

## ФОРМУВАННЯ АСКОРБІНОВОЇ КИСЛОТИ В ЯГОДАХ СУНИЦІ САДОВОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ АБІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ВИСОКОЯКІСНИХ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ

*І. Заморська, к. с.-г. н., В. Гіджеліцький, к. т. н.  
Уманський національний університет садівництва*

**Постановка проблеми.** Суниця – одна з найпоширеніших ягідних культур у світі, що цінується за високу рентабельність виробництва, збалансований хімічний склад, гармонійне поєднання смаку й аромату та високу антиоксидантну здатність [1].

Важливим компонентом хімічного складу ягід є вміст аскорбінової кислоти, завдяки якому антиоксидантна здатність суниці в десять разів перевищує аналогічний показник інших фруктів [2]. За цим показником здійснюють підбір сорту, що є одним із важливих технологічних прийомів для отримання високоякісних продуктів переробки з ягід суниці.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відомо, що аскорбінова кислота (L–аскорбінова кислота) є водорозчинним антиоксидантом, який необхідний для життєдіяльності людини, проте не синтезується організмом. Біологічна роль її полягає у захисті рослинного організму від окиснювального стресу та тваринного – від хронічних захворювань, що беруть початок в окиснювальному стресі [3].

Аскорбінова кислота – дуже лабільна сполука, за несприятливих умов вона піддається окисненню. Активна форма вітаміну (L–аскорбінова кислота) окиснюється до дегідроаскорбінової кислоти, проте це не призводить до зниження біологічної активності, оскільки остання знову може переходити в L–аскорбінову кислоту, однак наступне її перетворення в дикетогулонову – незворотне [4].

Під час досягання ягід суниці вміст у них аскорбінової кислоти зростає [5]. Високу цінність для харчування людини становлять сорти суниці, в яких вміст аскорбінової кислоти перевищує 60 мг/100г. Проте під дією світла та в присутності кисню аскорбінова кислота в суниці може окиснюватися під впливом ферментів аскорбатоксидази спільно з поліфенолоксидазою, цитохромоксидазою та пероксидазою [6].

Вміст аскорбінової кислоти в ягодах суниці залежить від генетичних особливостей сорту, умов вирощування та післязбиральної обробки [7]. Проте значний вплив справляють погодні умови. Так, за даними Л. М. Шевчук, О. Ф. Денисюк [8], сума ефективних температур понад 10 °С для оптимальних умов накопичення аскорбінової кислоти в період росту й розвитку плодів не повинна бути нижчою за 239,1 °С. Однак питання формування аскорбінової кислоти в ягодах суниці під впливом абіотичних чинників періоду досягання з метою підбору сорту для переробки на консерви потребує подальших досліджень.

**Постановка завдання.** Дослідити вміст аскорбінової кислоти в ягодах суниці садової залежно від впливу абіотичних чинників періоду досягання: середньої

температури повітря, суми опадів, суми ефективних та активних температур – з метою отримання високоякісних продуктів переробки.

**Виклад основного матеріалу.** Робота виконана у 2005-2015 рр. з ягодами суниці сортів Фестивальна ромашка, Дукат, Хоней, Полка, Пегас та Русанівка в умовах лабораторії кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів Уманського національного університету садівництва. Вміст аскорбінової кислоти визначали йодометричним методом за ГОСТ 24556. Агрокліматичні показники періоду досягання ягід суниці подано за даними Уманської метеорологічної станції.

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

Початок досягання ягід суниці (третя декада травня та перша декада червня) супроводжувався середньодобовою температурою повітря в межах 15,5-23,2°C, сумою опадів на рівні 0,3–107,5 мм, сумою ефективних температур понад 5°C – 423,2–1139,4, понад 10°C – 143,7–676,5, активних температур – 596,6–1521,6°C залежно від року проведення досліджень (табл. 1).

Таблиця 1

Агрокліматичні показники періоду досягання ягід суниці  
(за даними Уманської метеорологічної станції)

Рік	Середня температура повітря, °С		Сума опадів, мм		Сума ефективних температур понад 5°C		Сума ефективних температур понад 10 °С		Сума активних температур °С	
	III декада травня	I декада червня	III декада травня	I декада червня	III декада травня	I декада червня	III декада травня	I декада червня	III декада травня	I декада червня
2005	21,0	15,4	2,3	41,6	486,2	590,2	214,0	268,0	655,0	809,0
2006	15,9	15,4	24,4	10,7	423,2	527,3	148,0	202,1	527,0	681,1
2007	24,6	20,6	0,3	10,4	583,9	739,4	297,3	402,8	637,3	842,8
2008	15,5	16,7	21,0	1,6	459,2	576,0	143,7	210,5	596,6	763,4
2009	16,6	18,9	5,3	3,2	472,0	611,8	178,8	268,2	618,4	807,8
2010	16,5	20,0	25,5	22,0	500,5	650,3	210,2	310,0	610,3	810,1
2011	18,7	21,3	25,4	8,0	503,4	666,7	221,4	334,7	606,4	819,7
2012	17,7	19,9	0,3	9,4	651,1	800,3	313,2	442,4	893,3	1092,5
2013	17,6	17,8	57,0	18,9	598,2	726,2	347,4	425,4	817,4	994,7
2014	20,4	19,4	32,0	29,1	568,3	711,9	253,2	346,8	743,2	936,8
2015	18,7	20,4	0,6	22,6	477,8	631,5	223,8	325,5	673,8	877,5
Середнє	18,5	18,7	17,6	16,1	520,3	657,4	231,9	321,5	670,8	857,8

Дослідженнями встановлено (табл. 2), що вміст аскорбінової кислоти в ягодах суниці є сортовою ознакою, проте спостерігається й значна залежність від погодних умов року.

Середній вміст аскорбінової кислоти в ягодах суниці коливався в межах від 69,8 до 92,2 мг/100 г. Істотно вищий рівень аскорбінової кислоти здатні

накопичувати ягоди суниці сортів Хоней – до 112,7 мг/100 г та Полка – 105,3 мг/100 г. У ягід суниці сорту Пегас спостерігається слабка мінливість ознаки, сортів Фестивальна ромашка, Дукат, Полка – середня (коефіцієнт варіації 12,3–23,1%), тоді як у інших сортів встановлено сильну (коефіцієнт варіації 25,3–32,4 %) мінливість ознаки.

Таблиця 2

Вміст аскорбінової кислоти в ягодах суниці

Сорт	Роки досліджень	min–max, мг/100 г	Середнє, %	V, %
Фестивальна ромашка	2005–2011	60,7–92,4	79,5±9,8	12,3
Дукат	2005–2015	46,6–95,3	69,8±15,9	22,8
Хоней	2005–2015	51,8–112,7	91,1±23,04	25,3
Полка	2005–2015	49,4–105,3	77,4±17,85	23,0
Пегас	2012–2015	84,4–97,3	92,2±6,8	7,5
Русанівка	2009–2015	42,6–93,8	75,0±24,3	32,4
НІР <sub>05</sub>		0,96	–	

Високий рівень аскорбінової кислоти встановлено в ягодах суниці 2006 року, коли середньомісячна температура останньої декади травня та першої декади червня була на 2,6-3,3 °С нижчою від середніх даних, сума ефективних температур понад 5 °С була нижчою на 97,1 °С та 130,1, а ефективних понад 10 °С – на 83,9-119,4°С відповідно (див. рис.). При цьому сума опадів у третій декаді червня була вищою в 1,4 раза, а першої декади червня, навпаки, нижчою в 1,5 раза від середньої за період досліджень. Високий вміст аскорбінової кислоти в ягодах також встановлено у 2008 та 2013 роках, коли спостерігалася аналогічна тенденція.

Низький вміст аскорбінової кислоти ягоди накопичували у 2007, 2012 роках, коли середня температура повітря в період досягання ягід була на 1,9 – 6,1 °С вищою проти середньої за період спостережень. При цьому сума ефективних температур понад 5 °С на 63,6-142,9 °С перевищувала середні дані, понад 10 °С – на 21,7-119,4, активних – на 65,4-120,9 °С. Сума опадів була істотно нижчою від середніх значень.

Аналізом даних вмісту аскорбінової кислоти в ягодах суниці під впливом абіотичних чинників виявлено, що значний вміст аскорбінової кислоти накопичується в ягодах суниці у роки, коли сума ефективних температур понад 5 °С і 10 °С та сума активних температур суттєво нижчі або істотно перевищують середні значення, що встановлені окремо для сортів різних строків досягання за

суми опадів, що істотно вища від середніх даних. Натомість низький вміст аскорбінової кислоти в ягодах суниці спостерігався у роки зі значною нестачею опадів в останню декаду травня. При цьому сума ефективних температур понад 5 °С і 10 °С та сума активних температур істотно перевищували середні значення.

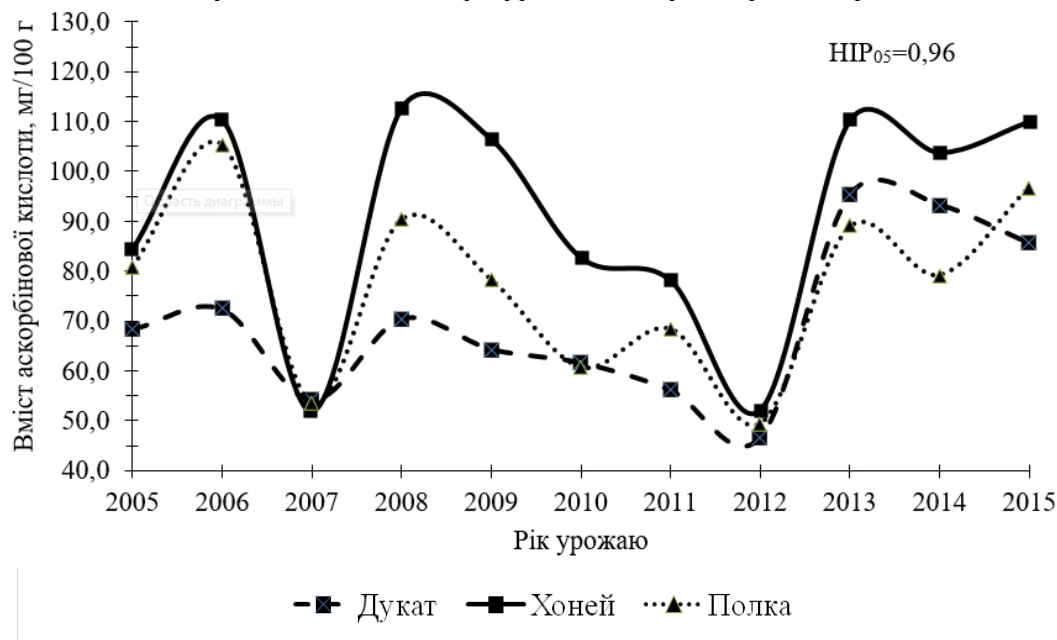


Рис. Вміст аскорбінової кислоти в ягодах суниці різних помологічних сортів залежно від року врожаю, мг/100 г.

На характер накопичення аскорбінової кислоти в ягодах суниці значний вплив мають і особливості сорту. Так, у ягід суниці сорту Хоней спостерігається середня обернена залежність вмісту аскорбінової кислоти з температурними показниками: з  $\sum_{\text{эф}} > 5$  ( $r = -0,51$ ) та  $\sum_{\text{эф}} > 10$  ( $r = -0,41$ ), проте її не виявлено від суми опадів.

Вміст аскорбінової кислоти в ягодах суниці сорту Дукат практично не залежить від температурних показників та має прямий середній зв'язок із сумою опадів ( $r = 0,37$ ). Натомість, у ягід суниці сорту Полка вміст аскорбінової кислоти має обернений сильний зв'язок із сумою ефективних температур понад 5 °С  $\sum_{\text{эф}} > 5$  ( $r = -0,73$ ), обернений середній з сумою ефективних температур понад 10 °С  $\sum_{\text{эф}} > 10$  ( $r = -0,62$ ) із сумою активних температур ( $r = -0,46$ ).

**Висновки.** Таким чином, вміст аскорбінової кислоти в ягодах суниці коливається в межах від 69,8 до 92,2 мг/100 г. Істотно вищий рівень аскорбінової кислоти здатні накопичувати ягоди суниці сортів Хоней – до 112,7 мг/100 г та Полка – 105,3 мг/100 г, що свідчить про високий потенціал для отримання високоякісних продуктів переробки.

Значний вміст аскорбінової кислоти накопичується в ягодах суниці у роки, коли сума ефективних температур понад 5 °С і 10 °С та сума активних

температур суттєво нижчі або істотно перевищують середні значення, за істотно вищої суми опадів.

### Бібліографічний список

1. Марковський В. С., Бахмат М. І. Ягідні культури в Україні: навч. посіб. Кам'янець-Подільський: ПП „Медобори-2006”, 2008. 200 с.
2. Szeto Yim Tong, Brian Tomlinson, Iris FF Benzie. Total antioxidant and ascorbic acid content of fresh fruits and vegetables: implications for dietary planning and food preservation. *British journal of nutrition*. 2002. № 87(1). P. 55-59.
3. Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing / Davey M. W. et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2000. 89. P. 825–860 (abstract).
4. Nunes M. C. N., Brecht J. K., Morais A. M. M. B., Sargent S. A. Controlling Temperature and Water Loss to Maintain Ascorbic Acid Levels in Strawberries During Postharvest Handling. *JOURNAL OF FOOD SCIENCE*. 1998. № 63(6). P. 1033-1036.
5. Quality characteristics of strawberry genotypes at different maturation stages / Kafkas E. et al. *Food Chemistry*. 2007. № 100(3). P. 1229-1236.
6. Wright Kimberly Palmer, Adel A. Kader. Effect of slicing and controlled-atmosphere storage on the ascorbate content and quality of strawberries and persimmons. *Postharvest Biology and Technology*. 1997. № 10(1). P. 39-48.
7. Lee Seung K., Adel A. Kader. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest biology and technology*. 2000. № 20(3). P. 207-220.
8. Шевчук Л. М., Денисюк О. Ф. Модель залежності вмісту аскорбінової кислоти у плодах чорної смородини та суниці від погодних умов. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 4. С. 39-43.

#### **Заморська І., Гіджеліцький В. Формування аскорбінової кислоти в ягодах суниці садової залежно від впливу абіотичних чинників для отримання високоякісних продуктів переробки**

Досліджено формування аскорбінової кислоти в ягодах суниці садової сортів Фестивальна ромашка, Дукат, Хоней, Полка, Пегас і Русанівка під впливом абіотичних чинників. Доведено, що середній вміст аскорбінової кислоти в ягодах суниці коливався в межах від 69,8 до 92,2 мг/100 г. Значний вміст аскорбінової кислоти накопичується у ягодах суниці в роки, коли сума ефективних температур понад 5°C і 10°C та сума активних температур суттєво нижчі або істотно перевищують середні значення, що встановлені окремо для сортів різних строків досягання за суми опадів, що істотно вища від середніх даних.

**Ключові слова:** суниця, сорт, аскорбінова кислота, абіотичні чинники.

#### **Zamorska I., Hidzhelitskyi V. Formation of ascorbic acid in strawberries depending on the effect of abiotic factors for obtaining high-quality processing products**

The process of ascorbic acid formation in strawberries (cultivars Festyvalna romashka, Ducat, Honey, Polka, Pegas and Rusanivka) affected by abiotic factors was studied. It was proved that average content of ascorbic acid in strawberries ranged from

69.8 to 92.2 mg/100 g. A large amount of ascorbic acid was accumulated in strawberries in the years when the total of effective temperatures was over 5°C and 10°C and the total of active temperatures was much lower or exceeded average values which were fixed for the cultivars with different ripening terms, and the precipitation amount exceeded the average values.

**Key words:** strawberry, cultivar, ascorbic acid, abiotic factors.

**Заморская И., Гиджелицкий В. Формирование аскорбиновой кислоты в ягодах земляники садовой в зависимости от влияния абиотических факторов в целях получения высококачественных продуктов переработки**

Исследовано формирование аскорбиновой кислоты в ягодах земляники садовой сортов Фестивальная ромашка, Дукат, Хоней, Полка, Пегас и Русановка под влиянием абиотических факторов. Доказано, что среднее содержание аскорбиновой кислоты в ягодах земляники колебалось в пределах от 69,8 до 92,2 мг / 100 г. Значительное содержание аскорбиновой кислоты накапливается в ягодах земляники в годы, когда сумма эффективных температур выше 5 °С и 10 °С и сумма активных температур существенно ниже или существенно превышают средние значения, установленные отдельно для сортов разных сроков созревания при сумме осадков существенно выше средних данных.

**Ключевые слова:** земляника, сорт, аскорбиновая кислота, абиотические факторы.