

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**СУТКОВИЧ ТЕТЯНА ЮЛІАНІВНА**

УДК 663.813:664.86:664.8.033:634.11

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЯБЛУЧНОГО СОКУ З  
ВИКОРИСТАННЯМ ВАКУУМУ**

Спеціальність 05.18.13 – технологія консервованих продуктів

**Автореферат**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

**Одеса - 2007**

**Дисертацією є рукопис.**

Робота виконана в Одеській національній академії харчових технологій  
Міністерства освіти та науки України

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор  
**Безусов Анатолій Тимофійович,**  
Одеська національна академія харчових технологій,  
кафедра технології консервування  
завідувач кафедри

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор  
**Гладушняк Олександр Карпович**  
Одеська національна академія харчових технологій,  
кафедра технологічного обладнання харчових виробництв,  
завідувач кафедри

кандидат технічних наук, доцент  
**Гіджеліцький Віталій Миколайович**  
Уманський державний аграрний університет,  
кафедра технології зберігання і переробки плодів та овочів,  
завідувач кафедри

Захист відбудеться “25” жовтня 2007 р. о 13 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.088.01 при Одеській національній академії харчових технологій: 65039, м. Одеса, вул. Канатна,112

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Одеської національної академії харчових технологій за адресою: 65039, м.Одеса-39, вул. Канатна,112.

Автореферат розісланий “ 24 ”вересня 2007 року

Вчений секретар  
спеціалізованої  
вченої ради Д.41.088.01  
д.т.н., проф.

К.Г. Іоргачова

### Загальна характеристика роботи

**Актуальність теми.** Фруктові соки є незамінною частиною раціону повноцінного харчування і не тільки за рахунок освіжаючого аромату, а й завдяки високій харчовій та фізіологічній цінності.

Важливий сегмент ринку напоїв займають соки натуральні, освітлені та неосвітлені. Робота по вдосконаленню технології виробництва соків є завжди актуальною. Якщо в минулому основну увагу вчені приділяли збільшенню виходу соку, то в останній час удосконалення технології іде шляхом збереження в ньому біологічно активних речовин.

Сучасне сокове виробництво представлене на 95 % відновленими з концентратів соками і лише на 5 % - соками прямого віджиму, які за своїми біохімічними показниками найбільш наближені до складу сировини. Однак, щоб соки прямого віджиму відповідали вимогам до екопродуктів, необхідно забезпечити високий ступінь збереження в них біологічно активних речовин (БАР).

У плодово-ягідній групі соків 40...50 % від загального обсягу належить яблучному соку. При його виробництві за традиційною технологією на різних етапах процесу мають місце втрати окремих компонентів, особливо біологічно активних. Найбільш помітні зміни відбуваються з L-аскорбіною кислотою та фенольними сполуками. Саме вони є маркерами глибини руйнування БАР. Через їх зміни судять про досконалість технології. Втрати цих сполук відбуваються на всіх етапах технологічного процесу, починаючи з подрібнення, закінчуючи стерилізацією та зберіганням. Для запобігання втрат легкоокисних сполук в технології отримання яблучного соку розроблено ряд заходів. До них відносяться й проведення процесу подрібнення та вилучення соку в безкисневому середовищі, але такий технологічний прийом дозволяє зберегти незначну кількість L-аскорбінової кислоти та фенольних сполук від окислення. Це пов'язано з тим, що в плодах міститься кисень у кількості достатній для активації окисної дії ферментів, який призводить до руйнування лабільних сполук. Тому для попередження окисних процесів необхідно вилучити кисень з робочої установки та з плодів перед процесом подрібнення та вилучення соку.

Розробка нових ефективних технологій, спрямованих на максимальне збереження біологічно активних компонентів сировини при високому виході соку залишається актуальним.

#### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційна робота виконана відповідно до держбюджетної тематики науково-дослідних робіт ОНАХТ ("Розробка технології поліфункціональних добавок і харчових продуктів загального лікувально-профілактичного призначення" № держреєстрації 0197U016055). Автором розроблені способи попередньої обробки сировини з використанням вакууму та вивчені зміни фізико-хімічних показників отриманих соків.

**Мета роботи і задачі дослідження.** Метою досліджень є розробка нових методів попередньої обробки сировини з використанням вакууму для забезпечення високого ступеня збереження біологічно активних речовин та збільшення виходу соку.

Відповідно до поставленої мети визначено наступні задачі:

- вивчити вплив розрідженої атмосфери на зміни клітинних структур тканин плоду;
- дослідити механізм дії вакууму на проникність клітинних мембран;
- визначити залежність виходу соку від тривалості вакуумування цілих плодів та способу вилучення соку;
- дослідити вплив способу вилучення соку на якість отриманого продукту;
- вивчити вплив основних параметрів вакуумування на зміну об'єму газів та їх склад в міжклітинниках плодів;
- дослідити вплив перепадів тиску при вакуумуванні (пульсуючий вакуум) на клітинну проникність, вихід і технологічні показники отриманого соку та визначити параметри процесу;
- розробити методи удосконалення технологій виробництва соку яблучного неосвітленого та освітленого;
- розрахувати економічні показники і запропонувати способи підвищення ефективності фінансових результатів від впровадження розробок;
- розробити проект нормативної документації на соки з високим ступенем збереження БАР.

*Об'єкт дослідження* – технологія виробництва яблучного соку з високим ступенем збереження біологічно активних речовин.

*Предмет дослідження* – вплив вакууму на зміни біологічно активних речовин та вихід соку.

*Методи дослідження* – загальноприйняті і спеціальні фізичні, хімічні, біохімічні, фізико-хімічні, математичні та економічні методи з використанням сучасних пристроїв та устаткування.

**Наукова новизна одержаних результатів:**

- розроблено нові методи попередньої обробки сировини при виробництві яблучного освітленого та неосвітленого соку;
- досліджено вплив вакууму на зміни клітинних структур та газовий склад тканин плоду;
- змодельовано механізми дій вакууму на проникність клітинних мембран рослинної сировини;
- вивчено та експериментально обґрунтовано спосіб вилучення соку із сировини, яка попередньо вакуумувалась;
- вперше застосовано пульсуючий вакуум для обробки цілих плодів та досліджено його вплив на зміни клітинних структур і показники отриманих соків;
- вперше використано та обґрунтовано можливість проведення процесу ферментації мезги в гіпобаричних умовах, розроблено параметри процесу;
- встановлена залежність збереження БАР яблук від параметрів вакуумування та способів вилучення соку.

**Практичне значення отриманих результатів.** На основі експериментальних досліджень і теоретичних обґрунтувань удосконалено технологію виробництва соку яблучного неосвітленого та соку яблучного освітленого. Вони основані на використанні вакууму при попередній обробці цілих плодів та ферментуванні мезги, що дає можливість забезпечити високий ступінь збереження БАР сировини та отримати сік за прискореною технологією. Розроблено проект нормативної документації. Досліджено характеристики готового продукту за фізико-хімічними показниками. Новизна технічного рішення запропонованої технології захищена деклараційним патентом України на винахід. Проведено промислову апробацію удосконалених технологій в умовах Новосанжарського консервного заводу Полтавської області, Полтавського консервного заводу ТОВ НВП "ПолтаваБіоПродукт" та Херсонського ТОВ ПОК "Херсон". Розрахунковий економічний ефект для соку яблучного неосвітленого складає 159 грн. на тоб готової продукції, для соку яблучного освітленого – 170 грн на тоб готової продукції.

**Особистий внесок здобувача.** Автором безпосередньо сплановано експеримент, здійснено наукові дослідження, узагальнено отримані результати. Особистий внесок полягає в проведенні теоретичного обґрунтування та експериментальних досліджень процесів попередньої вакуумної обробки цілих плодів та мезги; способу вилучення соку; дослідженні показників якості сировини та готової продукції після виготовлення та у процесі зберігання; складанні математичних моделей перебігу окисних перетворень БАР в залежності від тривалості вакуумування та способу вилучення; розрахунку економічних показників, проведенні огляду технологій виробництва соків; удосконаленні технологій, розробці НД та їх промисловій апробації, а також в аналізі і публікації отриманих результатів.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати дисертаційної роботи доповідались й одержали позитивну оцінку на міжнародних науково-практичних конференціях: ОНАХТ "Харчові технології", (Одеса, 2005–2006 рр.); ХДАТОХ "Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв і торгівлі"(Харків, 2002 р.); ДонДУЕТ "Актуальні проблеми харчування: технологія і обладнання, організація і економіка", (Слав'яногорськ, 2003 р.); ХДУХТ "Управлінські та технологічні аспекти розвитку підприємств харчування і торгівлі", (Харків, 2003р.); на науковому семінарі ПУСКУ "Нові технології і обладнання харчових виробництв", (Полтава, 2003 р.) міжвузівській науково-практичній конференції ПУСКУ "Проблеми техніки і технології харчових виробництв", (Полтава, 2004 р.);

**Публікації.** За результатами дисертаційної роботи опубліковано 16 друкованих робіт: 9 статей, з них 6 у фахових виданнях, тези 6 доповідей, отримано деклараційний патент України на

винахід.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається із вступу, 5-ти основних розділів, висновків, переліку використаних літературних джерел, що включає 221 найменувань (21 стор.) та 9 додатків (70 стор.).

Дисертаційна робота викладена на 152 сторінках, які включають 36 рисунків (31 стор.) та 33 таблиць (15 стор.).

### Основний зміст роботи

**У вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету і завдання досліджень, показано наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, особистий внесок здобувача в проведених дослідженнях та публікаціях за темою дисертаційної роботи.

**У першому розділі** "Аналіз виробництва яблучного соку та впливу процесів технологічної переробки на його якість" наведено асортимент, структуру продажу та перспективи виробництва соків в Україні. Розкрито особливості яблучної сировини та яблучного соку. Наведено характеристику існуючих методів попередньої обробки сировини для виробництва соку та визначено їх недоліки. Доведено доцільність розробки технології виробництва соків із застосуванням гіпобаричних умов, що забезпечить високий ступінь збереження БАР. Визначено основні напрямки досліджень – удосконалення технології виробництва соку яблучного неосвітленого з високою масовою часткою БАР та соку яблучного освітленого за прискореною технологією.

**В другому розділі** "Об'єкти та методи дослідження" викладено методологічні основи та етапи вирішення проблеми отримання яблучного соку з високим ступенем збереження БАР. Наведена програма, яка відображає основні напрямки досліджень і взаємозв'язок етапів вирішення поставлених завдань (рис.1).

Наведено методики визначення фізичних, хімічних та кольорпараметричних показників отриманих соків згідно з загальноприйнятими методами аналізу, викладеними у стандартах, а також за методиками, описаними у спеціальній літературі. Математичну обробку даних виконано з використанням ПЕОМ.

**У третьому розділі** "Експериментальне дослідження вакуумування як способу попередньої обробки цілих плодів" наведено результати досліджень по обґрунтуванню доцільності та ефективності застосування гіпобаричних умов при обробці яблук перед їх подрібненням та вилученням соку.

Для вивчення впливу вакууму на зміни клітинних структур тканин яблук досліджено ступінь ушкодження клітин та клітинну проникність цитоплазматичних мембран. Встановлено, що вакуум збільшує ступінь ушкодження клітин, призводить до мікротравмування, і як наслідок, підвищує клітинну проникність завдяки впливу на ультрамікропористу структуру цитоплазматичних мембран. Ступінь ушкодження цитоплазми залежить від величини розрідження і може сягати до 98 % при тиску 30...10 кПа, що після механодеструкції значно полегшує соковіддачу (рис.2). Доведено, що на клітинну проникність впливає тривалість вакуумування, величина розрідження та глибина розташування тканин в м'якоті плоду. Зміни клітинних структур відбуваються по всьому об'єму плоду (рис.3) і максимального значення набувають при вакуумуванні протягом 30 хв. При цьому клітинна проникність поверхневого шару збільшується на 32, 0 %, середнього – на 30,3 %, центрального – на 35, 6 %.

Ступінь ушкодження клітин та клітинна проникність корелюють з виходом соку, який залежить від тих же факторів – тривалості вакуумування та величини розрідження. Витримка цілих плодів у гіпобаричних умовах протягом 20...30 хв при величині розрідження 30 кПа (табл. 1) дозволяє збільшити вихід соку на 10,2...14,0 % при центрифугуванні та – на 8,7... 12,0 % при пресуванні.

На основі аналізу змін L-аскорбінової кислоти, фенольних сполук, показників кольору та в'язкості обґрунтовано спосіб вилучення соку із попередньо вакуумованих плодів. Встановлено, що короткочасне вилучення соку центрифугуванням із плодів, вакуумованих протягом 20 хв забезпечує отримання високоякісного продукту (табл.1).

Таблиця 1  
Зміни показників яблучного соку ( n=3; p≥0,95)

Тривалість вакуумування, хв	Вихід соку, %	Масова частка аскорбінової кислоти, мг/100 г	Масова частка фенольних сполук, мг/100 г	В'язкість, м <sup>2</sup> /с · 10 <sup>-6</sup>	Кольоровість, одиниць оптичної густини	Прозорість, %
<b>Пресування</b>						
Контроль (сировина)	-	13,1	372,5	-	-	-
Традиційна технологія	60,0	5,7	207,4	3,17	1,6	65,0
10	63,2	5,0	196,3	4,03	1,8	68,5
20	68,7	4,6	182,4	4,40	2,0	66,0
30	72,0	4,4	180,7	4,40	2,1	65,0
40	70,0	3,9	123,1	4,61	2,2	64,0
60	67,8	3,2	112,5	4,61	2,6	60,0
80	67,6	3,0	107,1	3,87	2,6	59,0
<b>Центрифугування</b>						
Контроль (сировина)	-	13,1	372,5	-	-	-
Традиційна технологія	70,0	8,2	267,7	2,16	1,27	94,0
10	72,4	9,4	305,2	2,16	1,15	96,0
20	80,2	10,5	309,2	2,02	0,98	98,0
30	84,0	10,3	307,4	2,02	0,98	98,0
40	79,7	10,5	306,4	2,02	0,95	97,0
60	77,4	9,8	301,8	2,12	0,95	97,0
80	77,0	9,5	297,1	2,25	0,96	95,0

Доведено, що вакуумування сировини при подальшому вилученні соку пресуванням є недоцільним. Чим триваліший процес вакуумування яблук перед пресуванням, тим більша деструкція БАР. Обробка в розрідженій атмосфері протягом 80 хв та отримання соку пресуванням зменшує вміст аскорбінової кислоти в 4,4 рази, фенольних сполук – в 3,4 рази, прозорість – на 10 %, кольоровість зростає на 62 %. Ці зміни пояснюються тим, що під час тривалого вакуумування плодів в тканинах м'якоті відбувається значне мікротравмування клітин, взаємодія між ферментами і субстратами плоду активується і прискорює руйнування БАР. Уповільненню процесу окиснення сприяє скорочення тривалості витримки плодів у гіпобаричних умовах з наступним центрифугуванням подрібненої сировини. Зазначені умови дають змогу зберегти до 80 % L-аскорбінової кислоти та 83 % фенольних сполук від кількості цих речовин в нативній сировині, що позитивно впливає на кольоропараметричні показники.

Обробка яблук в розрідженій атмосфері призводить до вилучення газів з міжклітинників та до перерозподілу співвідношення вуглекислого газу та кисню в сторону зменшення останнього.

При підвищенні температури даний процес прискорюється. Встановлено, що вакуумування при температурі 35 °С протягом 20 хв забезпечує видалення до 72,0 % кисню від його загального об'єму в плодах.

Гази, видалені з тканин плоду містять певну частку водяної пари. Визначено, що за 20 хв вакуумування цілих плодів вміст вільної вологи в них зменшується на 10,5 %, а при обробці протягом 120 хв – на 38 %, що викликає часткову усушку. Для попередження процесу усушки та повторного насичення плодів киснем повітря після порушення вакууму, обробку проводили у воді або у соці. Встановлено, що вакуумування яблук, занурених у сік при температурі 35 °С збільшує вихід соку на 19,8 % та сприяє збереженню до 97,5 % L-аскорбінової кислоти (рис.4).

Для характеристики глибини окисних перетворень ферментативної природи та натуральності соків досліджували ще і зміни в'язкості соку в залежності від виду обробки (рис.5). Встановлено, що обробка протягом 20 хв при вилученні соку пресуванням збільшує в'язкість соку на 38,8 %, а 60-ти хвилинна обробка – на 45,4 %. Зростання в'язкості соку обумовлене деструктивними процесами, які значно активуються після вакуумування в поєднанні з тривалим вилученням соку пресуванням і призводять до полімеризації високомолекулярних сполук. Результати даних досліджень в котре підтверджують неефективність поєднання вакуумування з пресуванням.

У випадку центрифугування за таких же умов в'язкість зменшується на 13,4 %. Зі збільшенням тривалості вакуумування зростає масова частка розчинних пектинових речовин, що пов'язане з мікротравмуванням клітинних мембран, під час якого частково вивільнюються пектолітичні ферменти, які гідролізують пектинові речовини. Зменшення в'язкості соку обумовлене також і меншою глибиною окисних перетворень при вилученні соку центрифугуванням.

Для скорочення тривалості процесу вакуумування обробку цілих плодів проводили в умовах пульсуючого вакууму (вакуум, що порушується через рівні проміжки часу; розмах змін тиску в межах 30...100 кПа). Доведено, що пульсуючий вакуум при однаковій тривалості вакуумування більш дієво впливає на зміну клітинних структур і збільшує клітинну проникність на 30 % в порівнянні з обробкою при постійному розрідженні.

Результати експериментальних досліджень по встановленню оптимальних режимів обробки плодів при застосуванні пульсуючого вакууму показали, що вакуумування протягом 15 хв з перепадами тиску кожні 5 хв зі швидкістю створення та порушення вакууму 3,5 кПа /с збільшує вихід соку на 17 %, проведення такого процесу у соковому середовищі при температурі 20 °С – на 20 %, а при температурі 35 °С - на 24,4 % (рис.6).

Збільшення виходу соку відбувається не за рахунок всмоктування відповідної кількості соку в м'якоть плодів, так як їх маса зростає лише на 1...1,5 %, а за рахунок створення додаткової механічної дії на травмовані субклітинні структури.

Дослідження показників якості соків, отриманих при застосуванні пульсуючого вакууму показало (табл.2), що комплекс факторів: температура ( $t=35^{\circ}\text{C}$ ), перепади тиску ( $P=30\text{...}100$  кПа) та занурення плодів у сік сприяють збереженню значної частини L- аскорбінової кислоти та фенольних сполук (варіант 7), однак вміст їх на 5...7 % менший, ніж при вакуумуванні з постійним розрідженням. При порівнянні з традиційною технологією у отриманому соці масова частка сухих речовин та органічних кислот вища.

Таблиця 2

**Фізико-хімічні показники соків, отриманих за різними способами****попередньої обробки яблук (n=3; p≥0,95)**

Показники	Вид обробки
-----------	-------------

	1	2	3	4	5	6	7
Масова частка сухих речовини, %	11,8	11,8	11,9	12,0	12,2	12,0	12,1
Масова частка L-аскорбінової кислоти, мг/100г	13,0	5,7	6,2	7,5	6,4	8,9	9,2
Масова частка титрованих кислот, %	0,53	0,54	0,54	0,55	0,56	0,58	0,58
Масова частка фенольних сполук, мг/100г	364,0	207,4	206,7	216,0	215,3	335,3	46,0
Кольоровість, од.опт.густини	-	1,60	1,40	1,09	1,30	1,09	0,98
Прозорість, %	-	65,0	70,0	75,0	72,0	82,0	84,0
В'язкість, м <sup>2</sup> /с · 10 <sup>-6</sup>	-	3,17	3,07	2,59	2,97	2,15	2,01

Примітки: 1 – яблука без обробки ( контроль); 2 – сік, отриманий за традиційною технологією; 3 – сік, отриманий із яблук, підігрітих до 35 °С і витриманих при цій температурі протягом 15 хв; 4 – сік, отриманий із яблук, витриманих в розрідженій атмосфері при 20 °С протягом 15 хв з 3-разовим перепадом тиску; 5 – сік, отриманий із яблук, підігрітих до 35 °С і витриманих при цій температурі в розрідженій атмосфері протягом 15 хв з 3-разовим перепадом тиску; 6 – сік, отриманий із яблук, витриманих в розрідженій атмосфері, занурених у яблучний сік при 20 °С протягом 15 хв з 3-разовим перепадом тиску; 7 – сік, отриманий із яблук, підігрітих у соку до 35 °С і витриманих при цій температурі в розрідженій атмосфері протягом 15 хв з 3-разовим перепадом тиску

**У четвертому розділі** ”Комбінована попередня обробка яблучної мезги в технології отримання освітленого соку” застосовано ряд технологічних прийомів для попередньої обробки мезги, що дозволяє отримати освітлений сік високої якості за прискореною технологією.

Мацерація мезги пектолітичними ферментами за традиційною схемою триває 1... 2 годин при температурі 40...45 °С та 4...6 год при температурі 20 °С. В процесі подрібнення, ферментування та вилучення соку створюються умови для активації біохімічних процесів, які порушують динамічну рівновагу обмінних реакцій в бік незворотного розпаду біологічно активних речовин, утворення темнозabarвлених сполук, зменшення масової частки БАР.

Для запобігання окисних реакцій, прискорення процесу ферментування, збільшення виходу соку кращої якості запропоновано проводити процес мацерації мезги в гіпобаричних умовах. Показано, що ферментне розщеплення біополімерів мезги можна здійснювати в умовах вакууму. Доведено, що проведення такого процесу при температурі 20 °С протягом 20 хв в розрідженій атмосфері величиною 30 кПа сприяє вилученню 22 % додаткової кількості соку (рис.4).

В порівнянні з традиційним ферментуванням, яке є досить тривалим, проходить при температурі 40...45 °С та збільшує вихід соку лише на 8...10 %, запропонований метод дає можливість проводити процес при температурі 20 °С, скоротити його тривалість до 20 хв та отримати на 20...22 % більшу кількість соку.

Соки, отримані із застосуванням зазначених умов характеризуються гармонійною повнотою смаку за рахунок більшої ( в 4,6 рази) масової частки розчинного пектину порівняно із соком, отриманим за традиційною технологією. Менша в'язкість обумовлена гальмуванням окисних перетворень, що дозволяє краще зберегти лейкоантоціани (в 3,7 рази), катехіни ( в 3,4 рази).

Обґрунтовано спосіб вилучення соку із мезги, яка витримувалась в гіпобаричних умовах.

Встановлено, що центрифугування забезпечує більший вихід соку з кращими якісними показниками в порівнянні з пресуванням.

В традиційних технологіях для отримання кришталево чистого соку застосовують багатоступеневе освітлення з використанням декількох препаратів. Основним недоліком цих методів є періодичність, пов'язана з тривалою витримкою соку з освітлювачем, зниження біологічної цінності продукту за рахунок окислення фенольних кислот та виборча дія ферменту, що обумовлює необхідність проведення освітлення декількома освітлювачами. Таке комбінування особливо необхідно при обробці яблучних соків, які характеризуються досить складною колоїдною системою, до складу якої входять пектин, білки та інші речовини, які надають мутності соку.

Для отримання кришталево чистого соку нами запропоновано комбінований метод обробки мезги, який передбачає ферментування в розрідженій атмосфері (30 кПа,  $\tau = 20$  хв) з додаванням 0,02 відсотки желатини від кількості сировини. Встановлено, що даний метод обробки мезги сприяє не тільки збереженню БАР та високих кольоропараметричних показників, а й значному переходу нерозчинних пектинових речовин у розчинні, що надає сокам гармонійної повноти смаку і є ознакою натуральності.

Таблиця 3

**Вплив методів комбінованої обробки мезги на показники якості  
отриманого соку ( n=3; p $\geq$ 0,95)**

Показники	Методи попередньої обробки мезги			
	1	2	3	4
Масова частка сухих речовин, %	11,27	11,26	11,56	11,68
Масова частка L-аскорбінової кислоти, мг/100 г	13,1	7,0	8,8	8,6
Масова частка фенольних речовин, мг/100 г	372,5	73,7	267,8	243,5
Масова частка катехинів, мг/100 г	125,3	29,4	98,8	90,5
Масова частка лейкоантоціанів, мг/100 г	238,5	43,5	159,2	150,4
Масова частка пектинових речовин, %	0,10	0,14	0,64	0,76
Кольоровість, од.опт.густини	-	1,09	0,42	0,27
Прозорість, %	-	80,0	88,0	90,3
В'язкість, м <sup>2</sup> /с $\cdot$ 10 <sup>-6</sup>	-	2,16	1,76	1,15
Масова частка вітаміну В <sub>1</sub> , мг/100 г	0,05	0,02	0,04	0,04
Масова частка вітаміну В <sub>2</sub> , мг/100 г	0,12	0,08	0,10	0,10
Масова частка вітаміну В <sub>9</sub> , мг/100 г	0,20	0,13	0,18	0,18
Масова частка вітаміну РР, мг/100 г	0,04	0,01	0,03	0,02

Примітки: 1 – контроль (сировина); 2 - традиційна технологія; 3 - ферментування в розрідженій атмосфері при 20° С; 4 - ферментування в розрідженій атмосфері при 20° С з додаванням 1 % розчину желатини

**У п'ятому розділі** "Розробка інноваційних технологій" показано шляхи удосконалення технологій соку яблучного освітленого та неосвітленого (рис5).

Для отримання соку яблучного неосвітленого з високим ступенем збереження БАР

передбачається витримка цілих плодів, занурених у сік з температурою 35 °С в розрідженій атмосфері величиною 30 кПа протягом 20 хв. Отримання соку яблучного освітленого за прискореною технологією можливо за умови ферментування мезги з 1-відсотковим розчином желатини в розрідженій атмосфері величиною 30 кПа протягом 20 хв при температурі 20 °С. Ці методи попередньої обробки зменшують ступінь окисних перетворень і дозволяють отримати продукт високої якості. Крім того, як засвідчено мікробіологічними дослідженнями, кількість мікроорганізмів в соках, отриманих за цими технологіями на порядок нижча, ніж у соках, виготовлених за традиційною технологією. Адже відомо, що кавітаційні явища, які мають місце при вакуумуванні, згубно впливають на мікрофлору продукту.

Порівняння показників якості соків, отриманих за удосконаленими та традиційними технологіями показує, що запропоновані нами методи забезпечують менші втрати БАР (табл. 4) та скорочення технологічного циклу.

Таблиця 4

**Показники якості отриманих соків (n=3; p≥0,95)**

Показники	Сирова	Сік яблучний неосвітлений			Сік яблучний освітлений	
		I	II	III	I	II*
Масова частка сухих речовин, %	11,8	11,8	12,0	12,1	12,0	12,4
Масова частка загальних цукрів, %	11,14	11,09	11,12	11,16	11,18	11,20
Масова частка титрованих кислот, %	0,53	0,54	0,55	0,59	0,55	0,61
Активна кислотність	-	3,36	3,38	3,40	3,35	3,38
Масова частка L-аскорбінової кислоти, мг/100 г	13,0	5,7	9,5	13,0	6,4	10,7
Масова частка фенольних сполук, мг/100 г	364,0	207,4	327,6	350,1	213,7	343,5
Масова частка оксиметилфурфуролу, мг/дм <sup>3</sup>	-	1,3	0,05	0,06	0,5	0,03
Прозорість, %	-	65,0	85,0	89,0	76,0	90,3
Кольоровість, од.опт.густ	-	1,6	1,2	0,82	1,3	0,27

Примітки: I- сік, отриманий за традиційною технологією; II – сік, отриманий із плодів, попередньо витриманих в розрідженій атмосфері (P = 30 кПа, t = 20 °С, τ = 20 хв); III - сік, отриманий із плодів, занурених у яблучний сік та витриманих в розрідженій атмосфері (P = 30 кПа, t = 35 °С, τ = 20 хв); II\* - сік, отриманий із мезги, ферментованій у вакуумі з додаванням розчину желатини (P=30 кПа, t = 20 °С, τ =20 хв)

Розроблено проект нормативної і технологічної документації на консерви "Сік яблучний неосвітлений" та "Сік яблучний освітлений", яка впроваджена на Полтавському консервному заводі "ПолтаваБіоПродукт", Новосанжарському консервному заводі та на Херсонському плодоовочевому комбінаті "Херсон". Економічний ефект від впровадження технології виготовлення соку неосвітленого складає 159 грн/тоб, а соку яблучного освітленого – 170 грн/тоб.

## ВИСНОВКИ

1. Теоретично обґрунтована та експериментально доведена можливість удосконалення технологій соку яблучного неосвітленого та соку яблучного освітленого шляхом попередження окисних перетворень вакуумуванням, скорочення тривалості переробки при використанні сучасного технологічного обладнання та застосування нових методів попередньої обробки сировини, що дозволяє збільшити вихід соку.

2. Установлено, що розріджена атмосфера величиною 30 кПа збільшує ступінь ушкодження клітин на 38 %, призводить до мікротравмування тканин, і як наслідок, підвищує клітинну проникність на 40 % завдяки впливу на ультрамікропористу структуру

цитоплазматичних мембран. Такі зміни впливають і на індекс стійкості тканини, що забезпечує збільшення виходу соку. Доведено, що механічне подрібнення сировини, біологічна структура якої попередньо зазнала мікротравмування, за рахунок втрати еластичності цитоплазми в кожній клітині, дозволяє досягти майже 100 % ступеню ушкодження клітин.

3. Змодельовано механізм дії вакууму на проникність клітинних мембран. В процесі вакуумування видаляється до 66 % газів з міжклітинників, що сприяє ущільненню клітин, їх видовженню та порушенню рівноважного стану розчинних у соку газів. При цьому відбувається зміна фізико-хімічного стану цитоплазми: втрачається еластичність, збільшується її в'язкість, до 98 % підвищується проникність клітинних мембран за рахунок збільшення розміру пор та мікротравмування мембран. Порушення вакууму в камері попередньої обробки плодів призводить до зворотнього руху повітря в тканини, що надає новий поштовх мікротравмуванню.

4. Досліджено вплив тривалості вакуумування цілих плодів на соковіддачу. Встановлено, що вакуумування до 30 хв збільшує вихід соку при вилученні пресування на 12 %, центрифугуванням – на 14 %.

5. Науково обґрунтовано спосіб вилучення соку із сировини, яка витримувалась в розрідженій атмосфері. Встановлено, що вилучення соку центрифугуванням із сировини, яка вакуумувалась протягом 20 хв, дає можливість зберегти до 80 % L-аскорбінової кислоти та 83 % фенольних сполук від кількості цих речовин в нативній сировині, що позитивно впливає і на кольоропараметричні показники.

6. Вивчено вплив розрідженої атмосфери на зміну об'єму та складу газів міжклітинників плодів. Обробкою цілих плодів в розрідженій атмосфері можна видалити до 66 % газів, що призводить до зміни співвідношення вуглекислого газу та кисню в сторону зменшення останнього. Установлено, що вакуумування при температурі 35 °С протягом 20 хв забезпечує видалення до 72,0 % кисню із міжклітинників тканин плоду, що в процесі подрібнення сировини створює сприятливі умови для збереження БАР.

7. Доведено, що при однаковій тривалості вакуумування більш дієво на зміну клітинних структур впливає пульсуючий вакуум і збільшує клітинну проникність на 30 % в порівнянні з обробкою при постійному розрідженні. Встановлено, що вакуумування протягом 15 хв з перепадами тиску з 30 до 100 кПа кожні 5 хв зі швидкістю створення та порушення вакууму 3,5 кПа/с збільшує вихід соку на 17...24,4 % в залежності від умов вакуумування. Отримані соки характеризуються високим ступенем збереження БАР.

8. Розроблено методи удосконалення технології соку яблучного неосвітленого, які передбачають вакуумування цілих плодів, а для забезпечення більш високого ступеню збереження БАР – проведення такого процесу у воді або у соку при температурі 20... 35 °С. Експериментально встановлено режимні параметри процесу вакуумування: тиск 30 кПа, тривалість 20 хв.

9. Удосконалено технологію соку яблучного освітленого. Запропоновано проводити ферментування мезги у розрідженій атмосфері при температурі 20 °С, а для отримання кришталеву чистого соку дану обробку поєднати з додаванням 1-відсоткового розчину желатини. Установлено, що такий метод скорочує процес ферментування в 3...6 разів та збільшує вихід соку на 20...22 %.

10. Розроблено проект нормативної і технологічної документації на консерви "Сік яблучний неосвітлений" та "Сік яблучний освітлений", яка впроваджена на Полтавському консервному заводі "ПолтаваБіоПродукт" та на Херсонському плодоовочевому комбінаті "Херсон". Економічний ефект від впровадження технології виготовлення соку неосвітленого складає 159 грн/тоб, а соку яблучного освітленого – 170 грн/тоб.

### **Перелік опублікованих праць за темою дисертації**

1. Суткович Т.Ю. Нове в технології виробництва яблучного соку / Т.Ю. Суткович, Г.П. Хомич, Г.І Палвашова // Вісник ДонДУЕТ. – Донецьк, 2002. – Вип. 13. - С. 54-59.

*Автором досліджено вплив розрідженої атмосфери на вихід соку, обґрунтовано спосіб*

вилучення соку та оброблено експериментальні дані.

2. Суткович Т.Ю. Вивчення впливу вакуумної обробки яблук на якість і вихід соку / Т.Ю. Суткович, Г.І. Палвашова // Наук. пр. / ОДАХТ. – О., 2002. – Вип. 23. - С. 127-129.

*Автором вивчено вплив сорту яблук, виду обробки, розміру частинок мезги та способу вилучення на вихід соку.*

3. Суткович Т.Ю. Вакуумування яблук – новий спосіб попередньої обробки сировини при виробництві соку / Т.Ю.Суткович, Г.П.Хомич // Вісник ДонДУЕТ / ДонДУЕТ. - Донецьк, 2003. – Вип. 17.– С. 58-62.

*Автором досліджено вплив тривалості вакуумування цілих плодів на якісні показники отриманого соку та підготовлені матеріали до публікації.*

4. Безусов А.Т. Вплив вакуумної обробки та способу вилучення яблучного соку на його характеристики / А.Т. Безусов, В.Я. Плахотін, Т.Ю. Суткович // Наук. пр. / ОДАХТ.– О., 2003. - Вип. 25. - С. 42-45.

*Автором проведено експерименти по дослідженню впливу тривалості витримки у вакуумі на клітинну проникність різних шарів плоду яблук та на вихід соку, підготовлено матеріал до друку.*

5. Безусов А.Т. Вплив вакуумної обробки на якісні показники яблучного соку / А.Т.Безусов, Т.Ю.Суткович // Наук. пр. / ОНАХТ.– О., 2003. – Вип. 26. - С. -64.

*Автором досліджено вплив попередньої витримки цілих плодів в гіпобаричних умовах у різних середовищах та при різних температурах на якісні показники отриманого соку. Оброблено експериментальні дані.*

6. Плахотін В.Я. Використання вакууму в сучасних технологіях попередньої обробки сировини для отримання соку з підвищеною біологічною цінністю / В.Я.Плахотін, Т.Ю.Суткович // Темат. зб. наук. пр.” Обладнання та технології харчових виробництв”. – Донецьк, 2005. – Вип. 12.- С. 178-184.

*Автором досліджено вплив пульсуючого вакууму на зміни клітинних структур та вихід соку.*

7. ПАТ. 53860 А Україна, МПК 7 А23L2/04. Спосіб виробництва яблучного соку /А.Т.Безусов, Т.Ю.Суткович, Г.П.Хомич - № 200117971; Заявлено 22.11.2001; Опубл. 17.02.2003, Бюл. №2.

*Автором проведені дослідження методів попередньої обробки подрібненої сировини і визначені рекомендовані параметри обробки, проведено патентний пошук, складання опису винаходу, формули винаходу і заявки на деклараційний патент.*

8. Хомич Г.П. Вплив попередньої вакуумної обробки яблук на якість соку / Г.П.Хомич, Т.Ю.Суткович // Вісник ПУСКУ.– Полтава, 2001. – Вип. 3. - С. 85-87.

*Автором вивчено вплив різних методів попередньої обробки мезги на якісні показники отриманого соку.*

9. Суткович Т.Ю. Способи підвищення соковіддачі та якості при виробництві яблучного соку // Вісник ПУСКУ.– Полтава, 2002.– Вип. 7. - С. 110-112.

*Автором визначено кращий спосіб вилучення соку із мезги, витриманої у вакуумі.*

10. Плахотін В.Я. Характеристика яблучного соку залежно від виду попередньої обробки і способу вилучення / В.Я.Плахотін, Т.Ю. Суткович // Вісник ПУСКУ.– Полтава, 2003. – Вип.2 (9). - С. 37-40.

*Автором визначено вплив вакууму на зміни клітинної проникності в різних шарах плоду, вихід соку, якісні характеристики отриманого соку та підготовлені матеріали до друку.*

11.Суткович Т.Ю. Використання вакууму в технології виробництва яблучного соку // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв і торгівлі: Тез. доп. Міжнар. конф. – Х., 2002. – С. 31-32.

*Автором досліджено вплив попередньої вакуумної обробки яблук на вихід соку.*

12. Хомич Г.П. Збереження біологічно активних речовин в яблучному соці при вакуумуванні сировини / Г.П.Хомич, Т.Ю.Суткович // Управлінські та технологічні аспекти розвитку підприємств харчування та торгівлі: Тез. доп. Міжнар. конф. – Х., 2002. – С. 76-78.

*Автором вивчено вплив тривалості вакуумування цілих плодів на ступінь збереження БАР.*

13. Суткович Т.Ю. Новий спосіб отримання освітленого соку // Актуальні проблеми харчування: технологія та обладнання, організація і економіка: Тез. доп. Міжнар. конф.– Донецьк, 2003. – С. 209-212.

*Автором проведені дослідження впливу комплексної обробки мезги (ферментування у вакуумі з додаванням розчину желатини) на якісні показники отриманого соку.*

14. Суткович Т.Ю. Дослідження впливу вакуумування та підігріву сировини на якість яблучного соку / Т.Ю.Суткович, В.Я. Плахотін // Проблеми техніки, технології харчових виробництв: Тез. доп. наук.практ.конф. – Полтава, 2004. – С. 129-132.

*Автором визначено вплив зрідженої атмосфери та температури при попередній обробці плодів на якісні показники отриманих соків.*

15. Безусов А.Т. Використання вакууму для попередньої обробки яблук при виробництві соку / А.Т.Безусов, Т.Ю.Суткович // Харчові технології –2005: Тез. доп. Міжн. наук.-практ.конф. – О., 2005.- С. 9.

*Автором досліджено вплив величини зрідження та тривалості вакуумування на зміни якісних показників отриманих соків.*

16. Суткович Т.Ю. Вплив попередньої вакуумної обробки яблук на зміну в'язкості соку // Харчові технології – 2006: Тез. доп. Міжн. наук.-практ.конф. – О., 2006.- С. 9.

*Автором проведені дослідження по визначенню впливу вакуумної обробки на зміну в'язкості отриманого соку.*

#### АНОТАЦІЯ

Суткович Т.Ю. "Удосконалення технології яблучного соку з використанням вакууму".- Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.13 – технологія консервованих продуктів.

Одеська національна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Одеса 2007.

Дисертація присвячена питанням удосконалення технології соку яблучного освітленого та неосвітленого з метою збільшення виходу високоякісного продукту.

Удосконалено технологію виробництва соку яблучного неосвітленого, яка має декілька варіантів в залежності від потреб споживача та технічних можливостей підприємства і передбачає вакуумування цілих плодів у воді або у соку при постійному або змінному тиску.

Запропоновано два варіанти отримання соку яблучного освітленого за прискореною технологією. За одним – процес ферментування мезги проводять в розрідженій атмосфері величиною 30 кПа при температурі 20 °С протягом 20 хв, за іншим – такий же технологічний прийом проводять з додаванням 1-відсоткового розчину желатини.

Дослідженнями комплексу показників якості встановлено високу харчову та біологічну цінність отриманих соків у порівнянні з традиційними. Проведена апробація нових технологій.

**Ключові слова:** яблучний сік, розріджена атмосфера, вакуум, біологічно активні речовини, ферментація мезги, освітлений сік, біологічна цінність, вилучення соку, попередня обробка.

#### АННОТАЦИЯ

Суткович Т.Ю. "Усовершенствование технологии яблочного сока с использованием вакуума".- Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.13 – технология консервированных продуктов.

Одесская национальная академия пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Одесса 2007.

Диссертация посвящена вопросам усовершенствования технологии сока яблочного осветленного и неосветленного с целью улучшения качества и увеличения его выхода.

Изучено влияние вакуума на клеточные структуры ткани плодов яблок. Экспериментально подтверждено, что обработка плодов в вакууме приводит к микротравмированию ткани,

повышению степени повреждения клеток и клеточной проницаемости, и как следствие, увеличению выхода сока. Показано, что изменение клеточных структур происходит по всему объёму плода. Большому влиянию подвергнут центральный слой возле семенной камеры.

Изучено влияние вакуума на изменение газового состава межклетников мякоти плодов. Вакуумирование целых плодов приводит к удалению газа из межклетников и изменению соотношения углекислого газа и кислорода в сторону уменьшения последнего. Такие изменения газовой среды обеспечивают благоприятные условия для сохранения БАВ в процессе технологической переработки.

Научно обоснован способ извлечения сока из сырья, которое прошло вакуумную обработку. Показано, что применение комплекса технических и технологических приемов, таких как вакуумная предварительная обработка сырья, измельчение в атмосфере водяного пара и извлечение сока центрифугированием создают условия для сохранения 80 % L-аскорбиновой кислоты и 83 % фенольных соединений от количества этих веществ в исходном сырье. Применение прессования для извлечения ухудшает качество полученных соков, увеличивает потери БАВ, вязкость и цветность сока.

Усовершенствована технология сока яблочного неосветленного. Показано, что обработка целых плодов, погруженных в яблочный сок с температурой 35 °С на протяжении 20 мин при постоянном давлении 30 кПа, увеличивает выход сока на 19,8 %, улучшает качественные характеристики сока, сохраняя содержание L-аскорбиновой кислоты на 90,8 % и 96,2 % фенольных соединений. Предлагаемый метод предварительной обработки, проведенной в течение 15 мин со сбросами вакуума через каждые 5 мин, увеличивает выход сока на 24 %, но потери БАВ за счет более глубокого микротравмирования возрастают на 5...7 % в сравнении с обработкой при постоянном вакууме.

Разработаны методы усовершенствования технологии сока яблочного осветленного. Экспериментально подтверждена возможность ферментного расщепления биополимеров в условиях вакуума. Исследованы оптимальные параметры процесса. Предложены два варианта получения сока яблочного осветленного по ускоренной технологии. Один вариант предполагает процесс ферментации мякоти проводить в вакууме при температуре 20 °С на протяжении 20 мин, второй – этот же метод предварительной обработки проводить с добавлением 1-процентного раствора желатина.

**Ключевые слова:** яблочный сок, вакуум, биологически активные вещества, ферментация мякоти, биологическая ценность, извлечение сока, предварительная обработка.

#### ANNOTATION

Sutkovich Tatyana Julianivna: "Improving of the apple juice production technology with application of vacuum."

Dissertation for scientific degree of Candidate of Technical Sciences on speciality 05.18.13 – Technology of the canned products.

Odessa National Academy of Food Technologies under the Ministry of Education and Science of Ukraine, Odessa 2007.

The dissertation is dedicated to the questions about the technology of lightened and unlightened apple juice production improvement by using new ways of preliminary processing of raw materials for obtaining product with high degree of biologically active substances during technological process and storage.

The whole complex of results of the experimental investigations has given ground to a possibility of using vacuum during preliminary processing of raw materials for getting apple juice with high degree of biologically active substances and has established this possibility new methods of preliminary processing of apples before juice extraction with application of vacuum has been worked out and also the conditions of the process realization. The technology of obtaining unlightened apple juice with high degree of biologically active substances has been elaborated.

The process of fermentative maceration of frayed apples in the conditions of vacuum has been investigated. The methods of preliminary processing of frayed apples for obtaining of lightened juice by the accelerated technology have been developed.

It has been determined that the obtained juice possesses higher nutrition value than the traditional one.

Approbation of new technologies has been carried out.

**Key words:** apple juice, vacuum, biologically active substances, fermentation of pomace, lightened juice, biological value, extraction of juice, preliminary processing

Підписано до друку 20.09.2007 р. Формат 60x90/16. Об'єм 0,9 умов.друк.арк.  
Замовлення № 47. Тираж 100 прим.

---

ОНАХТ, 65039, м. Одеса -39, вул. Канатна, 112