

УДК 577.15/17:631.576:634.723:634.75:551.515

© 2011

*Шевчук Л. М., кандидат сільськогосподарських наук,  
Денисюк О. Ф., провідний інженер  
Інститут садівництва НААН України*

## МОДЕЛЬ ЗАЛЕЖНОСТІ ВМІСТУ АСКОРБІНОВОЇ КИСЛОТИ У ПЛОДАХ ЧОРНОЇ СМОРОДИНИ ТА СУНИЦІ ВІД ПОГОДНИХ УМОВ

*Рецензент – кандидат сільськогосподарських наук О. Н. Ярещенко*

*За допомогою регресивного аналізу встановлено вплив погодних умов періоду росту і розвитку плодів суниці та чорної смородини на накопичення в них аскорбінової кислоти, а також розроблено модель прогнозування С-вітамінності майбутнього врожаю. Сильний позитивний вплив на вміст аскорбінової кислоти в ягодах суниці виявлено зі сторони суми ефективних температур вище 10 °С (коефіцієнт кореляції 0,772). Головними впливовими метеорологічними чинниками, що визначають С-вітамінність плодів чорної смородини, є температурні фактори, зокрема: сума температур вище 5 і 10 °С, а також сума максимальних і середніх температур вище 10 °С (коефіцієнти кореляції 0,811; - 0,842; -0,722; -0,759 відповідно).*

**Ключові слова:** *плоди, чорна смородина, суниця, аскорбінова кислота, погодні умови.*

**Постанова проблеми.** Одним із основних показників цінності сорту є вміст в його плодах вітаміну С. Активність ферментних систем, які здійснюють біосинтез аскорбінової кислоти, характеризується сильною варіабельністю в різних рослин і залежить від низки показників. Вони визначають активність і направленість біохімічних процесів, а також ступінь накопичення вітаміну С у рослинах [2, 5]. Кількість його передусім є сортовою ознакою, що проявляється на різних етапах формування ягід. Вона може значно змінюватися залежно від розтягнутості періоду дозрівання плодів та від температури й кількості опадів у період вегетації [10].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язування проблеми.** Науково-дослідна робота, що була проведена нами протягом 2000–2010 років в Інституті садівництва УААН, підтвердила наявність кореляційного зв'язку між погодними умовами року вирощування та С-вітамінністю ягід на час визрівання [6]. За даними білоруських учених, підвищений вміст аскорбінової кислоти у плодах смородини чорної спостерігався при вищих показниках гідротермічного коефіцієнта (ГТК = опади/сума температур × 10) [3], а молдавські

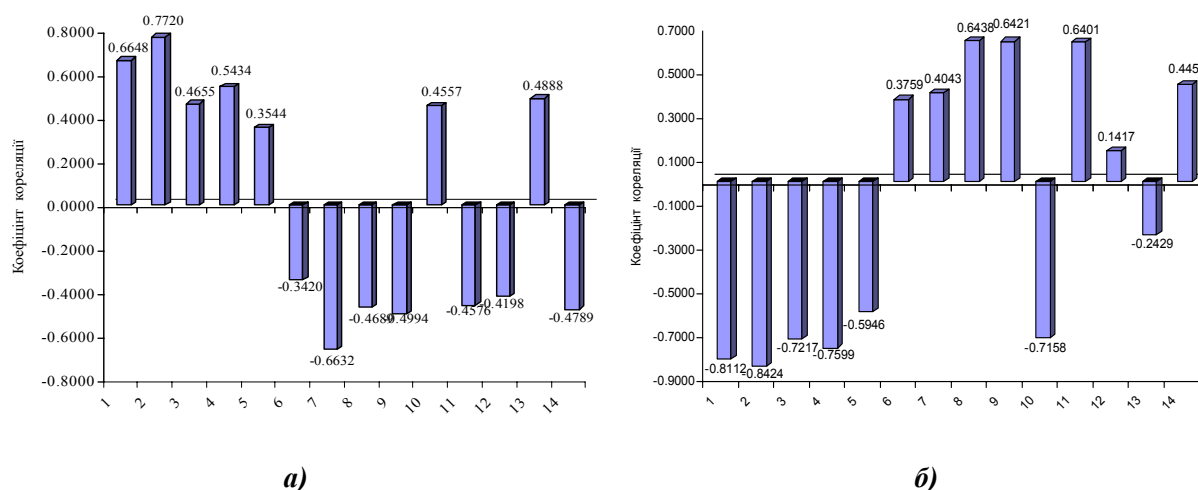
стверджують, що зниження температури повітря й наявність дощів під час досягання суниці в більшості випадків знижують вітамінність ягід цієї культури [9].

**Метою і завданням досліджень** було встановлення ступеня впливу метеорологічних чинників періоду росту й розвитку плодів чорної смородини та суниці на вміст у них аскорбінової кислоти, а також розробка моделі прогнозування С-вітамінності ягід досліджуваних культур.

**Матеріали і методи досліджень.** Протягом 2000–2010 рр. вивчали 14 сортів чорної смородини та 21 – суниці. Відбір їх зразків проводили на ділянках Інституту садівництва (ІС) НААН (північна частина Лісостепу України). Лабораторні дослідження проводили згідно з діючими нині методиками [7–8]. Для математичної обробки результатів застосовували регресивний аналіз за методикою Б. А. Доспехова [1], а також згідно з діючими методичними рекомендаціями із використанням персонального комп'ютера за відповідними програмами П. В. Кондратенка та М. О. Бублика [4].

Метеорологічні дані надала група метеорологів ІС НААН. Спостереження за зміною погоди, які вона проводить, показують, що, починаючи з другої половини дев'яностих років минулого століття (1997–1998), на півночі Лісостепу температурні показники повітря підвищились, а вологості знизилися. До того ж останні на протязі як мінімум однієї декади в місяць (із квітня по червень) мають тенденцію опускатися нижче 40 %. Тому за основу нашого аналізу було взято погодні чинники періоду росту й розвитку плодів чорної смородини та суниці, що визначають таку ситуацію.

**Результати досліджень.** Для встановлення впливу погоди на вміст аскорбінової кислоти в ягодах суниці та чорної смородини брали 14 погодно-кліматичних факторів, зокрема:  $^1\sum t_{\text{эф}} > 5^\circ\text{C}$  – ефективних температур вище 5°C;  $^2\sum t_{\text{эф}} > 10^\circ\text{C}$  – ефективних температур вище 10°C;  $^3\sum t_{\text{макс}} > 10^\circ\text{C}$  – максимальних температур вище 10°C;



**Рис. 1.** Значення коефіцієнтів кореляції між вмістом вітаміну С в ягодах а) суниці, б) чорної смородини, з одного боку, та погодними факторами періоду росту й розвитку плодів, з іншого (Інститут садівництва НААН України, 2000–2010 рр.)

${}^4t_{\text{сеп}} > 10^\circ\text{C}$  – середніх температур вище  $10^\circ\text{C}$ ;  ${}^5\sum t_{\text{мін}}$  – мінімальних температур,  ${}^6\sum d$  – кількість опадів, мм;  ${}^7\sum n_d$  – кількість днів з опадами;  ${}^8\sum W_{\text{мін}}$  – мінімальної вологості повітря, %;  ${}^9\sum n_{W_{\text{мін}} > 40\%}$  – кількість днів з мінімальною вологістю повітря більше 40 %;  ${}^{10}\sum W_{\text{мін}} < 40\%$  – мінімальної вологості повітря менше 40 %;  ${}^{11}\sum W_{\text{сеп}}$  – сума середньої вологості повітря;  ${}^{12}\sum W_{\text{сеп}} > 40\%$  – днів із середньою вологістю повітря більше 40 %;  ${}^{13}\sum W_{\text{сеп}} < 40\%$  – середньої вологості повітря менше 40 %;  ${}^{14}ГТК$  – гідротермічний коефіцієнт.

На кількість вітаміну С в ягодах суниці в середній мірі впливає зволоження в період їх росту і розвитку, зокрема кількість днів з опадами ( $R=-0,663$ ), сума мінімальної вологості повітря більше 40 % ( $R=-0,469$ ); кількість днів із мінімальною вологістю повітря більше 40 % ( $R=-0,499$ ), сума середньої вологості повітря ( $R=-0,458$ ), кількість днів із середньою вологістю повітря більше 40 % ( $R=-0,420$ ), а також гідротермічний коефіцієнт ( $R=-0,479$ ). Значний позитивний вплив на вміст аскорбінової кислоти в суниці виявлено з боку суми ефективних температур вище  $10^\circ\text{C}$  (коефіцієнт кореляції становить 0,772). Середнім він був за суми тих же температур, але вище  $5^\circ\text{C}$  ( $R=0,665$ ) та максимальних і середніх вище  $10^\circ\text{C}$ , відповідно, ( $R=0,466$  і  $R=0,543$ ) (рис. 1, а).

Основними впливовими метеорологічними

$$C = \ell \left( 3,6395 + 0,0023 \times (\sum t_{\text{еф.} > 10^\circ\text{C}}) - 0,0212 \times (\sum nd) \right) \quad (R = 0,9081),$$

де:  $C$  – вміст вітаміну С в ягоді, мг/100г ;

$\sum t_{\text{еф.} > 10^\circ\text{C}}$  – сума ефективних температур вище  $10^\circ\text{C}$ ;

$(\sum nd)$  – кількість днів з опадами.

чинниками, що визначають С-вітамінність плодів чорної смородини, є температурні фактори періоду їх росту й розвитку, зокрема: сума ефективних температур більше  $5$  та  $10^\circ\text{C}$ , а також сума максимальних і активних температур вище  $10^\circ\text{C}$  і сума мінімальної вологості повітря менше 40 %. Про негативність їх впливу свідчать відповідні коефіцієнти кореляції  $-0,811$ ;  $-0,842$ ;  $-0,722$ ;  $-0,759$  та  $-0,716$ , тобто зі збільшенням значень цих погодних показників знижується вміст аскорбінової кислоти в ягодах чорної смородини. Позитивний (але середньої міри) вплив на накопичення аскорбінової кислоти справляють сума середньої та мінімальної вологості повітря ( $R=0,644$  та  $R=0,640$ ), а також кількість днів із мінімальною вологістю більше 40 % ( $R=0,642$ ) (рис. 1, б).

Виходячи з даних про вплив погодних чинників на С-вітамінність плодів суниці та чорної смородини, були розроблені математичні моделі прогнозування вмісту даної речовини в них. В основу їх були використані показники погоди з найбільшими абсолютними похибками, з урахуванням їх найбільшої доступності для користувача – температурні повітря, опади та кількість днів із ними.

Залежність кількості вітаміну С в ягодах суниці від погодних факторів показує модель, яка описується експоненціальною функцією, аргументами якої є сума ефективних температур більше  $10^\circ\text{C}$  і кількість днів з опадами:

Коефіцієнт детермінації рівняння в межах 82,5 % указує на те, що воно суттєво відображає дану залежність. Номограми, розроблені на його основі (рис. 2), можуть бути використані у прогнозуванні вмісту вітаміну С в ягодах суниці. Цей показник на рівні  $45,85 \pm 1,95$  мг/100 г може спостерігатися при сумі ефективних температур

вище  $10^\circ\text{C}$  –  $248,6 \pm 9,54$   $^\circ\text{C}$  і кількості днів з опадами не більше  $18,0 \pm 1,0$ . Сума опадів при цьому повинна бути не менше  $125,6 \pm 9,71$  мм.

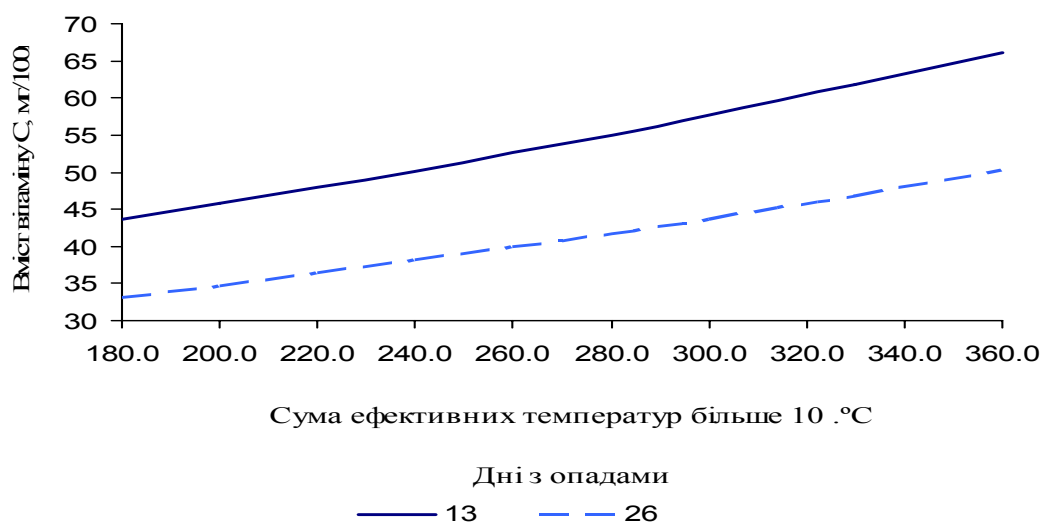
Залежність кількості аскорбінової кислоти у плодах чорної смородини від погодних факторів виражена степеневою функцією:

$$C = 215683330510,3604 \times \left(\sum t_{\text{еф}} > 5^\circ\text{C}\right)^{-4,0028} \times \left(\sum t_{\text{макс}} > 10^\circ\text{C}\right)^{0,8398} \quad (R = 0,9419),$$

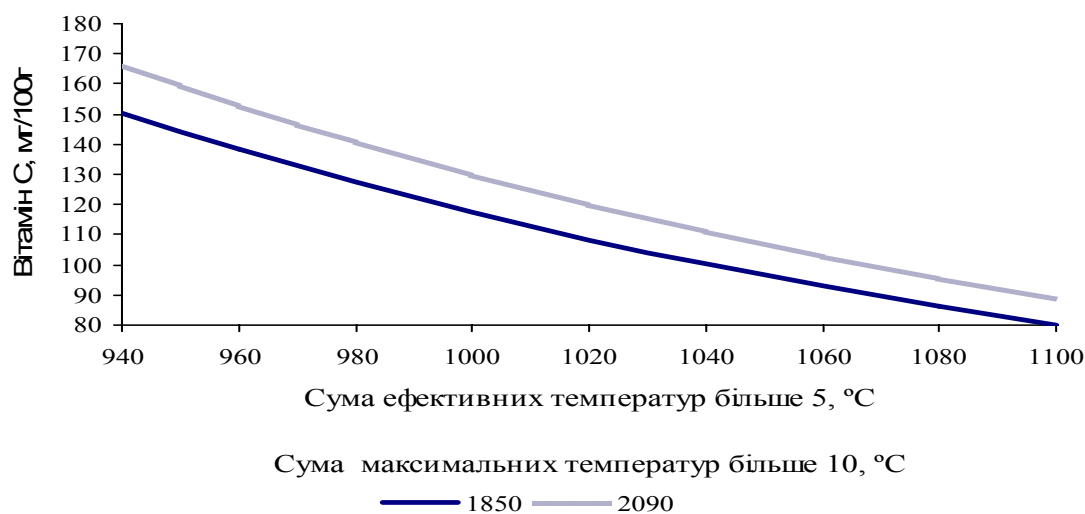
де: С – вміст вітаміну С в ягоді, мг/100г;

$\sum t_{\text{еф}} > 5^\circ\text{C}$  – сума ефективних температур вище  $5^\circ\text{C}$ ;

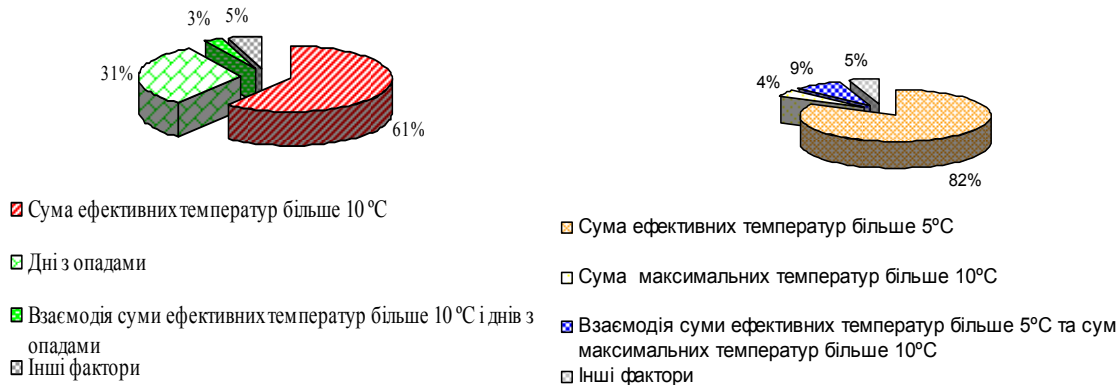
$\sum t_{\text{макс}} > 10^\circ\text{C}$  – сума максимальних температур вище  $10^\circ\text{C}$



**Рис. 2.** Прогностична модель залежності вмісту вітаміну С в ягодах суниці від погодних факторів періоду їх росту й розвитку



**Рис. 3.** Прогностична модель залежності вмісту вітаміну С в ягодах чорної смородини від погодних факторів періоду їх росту й розвитку



**Рис. 4. Погодні фактори, що дають змогу прогнозувати вміст вітаміну С у період споживчої стиглості в ягодах: а – суниці, б – чорної смородини.**

Коефіцієнт детермінації на рівні 88,7 % вказує на те, що дане рівняння досить точно відображає залежність, представлену на рисунку 3. Вона може бути використана для прогнозування вмісту вітаміну С в ягодах чорної смородини в залежності від суми ефективних температур вище 5 °С, при сумі максимальних температур більше 10, в межах 1850–2090 °С. У період росту й розвитку плодів при сумі ефективних температур більше 5 – 1010,2±13,4 °С, а максимальних (вище 10 °С) не вище – 1988,6±21,6 °С вміст вітаміну С в ягодах буде не нижчим за 122±11,8 мг/100 г сирової маси, що характерно для середнього вмісту вітаміну С у плодах чорної смородини за роки досліджень. Також варто звернути увагу на те, що суми максимальних температур повітря вище 10 °С підвищують вміст вітаміну С в ягодах досліджуваної культури, тоді коли вони не перевищують рівень ефективних температур більше 5 – 1018,3±13,2 °С, а при подальшому збільшенні цієї суми, сума максимальних температур більше 10 °С негативно впливає на синтез аскорбінової кислоти.

Нашими дослідженнями встановлено, що С-вітамінність ягід суниці, яка знаходиться в межах 26–69 мг/100 г сирової маси, у значній мірі визначається сумою ефективних температур більше 10 °С (частка впливу становить 61 %). Значну, але менш істотну (31 %) дію на вміст аскорбінової кислоти у плодах цієї культури має кіль-

кість днів з опадами. Взаємодія згаданих погодних чинників і решти досліджуваних метеорологічних факторів суттєво не впливають на кількість вітаміну С в її плодах (рис. 4, а).

Ягоди чорної смородини містять більше аскорбінової кислоти, але їх С-вітамінність у значній мірі (на 82 %) залежить від одного метеорологічного показника – суми ефективних температур вище 5 °С (рис. 4, б).

Підсумовуючи вищесказане, можна зробити **висновок**, що С-вітамінність плодів суниці та чорної смородини є залежною від погодних умов періоду їх росту й розвитку. Середній вміст аскорбінової кислоти в ягодах суниці за період досліджень знаходився на рівні 42–50 мг/100 г сирової маси. Основними метеорологічними чинниками, що дають змогу прогнозувати її вміст у плодах, є сума ефективних температур періоду росту й розвитку плодів вище 10 °С, яка повинна бути не нижчою за 239,1 °С. При цьому кількість днів з опадами в цей період не повинна перевищувати 17, а сума опадів має становити 115,9 мм.

Вміст аскорбінової кислоти в ягодах чорної смородини в роки досліджень знаходився в межах середнього (від 110 до 134 мг/100 г сирової маси). Така С-вітамінність чорної смородини можлива за умови, коли сума ефективних температур повітря вище 5 °С в період їх росту і розвитку не перевищуватиме 983,8 °С, а максимальна вище 10 °С буде не більшою за 1967,0 °С.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 415 с.
2. Ермаков А. И., Луковникова Г. А. Влияние природных условий и приемов выращивания на содержание аскорбиновой кислоты и каротина в плодовых и овощных растениях // Витамины. – 1959. – №4. – С. 209.

3. Камзалова О. И., Дмитриева А. М., Гуменюк В. Т. [и др.]. Биохимический состав ягод смородины в условиях Беларуси // Плодоводство. Т. 17. – Ч. 1, 2005. – С. 215.
4. Кондратенко П. В., Бублик М. О. Методика проведения полевых исследований с плодовыми культурами. – К.: Аграрна наука, 1996. – 95 с.

5. Кучер М. Ф. Хіміко-технологічна оцінка ягід нових сортів смородини вітчизняної та зарубіжної селекції // Зб. наук. праць. – Мліїв – Умань, 2004. – С. 126–132.
6. Майдебуря В. І., Кангіна І. Б., Чернозубенко Н. К. [и др.]. Вміст аскорбінової кислоти в ягодах чорної смородини і вплив на нього погодних умов // Сад. – 1995. – №5. – С. 8.
7. Миланова Л. В. Содержание биоактивных веществ в ягодах земляники Молдавии // Тр. II

- Всесоюз. конф. по БАР. – Свердловск, 1964. – С. 36–43.
8. Методика оцінки якості плодово-ягідної продукції. – К.: СПД «Жителів С. І.», 2008. – 79 с.
9. Методические рекомендации по проведению исследований по вопросам хранения и переработки плодов и ягод. – К.: УНИИС, 1980. – 142 с.
10. Ширко Т. С., Ярошевич И. В. Биохимия и качество плодов. – М.: Наука и техника, 1991. – 294 с.



### ПІДСУМКИ КОНКУРСУ «КРАЩА КНИГА ПОЛТАВЩИНИ» 2011 РОКУ

30 листопада 2011 року, напередодні 20-ї річниці проведення Всеукраїнського референдуму стосовно проголошення незалежності України, в приміщенні Полтавської обласної універсальної бібліотеки імені І. П. Котляревського пройшла урочиста церемонія нагородження лауреатів 5-го ювілейного обласного конкурсу «КРАЩА КНИГА ПОЛТАВЩИНИ». Конкурс засновано з метою сприяння розвитку українського книговидання, удосконалення традицій вітчизняної книговидавничої справи, підвищення ролі книги в суспільстві, популяризації сучасних технологій її художнього оформлення та поліграфічного виконання.

Основні завдання конкурсу – стимулювання професійного росту фахівців видавничих організацій, їх конкуренції, підвищення статусу професій, пов'язаних із видавничою справою, сприяння у виданні творів сучасних місцевих авторів, виявлення кращих видань, забезпечення високого професійного рівня підготовки видань та розвитку мовної культури.

Конкурс проводиться щороку в рамках реалізації заходів обласної Програми розвитку інформаційної сфери, книговидання та книгорозповсюдження у Полтавській області на 2008–2011 роки. Головним замовником і координатором організації роботи є Головне управління інформаційної та внутрішньої політики облдержадміністрації, яке здійснює організаційне, методичне, консультативне, інформаційне та фінансове забезпечення проведення конкурсу.

Редакційно-видавничий відділ Полтавської державної аграрної академії вже вкотре бере участь у конкурсі «КРАЩА КНИГА ПОЛТАВЩИНИ». Цього року відділ виборов **II місце у номінації «Краще навчальне видання та підручники»** за книгу «Підприємництво в аграрних формуваннях» (автор: Тютюнник М. Г.) і ще одне **II місце у цій же номінації** за книгу «Органічне землеробство: з досвіду ПП «Агроєкологія» Шишацького району Полтавської області» (автори: Антоненко С. С., Антоненко А. С., Писаренко В. М.).

