів виявлено чотири фракції білків глобулінів (α -1, α -2, β , γ), співвідношення вмісту яких при зберіганні продукції також змінюється і найбільше – α -1, потім – α -2, далі – інші. Ці зміни, можливо, пов'язані з обмінними процесами, оскільки у складі альбумінів і глобулінів знайдено фракції, які здійснюють транспорт ліпопротеїдів (α -1) і макроглобулінів (α -2) [14]. Також вважається, що γ -фракція є носієм імуноглобулінів, синтез яких за необхідності може відбуватися за рахунок β -фракції [15; 16]. Отже, відбувається перерозподіл білків як усередині фракцій глобулінів, так і між іншими фракціями. Можливо, остання фракція глобулінів переходить в інші білки (наприклад, у грибів – в кислото- або спирторозчинні).

Таблиця 2

Зміни білкового складу та паропроникності шкірочки томатів сорту *Райса* під час зберігання

Термін зберігання, діб	Варіант зберігання	Паропроникність шкірочки, мг/см ² ·24 год	Колір м'якоті	Співвідношення альбуміни – глобуліни, % на сиру масу
0	Контроль Дослід	–	Світло-червоний	49.3 : 50.7
1	Контроль Дослід	2.75	"–"	48.0 : 52.0
		2.05		49.0 : 51.0
4	Контроль Дослід	2.65	Буро-червоний	46.6 : 53.4
		2.00	Світло-червоний	49.7 : 50.3
12	Контроль Дослід	3.21	Червоний	43.6 : 56.4
		2.40	Світло-червоний	47.5 : 52.5
20	Контроль Дослід	3.40	Темно-червоний	52.2 : 47.8
		2.70	Червоний	46.4 : 53.6
24	Контроль Дослід	3.89	Темно-червоний	60.5 : 39.5
		2.60	Червоний	57.8 : 42.2

Тенденції зміни вмісту альбумінів і глобулінів носить універсальний (загальний) характер для плодів, овочів і грибів. У такий спосіб, очевидно, відбувається втрата колоїдами вологозатримувальної здатності, а загалом – старіння, що виявляється у зміні морфологічного стану тканин і накопиченні небажаних для клітини речовин, наприклад, спирту в яблуках. Причина його накопичення – зростання активності трансфераз, за участю яких утворюється піруват, а потім і спирт. У дослідних зразках яблук на кінець зберігання вміст спирту зростає: у плодах *Кальвілю снігового* – в 4 рази (з 10.30 до 41.34 мг/100 г сирової маси), у *Джонатана* – в 3.2 рази (з 12.32 до 39.27), *Ренет Симиренко* – в 5 разів (з 8.61 до 43.02 мг/100 г) [11, с. 118]. У грибах збільшується вміст сечовини та амінів, у томатах – кислот, а також відшаровується м'якоть від шкірочки. У всіх плодах, овочах, грибах відбуваються природні втрати вологи, особливо наприкінці зберігання. Отже, небажані зміни проходять поступово й руйнівно.

Із метою уповільнення інтенсивності процесів старіння білкових та інших речовин технологічно простим та енергозберігаючим способом є оброблення плодів плівкоутворювальними композиціями, а грибів – зберігання в умовах модифікованого газового середовища.

Біохімічним показником змін під час зберігання свіжої продукції для насіннячкових плодів і томатів є клімактеричний підйом дихання та паропроникність шкірочки. Вважається, що в час піку клімактерію плоди досягають повної споживчої зрілості, після чого йде тільки процес перестигання [11, с. 174]. Для неклімактеричних плодів, зокрема грибів, – це пік зниження інтенсивності дихання й початок його підйому (див. *табл. 3*). Зазначені періоди характеризуються змінами як зовнішніх ознак (кольору шкірочки яблук, м'якоті томатів), так і внутрішніх (інтенсивності дихання й паропроникності шкірочки, а також співвідношення вмісту альбуміни – глобуліни).

Таблиця 3

**Зміна білкового складу та інтенсивності дихання
плодових тіл шампінйонів штаму А-15 під час зберігання**

Термін зберігання, доба	Варіант зберігання	Вміст сечовини, мг/100 г сухої маси	Інтенсивність дихання, CO ₂ мг/кг·ч	Колір спороносних пластинок	Співвідношення альбуміни – глобуліни, %
0	Контроль	396.6	111.4	Блідо-рожеві	49.2 : 50.8
	Дослід				
1	Контроль	433.2	104.5	"–"	43.8 : 56.2
	Дослід	408.3	103.1		49.6 : 50.4
3	Контроль	532.8	100.4	Рожеві	43.2 : 56.8
	Дослід	468.1	96.2	Блідо-рожеві	50.8 : 49.2
4	Контроль	581.6	102.5	Пурпурно-бурі	45.2 : 54.8
	Дослід	496.7	94.4	Блідо-рожеві	47.9 : 52.1
5	Контроль	621.6	105.2	Пурпурно-бурі	49.2 : 50.8
	Дослід	560.4	93.7	Блідо-рожеві	49.1 : 50.9
7	"–"	585.2	96.1	Рожеві	43.9 : 56.1
9	"–"	642.4	97.9	Пурпурно-бурі	45.8 : 54.2
11	"–"	690.4	105.6	Світло-коричневі	51.8 : 48.2

Результати досліджень свідчать (див. *табл. 1*), що інтенсивність дихання яблук змінюється хвилеподібно, при цьому в дослідних плодах вона нижча, ніж в контролі, і клімактеричний підйом їх не тільки зрушений на більш пізній термін, а й менш виражений. Загалом

можна відзначити, що зберігання оброблених яблук приводить до уповільнення інтенсивності біохімічних процесів, а значить – і перестигання.

На кінець терміну зберігання яблук (180 діб) разом із помітним підйомом рівня дихання у контрольних зразках і деяким зниженням у дослідних, чітко простежується зміна кольору шкірочки: на жовтуватий – у перших, на зеленкувато-жовтуватий – у других, при цьому консистенція оброблених яблук помітно щільніша й соковитіша.

Зазначені зміни показників якості яблук пов'язані зі змінами фракційного складу білків та іншими чинниками. Зниженню рівня дихання плодів через 60 діб зберігання відповідає мінімальна щодобова втрата маси, зниження вмісту альбумінів і зростання – глобулінів. У період клімактерію (через 120 діб) вміст альбумінів зростає, а глобулінів – знижується, підвищується також природна втрата маси. Це ймовірно пов'язано з втратою колоїдами, зокрема білками, вологозатримувальної здатності [11, с. 109]. У період дозрівання (через 150 діб) вміст альбумінів у контрольних плодах продовжує зростати, а в досліді – дещо зменшуватися. У період перестигання в обох варіантах вміст альбумінів продовжує зростати, а глобулінів – знижуватися. Період зростання вмісту перших приблизно однаковий як для контрольних, так і для дослідних яблук. Проте порівняння результатів зміни інтенсивності дихання, кольору шкірки та співвідношення альбуміни – глобуліни дає змогу зробити висновок, що в оброблених плодах вони менш помітні й зрушені на пізніший термін. Це підтверджує наведений вище висновок, що головним чинником подовження терміну зберігання свіжих плодів і овочів є уповільнення процесу старіння білкових речовин.

Приблизно однакова тенденція досягання й старіння встановлена і для тепличних червоних томатів (див. *табл. 2*). Зі зміною кольору м'якоті (від світло-червоного до червоного і темно-червоного) змінюється також паропроникність шкірочки. Остання має високий ступінь кореляції з інтенсивністю дихання [13]. Ці показники в контрольних плодах змінюються активніше, ніж у дослідних. Із наведених даних виходить – протягом 4–12 діб зберігання паропроникність шкірочки плодів помітно знижується, що відповідає мінімальній щодобовій втраті вологи, а колір м'якоті в контрольних томатах стає червоним, в дослідних – майже не змінюється. Відповідно вміст альбумінів у контролі зменшується, а в досліді залишається приблизно на одному й тому ж рівні. Порівняння результатів зміни кольору м'якоті й співвідношення альбуміни – глобуліни в обох варіантах зберігання показує, що в оброблених томатах старіння білків уповільнюється, а процеси перестигання протікають менш інтенсивно.

Під час кінцевого терміну зберігання томатів (20–24 доби) зміна всіх показників помітно прискорюється, причому вміст глобулінів

зменшується, а альбумінів помітно збільшується (на 8 % в контрольних зразках і на 11 % – у дослідних). Водночас в період з 12-ї до 20-ї доби зберігання ці зміни становлять для контролю також 8 %, а для оброблених – лише 1 %, що означає активніше протікання процесів старіння білків у контрольних зразках томатів.

Отже, в клімактеричних плодах під час їхнього досягання й перестигання відмічено загальні тенденції хвилеподібних змін інтенсивності дихання і паропроникності шкірочки, змін співвідношення альбуміни – глобуліни, кольору шкірочки та м'якоті.

Шампінйони, на відміну від яблук і томатів, не мають клімактеричного піку дихання й характеризуються деякими особливостями біохімічного складу (наявністю глікогену, сечовини, хітину, креатиніну, кількістю специфічних білків-імуноглобулінів), дуже високим рівнем дихання.

При зберіганні грибів колір спороносних пластинок змінюється від блідо-рожевого й рожевого до пурпурно-бурого й світло-коричневого (див. *табл. 3*). Цей процес проходить не стрибкоподібно, а поступово, як і збільшення вмісту сечовини. Інтенсивність дихання під час зберігання змінюється хвилеподібно: в контролі протягом трьох діб знижується, а потім зростає майже до рівня первинного. У досліді пік зниження інтенсивності дихання зрушено на 5-ту добу, після чого вона зростає. Разом з тим, інтенсивність дихання дослідних шампінйонів порівняно з контролем нижча протягом усього терміну зберігання: співвідношення вмісту альбуміни – глобуліни з 1-ї до 4-ї доби зберігання дещо змінюється, оскільки цьому періоду відповідає мінімальний рівень дихання та відповідно незначна зміна кольору пластинок. Після четвертої доби ці процеси протікають інтенсивніше, і через 5 діб співвідношення фракцій білків майже однакове з початковим.

Збільшення вмісту альбумінів і зменшення глобулінів відбувається, коли колір пластинок змінюється від рожевих до пурпурно-бурих і світло-коричневих. Ці процеси протікають за участю ферментів. Активність аспаратамінотрансферази в морфологічно більш стиглих (із відкритим капелюшком) грибах на 4.1 % вище. Цей фермент зв'язує аміак, що утворюється під час дезамінування вільних амінокислот, в аспарагін, що є нешкідливим для клітини, та сечовину [3, с. 140]. За один і той же час зберігання (наприклад, 5 діб) вміст сечовини в дослідних грибах є нижчий, а через 9 діб – дещо перевищує той, який є в контрольних плодкових тілах через 5 діб. Таким чином, можна зробити висновок, що чіткий взаємозв'язок між змінами інтенсивності дихання, співвідношенням фракцій білків і кольором спороносних пластинок зумовлено єдністю біохімічних процесів, які протікають під впливом зовнішніх факторів зберігання.

Отже, визначальними внутрішніми чинниками збереженості свіжої рослинної продукції є інтенсивність дихання, старіння білків, накопичення шкідливих компонентів хімічного складу й морфологічні зміни тканин. У процесі зберігання яблук, томатів і шампінйонів вміст фракцій водорозчинних білків змінюється хвилеподібно й відповідно до зміни інтенсивності дихання та паропроникності шкірочки, що позначається на зміні кольору шкірочки яблук, м'якоті томатів і спороносних пластинок грибів. Це підтверджує, що зміни є універсальними, поступовими й руйнівними. Зберігання свіжих овочів і грибів, оброблених плівкоутворювальною композицією і в умовах МГС уповільнює швидкість протікання біохімічних процесів, які мають однакову спрямованість під впливом зовнішніх факторів.

Таким чином, кількісне співвідношення вмісту альбумінів і глобулінів є об'єктивним показником ступеня стиглості плодів, овочів та грибів і може використовуватися для прогнозування їхньої збереженості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Гребинский С.* Биохимия растений : монография / С. Гребинский. — Львов : изд-во Львовского университета, 1967. — 270 с.
2. *Мхитарян Х. А.* Сохранение качества и снижение потерь при холодильном хранении яблок : автореф. дис. на соиск. ученой степ. канд. техн. наук : спец. 05.18.15 / Х. А. Мхитарян. — М., 1988. — 16 с.
3. *Метлицкий Л. В.* Основы биохимии плодов и овощей / Л. В. Метлицкий. — Экономика, 1976. — 347 с.
4. *Дятлов В. В.* Вплив плівкового покриття на збереженість яблук / В. В. Дятлов // Обладнання та технології харчових виробництв : зб. наук. праць Донецького держ. ун-ту економіки і торгівлі. — Донецьк, 2000. — Вип. 4. — С. 136—142.
5. *Петров К. М.* Методы биохимии растительных продуктов / К. М. Петров. — К. : Вища школа, 1978. — 222 с.
6. *Широков Е. П.* Практикум по технологии хранения и переработки плодов и овощей / Е. П. Широков. — М. : Колос, 1974. — 222 с.
7. *Kassirer J. P.* For diagnostic determination of urea (BUN) / J. P. Kassirer // New Endj. Med. — 1971. — N 3. — P. 395.
8. *Schettler G.* Triglyceride / G. Schettler, E. Nussel // Arbeitsmed. Sozialmed. Chol. Praventiv. Med. — 1975. — Vol. 10. — P. 25.
9. *Адлер С. А.* Измерение плазменных белков в диагностических целях / С. А. Адлер. — М. : Медицина, 1974. — 175 с.
10. *Ткачук В. А.* Клиническая биохимия / В. А. Ткачук. — М. : ГЭОТАР-Мед, 2004. — 515 с.
11. *Дятлов В. В.* Сохраняемость яблок с защитным пленочным покрытием : монография / В. В. Дятлов. — Донецк : ДонГУЭТ, 2004. — 214 с.

12. Дятлов В. В. Зміна фракційного складу білкових речовин під час зберігання шампінйонів / В. В. Дятлов, Н. О. Попова // Вісник Донецького нац. ун-ту економіки і торгівлі, сер. "Технічні науки". — 2008. — № 1 (37). — С. 85—89.
13. Медведкова І. І. Якість і збереженість свіжих тепличних томатів із застосуванням обробки плівкоутворювальною композицією : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.15 / І. І. Медведкова. — Донецьк, 2007. — 20 с.
14. Гликопротеины ; под ред. А. Готтшалка. — М. : Мир, 1969. — Т. 2. — 300 с.
15. Кульберг А. Я. Биохимия / А. Я. Кульберг, И. А. Тарханова. — М. : Медицина, 1964. — 361 с.
16. Ленинджер А. Биохимия / А. Ленинджер. — М. : Мир, 1976. — 956 с.

УДК 641.528:635

Ńâ³ðëàí à ÁÅË²Í ÑÜÊÀ,
Í àðàë³y Î ÐËÎ ÅÅ,
Âî êî àèî èð ÅÅÍ ÈÑÁÍ ÊÎ

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗБЕРЕЖЕНОСТІ ШВИДКОЗАМОРОЖЕНОЇ ПЛОДОВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Якість харчових продуктів визначається сукупністю властивостей, які можуть змінюватися під впливом зовнішніх і внутрішніх чинників. Згідно із принципами хімічної кінетики, швидкість зміни якості продукту (Q) протягом строку його зберігання (τ) може бути представлено функцією:

$$\frac{Q}{\tau} = F(C_i, E_i), \quad (1)$$

де C_i – хімічний склад харчового продукту (внутрішні чинники);

E_i – температура навколишнього середовища, відносна вологість повітря, термін зберігання тощо (зовнішні чинники).

За умови дотримання правил зберігання та транспортування, які регламентовані нормативними документами, виробник продукту гарантує збереженість обов'язкових параметрів безпечності та мінімальних параметрів якості протягом визначеного проміжку часу – строку зберігання. Міжнародною академією холоду для швидкозаморожених продуктів запропоновано два терміни: *практичний строк*