

Встановлено, що основними абіотичними чинниками, які мають найбільш істотний вплив на смакові якості, є абсолютна максимальна температура та кількість опадів останнього місяця формування плодів сливи. У якості регресійної моделі для прогнозування смакових якостей слив від абіотичних чинників слід користуватися розробленою моделлю для прогнозування вмісту вільних кислот

Ключові слова: погодні умови, цукри, органічні кислоти, плоди, слива, цукрово-кислотний індекс

Установлено, что основными абиотическими факторами, которые имеют наиболее существенное влияние на вкусовые качества, являются абсолютная максимальная температура и количество осадков последнего месяца формирования плодов сливы. В качестве модели прогнозирования вкусовых качеств слив от абиотических факторов следует использовать разработанную модель прогнозирования содержания свободных кислот

Ключевые слова: погодные условия, сахара, органические кислоты, плоды, слива, сахарно-кислотный индекс

ФОРМУВАННЯ СМАКОВИХ ЯКОСТЕЙ ПЛОДІВ СЛИВИ ПІД ВПЛИВОМ АБІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ

М. Є. Сердюк

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Кафедра технології переробки і
зберігання продукції сільського господарства
Таврійський державний агротехнологічний університет
пр. Б. Хмельницького, 18,
м. Мелітополь, Запорізька обл., Україна, 72312
E-mail: igorserduk@mail.ru

Д. С. Степаненко

Кандидат технічних наук, старший викладач
Кафедра «Екологія та зоологія»
Мелітопольський державний педагогічний
університет ім. Богдана Хмельницького
вул. Леніна, 20, м. Мелітополь,
Запорізька обл., Україна, 72313

1. Вступ

Слива є однією з найбільш поширених кісточкових культур і ціниться в багатьох країнах світу. Свіжі плоди виступають джерелом цукрів, кислот, біологічно активних речовин та мікроелементів. Користуються попитом і продукти її переробки – чорнослив, соки, джеми, цукати та інші [1, 2].

У сучасних ринкових умовах велике значення мають смакові якості плодової сировини, які визначають попит на неї, ціноутворення та фінансове становище виробників. Саме смакові якості плодів, які обумовлені вмістом таких основних компонентів хімічного складу, як цукри та органічні кислоти, визначають перспективність їх використання як сировини для переробки.

Загальновідомо, що погодні умови в період формування плодів мають вирішальний вплив на їх смакові якості. Але в умовах сьогодення, коли спостерігаються глобальні зміни клімату, це питання набуло нової актуальності.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Сливу культивують більш, ніж в 70 країнах на всіх п'яти континентах світу, переважно в зоні помірних широт. Найбільшим виробником цих плодів в Європі є Румунія, яка виробляє їх до 800 тис. т. [3, 4].

В Україну слива потрапила з Угорщини досить давно, але суттєво оновлення асортименту з акліматизації

єю до навколишніх умов відбулося протягом минулого століття. І вже наприкінці ХХ століття слива стала однією з провідних українських культур [5].

Причиною такої популярності культури є, насамперед, її відмінні смакові якості, які обумовлені високим вмістом сухих речовин.

В залежності від сорту та умов вирощування в плодах сливи міститься від 10 до 30 % сухих речовин, у тому ж числі 10...20 % цукрів [6, 7]. Отже, вони становлять основний відсоток сухих речовин і значною мірою визначають смакові, споживчі та технологічні якості.

У кількісному відношенні у плодах сливи переважають моноцукри – глюкоза та фруктоза. Трохи нижчий вміст дисахаридів, які представлені сахарозою [8].

Фруктоза вважається особливо цінним і легко засвоюється в кишечнику, і, потрапляючи в кров, швидко видаляється з неї, не викликаючи перенасичення цукром, що важливо для профілактики цукрового діабету. У порівнянні з глюкозою, вона легше перетворюється на глікоген. Фруктоза в 2 рази солодша за сахарозу і в 3 рази - за глюкозу. Чим багатші нею плоди, тим вони солодші. Високий вміст фруктози дозволяє зменшити кількість цукру при приготуванні страв та напоїв, що важливо для складання харчових раціонів з обмеженою калорійністю [9].

Вміст цукрів у плодах сливи залежить від сорту і змінюється під впливом метеорологічних умов року та місця вирощування. По мірі просування культури з

півночі на південь вміст цукрів у плодах сливи одних і тих же сортів звичайно збільшується [10].

Причко Т. Г. встановила, що у роки з максимальною кількістю опадів у плодах менше накопичується сухих речовин, у тому числі цукрів. У посушливі роки загальний запас поживних речовин в плодах низький, проте відзначено збільшення кількості цукрів за рахунок зменшення вільної вологи [11].

Іншими важливими компонентами хімічного складу, які мають істотний вплив на смак та якість плодів, а також на їх лежкість і технологічні властивості є органічні кислоти. Але слід зазначити, що кислий смак плодів обумовлений не загальним вмістом кислот, а титрованою кислотністю, тобто вмістом вільних кислот [12].

Накопичення тієї чи іншої кислоти тісно пов'язане з усім комплексом перетворень органічних кислот під час розвитку рослини, з типом обміну речовин взагалі і його залежністю від умов зовнішнього середовища. Різний вміст окремих органічних кислот в даній рослині є наслідком відмінностей у співвідношенні швидкостей ферментативних реакцій, які лежать в основі утворення і перетворення їх комплексу [13].

Домінуючими кислотами в плодах сливи є яблучна і лимонна. Знайдено глюко-бурштинову і залишки саліцилової кислоти у вигляді метилового ефіру. Загальна кислотність варіює від 0,4 до 2,7 % [14].

Але загальний вміст кислот не зовсім точно характеризує ступінь кислого смаку продукту. Кислий смак залежить від ступеня дисоціації окремих кислот, тобто від концентрації водневих іонів в їх розчинах [14].

Об'єктивним показником, який характеризує смакові якості плодів, є цукрово-кислотний індекс (ЦКІ). Він визначається як відношення відсоткового вмісту цукрів до відсоткового вмісту кислот.

Поріг відчуття кислого смаку різних цукрів і кислот неоднаковий, а вміст їх в плодах і ягодах мінливий, тому точно розрахувати точку компенсації смаку важко. Фізіологічна компенсація солодкого і кислого смаку приблизно може бути обчислена відношенням мінімальних концентрацій цукрів і кислот, які відчужаються на смак (поріг відчуттів). Для різних кислот поріг відчуття кислого смаку (г на 100 мл розчину) становить: лимонної 0,0154, яблучної 0,0107, винної 0,0075. Сахароза починає відчуватися при концентрації 0,38 % [15].

На думку багатьох авторів найбільш гармонійним смаком відрізняються плоди з ЦКІ 15–30. Якщо цей показник вище 30, то смак плодів буде надмірно солодким, нижче 15 – занадто кислим [15,16].

Отже, на основі наведених літературних даних, можна стверджувати про існування сильної кореляції між смаковими якостями плодів сливи та вмістом в них цукрів і органічних кислот, кількісний склад яких, в свою чергу, сильно корелює з погодними умовами регіону вирощування. Нажаль, данні про ступінь впливу стресових погодних чинників на формування смакових якостей плодів сливи в умовах Південної степової підзони України відсутні. Це і обумовило мету наших досліджень.

3. Ціль та задачі дослідження

Метою досліджень було наукове обґрунтування впливу стресових погодних факторів на процес фор-

мування смакових якостей плодів сливи в умовах Південної степової підзони України та створення математичних моделей їх прогнозування.

Для реалізації поставленої мети було необхідним вирішити наступні завдання:

- визначити вміст основних хімічних показників, які формують смакові якості плодів сливи;
- проаналізувати погодні умови вегетаційного періоду та встановити основний стресовий абіотичний чинник, який має найбільш істотний вплив на процес формування смакових якостей плодів сливи;
- розробити регресійні моделі для прогнозування основних компонентів хімічного складу, які обумовлюють смакові якості;
- розробити регресійні моделі для прогнозування смакових якостей плодів сливи.

4. Матеріали та методи досліджень впливу абіотичних чинників на формування смакових якостей плодів сливи

Дослідження проводилися в 2003–2012 рр. на базі лабораторії «Технологія первинної переробки і зберігання продуктів рослинництва» НДІ Агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету (м. Мелітополь, Україна) та ДП ДГ «Мелітопольське» (с. Фруктове, Україна). Для досліджень були обрані плоди сливи трьох сортів, які внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні: Волошка, Угорка італійська, Стенлей. Плоди збирали з дерев, типових для сорту та одного віку. Агрофон на дослідній ділянці задовольняв вимогам агротехніки.

З метою вивчення впливу погодних чинників на вміст основних компонентів хімічного складу, що обумовлюють смакові якості плодів сливи, використано щоденні метеорологічні дані за період з 2003 по 2012 рр., зібрані на Мелітопольській метеостанції.

Розрахунок математичних моделей проводили за наступною схемою [17]:

1. Визначення вмісту загального цукру та титрованої кислотності [18].
2. Створення комп'ютерної бази погодних умов у роки досліджень. При цьому відбиралися такі показники: мінімальна, середня і максимальна температура, сума опадів (СО), кількість днів з опадами більше одного міліметра, середня та мінімальна відносна вологість повітря (ВВП). На їх основі були розраховані гідротермічний коефіцієнт (ГТК), перепади температури за певні періоди, суми активних (САТ) і ефективних температур (СЕТ), інші показники.
3. Визначення на основі парних кореляційних залежностей погодних чинників, які максимально впливають на процес накопичення компонентів хімічного складу в плодах сливи. Для розрахунків відбирали дані за 10 років, щоб забезпечити 95 – відсотковий рівень достовірності отриманих результатів.

4. Розрахунок багатофакторної моделі залежності вмісту загального цукру та вільних кислот у плодах сливи в зв'язку з погодними чинниками. При формуванні багатофакторної моделі використовували функцію лінійної залежності:

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_n X_n$$

При аналізі та обробці експериментальних даних і прогнозуванні кінцевого результату використовували методи варіаційної статистики: проводили математичну обробку, парний і множинний кореляційний і регресивний аналізи – за Б. А. Доспеховим [19], використовуючи комп'ютерні програми «MS Office Excel 2007», пакет «Statistica 6».

5. Результати досліджень впливу абіотичних чинників на формування смакових якостей плодів сливи та їх обговорення

5.1. Загальна характеристика гідротермічних умов формування плодів сливи

Регіон проведення досліджень розташований в південно-степовій підзоні України. Ландшафт – рівнинний. Клімат – атлантично-континентальний з високим температурним режимом. Середньорічна температура повітря коливається в межах 9,1...9,9 °С. Абсолютний річний максимум температури – 41,5 °С – зафіксовано 18.08.2010. Найбільш теплими місяцями є липень і серпень з середньомісячними температурами від 20,5 до 23,1 °С. Абсолютний річний мінімум температури – мінус 31 °С – відзначався 14 січня 1950 року. Середньорічна сума активних температур вище 10 °С з квітня по жовтень становить 3316°С. За кількістю опадів регіон відноситься до зони з недостатнім зволоженням. За рік середня кількість опадів становить 475 мм. Середньорічна відносна вологість повітря знаходиться в межах 73 %. Посушливість клімату обумовлена пануванням сухих північно-східних і особливо східних вітрів. Середньорічна швидкість руху вітру – 3,7 м/с. Накопичення вологи в ґрунті відбувається, головним чином, восени, частково взимку і раною весною, гідротермічний коефіцієнт (ГТК) змінюється від 0,22 до 0,77. Недостатня кількість вологи в ґрунті негативно відбивається на врожайності плодових насаджень та якості плодів, тому дефіцит вологи можна компенсувати тільки за рахунок зрошення, яке, на жаль, у зв'язку з економічними проблемами практично не застосовується.

5.2. Вплив абіотичних чинників на формування масової частки цукрів у плодах сливи

Середній вміст загального цукру в плодах вивчених сортів сливи, вирощених в умовах південно-степової підзони України, знаходився на рівні 11,4 % та характеризувався сильною мінливістю за роками досліджень, про що свідчить коефіцієнт варіації (V) 21,7 % (табл. 1).

Найвищий вміст цукрів з перевищенням середнього значення майже на 4 % зафіксований у 2012 році. Високим (на 3 % вищим за середній рівень) і стабільним (V=6,6 %) за сортами він був у плодах урожаю 2007 року.

Слід зазначити, що усі аналізовані сорти характеризувалися високою мінливістю цукристості за роками досліджень. Найбільш стійким за вмістом цукрів до впливу погодних умов року, виявився сорт Угорка італійська, коефіцієнт варіації у якого найнижчий (18,7 %). Найвищою мінливістю даного показника від-

значався сорт Волошка, який мав коефіцієнт варіації 24,5 %.

Таблиця 1

Вміст цукрів у плодах сливи технічної стиглості (2003–2012 рр)

Сорт	Середнє значення, %	min max	V, %
Волошка	11,627±2,845	7,253 16,725	24,5
Стенлей	11,455±2,674	8,293 15,343	23,3
Угорка італійська	11,087±2,071	8,034 13,768	18,7
Середнє за сортами	11,389±2,472	7,253 16,725	21,7
НІР ₀₅	0,202		

Дисперсійним аналізом підтверджено, що на накопичення загального цукру у плодах сливи основний вплив мають погодні чинники (фактор А). Частка впливу погодних чинників (А) становить в середньому 74 %, фактора сорту (В) – близько 1 %, а взаємодії факторів А і В – близько 24 % (табл. 2).

Таблиця 2

Результати двохфакторного дисперсійного аналізу впливу погодних чинників на формування вмісту цукрів у плодах сливи

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Дисперсія	F _{факт}	F _{таб.095}	Вплив, %
Фактор А (рік)	667,791	9	74,199	731,841	2	74,297
Фактор В (сорт)	7,601	2	3,801	37,485	3,1	0,846
Взаємодія АВ	211,214	18	11,734	115,736	1,7	23,499

Для створення багатфакторної моделі залежності цукристості слив від погодних умов було досліджено 24 фактори, які можуть мати істотний вплив. Для 8 погодних факторів встановлений сильний кореляційний зв'язок з аналізованим показником. До них відносяться: САТ за рік, СЕТ вище 10°С, а також наступні умови останнього місяця формування плодів: абсолютні максимальні температури, середні максимальні та мінімальні температури, середні температури, САТ і середня ВВП.

Отже, можна зробити висновок, що найбільший вплив на величину масової частки цукрів в плодах сливи в умовах Південної степової підзони України мають погодні умови останнього місяця формування плодів.

Це може бути пояснено динамікою їх накопичення при досяганні на материнській рослині (табл. 3).

З отриманих даних видно, що за останні 60 днів перед збиранням, в плодах сливи накопичується в середньому 58,5 % цукрів з сортовими коливаннями в межах від 61,3 % у плодах сорту Волошка до 56 % сорту Угорка італійська. Слід також відзначити, що у 2012 році, який відзначався більш високими температурними

показниками останнього місяця формування плодів, швидкість накопичення цукрів у цей період була в середньому в 1,2 рази вищою порівняно з 2011 роком. Причому більш стрімке зростання цукристості (на 45 %) було характерно для плодів сливи сорту Волошка, який характеризувався самою високою мінливістю даного показника за роками досліджень.

Найвищий вміст вільних кислот з перевищенням середнього значення майже в 2 рази зафіксований у 2004 році, а найменша мінливість даного показника (V=6,2 %) у 2011 році. Низькою масовою часткою вільних кислот (більше ніж у 2 рази нижче за середній рівень) відзначалися плоди сливи врожаю 2008 року, а найвищою мінливістю за сортами – врожаю 2010 року.

Динаміка цукрів при досягнанні плодів сливи на материнській рослині

Сорт	Рік досліджень	Вміст цукрів за етапами досліджень, %			
		60 діб до збирання	30 діб до збирання	10 діб до збирання	Збирання плодів
Волошка	2011	3,979±0,191	5,824±0,109	7,211±0,282	8,914±0,102
	2012	5,909±0,106	9,179±0,781	13,328±0,496	16,725±0,269
	Середнє за роками	4,944±0,148	7,502±0,445	10,270±0,389	12,820±0,186
Угорка італійська	2011	4,146±0,072	7,155±0,168	9,353±0,267	10,924±0,335
	2012	6,805±0,145	8,536±1,236	10,967±0,506	13,768±0,408
	Середнє за роками	5,476±0,109	7,846±0,702	10,160±0,387	12,346±0,372
НІР ₀₅		1,534			

Після проведення множинного кореляційного та регресійного аналізів отримане наступне рівняння залежності вмісту цукрів у плодах сливи від стресових погодних чинників (з вірогідністю 95 %):

$$Y = 0,00222X_1 - 0,064460X_2 + 0,75256X_3 + 0,81939X_4 - 7,20252,$$

де X_1 – СЕТ > 10 °С, °С, (в межах від 1515 до 2268 °С), X_2 – абсолютна максимальна температура останнього місяця формування плодів, °С, (в межах від 34 до 41 °С); X_3 – середня максимальна температура останнього місяця формування плодів, °С, (в межах від 28 до 35 °С); X_4 – середня мінімальна температура останнього місяця формування плодів, °С, (в межах від 14 до 21 °С); Y – вміст загального цукру, %.

При цьому, коефіцієнт множинної кореляції $R = 0,99$, коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,99$, скорегований коефіцієнт детермінації – 0,99, критерій $F(4,5) = 172,68$, рівень значимості – 0,00002, при стандартній помилці оцінки – 0,25.

Приватні коефіцієнти еластичності факторів X_2, X_3, X_4 більше 1, що свідчить про більш істотний вплив на формування масової частки цукрів у плодах сливи. Коефіцієнт еластичності фактору X_1 менше 1, відповідно і вплив його є менш істотним. Найвищий коефіцієнт еластичності має фактор X_2 (абсолютна максимальна температура останнього місяця формування плодів), а отже і вплив його є домінуючим.

Отже, можна зробити висновок, що в умовах Південної степової підзони України найбільш істотний вплив на процес формування масової частки цукрів в плодах сливи мають температурні показники останнього місяця їх досягання.

5. 3. Вміст абіогічних чинників на формування масової частки вільних кислот плодів сливи

Середній рівень титрованої кислотності в плодах вивчених сортів сливи, вирощених в умовах Південної степової підзони України знаходився на рівні 0,65 % та істотно змінювався за роками досліджень, про що свідчить коефіцієнт варіації 45 % (табл. 4).

Таблиця 3

Рівень мінливості титрованої кислотності за роками досліджень в межах одного сорту оцінювався як високий. Найнижчим коефіцієнтом варіації характеризувалися плоди сливи сорту Волошка (V=37,1 %), найвищим – сорту Угорка Італійська, який мав коефіцієнт варіації майже 53 %.

Результати двохфакторного дисперсійного аналізу свідчать, що на рівень титрованої кислотності в плодах сливи основний вплив мають погодні чинники (фактор А). Частка впливу погодних чинників (фактор А) становить 85,1 %, сортових особливостей (фактор В) – 7,1 %, а взаємодії факторів А і В – 7,5 % (табл. 5).

Таблиця 4

Вміст вільних кислот у плодах сливи технічної стиглості (2003–2012 рр)

Сорт	Середнє значення, %	min max	V, %
Волошка	0,722±0,268	0,478 1,323	37,1
Стенлей	0,681±0,319	0,234 1,234	46,9
Угорка італійська	0,543±0,285	0,221 1,051	52,5
Середнє за сортами	0,649±0,292	0,311 1,202	45,0
НІР ₀₅	0,024	-	-

Таблиця 5

Результати двохфакторного дисперсійного аналізу впливу погодних чинників на формування вмісту вільних кислот у плодах сливи

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Дисперсія	F _{факт}	F _{таб.095}	Вплив, %
Фактор А (рік)	10,553	9	1,173	3230,521	2	85,083
Фактор В (сорт)	0,875	2	0,438	1205,926	3,1	7,058
Взаємодія АВ	0,932	18	0,0518	142,602	1,7	7,512

Результатами кореляційного аналізу було встановлено, що титрована кислотність плодів сливи корелює з багатьма погодними факторами. Для 8 встановлений сильний кореляційний зв'язок. До них відносяться: сума ефективних температур більше 15 °С, відносна вологість повітря за вегетаційний період, різниця

між максимальними та мінімальними температурами, кількість опадів, ГТК, а також середня, середня мінімальна та абсолютна мінімальна відносна вологість повітря останнього місяця формування плодів.

Більш високі коефіцієнти кореляції встановлені між вмістом вільних кислот та погодними умовами останнього місяця формування плодів. А це означає, що їх вплив є вагомим.

Це підтверджується динамікою накопичення вільних кислот при досяганні плодів сливи на материнській рослині (табл. 6).

мали приємний гармонійний солодко-кислий смак з ЦКІ від 18,2 в. о. у плодів сорту Волошка, до майже 28 в. о. – у слив сорту Угорка Італійська. Найбільшою мінливістю характеризувався ЦКІ у плодах сливи сорту Стенлей. При цьому коефіцієнт варіації становив 70 %, а ЦКІ варіював від 7,9 в. о. у 2004 році до 53 в. о. – у 2008.

Найменша мінливість аналізованого показника зафіксована у плодах сливи сорту Волошка ($V=42,5\%$), але і вона знаходилась на високому рівні.

Отже, всі аналізовані сорти сливи характеризувалися високою мінливістю цукрово-кислотного індексу і, відповідно, смакових якостей, по відношенню до погодних чинників ($V=42...70\%$).

Для встановлення взаємозв'язку між хімічними показниками, які характеризують смакові якості плодів, нами був проведений кореляційний аналіз (табл. 8).

Аналіз матриці коефіцієнтів парної кореляції констатував наявність колінеарних факторних показників, а саме показник X_2 (титрована кислотність) має сильний функціональний зв'язок з факторним показником X_3 (ЦКІ).

Сильний зв'язок, між аналізованими показниками плодів логічно легко пояснюється: при збільшенні титрованої кислотності зменшується ЦКІ.

Таблиця 6
Динаміка вільних кислот при досяганні плодів сливи на материнській рослині

Сорт	Рік досліджень	Вміст вільних кислот за етапами досліджень, %			
		60 діб до збирання	30 діб до збирання	10 діб до збирання	Збирання плодів
Волошка	2011	2,106±0,020	1,458±0,012	0,958±0,007	0,889±0,016
	2012	2,029±0,008	1,237±0,007	0,823±0,021	0,534±0,013
	середнє за два роки	2,068±0,054	1,348±0,156	0,891±0,095	0,712±0,251
Угорка італійська	2011	1,627±0,012	1,111±0,009	0,941±0,015	0,888±0,015
	2012	1,474±0,046	0,795±0,087	0,386±0,017	0,299±0,019
	середнє за два роки	1,551±0,108	0,953±0,223	0,664±0,392	0,594±0,417
НІР ₀₅		0,229			

Так, результатами наших досліджень встановлено, що протягом останніх 60 діб досягання титрована кислотність плодів сливи знижується, незалежно від сорту та погодних умов року досліджень. Але швидкість розпаду вільних кислот не однакова: у 2011 році, який характеризувався більшою кількістю опадів в останній період формування плодів, вона була у 2 рази меншою, ніж у більш посушливому 2012 році.

Підсумкове рівняння для прогнозування титрованої кислотності плодів сливи залежно від погодних факторів (з вірогідністю 95 %) має вигляд:

$$Y=0,425513+0,005985 X_1,$$

де X_1 – кількість опадів останнього місяця формування плодів, мм (в межах від 2 до 142 мм), Y – титрована кислотність, %.

При цьому, коефіцієнт множинної кореляції $R=0,93$, коефіцієнт детермінації $R^2=0,86$, скорегований коефіцієнт детермінації – 0,85, критерій $F(1,8)=50,685$, рівень значимості – 0,00010, при стандартній помилці оцінки – 0,109.

Таким чином, можна зробити висновок, що на титровану кислотність плодів сливи найбільший вплив мають погодні умови останнього місяця формування плодів, а саме кількість опадів за цей період.

5. 4. Вплив абіотичних чинників на формування цукрово-кислотного індексу плодів сливи

Середній цукрово-кислотний індекс (ЦКІ) в плодах сливи знаходився на рівні 23 в. о. (табл. 7), та варіював за роками досліджень у межах від 8,3 в. о. у 2004 році до майже 43 в. о. у 2008. Високою стабільністю ЦКІ між сортами відзначалися плоди сливи врожаїв 2004 та 2011 років, середньою – 2006 року, низькою – усіх інших років досліджень.

При сортовому оцінюванні смакових якостей було встановлено, що плоди усіх досліджених сортів сливи

Таблиця 7
Цукрово-кислотний індекс плодів сливи технічної стиглості (2003–2012 рр)

Сорт	Середнє значення, %	min max	V, %
Волошка	18,183	8,197 31,320	42,5
Стенлей	22,962	7,852 52,457	69,9
Угорка італійська	27,763	8,926 56,086	64,3
Середнє за сортами	22,969	8,325 42,816	63,6
НІР ₀₅	1,452	–	–

Таблиця 8

Матриця коефіцієнтів парної кореляції між хімічними показниками плодів

Показник	X_1^*	X_2	X_3
X_1	1	–0,52	0,67
X_2	–0,52	1	–0,9
X_3	0,67	–0,9	1

Примітка: X_1 – загальний вміст цукрів, X_2 – титрована кислотність, X_3 – ЦКІ

Між показником вмісту цукрів (X_1) та ЦКІ також встановлений сильний зв'язок ($r=0,67$), але колінеарним він не вважається тому, що парний коефіцієнт кореляції менше 0,7.

З погляду на це, розробляти окрему математичну модель для прогнозування ЦКІ є недоцільним, а у якості моделі прогнозування смакових якостей плодів сливи від абіотичних чинників слід користуватися

розробленою раніше моделлю прогнозування вмісту вільних кислот.

7. Висновки

1. Середній вміст загального цукру в плодах вичених сортів сливи, вирощених в умовах Південної степової підзони України, знаходився на рівні 11,4 %, вільних кислот – 0,65 % та характеризувався сильною мінливістю за роками досліджень, про що свідчать високі коефіцієнти варіації.

2. Основним стресовим абіотичним чинником, який має найбільш істотний вплив на формування масової частки цукрів і органічних кислот у плодах сливи, є погодні умови останнього місяця формуван-

ня плодів, а саме, відповідно абсолютна максимальна температура та кількість опадів за цей період.

3. За допомогою методів варіаційної статистики були розроблені регресійні моделі для прогнозування вмісту цукрів та вільних кислот залежно від абіотичних чинників, які мають вигляд:

$$Y = 0,00222X_1 - 0,064460X_2 + 0,75256X_3 + 0,81939X_4 - 7,20252 \text{ – для цукрів і}$$

$$Y = 0,425513 + 0,005985 X_1 \text{ – для кислот.}$$

4. У якості регресійної моделі прогнозування смакових якостей плодів сливи від абіотичних чинників слід користуватися моделлю для прогнозування вмісту вільних кислот $Y = 0,425513 + 0,005985 X_1$.

Література

1. Заремчук, Р. Ш. Качество плодов перспективных сортов сливы домашней для Краснодарского края [Текст] / Р. Ш. Заремчук, С. В. Богатырева, Т. Л. Смелик. – Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2014. – № 28 (04). – С. 9. – Режим доступа: <http://www.journal.kubansad.ru/pdf/14/04/03.pdf>
2. Guerra, M. Effect of harvest date on cold storage and postharvest quality of plum cv. Green Gage [Text] / M. Guerra, P. A. Casqueiro // Postharvest Biology and Technology. – 2008. – Vol. 47, Issue 3. – P. 325–332. doi: 10.1016/j.postharvbio.2007.07.009
3. Витковский, В. Л. Плодовые растения мира [Текст] / В. Л. Витковский. – С.-Пб.: Лань, 2003. – 592 с.
4. Oric, W. R. Plums [Text] / W. R. Oric, J. H. Hancock. – Temperate Fruit Crop Breeding, 2008. – P. 337–358. doi: 10.1007/978-1-4020-6907-9_11
5. Сало, И. А. Ринок кісточкових плодів в Україні та світі [Текст] / И. А. Сало // Економічний часопис XXI. – 2012. – № 11-12 (2). – С. 24–27.
6. Еремин, Г. В. Ускорение и повышение эффективности селекции плодовых культур [Текст] / Г. В. Еремин, Р. Ш. Заремчук, И. И. Супрун. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2010. – 55 с.
7. Заремчук, Р. Ш. Сорта сливы селекции СКЗНИИСиВ [Текст] / Р. Ш. Заремчук, С. В. Богатырева // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2013. – № 21 (3). – С. 46–53. – Режим доступа: <http://www.journal.kubansad.ru/pdf/13/03/05.pdf>
8. Stacewicz-Sapuntzakisa, M. Chemical Composition and Potential Health Effects of Prunes: A Functional Food? [Text] / M. Stacewicz-Sapuntzakisa, P. E. Bowenb, E. A. Hussaina, B. I. Damayanti-Woodb, N. R. Farnsworthb // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2001. – Vol. 41, Issue 4. – P. 251–286. doi: 10.1080/20014091091814
9. Nergiz, C. Research on Chemical Composition of Some Varieties of European Plums (*Prunus domestica*) Adapted to the Aegean District of Turkey [Text] / C. Nergiz, H. Yildiz // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 1997. – Vol. 45, Issue 8. – P. 2820–2823. doi: 10.1021/jf970032e
10. Lombardi-Boccia, G. Nutrients and Antioxidant Molecules in Yellow Plums (*Prunus domestica* L.) from Conventional and Organic Productions: A Comparative Study [Text] / G. Lombardi-Boccia, M. Lucarini, S. Lanzi, A. Aguzzi, M. Cappelloni // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2004. – Vol. 52, Issue 1. – P. 90–94. doi: 10.1021/jf0344690
11. Причко, Т. Г. Биохимическая оценка плодово-ягодного сырья Кубани [Текст] / Т. Г. Причко, Л. Д. Чалая, И. А. Мачнева, М. В. Карпушина // Садоводство и виноградарство. – 2006. – № 4. – С. 15–17.
12. Wills, R. B. H. Nutrient composition of stone fruit (*Prunus* spp.) cultivars: Apricot, cherry, nectarine, peach and plum [Text] / R. B. H. Wills, F. M. Scriven, H. Greenfield // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 1983. – Vol. 34, Issue 12. – P. 1383–1389. doi: 10.1002/jsfa.2740341211
13. Crisosto, C. H. Increasing “Blackamber” plum (*Prunus salisina* Lindell) consumer acceptance [Text] / C. H. Crisosto, D. Garner, G. M. Grisosto, E. Bowerman // Postharvest Biology and Technology. – 2004. – Vol. 34, Issue 3. – P. 237–244. doi: 10.1016/j.postharvbio.2004.06.003
14. Usenika, V. Quality changes during ripening of plums (*Prunus domestica* L.) [Text] / V. Usenika, D. Kastelecb, R. Veberiča, F. Štampara // Food Chemistry. – 2008. – Vol. 111, Issue 4. – P. 830–836. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.04.057
15. García-Mariño, N. Organic Acids and Soluble Sugars in Edible and Nonedible Parts of Damson Plum (*Prunus domestica* L. subsp. *insititia* cv. *Syriaca*) Fruits During Development and Ripening [Text] / N. García-Mariño, F. de la Torre, A. J. Matilla // Food Science and Technology International. – 2008. – Vol. 14, Issue 2. – P. 187–193. doi: 10.1177/1082013208092150
16. Crisostoa, C. H. Segregation of plum and pluot cultivars according to their organoleptic characteristics [Text] / C. H. Crisostoa, G. M. Crisostoa, G. Echeverriab, J. Puy // Postharvest Biology and Technology. – 2007. – Vol. 44, Issue 3. – P. 271–276. doi: 10.1016/j.postharvbio.2006.12.005
17. Бублик, М. О. Методологічні та технологічні основи підвищення продуктивності сучасного садівництва [Текст] / М. О. Бублик. – К.: Нора-прінт, 2005. – 286 с.
18. Найченко, В. М. Технологія зберігання і переробки плодів та овочів [Текст] / В. М. Найченко, І. Л. Заморська. – Умань.: видавець «Сочинський», 2010. – 328 с.
19. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст] / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.