

УДК 664.8.03:634.11

ПРОГНОЗУВАННЯ ВМІСТУ СУХИХ РЕЧОВИН У ПЛОДАХ СЛИВИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОГОДНИХ ЧИННИКІВ

Сердюк М. Є., к.с.-г.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 44 – 81 – 03

Анотація – роботу присвячено дослідженню впливу погодних чинників на процес накопичення сухих речовин плодами сливи. Встановлено, що основним погодним чинником, який має найбільш істотний вплив на величину масової частки сухих речовин у плодах сливи в умовах південно-степової підзони України є середня температура повітря останнього місяця формування плодів.

Ключові слова – плоди сливи, сухі речовини, прогнозування, модель, кореляція, сорт, температура, опади, вологість.

Постановка проблеми. Слива користується попитом у багатьох країнах світу. Вона дуже популярна і в Україні. Це пов'язано з хорошими смаковими якостями плодів та їх великим значенням для здоров'я людини. Багато століть їх використовують у народній медицині під час лікування шлунково-кишкових і ниркових захворювань, подагри, ревматизму та інших [1].

Відмінні смакові якості плодів сливи обумовлені високим вмістом сухих речовин. Рівень цього показника залежить від багатьох факторів [2]. Однак останнім часом відзначається зростаючий негативний вплив погодних чинників під час формування плодів. З огляду на це, питання прогнозування вмісту сухих речовин у плодах сливи залежно від погодних чинників є актуальним для галузей зберігання та консервування.

Аналіз останніх досліджень. У плодах сливи накопичується 10-31 % сухих речовин, таких, як цукри, вітаміни Р, С, В1, В2, Е, біологічно активні речовини, пектини, мінеральні речовини, необхідні людині. За енергетичною поживністю вони поступаються лише винограду та вишні, перевершуючи яблука, груші, абрикоси, персики, смородину, малину та полуницю. Саме тому сливи вважаються цінним продуктом для споживання як у свіжому вигляді, так і хорошою сировиною для переробки [1,3].

Кількість сухих речовин у сливах є визначальним показником при виготовленні чорносливу, варення, джемів, повидла, соків, желе, мармеладу, пастили, цукатів та інших продуктів [4].

Рівень вмісту сухих речовин впливає на інтенсивність та спрямованість окисно-відновних процесів при зберіганні плодової продукції та обумовлює вибір температурно-вологісного режиму [5].

При низькому вмісті сухих речовин та надлишку води в плодах посилюються процеси її випаровування [6]. Плоди, що містять більшу кількість сухих речовин, відрізняються кращою здатністю утримувати сік [7].

Коливання сухих речовин одного помологічного сорту залежить від кліматичних особливостей місцевості, від метеорологічних умов року, ступеню стиглості плодів, агротехнічних прийомів [8, 9].

Серед погодних чинників стресовими найчастіше вважають суми активних та ефективних температур, мінімальні та максимальні температури, середню та мінімальну відносну вологість повітря, кількість опадів та гідротермічний коефіцієнт як всього вегетаційного періоду, так і останнього місяця формування плодів [10].

Так, у роботах російських вчених відзначено, що надмірні опади перед збиранням врожаю сприяють значному зниженню масової частки сухих речовин, що в свою чергу, погіршує збереженість плодів та збільшує норми витрати сировини при переробці [11,12].

Проте, в літературних джерелах відсутні данні про вплив погодних чинників на величину масової частки сухих речовин плодів сливи, вирощених в умовах південно-степової підзони України. У зв'язку з цим, для завчасного прогнозування роботи переробних підприємств та плодосховищ очевидна актуальність виявлення взаємозв'язку між зазначеними показниками.

Формулювання цілей статті. З огляду на вищесказане метою наших досліджень було наукове обґрунтування впливу погодних чинників на процес накопичення сухих речовин у плодах сливи в умовах південно-степової підзони України та створення математичної моделі прогнозування.

Для реалізації поставленої мети було необхідним вирішити наступні завдання: проаналізувати погодні умови вегетаційного періоду, визначити масову частку сухих речовин у плодах сливи під час збирання плодів, встановити взаємозв'язок між процесами накопичення сухих речовин та погодними чинниками, розробити математичні моделі прогнозування вмісту сухих речовин.

Основна частина. Дослідження проводилися у 2003-2012 роках. З метою вивчення впливу погодних факторів на вміст сухих речовин у плодах сливи використано щоденні метеорологічні дані за період з 2003 по 2012 рр., зібрані на Мелітопольській метеостанції.

Для дослідження 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.

Розрахунок математичних моделей проводили за наступною схемою [13]:

1. Визначення масової частки сухих речовин у плодах сливи. Масову частку сухих речовин визначали арбітражним методом [14].

2. Створення комп'ютерної бази погодних умов у роки досліджень. При цьому відбиралися такі показники: мінімальна, середня і максимальна температури, сума опадів (СО), кількість днів з опадами більше одного міліметра, середня та мінімальна відносна вологість повітря (ВВП). На їх основі були розраховані гідрометричні коефіцієнти (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 сухих речовин у плодах сливи. Для розрахунків відбирали дані за 10 років, щоб забезпечити 95 – відсотковий рівень достовірності отриманих результатів.

4. Розрахунок багатofакторної моделі залежності вмісту сухих речовин у плодах сливи в зв'язку з погодними чинниками. При формуванні багатofакторної моделі використовували функцію лінійної залежності: $Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n$.

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 [15], використовуючи комп'ютерні програми «MS office Excel 2007», пакет «Statistica 6» і персональний комп'ютер.

Регіон проведення досліджень розташований у південно-степовій підзоні України. Ландшафт – рівнинний. Клімат – атлантично-континентальний з високим температурним режимом. Середньорічна температура повітря коливається у 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 у 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 ранньою весною, гідротермічний коефіцієнт (ГТК) змінюється від 0,22 до 0,77. Недостатня кількість вологи в ґрунті негативно відбивається на врожайності плодкових 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.

Плоди сливи, вирощені в умовах південно-степової підзони України, характеризувалися достатньо високим вмістом сухих речовин, середнє значення якого знаходилось на рівні 17,8% (табл. 1).

Таблиця 1 – Вміст сухих речовин у плодах сливи (2003 – 2012 рр.)

Помологічний сорт	Середнє значення	min	S.F.	V, %
		max		
Волошка	19,314±1,198	$\frac{17,879}{21,567}$	1,21	6,2
Стенлей	17,939±2,040	$\frac{15,078}{20,987}$	1,39	11,4
Угорка італійська	16,085±1,654	$\frac{14,098}{18,195}$	1,29	10,3
Середнє за сортами	17,779±2,097	$\frac{14,098}{21,567}$	1,53	11,8
НІР ₀₅	0,091			

З даних, наведених у таблиці 1, видно, що найбільшою масовою часткою сухих речовин та стабільністю даного показника відрізнялись плоди сливи сорту Волошка (V= 6,2%, S.F.=1,21). Найменший середній вміст сухих речовин за 10 років дослідження зафіксований у плодах сливи сорту Угорка італійська, а найбільша мінливість показника - у плодах сорту Стенлей (V=11,4%, S.F.=1,39).

Отже, за вмістом сухих речовин та їх стійкістю до дії абіотичних факторів в умовах південно-степової підзони України найбільш придатним до зберігання та переробки є сорт сливи Волошка.

Слід зазначити, що для плодів сливи протягом десятирічних досліджень не було відзначено високої мінливості масової частки сухих речовин у сортовому розрізі в межах одного вегетаційного періоду. Так, мінімальний коефіцієнт варіації та коефіцієнт стабільності Левіса був зафіксований для аналізованого показника

плодів урожаю 2008 ($V=7\%$, $S.F.=1,15$), а максимальний – 2011 ($V=13,1\%$, $S.F.=1,30$) року. Такі значення коефіцієнта варіації свідчать, що у зазначені роки мінливість масової частки сухих речовин поміж сортами знаходилась на низькому та середньому рівні.

Дисперсійним аналізом встановлено, що на накопичення сухих речовин плодами сливи більш вагомий вплив ($53,1\%$) має фактор А (погодні умови у роки досліджень). Вплив фактору В (сортіві особливості) є нижчим на 12% і становить $41,2\%$ (рис. 1). Таким чином, можна зробити висновок про доцільність прогнозування вмісту сухих речовин у плодах сливи залежно від погодних чинників.

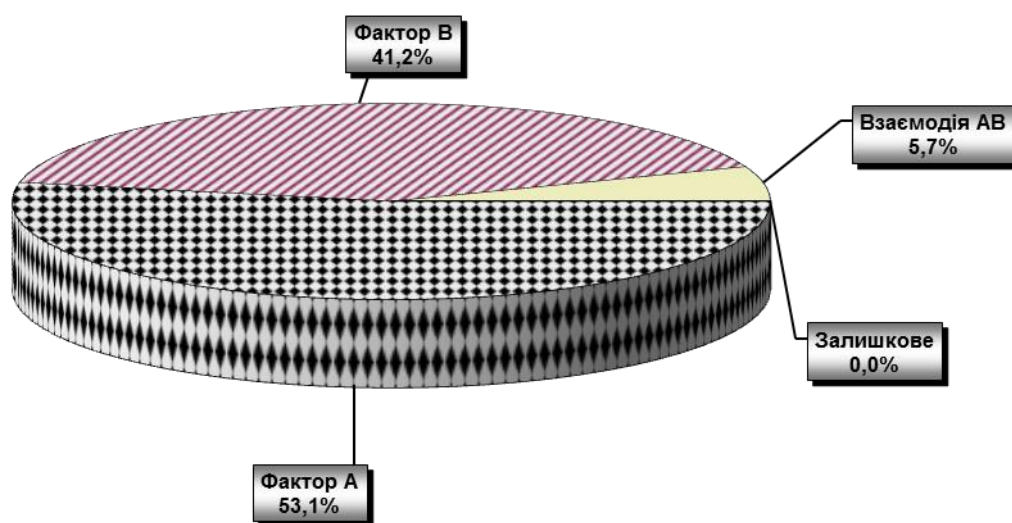


Рис. 1. Частка впливу факторів на накопичення сухих речовин плодами сливи, %: фактор А – погодні умови у роки досліджень, фактор В – сорт, АВ – взаємодія факторів А і В, випадкові та інші фактори.

Для створення математичної моделі прогнозування був проведений множинний кореляційний та регресійний аналізи, за результатами яких визначені чинники, які мають найбільший вплив на формування аналізованого показника. Всього було досліджено 24 фактори довкілля, які можуть мати істотний вплив на формування масової частки сухих речовин у плодах сливи. Для 8 з них були встановлені сильні кореляційні зв'язки (табл. 2).

Аналіз представлених даних дає можливість стверджувати, що на формування масової частки сухих речовин плодів сливи більш вагомий вплив мають умови останнього місяця формування плодів. Серед погодних факторів, які характеризують вегетаційний період та рік вцілому, сильний зв'язок встановлений тільки з САТ та СЕТ вище 15°C . Слід зазначити, що с температурними показниками встановлений прямий зв'язок, а з показниками зволоження – зворотній.

Рівняння залежності масової частки сухих речовин плодів сливи від погодних чинників (з вірогідністю 95%) має вигляд:

Таблиця 2 – Результати кореляційного аналізу впливу чинників довкілля на масову частку сухих речовин у плодах сливи (2003 – 2012 рр.)

Позначення	Погодний чинник	Коефіцієнт кореляції
X ₁	Середньорічна САТ	0,75±0,23
X ₂	СЕТ >15°C	0,84±0,19
X ₃	Середні максимальні температури останнього місяця формування плодів	0,98±0,07
X ₄	Середні мінімальні температури останнього місяця формування плодів	0,92±0,14
X ₅	Середні температури останнього місяця формування плодів	0,99±0,05
X ₆	САТ останнього місяця формування плодів	0,98±0,07
X ₇	Середня ВВП останнього місяця формування плодів	-0,82±0,20
X ₈	Абсолютна мінімальна ВВП останнього місяця формування плодів	-0,84±0,19

$$Y = 0,00073X_1 - 0,00033X_2 - 0,12307X_3 - 0,73245X_4 + 1,12240X_5 + 0,001535X_6 + 0,04426X_7 - 0,00783X_8 - 9,08653$$

де Y – масова частка сухих речовин у плодах сливи, %

X₁, X₂, X₃, X₄, X₅, X₆, X₇, X₈ – незалежні погодні чинники, наведені в таблиці 2.

При цьому коефіцієнт множинної кореляції R=0,99, коефіцієнт детермінації R² = 0,99, скорегований коефіцієнт детермінації – 0,99, критерій F(8,1) = 148,05, рівень значимості p < 0,0635, при стандартній помилці оцінки – 0,138.

Після виключення з рівняння факторів, які у незначній мірі впливають на результат, а також колінеарних факторів, рівняння прийняло остаточний вигляд:

$$Y = 0,0008X_1 - 0,6718X_4 + 0,9280X_5 + 0,0154X_6 + 0,0462X_7 - 10,0695$$

де Y – масова частка сухих речовин у плодах сливи, %

X₁, X₄, X₅, X₆, X₇ – незалежні погодні чинники, наведені в таблиці 2.

При цьому коефіцієнт множинної кореляції $R=0,99$, коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,99$, скорегований коефіцієнт детермінації – $0,99$, критерій $F(5,4) = 652,02$, рівень значущості $p < 0,00001$, при стандартній помилці оцінки – $0,08315$.

Приватні коефіцієнти еластичності (рис. 2) факторів X_1 (САТ за рік), X_4 (середні мінімальні температури останнього місяця формування плодів), X_6 (САТ останнього місяця формування плодів) та X_7 (середня ВВП останнього місяця формування плодів) менше 1, а X_5 (середні температури останнього місяця формування плодів) більше 1.

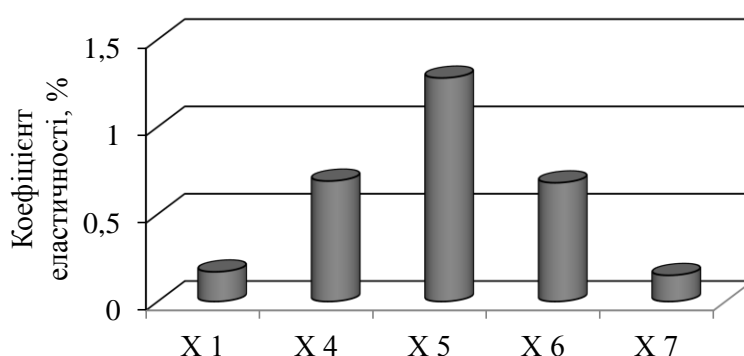


Рис. 2. Значення коефіцієнтів еластичності $E, \%$ для моделі залежності вмісту сухих речовин у плодах сливи від погодних чинників.

Висновки. Основним погодним чинником, який має найбільш істотний вплив на процес формування масової частки сухих речовин у плодах сливи, що вирощені в умовах південно-степової підзони України є середня температура останнього місяця формування плодів.

За допомогою методів варіаційної статистики була розроблена багатофакторна модель виду $Y = 0,0008X_1 - 0,6718X_4 + 0,9280X_5 + 0,0154X_6 + 0,0462X_7 - 10,0695$, яка дає можливість завчасно прогнозувати вміст сухих речовин у сливах залежно від погодних чинників.

Література:

1. *Еремін Г.В.* Ускорение и повышение эффективности селекции плодовых культур [Текст] / Г.В. Еремін, Р.Ш. Заремук, И.И. Супрун. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2010. – 55 с.

2. *Причко Т.Г.* Влияние условий среды на качество плодов / Т.Г. Причко [Текст] // Системообразующие экологические факторы и

критерии зон устойчивого развития плодоводства на Северном Кавказе. – Краснодар, 2001. – С. 213 – 222.

3. *Заремчук Р.Ш.* Качество плодов перспективных сортов сливы домашней для Краснодарского края [Электронный ресурс] / Р.Ш. Заремчук, С.В. Богатырева, Т.Л. Смелик // Плодоводство и виноградарство Юга России - 2014 г. - № 28(04) – С.9. Режим доступа: <http://journal.kubansad.ru/pdf/14/04/03.pdf>.

4. *Заремчук Р.Ш.* Комплексная оценка сортов сливы в условиях юга России [Текст] /Р.Ш. Заремчук, Т.Г. Причко // Садоводство и виноградарство. – 2003. – № 1. – С. 20-21.

5. *Седова З.А.* Улучшение качества плодов яблони в связи с совершенствованием сортимента: дис. ...доктора сельскохозяйственных наук: 06.01.05 / Седова Зинаида Афанасьевна. – Орел, 1984. – 485 с.

6. *Mikhailik V. A, Dmitrenko N. V., Snezhkin Yu.* F(2014) Change in the Specific Heat Capacity of Parenchymal Tissues of Apples due to Dehydration: Journal of Engineering Physics and Thermophysics, Volume 87, Issue 1, pp 48-53.

7. *Roweands Ray,* (1998) Fruit juice flows with growing soft drinks market// Brew. and Beverage Ind. Int.- 1998.- № 1.- P.23-24, 26.

8. *Артеменко М.М.* Слива [Текст]/ М.М. Артеменко, В.П. Ласкавий // Дім, сад, город.- 1995.- № 6.- С.13-15.

9. *Филиппова Р.Л.* Роль фруктовых и овощных соков в профилактике заболеваний [Текст] / Р.Л. Филиппова, Е.М. Володина, А.Ю. Колесников// Пищевая промышленность.- 1999.- № 6.- С.64-65.

10. *Бублик М.О.* Інтегральна оцінка погодних факторів для вирощування плодкових культур [Текст] / М.О. Бублик // Вісник аграрної науки. – 2002. - №6. – с. 31 – 33.

11. *Щербаков В. Г.* Биохимия растительного сырья [Текст] / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова. – М.: Колос, 1999. – 279 с.

12. *Бублик М.О.* Інтегральна оцінка погодних факторів для вирощування плодкових культур [Текст] / М.О. Бублик // Вісник аграрної науки. – 2002. - №6. – с. 31 – 33.

13. *Щербаков В. Г.* Биохимия растительного сырья [Текст] / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова. – М.: Колос, 1999. – 279 с.

14. *Гудковский В.А.* Проблемы и перспективы обеспечения свежими фруктами и повышение состояния здоровья людей [Текст] / В.А. Гудковский // История, современность и перспективы развития садоводства России: Материалы международной конференции 15 – 17 ноября 2000 г., Мичуринск, 2000. – с. 38 – 45.

15. *Бублик М.О.* Методологічні та технологічні основи підвищення продуктивності сучасного садівництва [Текст] / М.О. Бублик. – К.: Нора-прінт, 2005. – 286 с.

16. *Найченко В.М.* Технологія зберігання і переробки плодів та овочів [Текст] / В.М. Найченко, І. Л. Заморська. – Умань.: видавець «Сочінський», 2010. – 328 с.

17. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СУХИХ ВЕЩЕСТВ В ПЛОДАХ СЛИВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОГОДНЫХ ФАКТОРОВ

Сердюк М. Е.

Аннотация - работа посвящена исследованию влияния погодных факторов на процесс накопления сухих веществ плодами сливы. Установлено, что основным погодным фактором, который имеет наиболее существенное влияние на величину массовой доли сухих веществ в плодах сливы в условиях Южной степной зоны Украины, является средняя температура воздуха последнего месяца формирования плодов.

PREDICTION OF THE DRY MATTER CONTENT IN THE FRUIT OF PLUM, DEPENDING ON WEATHER FACTORS

Serdyuk M.

Summary

Abstract - The paper investigates the influence of weather factors on the accumulation of dry matter plum fruit. The average air temperature of the last month of the fruit formation is found as the major weather factor that have the most significant effect on the magnitude of the mass fraction of solids in fruits plums in a southern steppe zone of Ukraine.