

**Олена ВАСИЛИШИНА,
Ніна ОСОКІНА**

ПРОЕКТУВАННЯ ВИШНЕВИХ ДЖЕМІВ, ЗБАГАЧЕНИХ ПЕКТИНОВМІСНИМ ПЛОДОВИМ ПЮРЕ

На думку багатьох вітчизняних і зарубіжних учених, одним із ефективних способів корекції порушень обмінних процесів в організмі людини є чинник харчування. Саме тому виникає необхідність розробки та виробництва повноцінних харчових продуктів. Для цього пропонується коректування їхнього хімічного складу й підвищення в них вмісту вітамінів, мінеральних елементів, пектинів, що затримують надходження шкідливих речовин до організму людини, підвищують його загальну резистентність¹.

Як перспективний детоксикант у профілактичному й лікувальному харчуванні, що нейтралізує шкідливу дію металів і допомагає їх позбутися, використовується пектин і пектиновмісні продукти. До останніх належать джеми, варення та інші продукти переробки рослинної сировини. Однак їхнє виробництво на сьогодні знижується через низьку конкурентоспроможність та одноманітність асортименту².

Для вироблення джему обов'язкова присутність у сировині не менше 1% пектинових речовин у поєднанні з такою ж кількістю кислот³.

При розробці рецептур актуальною є технологія продуктів із заданим хімічним складом, а також проектування рецептурного багатого-

¹ *Пересічний М. І.* Харчування людини і сучасне довкілля: теорія і практика / М. І. Пересічний, В. Н. Корзун, М. Ф. Кравченко, О. М. Григоренко. — К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2003. — 526 с.; *Батурич А. К.* Питание и здоровье: проблемы XXI века / А. К. Батурич, Г. И. Мендельсон // Пищевая пром-сть. — 2005. — № 5. — С. 105—107; *Миронова Н. Г.* Разработка оптимальных рецептур сухих завтраков повышенной биологической ценности с использованием математического моделирования / Н. Г. Миронова, В. Н. Ковбаса // Хранение и переработка сельхоз-сырья. — 1998. — № 1. — С. 51—52.

² *Купчик Л.* Пектинові детоксиканти / Л. Купчик, М. Картель, Б. Вейсов // Харчова і переробна пром-сть. — 1998. — № 4. — С. 27—28.

³ *Сербіненко В.* Вимоги переробної промисловості до якості сировини / В. Сербіненко // Агробізнес сьогодні. — 2006. — № 11. — С. 25; *Позняковський В. М.* Джеми лечебно-профілактичного назначення / В. М. Позняковський, З. В. Иконникова, А. Н. Австриевских // Пищевая пром-сть. — 2002. — № 11. — С. 30.

компонентного складу харчових сумішей⁴. При створенні рецептур шляхом їх підбору кількість варіантів збільшується зі зростанням числа компонентів. Саме тому для обґрунтування розрахунку рецептур харчових продуктів використовують методи математичного моделювання підбору композиційного складу. Це дає можливість дещо уникнути проведення численних експериментів, що пов'язано з додатковими витратами.

Для визначення оптимальних співвідношень складу компонентів рецептури доцільна оптимізація технології створення композиції, а не кінцевого продукту, оскільки її характеристики якості є керованими на відміну від таких готового продукту⁵. Ось чому при створенні багатоконпонентного продукту необхідно:

- врахувати хімічний склад продукту, який проектується;
- скласти балансові рівняння за хімічним складом;
- встановити обмеження (відповідно до вимог нормативних документів);
- визначити цільову функцію для оптимізації рецептури;
- вирішити задачу в комп'ютерній математичній системі⁶.

З метою підвищення біологічної цінності джемів із вишні шляхом оптимізації рецептур за рахунок додавання пектиновмісної сировини (порічок, агрусу, чорної смородини, яблук) застосовано математичні моделі прогнозування їхнього складу. Отримані розрахунки перевірено експериментальними дослідженнями.

Проектування та розробку математичної моделі здійснено з дотриманням вимог щодо можливості проведення багатоваріантних розрахунків, конкретний вибір яких відбувається з урахуванням технічних, технологічних і організаційно-економічних умов виробництва. У ході розробки програмного забезпечення застосовано принцип

⁴ *Эффективная технология* производства джемов из семечкового сырья / З. А. Троян, Н. Н. Корастилева, Н. В. Юрченко, Л. В. Лычкина // Достижения науки и техники АПК. — 2002. — № 5. — С. 33; *Артемова Е. Н.* Качество желе из ягод красной смородины сорта "Мармеладница" / Е. Н. Артемова, Н. В. Макаркина // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2006. — № 12. — С. 39—40; *Николаева С. В.* Программа оптимизации многокомпонентной рецептурной смеси / С. В. Николаева, И. М. Головин // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2006. — № 12. — С. 68—70; *Володько Ю. И.* Математическое моделирование продуктов на зерновой основе, не требующих варки, для детей раннего возраста / Ю. И. Володько, Н. В. Дремина, С. С. Хованская // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2004. — № 2. — С. 44—46.

⁵ *Богатирьев А. М.* Планування діяльності підприємств в умовах ринку / А. М. Богатирьев, А. І. Бутенко, І. О. Кузнєцова. — Одеса : Автограф, 2006. — 256 с.

⁶ *Николаева С. В.* Решение оптимизационной задачи составления рецептурной смеси при неопределенности целевого критерия / С. В. Николаева // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2006. — № 11. — С. 57—58; *Валентас К. Дж.* Пищевая инженерия / К. Дж. Валентас, Э. Ротштейн, Р. П. Сингх. — СПб. : Профессия, 2004. — 845 с.

постановки "нових задач", за допомогою якого при внесенні змін до початкової інформації оцінюються різні сценарії дій залежно від прогнозованих ситуацій на ринку сировини.

Розрахунки проведено за допомогою програми *MS Excel* із використанням симплексного методу розв'язування задач лінійного програмування⁷.

Для перевірки адекватності розрахунків експериментальні дослідження проведено на кафедрі технології зберігання та переробки плодів і овочів Уманського державного аграрного університету в 2004–2006 рр.

Згідно з вимогами технологічної інструкції⁸, вироблено плоду масу після попередньої підготовки вишні (сортування, миття, видалення камінчика), яку змішано з цукром й уварено. За 5–10 хв до закінчення варіння додано структуроутворююче пюре, для приготування якого порічки, агрус, яблука й чорна смородина проходили сортування та інспекцію, миття у проточній воді, бланшування 3–5 хв при температурі 90–100 °С та протирання через сита з діаметром отворів 1.2 і 1.8 мм. Процес варіння джемів закінчено при вмісті сухих речовин не менше 68 %, після чого розфасовано в тару та простерилізовано за встановленими режимами.

У джемах визначено вміст сухих розчинних речовин рефрактометричним методом⁹, цукрів – фериціанідним¹⁰, кислот – титрометричним¹¹, пектину – Су-пектатним¹². Дегустаційну оцінку проведено за 30-бальною шкалою¹³.

Для визначення рецептурних частин джему розроблено математичну модель типової задачі лінійного програмування. Змінні вели-

⁷ Тележенко Л. М. Проектування соків, збагачених каротиновим концентратом / Л. М. Тележенко, І. В. Деркач, О. І. Дроздов : наук. праці Одеської держ. акад. харч. технологій. — Одеса, 2004. — С. 37–40; Липатов Н. Н. Предпосылки компьютерного проектирования продуктов и рационов питания с задаваемой пищевой ценностью / Н. Н. Липатов // Хранение и переработка сельхозсырья. — 1995. — № 3. — С. 4–7.

⁸ Технологическая инструкция по производству джемов : сб. технол. инструкций по производству консервов. — М. : Ассоциация предприятий плодоовощной промышленности "Консервплодоовощ", 1992. — Т. 2. — Ч. 2. — С. 55–85.

⁹ ГОСТ 28562–90. Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. — М. : Изд-во стандартов, 1990. — 15 с.

¹⁰ Найченко В. М. Практикум з технології зберігання і переробки плодів та овочів / В. М. Найченко. — К. : Школяр, 2001. — 211 с.

¹¹ ГОСТ 25555.0–82. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности. — М. : Изд-во стандартов, 1983. — 4 с.

¹² Арасимович А. А. Методы анализа пектиновых веществ, гемицеллюлоз и пектолитических ферментов в плодах / А. А. Арасимович, С. В. Балтага, Н. П. Пономарева. — Кишинев, 1970. — 84 с.

¹³ Марх А. Т. Технохимический контроль консервного производства / А. Т. Марх, Т. Ф. Зыкина, В. Н. Голубев. — М. : Агропромиздат, 1989. — 300 с.

чини позначено, %: x_1 – вишня; x_2 – пюре порічкове, смородинове, агрусове чи яблучне; x_3 – цукор. C_1 і C_2 – вміст пектину відповідно у вишні та пюре. За цільову функцію $Z(x)$ узято таке співвідношення між x_1 , x_2 та x_3 , яке максимізує вміст пектину в процентах у готовому продукті, а саме:

$$Z(x) = C_1 x_1 + C_2 x_2 \rightarrow \max. \quad (1)$$

При цьому виконуються такі обмеження.

1. За загальним вмістом компонентів у збагаченому продукті:

$$x_1 + x_2 + x_3 = 100. \quad (2)$$

2. За вмістом сухих розчинних речовин:

$$a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + a_{13} x_3 \geq 68, \quad (3)$$

де a_{11} , a_{12} , a_{13} – частки сухих розчинних речовин відповідно у вишні, пюре та цукрі.

3. За вмістом цукрів:

$$60 \leq a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + a_{23} x_3 \leq 65, \quad (4)$$

де a_{21} , a_{22} – частки загального цукру відповідно у вишні та пюре; a_{23} – частка сахарози.

4. За вмістом кислот:

$$0.9 \leq a_{31} x_1 + a_{32} x_2 \leq 1.1, \quad (5)$$

де a_{31} , a_{32} – частки кислот відповідно у вишні та пюре.

5. За вмістом основного компонента (вишні), а також невід'ємності решти змінних:

$$x_1 \geq 60, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0. \quad (6)$$

Моделюванням за допомогою комп'ютерних розрахунків встановлено такі рецептурні співвідношення між компонентами, %: для вишнево-порічкового та вишнево-агрусового джемів – $x_1 = 60$, $x_2 = 40$; для вишнево-яблучного – $x_1 = 65$, $x_2 = 35$; для вишнево-смородинового – $x_1 = 75$, $x_2 = 25$. При цьому цільова функція $Z(x) \rightarrow 1$, тобто вміст пектинових речовин у новому продукті – майже 1 %.

Вміст сухих розчинних речовин у джемах становить 68 %, причому значна частина їх припадає на цукри, титрованих кислот – в межах 1 %, пектину – на рівні 0.7–1.0 %. Найкращими органолептичними властивостями відрізнявся джем вишнево-смородиновий, на другому місці – вишнево-агрусовий та вишнево-яблучний. При додаванні структуроутворюючого пюре підвищився вміст пектинових речовин у 1.8–2.8 раза, що поліпшило желеподібну консистенцію джемів (таблиця).

Якість джемів на основі вишневого пюре

Вид джему	Масова частка, %				Органолептична оцінка за 30-баловою шкалою
	сухих розчинних речовин	загальних цукрів	титрованих кислот	пектинових речовин	
Вишневий (контроль)	68.0	62.0	1.00	0.38	24.2
Вишнево-порічковий	68.8	62.4	1.17	1.08	24.7
Вишнево-агрусовий	68.2	62.0	1.00	0.90	25.8
Вишнево-смородиновий	68.7	62.2	1.07	0.70	27.0
Вишнево-яблучний	68.4	62.1	0.90	0.70	25.3
НР 05	0.5	0.5	0.7	0.5	0.7

Порівняння розрахункових і експериментальних значень показників якості джемів доводить, що запропонований метод є цілком вірогідним і може успішно застосовуватися у виробництві для коректування складу продукції.

Отже, використання математичного моделювання значно спрощує встановлення співвідношень між компонентами, які підвищують харчову цінність і надають джемам високих органолептичних властивостей.