

## Удосконалення технології джему із ягід суниці садової за додавання пюре яблучного

І. Л. Заморська, В. В. Заморський, Ю. Л. Халахур, В. А. Осика,  
С. О. Белінська, Ю. М. Мотузка, Т. В. Божко, О. О. Красуля, М. І. Філь

*Джем суничний – найбільш популярний та цінний продукт переробки з ягід суниці, технологія виробництва якого передбачає використання пектинового розчину задля формування необхідної драгледоподібної консистенції, що, в свою чергу, супроводжується збільшенням виробничих витрат і утрудненням процесу виробництва. Для вирішення проблеми запропоновано технологію виробництва джему суничного із ягід суниці садової, із заміною розчину пектину на пюре яблучне в кількості 1, 2, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 % від маси ягід з наступним уварюванням до вмісту сухих розчинних речовин не менше 62 %, фасуванням у скляну тару місткістю 250 см<sup>3</sup>, герметизацією, стерилізуванням та зберіганням за температури 20±1 °С. Повторність досліду трикратна. Джеми досліджено на вміст сухих розчинних речовин, цукрів, органічних кислот, аскорбінової кислоти. Органолептичні показники якості джему оцінювали за 5 – бальною шкалою. Результати проаналізовано за допомогою критерію Тьюки на рівні значимості 5 % ( $p \leq 0.05$ ).*

*Встановлено, що за вмістом сухих розчинних речовин джеми відповідають вимогам ДСТУ 4900, масова частка яких має бути не нижчою 62 %, цукрів – 56,2–57,2 %, титрованих кислот – 0,6–0,8 %, аскорбінової кислоти – 30,0 до 38,7 мг/100 г за її збереженості на рівні 47,7–55,5 %. Дослідження органолептичних показників якості показали, що додавання пюре яблучного в розмірі 20 % і вище призводило до підвищення оцінки консистенції джему, що зумовлено утворенням необхідної драгледоподібної консистенції. Однак додавання пюре понад 25 % зумовлювало зниження загальної оцінки за рахунок погіршення зовнішнього вигляду джемів. Доведено, що для отримання оптимальних драгледоподібних характеристик джему суничного слід додавати 25 % пюре яблучного*

*Ключові слова: ягоди суниці, технологія виробництва, джем суничний, пюре яблучне, органолептична оцінка*

### 1. Вступ

Суниця садова – найбільш поширена ягідна культура в світі завдяки високій економічній ефективності вирощування та переробки, гармонійному смаку та привабливому, яскраво вираженому аромату з фруктовими, квітковими, трав'янистими, солодкими або карамельними нотами. Аромат ягід суниці формується під впливом значної кількості летких сполук, головним чином, складних ефірів (від 25 до 90 % загальної суми летких сполук), альдегідів та фуранонів частка яких може сягати до 50 % [1, 2].

Гармонійний смак ягід суниці забезпечується поєднанням цукрів, масова частка яких в ягодах складає 5,3–9 %, які представлені глюкозою, фруктозою та

сахарозою [3] та органічних кислот (до 1,3 %), серед яких переважають лимонна та яблучна [4, 5], з істотною перевагою лимонної.

Ягоди суниці мають високу антиоксидантну здатність, завдяки значному вмісту аскорбінової кислоти (до 104,5 мг/100 г), біологічна роль якої полягає у захисті організму від окиснювального стресу [6].

Значний антиоксидантний потенціал ягоди суниці садової мають і завдяки вагомій частці фенольних сполук, зокрема антоціанів, флавоноїдів та фенольних кислот [7] сума яких за різними даними коливається від 159 до 289 мг/100 г. В роботі [8] встановлено, що в антоціановому комплексі ягід суниці переважає пеларгонідин 3-глюкозид, на частку якого припадає до 90 % від загальної кількості. Завдяки наявності елагової кислоти, вміст якої складає до 51 % від загальної кількості фенольних сполук, суниця має потенційну хіміо-профілактичну, протизапальну та антибактеріальну дію [9].

Ягоди суниці споживають у свіжому вигляді та використовують для виробництва компотів, джемів, варення, соків, пюре та інших видів продуктів, зі збереженою значною антиоксидантною здатністю [3, 10, 11].

Джем суничний – найбільш популярний продукт переробки з ягід суниці, завдяки привабливому червоному кольору та високим органолептичним властивостям. Для отримання джему високої якості рекомендовано використовувати сорти суниці Korona, Honeoye, Polka [12], Jonsok і Senga Sengana [13].

В роботі [14], наведено результати досліджень джему суничного. Показано, що джеми з суниці є цінним джерелом біологічно-активних речовин зі значним антиоксидантним потенціалом, зумовленим високою збереженістю фенольних сполук [15]: на рівні 90,7–92,4 % від їхнього вмісту в свіжих ягодах [16]. Доведено [9], що під час переробки та зберігання джему суничного вміст в ньому елагової кислоти суттєво зростає, що зумовлено виділенням гексагідроксидифенілової кислоти із елагітанинів, яка перетворюється в елагінову кислоту.

Однією із головних характеристик джему є формування в'язкої драгледоподібної консистенції, що утворюється в результаті взаємодії цукру з пектином в присутності значної кількості волокон та всіх компонентів клітинних стінок [17].

Високу здатність до зміни консистенції практично на кожному етапі обробки вважають [18] однією з основних проблем переробки ягід суниці, на характер зміни якої істотно впливає стадія стиглості, спосіб та ступінь механічної обробки ягід. Мікроскопічні дослідження частин фруктів із суничного джему показали збереженість цілісності винятково епідермальних і судинних тканин під час термічної обробки джему, натомість, паренхімні та гіподермальні клітини плазмолізують, а їхні клітинні стінки руйнуються.

Традиційна технологія виробництва джему суничного передбачає уварювання свіжих або заморожених ягід суниці з цукровим сиропом або сухим цукром з додаванням пектинового розчину [19, 20].

## **2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми**

Пектин – основний фактор, що визначає консистенцію джему [21]. Проте, залишилися невирішеними питання пов'язані із можливістю заміни пектиново-

го розчину на більш доступну плодово-ягідну сировину, що забезпечує формування в'язкої драгледоподібної консистенції.

Використання пектинового розчину при виробництві джемів зумовлює об'єктивні труднощі, що пов'язані із зростанням енергетичних та матеріальних виробничих витрат, що супроводжується підвищенням собівартості продукції. При цьому ускладнюється організація виробництва джему за рахунок необхідності додаткового процесу підготовки пектинового розчину змішуванням пектину з цукром або цукровою пудрою та розчиненням у воді до отримання гомогенної маси. Слід зазначити, що для досягнення умов гелеутворення при додаванні пектину типу А або цитрусового імпорного пектину оптимальною зоною рН є 3,0–3,3, проте, рН ягід суниці коливається в межах 3,2–3,5, що призводить до додаткового внесення лимонної або винної кислоти. В роботах [21, 22] встановлено, що підвищення концентрації пектину спричиняє негативні зміни інтенсивності забарвлення джемів.

На потемніння забарвлення суничного джему при додаванні харчових волокон персика вказують і дані, що отримані в роботі [23]. Підвищення кількості харчових волокон призводило до погіршення забарвлення продукту.

Альтернативним методом [24] виробництва грейпфрутового джему є додавання бамбукового волокна разом з пектином для поліпшення консистенції джемів, проте цей метод передбачає використання компонентів, що є важкодоступними для переробної галузі України.

В роботі [25] наводять результати досліджень якості гранатового джему із заміщенням комерційного пектину іншими гелеутворювачами, такими як порошок зі шкірок гранату, пектин та волокна гранатових шкірок. Проте, автори відмічають погіршення солодкості, забарвлення та консистенції готових джемів.

Варіантом вирішення проблеми може бути використання харчових добавок. Такий підхід використано в роботі [26], де в якості згущувачів при виробництві джему суничного запропоновано використання ксантанової камеді та інуліну. Однак, вказана технологія не вирішує проблеми повної заміни розчину пектину при виробництві джемів. Авторами доведена можливість заміни лише 25 % рецептурної кількості пектину без істотних змін органолептичних властивостей продукту.

Відомим шляхом подолання проблеми при виробництві джему суничного є заміна розчину пектину на желуючий сік з яблук, айви чи агрусу з високим вмістом пектинових речовин. Проте, це призводить до додаткових затрат енергії через збільшення тривалості уварювання джему для отримання необхідної драгледоподібної консистенції та утруднення процесу виробництва [19].

Все це дозволяє стверджувати, що проведення досліджень, присвячених удосконаленню технологій виробництва джему суничного без використання пектину або інших харчових добавок є доцільним. З метою вирішення проблеми при виробництві джему суничного нами запропоновано використання пюре яблучного. Про доцільність заміни пектину свідчить легкодоступність та дешевизна яблук як сировини для промислового виробництва пюре, тоді як пектин вітчизняного виробництва відсутній. Окрім цього, використання пюре яблучно-

го при виробництві джему суничного сприятиме розвитку вітчизняних виробників плодово-ягідного пюре та розширенню асортименту джемів.

### **3. Мета та задачі дослідження**

Метою роботи було удосконалення технології джему суничного за додавання пюре яблучного для отримання в'язкої драгледібною консистенції.

Для досягнення мети вирішували наступні задачі:

- дослідити показники якості розроблених варіантів джему суничного та оцінити їхню відповідність ДСТУ 4900 «Джеми. Технічні умови»;
- виявити особливості формування органолептичних показників якості джему суничного за різної частки пюре яблучного;
- встановити частку пюре яблучного, необхідну для формування в'язкої драгледібною консистенції джему суничного з урахуванням вимог ДСТУ 4900 «Джеми. Технічні умови».

### **4. Матеріали та методи дослідження впливу пюре яблучного на фізико-хімічні та органолептичні властивості джему суничного**

#### **4.1. Приготування джему**

Дослідження проводили у 2014–2015 рр. на кафедрі технології зберігання і переробки плодів та овочів Уманського національного університету садівництва, Умань, Україна. Ягоди суниці сорту Дукач збирали повністю достиглими і транспортували в лабораторію не пізніше, як через одну годину після збирання врожаю. До приготування джему ягоди зберігали в холодильнику протягом 1–2 годин за температури  $0 \pm 1$  °С та відносної вологості повітря  $96 \pm 1$  %.

Джем суничний стерилізований (варіант «контроль») виготовляли в лабораторних умовах за технологічною схемою, що передбачала технологічні операції: сортування ягід, миття, очищення від плодоніжок та чашолистків, інспектування. Після чого підготовлену сировину змішували з сухим цукром та уварювали. За 5–10 хв до закінчення варіння додавали розчин пектину концентрацією 0,3 % від маси продукту і уварювали до вмісту в готовому продукті сухих речовин не менше 62 %.

Дослідні варіанти джему виготовляли згідно розробленої технологічної схеми (рис. 1), що передбачала заміну розчину пектину на пюре яблучне в кількості 1, 2, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 % від маси ягід.

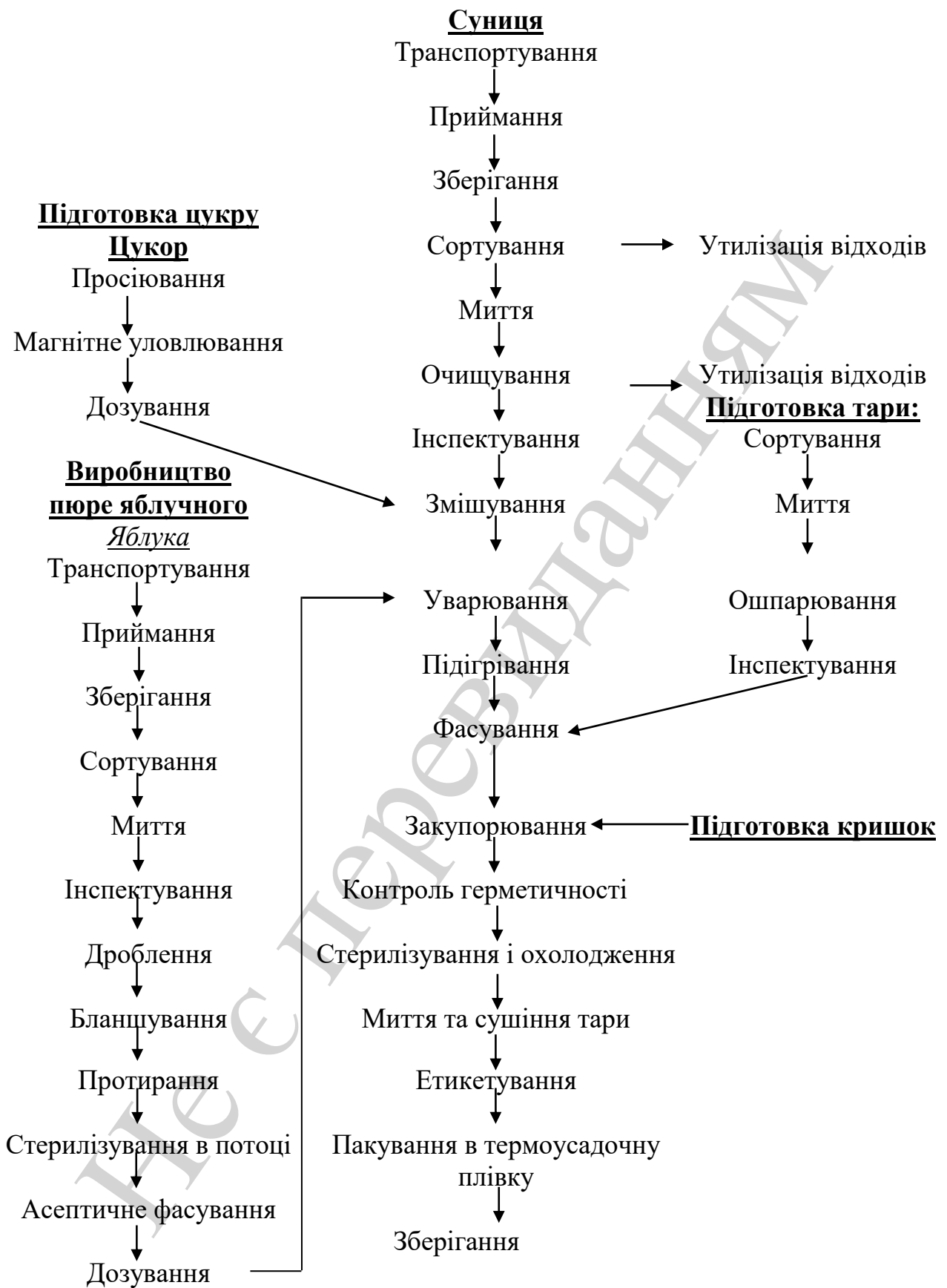


Рис. 1. Розроблена технологічна схема виробництва консервів «Джем суничний стерилізований»

Технологічні операції підготовки ягід суниці та цукру аналогічні, що і за традиційною схемою: сортування ягід з метою видалення пошкоджених механічно та уражених шкідниками та хворобами екземплярів, миття за тиску води 0,1–0,15 МПа, очищення від плодоніжок та чашолистків, інспектування. Підготовлену суницю змішували з сухим цукром та уварювали. За 5–10 хв до закінчення варіння додавали пюре яблучне. Джем уварювали за залишкового тиску в робочій камері 35–48 кПа та тиску пари 202–253 кПа до вмісту сухих розчинних речовин не менше 62 % та фасували за температури  $70 \pm 2$  °С у скляну тару місткістю 250 см<sup>3</sup>, закупорювали ( $P_{\text{вакуум}}=47\text{--}54$  кПа), здійснювали перевірку герметичності (критичний тиск 0,01–0,02 МПа), стерилізували і охолоджували за режимом:  $\frac{30}{98^\circ\text{C}} \cdot \frac{10}{75^\circ\text{C}} \cdot \frac{10}{45^\circ\text{C}} \cdot \frac{5}{20^\circ\text{C}} \cdot 5$  (пов). Зберігали консерви в темному місці за температури  $20 \pm 1$  °С. Повторність досліду трикратна.

Пюре яблучне виробляли у період збору врожаю яблук та зберігали до використання при виробництві джему. Яблука сортували, мили за тиску води 0,2–0,3 МПа, інспектували, дробили, бланшували парою протягом 3–5 хв, протирали через сито з діаметром отворів 1,5–2,0 мм, а потім через сито діаметром 0,8 мм, пюре фасували в тару, стерилізували та зберігали.

#### **4. 2. Методи визначення показників якості джему суничного**

В готових джемах визначали: вміст сухих розчинних речовин – електронним рефрактометром типу Ра1–1 (Японія), цукрів – спектрофотометричним методом [27, 28], титрованих кислот – титруванням лугом [28], аскорбінової кислоти – методом Тільманса [29].

Органолептичні показники якості джему суничного, як то: зовнішній вигляд, консистенцію, колір, смак і запах та загальну оцінку визначали 10 дегустаторів за 5 – бальною шкалою, де 5 балів – якість відмінна.

Статистичний аналіз виконували з використанням програми StatSoft STATISTICA 6.1.478 Russian, Enterprise Single User (2007).

#### **5. Результати досліджень джему суничного**

##### **5. 1. Хімічний склад джему суничного**

Результати визначення основних показників хімічного складу сировини і напівфабрикатів для виробництва джему суничного представлені у табл. 1.

Слід відмітити, що ягоди суниці протягом періоду досліджень, в середньому згідно найменшої істотної різниці ( $HP_{05}$ ) між варіантами досліду на 5 % рівні ймовірності, накопичували на 7,7 % менше сухих розчинних речовин, на 5,1 % – цукрів порівняно з яблуками, проте мали на 0,5 % вищий вміст органічних кислот та значну вітамінну цінність, зумовлену в 4 рази вищим вмістом аскорбінової кислоти.

Хімічний склад пюре яблучного відрізнявся від аналогічних показників яблук, що зумовлено видаленням неїстівних частин, шкірки та грубих волокон внаслідок протирання. При цьому встановлено зменшення масової частки сухих розчинних речовин на 0,6 %, цукрів – на 0,2 %, органічних кислот – на 0,1 %, а втрати аскорбінової кислоти склали 8,3 % від їхнього вмісту у свіжих яблуках.

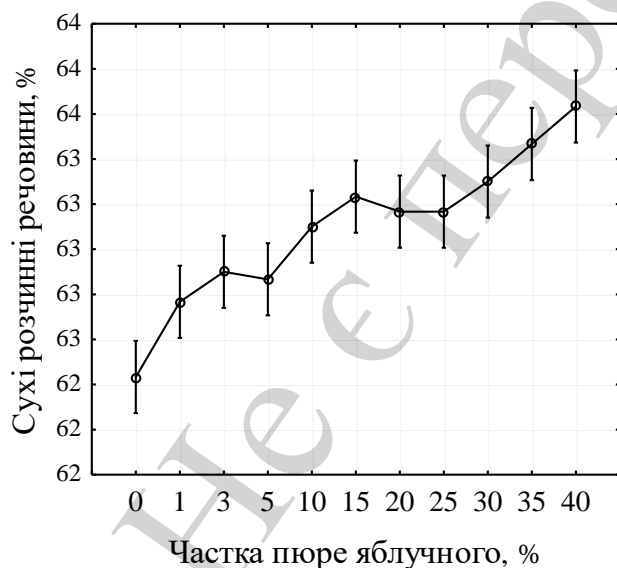
Таблиця 1  
Хімічний склад сировини та напівфабрикатів

Сировина і напівфабрикат	Масова частка, %			Вміст аскорбінової кислоти, мг/100г
	сухих розчинних речовин	цукрів	органічних кислот	
Суниця	10,1±0,18	8,9±0,20	1,0±0,02*	99,5±0,44
Яблука	17,8±0,15	14,0±0,11	0,5±0,01**	24,0±0,17
Пюре яблучне	17,2±0,13	13,8±0,13	0,4±0,01**	22,0±0,18
НІР <sub>05</sub>	0,7	0,6	0,1	0,6

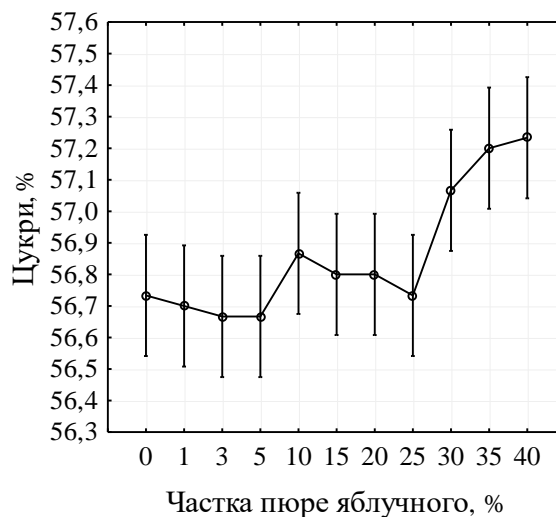
Примітка: \* – в перерахунку на лимонну кислоту; \*\* – в перерахунку на яблучну кислоту

Задля скорочення виробничих витрат при виробництві джему суничного нами були розроблені рецептури із заміною частини ягід суниці на 1, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 % пюре яблучного, що дозволяло дослідити вплив всіх можливих концентрацій пюре яблучного. Збільшення частки пюре яблучного в джемах понад 40 % зумовить необхідність зміни назви продукту на «Джем сунично-яблучний».

Для встановлення раціонального дозування пюре яблучного з урахуванням вимог ДСТУ 4900 «Джеми. Технічні умови» нами досліджено основні показники хімічного складу дослідних зразків джему суничного, що підтверджено методами дисперсійного аналізу (рис. 2).



а



б

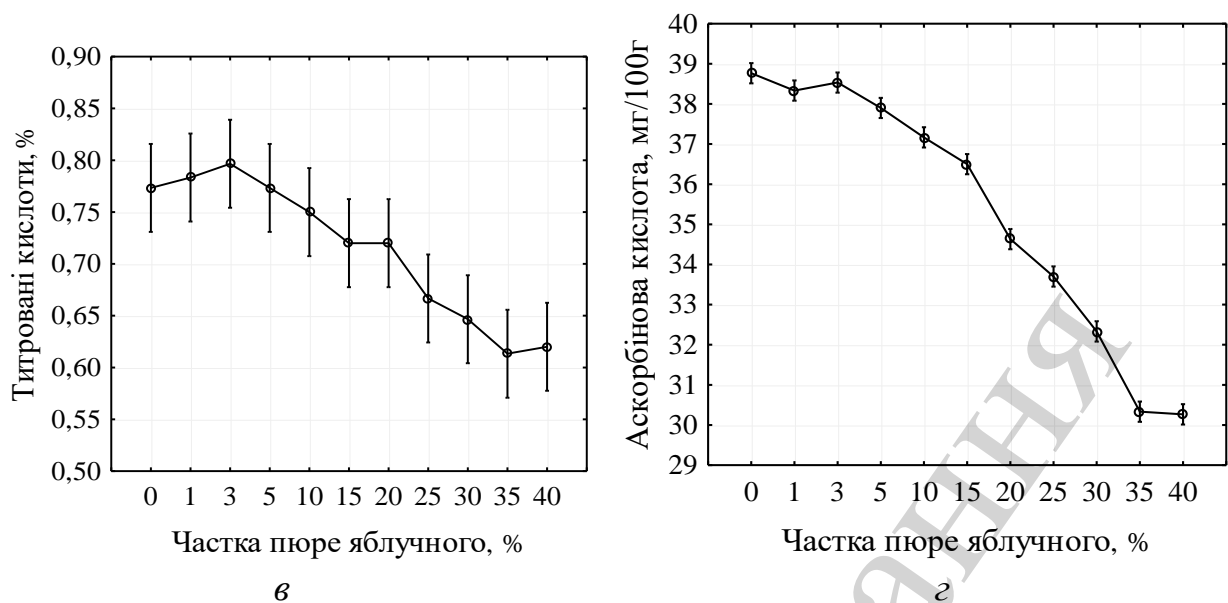


Рис. 2. Результати дисперсійного аналізу залежності хімічного складу джему суничного від частки пюре яблучного на рівні ймовірності 0,95: *а* – сухі розчинні речовини; *б* – цукри, *в* – титровані кислоти; *г* – аскорбінова кислота

З рис. 2 видно, що вміст сухих розчинних речовин в дослідних зразках джему суничного неістотно відрізнявся та коливався в межах 62,3–63,7 %, що зумовлено уварюванням джему до рівня сухих розчинних речовин не нижче 62 %. Отримані результати цілком узгоджуються з вимогами Державного стандарту України 4900 «Джеми. Технічні умови».

Масова частка цукрів в зразках джему склала 56,2–57,2 % (рис. 2, *б*). Слід відмітити залежність масової частки цукрів в дослідних зразках джему від частки пюре яблучного: збільшення кількості останнього призводило до підвищення вмісту цукрів. Отриманий результат пояснюється вищою масовою часткою цукрів в пюре яблучному, порівняно з суницею. Розбіжність у діапазоні 0,1–0,3 % цукрів між вказаними варіантами не є істотною і зумовлена уварюванням з неістотною різницею у вмісті сухих розчинних речовин в продукті, однак ця кількість не була нижчою 62 %, що відповідає вимогам стандарту.

Натомість, протилежна тенденція спостерігалася щодо зміни масової частки титрованих кислот в джемах (рис. 2, *в*), рівень яких коливався в межах від 0,6 до 0,8 %. Збільшення частки пюре яблучного в продукті призводило до зниження кислотності джему, оскільки титрована кислотність пюре яблучного була істотно нижчою проти ягід суниці. Істотна різниця рівня титрованих кислот в джемах спостерігалася при додаванні частки пюре яблучного в кількості 15 % і вище. Розбіжність за вмістом титрованих кислот складає менше 0,05 %, що для показника, який вказується з точністю до 0,1, є неістотним між варіантами та відповідає допустимій похибці досліду.

Вміст аскорбінової кислоти в дослідних зразках джему коливався в межах від 30,0 до 38,7 мг/100 г. При цьому існує обернена залежність її вмісту в джемі від рецептурної частки пюре яблучного. Істотно вищий вміст аскорбінової кислоти встановлено у зразках із часткою пюре яблучного не більше 10 %. Зни-

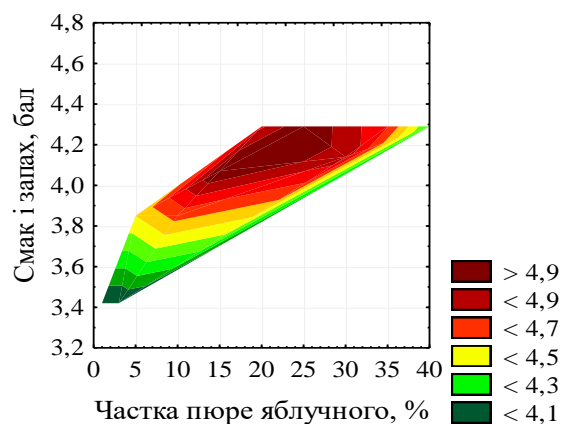
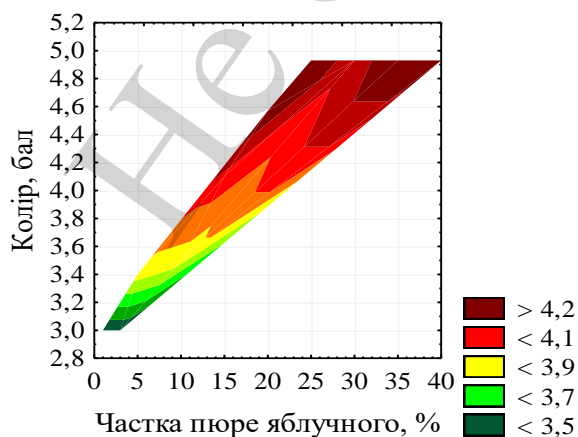
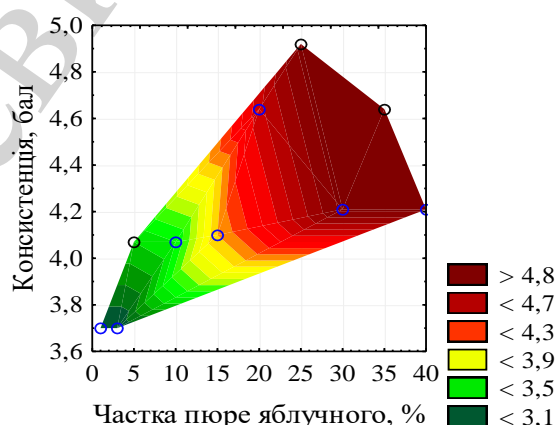
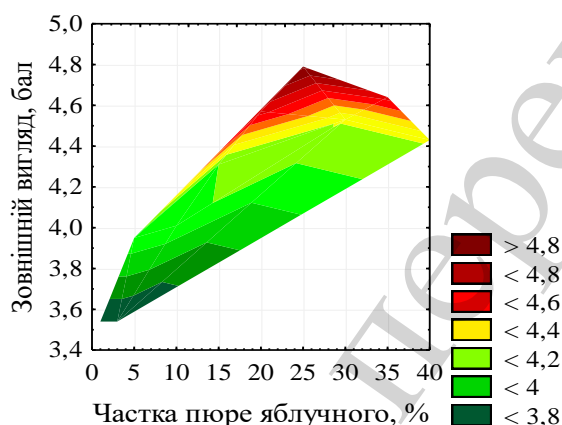


ження вмісту аскорбінової кислоти в зразках джему порівняно зі свіжими ягодами (табл. 1) пояснюється тривалою тепловою обробкою продукту, проте її збереженість в готових продуктах складала 47,7–55,5 % (рис. 2, з).

## 5. 2. Органолептичні показники якості джему суничного

Для визначення якості джему суничного за різної частки пюре яблучного проведено закрити дегустацію готових зразків продукції. Задля візуалізації отриманих даних нами побудовано графіки проєкцій отриманих оцінок, залежно від частки пюре яблучного в програмі StatSoft STATISTICA 6.1.478 з кроком частки пюре яблучного 5 %.

Дослідженнями встановлено істотні відмінності органолептичної оцінки дослідних зразків джему залежно від рецептурної частки пюре яблучного в продукті. Так, зовнішній вигляд дослідних зразків джемів, що виготовлені за розробленою технологією оцінено дегустаторами в 3,7–4,92 бала. Найвищі бали за зовнішній вигляд джему отримано за частки пюре яблучного до 25 % включно, за рахунок поступового формування желеподібної консистенції (рис. 3). Однак перевищення його кількості понад 25 % призводило до зниження оцінки на 0,3–0,7 бала, що зумовлено погіршенням забарвлення продукту. При цьому зовнішній вигляд джему, що виготовлений за традиційною технологією (контроль) був оцінений в 4,8 бала, тоді як оцінка джему з 25 % пюре яблучного була вищою на 0,12 бала.



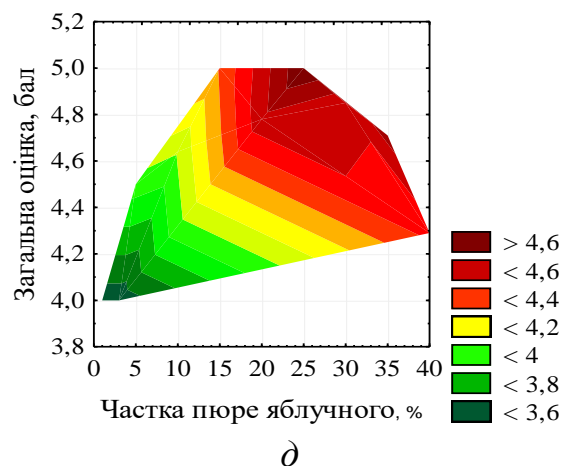


Рис. 3. Органолептична оцінка джему суничного: *a* – зовнішній вигляд; *б* – консистенція, *в* – колір; *г* – смак і аромат, *д* – загальна оцінка, бал

Консистенція дослідних зразків джему суничного оцінена в 3,0–4,93 бала, за 4,5 бала оцінки контрольного варіанту (рис. 3, *б*). Встановлено, що на рівні контролю та істотно вищу оцінку консистенції мали зразки джему з використанням пюре яблучного в кількості 20 % і більше за рахунок формування необхідної драгледоподібної консистенції.

Колір дослідних зразків джему дегустатори оцінили в 3,4–4,7 бала (рис. 3, *в*). Високо оцінено колір джему суничного за додавання частки пюре яблучного на рівні 15–25 %. Однак, існувала відмінність оцінки кольору розроблених варіантів джему від контролю, що зумовлено наявністю пюре яблучного.

Смак і запах досліджуваних зразків продукту оцінено в 4,0–5,0 бала (рис. 3, *г*). На рівні контролю та вище оцінено смак і запах зразків джему суничного, що виготовлені із заміною частини ягід суниці на 15–30 % пюре яблучного – 4,8–5,0 бала.

Загальна органолептична оцінка зразків джему, що були виготовлені за традиційною та розробленою технологією істотно залежала від частки пюре яблучного в продукті: збільшення частки останнього до 25 % призводило до підвищення загальної органолептичної оцінки джемів (рис. 3, *д*). Натомість, збільшення частки пюре понад 25 %, спричинило зниження загальної оцінки джему за рахунок погіршення зовнішнього вигляду. Найвищу загальну оцінку отримали джеми із 25 % пюре яблучного – 4,79 бала, що на 0,09 бала вище проти контролю.

У джемах з суниці, що виготовлені за запропонованою технологією, залежно від частки пюре яблучного встановлено кореляційні зв'язки (табл. 2, рис. 4).

Таблиця 2

Прогнозована модель оцінки консистенції та загальної оцінки джему суничного

Показник, бал	Прогнозована модель	$R^2$
Консистенція	$3.4066+0.0452 \cdot x^*$	$0.80 \pm 0.2$
Загальна оцінка	$3.9529+0.192 \cdot x$	$0.60 \pm 0.04$

Примітка:  $x$  – частка пюре яблучного, %

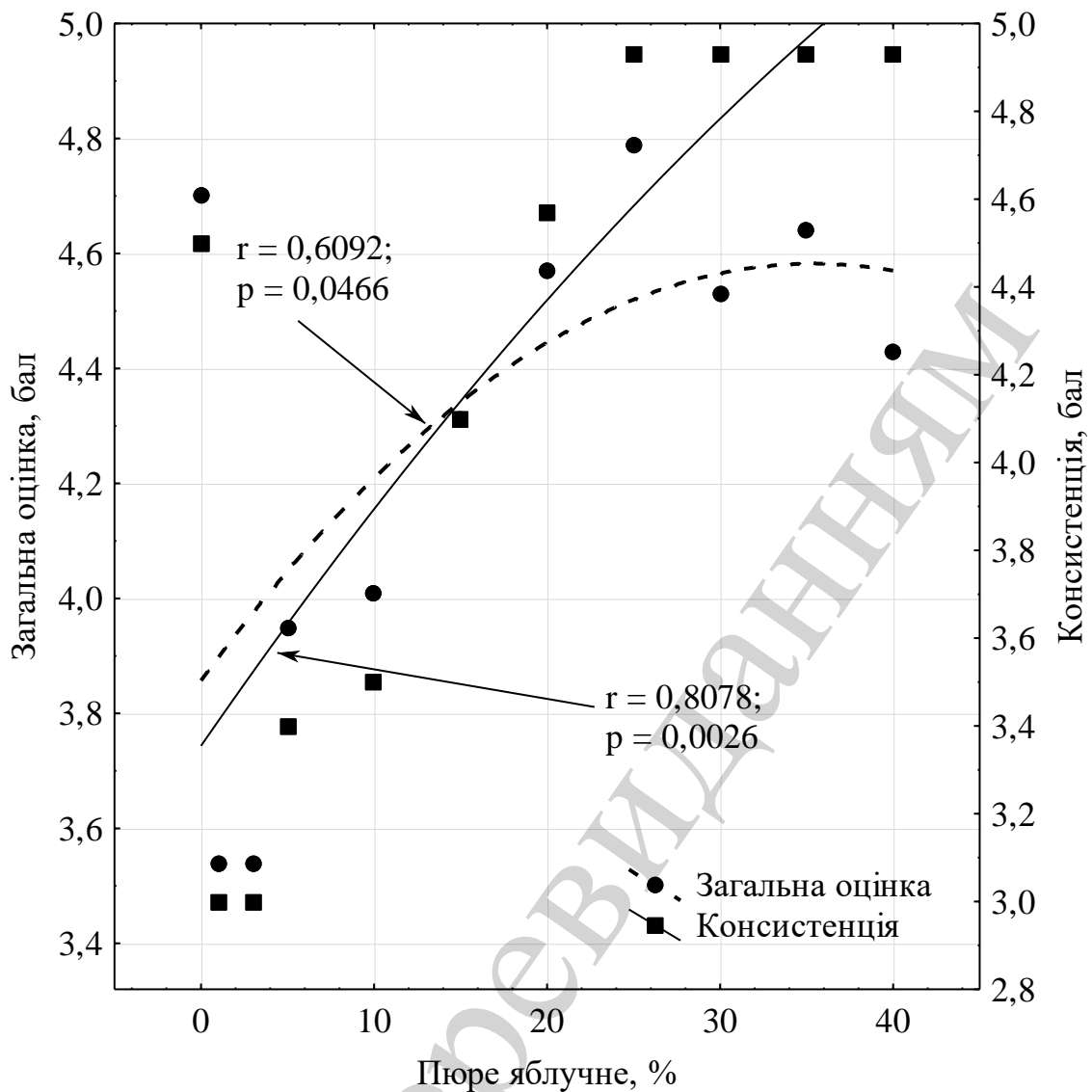


Рис. 4. Кореляційна залежність консистенції та загальної оцінки джему суничного від складової частки пюре яблучного

З метою об'єктивного встановлення раціонального дозування пюре яблучного з урахуванням вимог ДСТУ 4900 «Джеми. Технічні умови» було використано метод оцінки прогнозованих значень і побудови функції бажаності за органолептичними показниками якості джему (рис. 5).

В якості обмежувальних критеріїв виступали органолептичні показники якості джему суничного: високі показники зовнішнього вигляду, консистенції, кольору, смаку і аромату, загальної оцінки зразків джему. Мінімально допустимим балом показника зовнішнього вигляду був 3,7, максимально допустимим – 4,92, консистенції відповідно 3,0 і 4,93, кольору – 3,42 і 4,29, смаку і аромату – 4,0 і 5,0, загальної оцінки – 3,54 і 4,79 бала.

Отримані результати свідчать, що оптимальна кількість пюре яблучного, яку слід додавати при виробництві джему суничного з метою формування необхідних органолептичних показників якості складає від 25 до 28,3 %, при цьому поставлені вимоги до якості готового продукту задовольняються на 88 %.

Додавання ж пюре яблучного в кількості менше 25 та понад 28,3 % не задовольняє поставлені перед моделлю вимоги.

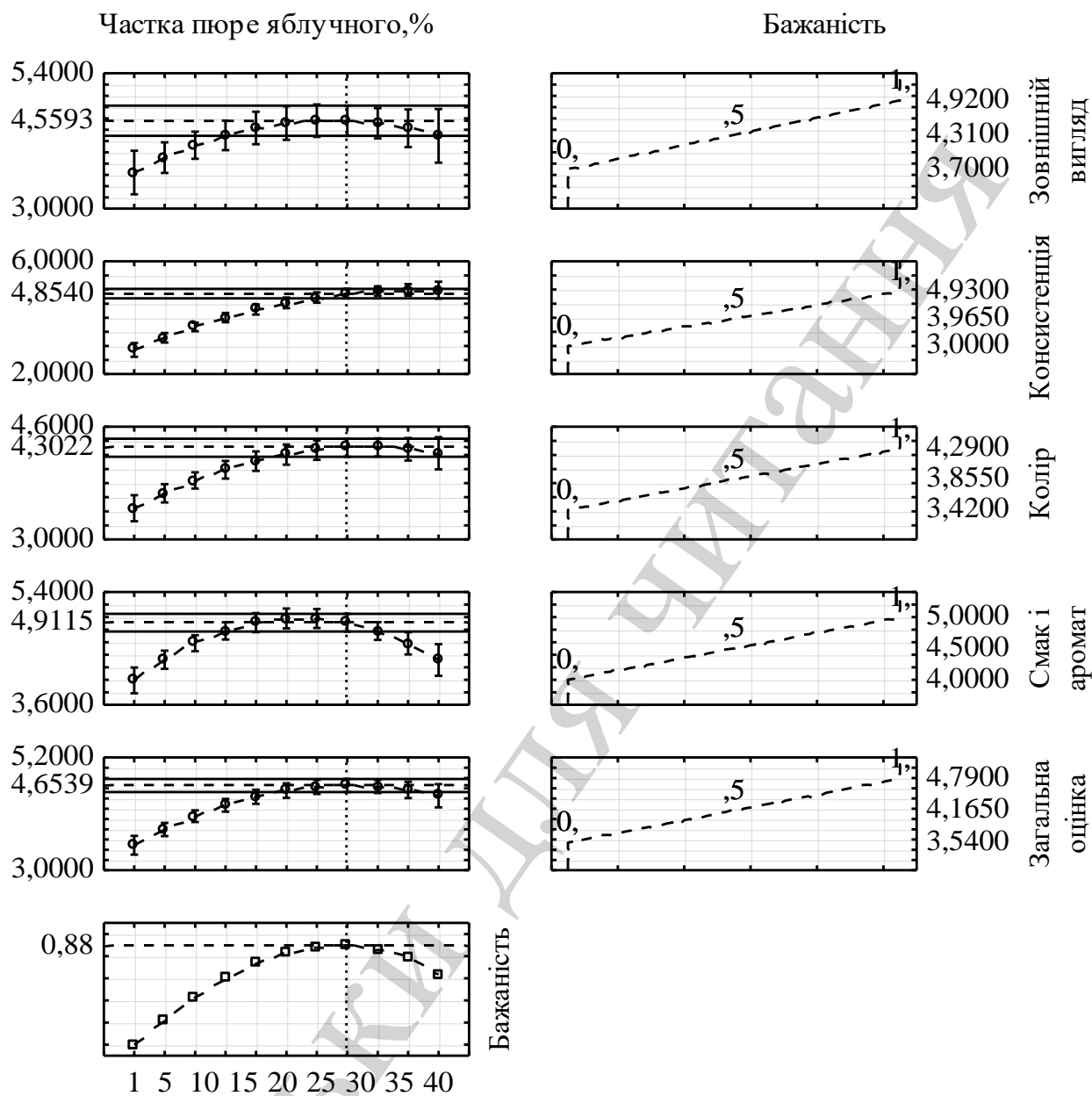


Рис. 5. Профіль прогнозованих значень і функція бажаності за органолептичними показниками якості джему суничного залежно від частки пюре яблучного

## 6. Обговорення результатів досліджень джему із ягід суниці садової за додавання пюре яблучного

З метою вирішення проблеми зростанням енергетичних та матеріальних виробничих витрат та ускладнення організації виробництва джему суничного за традиційною технологією з використанням пектинового розчину, було досліджено можливість заміни останнього на пюре яблучне.

Встановлено основні показники хімічного складу сировини і напівфабрикатів для виробництва джему суничного (табл. 1). Ягоди суниці накопичили

10,1 % сухих розчинних речовин, 8,9 % цукрів, 1,0 % органічних кислот, 99,5 мг/100 г аскорбінової кислоти. В яблуках виявлено 17,8 % сухих розчинних речовин, 14,0 % цукрів, 0,5 % органічних кислот та 24 мг/100 г аскорбінової кислоти. Встановлено зниження вмісту основних показників хімічного складу пюре яблучного внаслідок протирання за рахунок видалення неїстівних частин, шкірки та грубих волокон.

Статистичним аналізом достовірно доведено позитивний вплив використання пюре яблучного на формування необхідних фізико-хімічних та органолептичних показників якості джему суничного з урахуванням вимог ДСТУ 4900 «Джеми. Технічні умови» (рис. 2). Вміст сухих розчинних речовин в джемах встановлено на рівні 62,3–63,7 %, цукрів – 56,2–57,2 %, титрованих кислот – 0,4–0,5 %. При цьому збереженість аскорбінової кислоти в готових продуктах складала – 47,7–55,5 %.

Згідно ДСТУ 4900 «Джеми. Технічні умови» якість джемів оцінюється за наступними фізико-хімічними показниками: масова частка сухих розчинних речовин, масова частка титрованих кислот (нормуються не менше, ніж...), масова частка: сорбінової кислоти, сірчистого ангідриду (за умови внесення їх у продукт), масова частка мінеральних та рослинних домішок (нормуються в кількості не більше, ніж...). В статті досліджено масову частку сухих розчинних речовин та титрованих кислот, що дає можливість називати ці показники необхідними.

Органолептичні показники якості консервів, в тому числі консистенція оцінюється за ГОСТ 8756,1-79 «Продукты пищевые консервированные. Методы определения органолептических показателей», який передбачає суб'єктивне оцінювання дегустаторами за допомогою органів чуттів та не передбачає досліджень плинності та в'язкості системи. Показники плинності та в'язкості системи не передбачені у ДСТУ 4900 «Джеми. Технічні умови», звідси інтерпретація кращого та гіршого результату буде ускладненою.

Результати досліджень, що представлені на рис. 3, свідчать про можливість використання пюре яблучного для заміни пектинового розчину. Встановлено, що дослідні зразки джему суничного, що вироблені за розробленою технологією, істотно відрізнялися залежно від частки пюре яблучного. Так, додавання пюре яблучного до 25 % включно сприяло підвищенню оцінки зовнішнього вигляду продукту, а перевищення цієї кількості, навпаки, впливало негативно.

Високу оцінку консистенції мали зразки джему за частки пюре яблучного 20 % і більше. Тоді як обмеження частки пюре діапазоном від 15 до 25 % зумовлювало високу оцінку кольору, смаку та аромату джему.

Загальна органолептична оцінка якості джему поступово підвищувалася до досягнення частки пюре в продукті 25 %, а її перевищення зумовлювало зниження оцінки.

Дослідженнями встановлено, що для виробництва джему суничного за розробленою технологією раціонально додавати 25 % пюре яблучного, що сприяє формуванню в'язкої драглеподібної консистенції джемів відповідно до вимог ДСТУ 4900 «Джеми. Технічні умови», підвищенню оцінки зовнішнього вигляду, смаку та аромату продукту до рівня контролю і вище.

Із застосуванням функції бажаності (рис. 5) достовірно доведено, що завдяки використанню 25 % пюре яблучного для виготовлення джему суничного, вимоги ДСТУ 4900 «Джеми. Технічні умови» задовольняються.

Перевагою даного дослідження є можливість виробляти джем суничний без додавання пектинового розчину, желюючого соку або ж згущувачів. Отримані результати можуть бути використані при виробництві джемів із інших видів плодів та ягід. Однак, недоліком можна вважати обмеження вибору заміників пектинового розчину з асортименту плодово-ягідної сировини, що вирощується в Україні.

Подальші дослідження будуть спрямовані на пошук нових раціональних варіантів заміни пектинового розчину при виробництві джемів та вивченню їхнього впливу на якість готового продукту.

## 7. Висновки

1. Показники якості розроблених варіантів джему суничного за додавання пюре яблучного за фізико-хімічними показниками відповідають вимогам ДСТУ 4900 «Джеми. Технічні умови». Вміст сухих розчинних речовин в готових джемах складає 62,0–64,0 % за допустимого рівня не менше 62 %. Масова частка цукрів встановлена на рівні 56,2–57,2 %, титрованих кислот – 0,4–0,5 % за допустимого рівня не менше, ніж 0,2 %, збереженість аскорбінової кислоти – 47,7–55,5 %.

2. Введення в рецептуру джему суничного 25 % пюре яблучного сприяє поліпшенню зовнішнього вигляду джему та формуванню необхідної драгледодібної консистенції. Перевищення ж його кількості понад 25 % призводить до погіршення забарвлення продукту. Додавання 15–25 % пюре яблучного зберігає колір, смак і запах властивий для джему суничного.

3. Для формування в'язкої драгледодібної консистенції джему суничного з урахуванням вимог ДСТУ 4900 «Джеми. Технічні умови» частка пюре яблучного складає 25 % рецептурної кількості ягід суниці.

## Література

1. Yan, J., Ban, Z., Lu, H., Li, D., Poverenov, E., Luo, Z., Li, L. (2018). The aroma volatile repertoire in strawberry fruit: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98 (12), 4395–4402. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.9039>
2. Parra-Palma, C., Úbeda, C., Gil, M., Ramos, P., Castro, R. I., Morales-Quintana, L. (2019). Comparative study of the volatile organic compounds of four strawberry cultivars and its relation to alcohol acyltransferase enzymatic activity. *Scientia Horticulturae*, 251, 65–72. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.03.017>
3. Akšić, M. F., Tosti, T., Sredojević, M., Milivojević, J., Meland, M., Natić, M. (2019). Comparison of Sugar Profile between Leaves and Fruits of Blueberry and Strawberry Cultivars Grown in Organic and Integrated Production System. *Plants*, 8 (7), 205. doi: <https://doi.org/10.3390/plants8070205>
4. Gabriel, A., Resende, J. T. de, Zeist, A. R., Resende, L. V., Resende, N. C., Zeist, R. A. (2019). Phenotypic stability of strawberry cultivars based on physicochemical traits of fruits. *Horticultura Brasileira*, 37 (1), 75–81. doi: <https://doi.org/10.1590/s0102-053620190112>

5. Mahmood, T., Anwar, F., Abbas, M., Boyce, M. C., Saari, N. (2012). Compositional Variation in Sugars and Organic Acids at Different Maturity Stages in Selected Small Fruits from Pakistan. *International Journal of Molecular Sciences*, 13 (2), 1380–1392. doi: <https://doi.org/10.3390/ijms13021380>
6. Patras, A., Brunton, N. P., Da Pieve, S., Butler, F. (2009). Impact of high pressure processing on total antioxidant activity, phenolic, ascorbic acid, anthocyanin content and colour of strawberry and blackberry purées. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10 (3), 308–313. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2008.12.004>
7. Xu, P., Zawora, C., Li, Y., Wu, J., Liu, L., Liu, Z. et. al. (2018). Transcriptome sequencing reveals role of light in promoting anthocyanin accumulation of strawberry fruit. *Plant Growth Regulation*, 86 (1), 121–132. doi: <https://doi.org/10.1007/s10725-018-0415-3>
8. Da Silva, F. L., Escribano-Bailón, M. T., Pérez Alonso, J. J., Rivas-Gonzalo, J. C., Santos-Buelga, C. (2007). Anthocyanin pigments in strawberry. *LWT - Food Science and Technology*, 40 (2), 374–382. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.09.018>
9. Patras, A., Brunton, N. P., Tiwari, B. K., Butler, F. (2009). Stability and Degradation Kinetics of Bioactive Compounds and Colour in Strawberry Jam during Storage. *Food and Bioprocess Technology*, 4 (7), 1245–1252. doi: <https://doi.org/10.1007/s11947-009-0226-7>
10. Ertan, K., Türkyılmaz, M., Özkan, M. (2018). Effect of sweeteners on anthocyanin stability and colour properties of sour cherry and strawberry nectars during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 55 (10), 4346–4355. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3387-4>
11. Salamon, B., Farkas, V., Kenesei, G., Dalmadi, I. (2017). Effect of added sugar and ascorbic acid on the anthocyanin content of high pressure processed strawberry juices during storage. *Journal of Physics: Conference Series*, 950, 042005. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/950/4/042005>
12. Wicklund, T., Rosenfeld, H. J., Martinsen, B. K., Sundfjør, M. W., Lea, P., Bruun, T. et. al. (2005). Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. *LWT - Food Science and Technology*, 38 (4), 387–391. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.06.017>
13. Spayd, S. E., Morris, J. R. (1981). Influence of Immature Fruits on Strawberry Jam Quality and Storage Stability. *Journal of Food Science*, 46 (2), 414–418. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1981.tb04873.x>
14. Da Silva Pinto, M., Lajolo, F. M., Genovese, M. I. (2007). Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Strawberry Jams. *Plant Foods for Human Nutrition*, 62 (3), 127–131. doi: <https://doi.org/10.1007/s11130-007-0052-x>
15. Mazur, S. P., Nes, A., Wold, A.-B., Remberg, S. F., Martinsen, B. K., Aaby, K. (2014). Effects of ripeness and cultivar on chemical composition of strawberry (*Fragaria×ananassa* Duch.) fruits and their suitability for jam production as a stable product at different storage temperatures. *Food Chemistry*, 146, 412–422. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.086>

16. Bursać Kovačević, D., Levaj, B., Dagović-Uzelac, V. (2009). Free radical scavenging activity and phenolic content in strawberry fruit and jam. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 74 (3), 155–159.
17. Figuerola, F. (2007). Berry jams and jellies. *Food Science and Technology*, 367–386. doi: <https://doi.org/10.1201/9781420006148.ch13>
18. Suutarinen, J., Honkapää, K., Heiniö, R.-L., Autio, K., Morkkila, M. (2000). The Effect of Different Prefreezing Treatments on the Structure of Strawberries Before and After Jam Making. *LWT - Food Science and Technology*, 33 (3), 188–201. doi: <https://doi.org/10.1006/fstl.2000.0638>
19. Сборник технологических инструкций по производству консервов (1992). Т. II. Консервы фруктовые. Ч. I. М.: Петит, 372.
20. Holzwarth, M., Korhummel, S., Siekmann, T., Carle, R., Kammerer, D. R. (2013). Influence of different pectins, process and storage conditions on anthocyanin and colour retention in strawberry jams and spreads. *LWT - Food Science and Technology*, 52 (2), 131–138. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.05.020>
21. Kopjar, M., Piližota, V., Tiban, N. N., Šubarić, D., Babić, J., Ačkar, Đ., Sajdl, M. (2009). Strawberry jams: influence of different pectins on colour and textural properties. *Czech Journal of Food Sciences*, 27 (1), 20–28. doi: <https://doi.org/10.17221/95/2008-cjfs>
22. Massoud, M. I., Abd El-Razek, A. M., El-yemany, I. M. (2018). Influence of xanthan gum and inulin as thickening agents for jam production. *Egypt. J. Food Sci.*, 46, 43–54.
23. Grigelmo-Miguel, N., Gorinstein, S., Martín-Belloso, O. (1999). Characterisation of peach dietary fibre concentrate as a food ingredient. *Food Chemistry*, 65 (2), 175–181. doi: [https://doi.org/10.1016/s0308-8146\(98\)00190-3](https://doi.org/10.1016/s0308-8146(98)00190-3)
24. Igual, M., Contreras, C., Martínez-Navarrete, N. (2014). Colour and rheological properties of non-conventional grapefruit jams: Instrumental and sensory measurement. *LWT - Food Science and Technology*, 56 (1), 200–206. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.10.038>
25. Abid, M., Yaich, H., Hidouri, H., Attia, H., Ayadi, M. A. (2018). Effect of substituted gelling agents from pomegranate peel on colour, textural and sensory properties of pomegranate jam. *Food Chemistry*, 239, 1047–1054. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.006>
26. Dervisi, P., Lamb, J., Zabetakis, I. (2001). High pressure processing in jam manufacture: effects on textural and colour properties. *Food Chemistry*, 73 (1), 85–91. doi: [https://doi.org/10.1016/s0308-8146\(00\)00289-2](https://doi.org/10.1016/s0308-8146(00)00289-2)
27. Jham, G. N., Fernandes, S. A., Garcia, C. F., Silva, A. A. da. (2002). Comparison of GC and HPLC for the quantification of organic acids in coffee. *Phytochemical Analysis*, 13 (2), 99–104. doi: <https://doi.org/10.1002/pca.629>
28. AOAC International (1995). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Secs. 942.15. Washington.
29. AOAC International (2002). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Secs. 967.21. Washington.