

DOI <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2025-15-1-36>

УДК [634.23:631.559]:551.582

І. Є. Іванова, к. с.-г. наук

ORCID: 0000-0003-2711-2021

І. А. Кривонос, ст. викладач

ORCID: 0000-0001-7079-5150

С. В. Басанець, аспірант 2 курсу, спеціальність «Агрономія»

ORCID: 0009-0004-6158-7367

Я. І. Пендрак, аспірант 2 курсу, спеціальність «Агрономія»

ORCID: 0009-0006-9281-7545

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

e-mail: irynaivanova2017@gmail.com

ФОРМУВАННЯ ОБСЯГІВ ВИРОБНИЦТВА ВИШНІ ЗА ДІЇ АБІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ

Анотація. Одна з найбільш затребуваних культур у населення України – вишня. Культура має такі якості, як скоростиглість і невибагливість до погодних параметрів. В умовах аридизації та опустелювання південних територій країни є потреба в дослідженні фізіолого-технологічних показників та урожайності культури. Метою експериментальних досліджень було в умовах Півдня Степової зони України дослідити вплив кліматичних чинників на врожайність вишні та створити математичну модель залежностей двох параметрів.

Дослідження дії абіотичних факторів Запорізької області на врожайність вишні проводили з 2007 по 2019 роки. Помітний вплив на урожайність вишні мають десять погодних факторів, про що свідчать результати кореляційного аналізу $r = 0.68 \dots -0.86$. Отримана модель демонструє вплив гідротермічних факторів на врожайність досліджуваної культури.

Результати кореляційного аналізу дозволили отримати парні коефіцієнти кореляції і за допомогою показника VIF було виявлено ефект мультиколінеарності. За допомогою методу LASSO були отримані достовірні оцінки параметрів регресії та зроблено аналіз погодних факторів, що мають вплив на врожайність вишні. Виділено найбільш значущі температурні погодні параметри в період цвітіння, різниця між середньою максимальною та мінімальною температурами повітря, середнє з максимальних значень температур повітря, сума активних температур, гідротермічний коефіцієнт, сума активних температур за вегетаційний період (до фази досягання плодів). Виділено максимально значущі параметри вологості: середньомісячна сума опадів за серпень, абсолютна мінімальна відносна вологість повітря в травні, в період цвітіння – сума опадів та загальна кількість днів з опадами.

Ключові слова: вишня, погодні умови, метод LASSO, врожайність.

Постановка проблеми. Запорізька область представлена такими кісточковими культурами як черешня, абрикос та вишня. Обсяг їх виробництва становить 14,6%, 14,0% та 11,9% відповідно. Пресингу широкого спектру стресорів рослини піддаються через дестабілізацію погодних умов, забруднення атмосфери та загальне погіршення екологічної обстановки. Поріг впливу негативних факторів часто перевищує поріг природної адаптації рослин, тому їх захисна система потребує допомоги. До групи рослин, що найбільш накопичують негативну інформацію, відносять плодові насадження. Наслідком цього є збільшення чутливості до стресорів та зниження врожайності [1; 2].

Негативні стреси за комплексом негативних явищ поділяють на 2 групи: природні та антропогенні. Саме вони здатні викликати напругу в біологічних системах (рис. 1).

Мікробіологічні, фізіологічні стреси, пошкодження комахами або дія бур'янів в агроценозах відносяться до біотичних негативних природних стресів. Температурний, водний стреси та стрес, викликаний нестачею освітленості – це антропогенні негативні абіотичні стреси,

що спричинені наслідками дії факторів неживої природи. Антропогенні стреси призводять до збільшення кількості захворювань рослин, зменшують стійкість до всіх видів стресів тощо [3; 4; 5].



Рис. 1. Класифікація стресів рослин плодових культур

Обсяги виробництва є параметром, який визначає рівень успішності господарювання підприємств садівництва. Показник урожайності плодових культур є одним з основних показників вдалого розвитку підприємства в сучасних умовах господарювання [6; 7; 8].

Дослідження формування врожайності культури за дії клімату в умовах певного регіону має як теоретичне, так і практичне значення. Згідно з аналізом стресових факторів погодного спрямування ми зможемо об'єктивно спрогнозувати показник урожайності. Останнє може стати базою для комп'ютерного моделювання прогнозу врожайності провідних культур актуального регіону. У садівництві згідно з класифікацією та ієрархією різноманітні плодові культури мають індивідуальні сортові та видові особливості. Кожна культура має сорти з індивідуальною генетичною відгукованістю до умов навколишнього середовища. Зокрема, вишня майже на рівні з черешнею може стати однією з плодових візитівок південної території України. Уже з III декади травня вишня, дюки й черешня розпочинають сезон фруктів. Інтенсивне збільшення цінової політики на плодову сировину було пов'язане з впливом економічних, політичних та епідеміологічних чинників які призвели до низької врожайності. У цьому розумінні гуманітарний контекст значення плодів є одним із вирішальних на територіях, що характеризуються раптовими та затяжними стихійними лихами і конфліктами, тому щодо постійної вразливості та нестабільності представляють особливо критичну сферу, де збереження їжі має вирішальне значення. На врожайність, за відгуками дослідників, мали вплив погодні умови останнього періоду досягання плодів [9; 10].

Аналіз останніх досліджень. За останнє десятиріччя до 2022 року зміна зареєстрованого асортименту України проходила завдяки багаторічній роботі вчених півдня країни. Селекціонерами М.І. Туровцевим та В.О. Туровцевою, А.М. Шкіндер-Барміною було створено сорти вишні й дюків. Селекційна робота науковців визначалась такими вимогами щодо майбутніх сортів, як: низькорослість, максимальна врожайність, функціональні характеристики плодів у десертному й технологічному призначенні, стійкість до мікробіологічних захворювань, зимостійкість. Однак до 2022 року нові конкурентоспроможні сорти селекціонерів України дуже поступово вводились до асортименту промислового садівництва з причини зміни погодних умов існування культур [11; 12; 13].

Формулювання мети статті. Метою дослідження є математичне обґрунтування впливу кліматичних параметрів на врожайність вишні, яку вирощено на півдні Степової зони країни.

Матеріали і методи досліджень. Експеримент було проведено з 2007 по 2019 роки в садівничих господарствах Мелітопольського району Запорізької області. У ході досліджень використано дані Головного управління статистики в Запорізькій області та Мелітопольської метеостанції.

З огляду на вищенаведене визначення екологічної сприятливості або дискомфорតності погодних чинників до врожайності вишні в умовах Запорізької області залишається актуальним питанням для досліджень.

Основна частина. Землі південних регіонів натеper є територією зони ризикованого землеробства. Причиною є те що переважна частина території характеризується раптовими та затяжними стихійними лихами і конфліктами, а також це пов'язано з погодними змінами і збільшенням територій, де спостерігаються прояви опустелювання. Сільськогосподарські землі зони Приазов'я перетворились на зону ризикованого землеробства. Науковці констатують, що через сильні змінами клімату нині зона Степу підпорядкована екологічному ризику. Дослідженнями відзначено перегрупування кордонів кліматичних зон за період останніх десяти років. У Херсонській та Запорізькій областях уже проявились ознаки опустелювання [14–21].

Під час проведення експерименту та його математичного опрацювання використано методи варіаційної статистики, за допомогою яких нами було проаналізовано та оброблено експериментальні данні та зроблено прогноз остаточних результатів. У ході досліджень було використано комп'ютерні програми «MS office Excel 2007» та пакет «Statistica 6».

Схема розрахунку моделей врожайності вишні за дії погодних факторів (рис. 2) [22; 23].

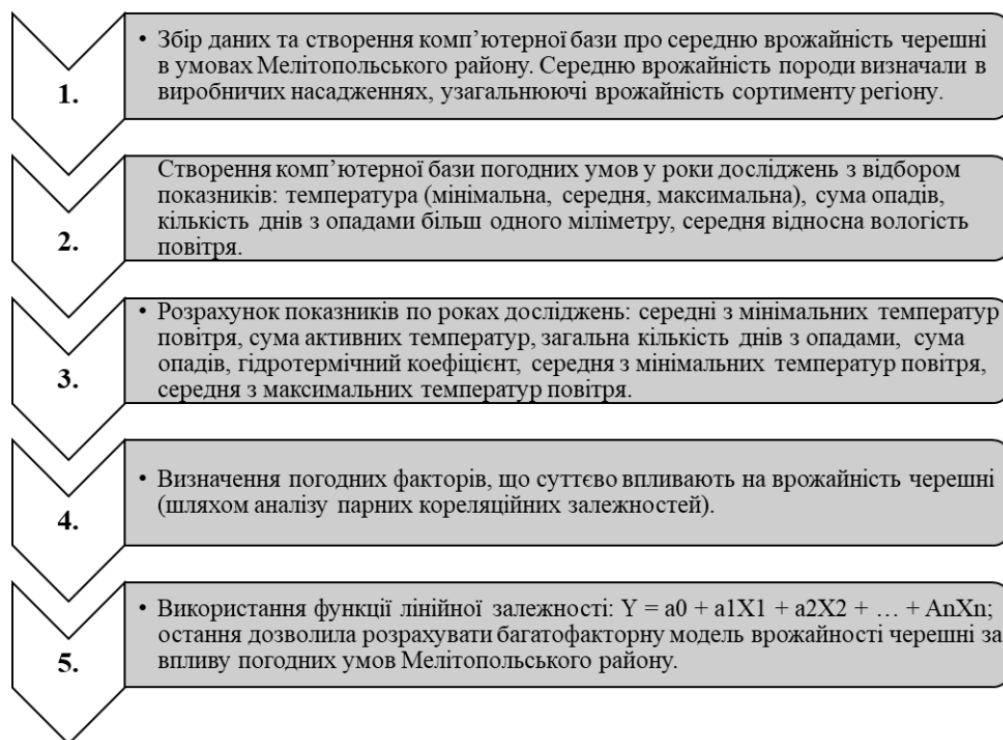


Рис. 2. Схема розрахунку моделей врожайності вишні

Експериментальна частина. Сільськогосподарську оцінку впливу абіотичних факторів на врожайність вишні з 2007 по 2019 рр. було визначено за допомогою низки методів математичної статистики. Результатами двофакторного дисперсійного аналізу підтверджено (рис. 3) домінуючий вплив погодних умов на врожайність вишні.

Встановлено, що частка впливу фактору А (кліматичні параметри) на показник урожайності вишні – 79,69% (рис 3). Вплив фактору В (генетичні особливості сорту) становив 7,74%.

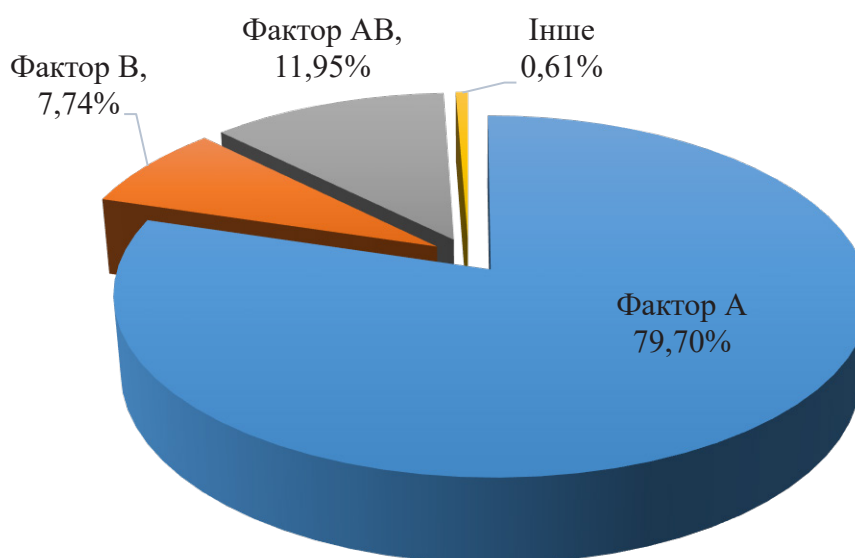


Рис. 3. Частка впливу факторів на врожайність вишні, %: фактор А – кліматичні параметри, фактор В – генетичні особливості сорту, АВ – взаємодія факторів А і В, випадкові та інші фактори

Проведено пошук кореляційних залежностей між показником врожайності культури (Y) та погодними параметрами (факторами) – X_i , де $i = 1 \dots 10$. Проаналізовано фактори – 20 штук, які можуть мати вплив на показник врожайності досліджуваної культури. Для дослідження впливу погодних факторів на врожайність вишні за роки експерименту визначено ступінь 20 парних взаємозалежностей на наступних фазах вегетаційного розвитку рослини: вегетаційний період, цвітіння, досягання плодів, період знімання врожаю.

Дані на рис. 4 показують, що проведено аналіз тісноти кореляційного зв'язку для десяти погодних факторів (X_i) до врожайності вишні (Y) за шкалою Чеддока. За даними рис. 4, для 10 погодних факторів (X_i , де $i = 1 \dots 10$) визначили середню і сильну лінійну кореляційну залежність з урожайністю культури ($r_{YX_i} = 0,68 \dots -0,86$). Виділено найбільш значущі температурні погодні параметри в період цвітіння: різниця між середньою максимальною та мінімальною температурами повітря, середнє з максимальних значень температур повітря, сума активних температур, гідротермічний коефіцієнт, сума активних температур за вегетаційний період (до фази досягання плодів). Виділено найбільш значущі фактори вологості: середньомісячна сума опадів за серпень, абсолютна мінімальна відносна вологість повітря в травні, сума опадів в період цвітіння, загальна кількість днів з опадами в період цвітіння.

Регресійна модель залежності врожайності Y вишні від факторів погодних умов (X_i , $i = 1 \dots 10$) має вигляд, при $R^2 = 0,9958$:

$$Y = 10,022 - 0,003X_1 - 1,151X_2 - 0,017X_3 + 0,105X_4 + 0,049X_5 + 0,431X_6 + 0,945X_7 - 0,187X_8 - 0,758X_9 - 0,479X_{10}.$$

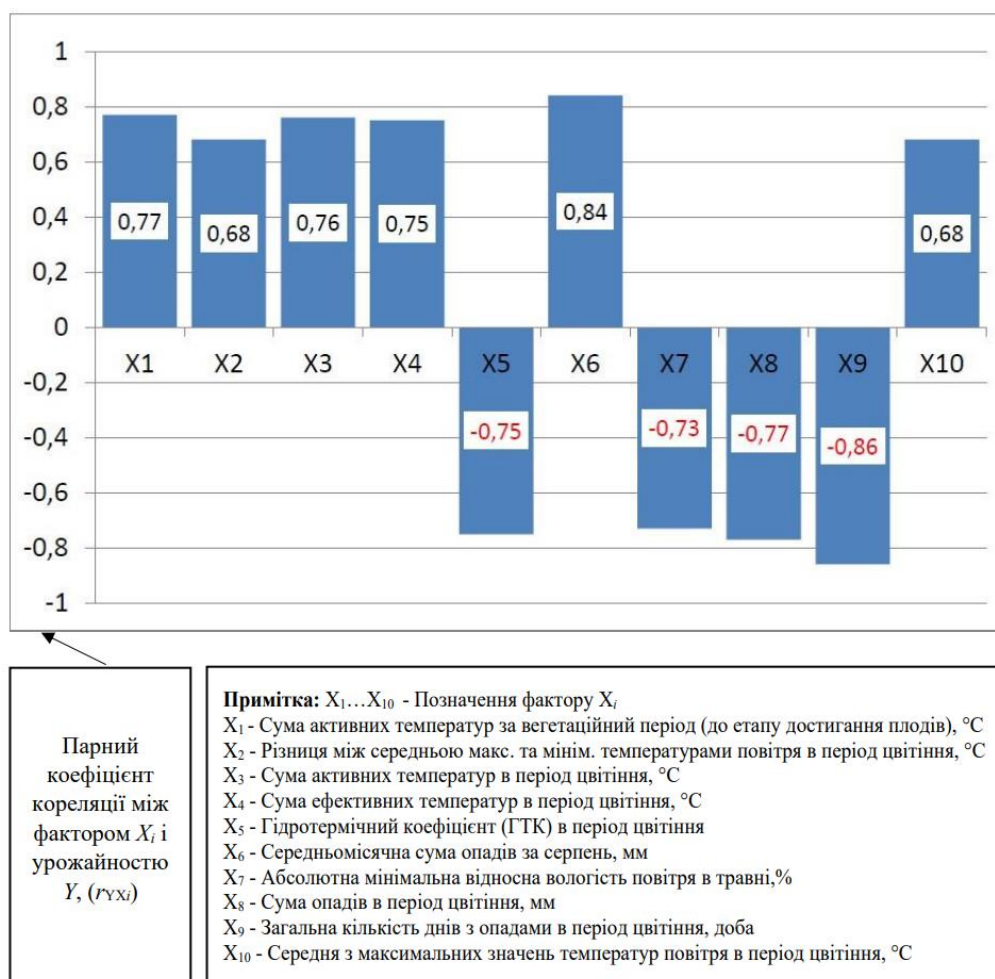


Рис. 4. Дані парних коефіцієнтів кореляції між погодними факторами та врожайністю (2007...2019 рр.)

Аналіз перевірки результатів за критерієм Ст'юдента показав, що досліджені фактори є незначимими, при $\alpha=0,05$ (виняток мають фактори X_6 і X_7). Для ліквідації ефекту мультиколінійності та отримання ефективної моделі регресії треба позбавитись кореляційних факторів та залишити ті з них, які мають максимальний вплив на продуктивність урожайності (Y). Для максимального врахування факторів, які є доречними, було проведено статистичний аналіз регресійних моделей. Останні було побудовано за різних доборів факторів. Перевірку кожної з моделей, що були розроблені, проведено за різними критеріями їх якості. На підставі отриманих розрахунків і практичної доцільності запропоновано найбільш ефективну модель:

$$Y = 4,040 - 0,634X_2 + 0,054X_4 + 0,3281X_6 + 0,670X_7 + 1,122X_8 - 0,755X_9 - 0,392X_{10}.$$

Рівняння можна вважати статистично значущим.

Значення узагальненого коефіцієнту детермінації ($R^2 = 0,996$) показує суттєвий зв'язок виділених факторів з результирующим показником (Y). Критерій Фішера $F = 84,44$ при значенні $p\text{-value} = 6.898 \cdot 10^5$. Останнє свідчить про адекватність моделі за $\alpha = 0,05$.

Висновки. Проведений множинний кореляційно-регресійний аналіз дозволив отримати регресійну модель. Регресійна модель прогнозує врожайність вишні залежно від впливу погодних параметрів:

$$Y = 4,040 - 0,634X_2 + 0,054X_4 + 0,3281X_6 + 0,670X_7 + 1,122X_8 - 0,755X_9 - 0,392X_{10}.$$

Рівняння можна вважати статистично значущим. Надану математичну модель можна використовувати в регіонах зі схожими кліматичними умовами.

Список використаних джерел

1. Наумов А.О., Лимар А.О. Способи підвищення адаптивних здатностей рослин кавуна до негативних абіотичних чинників Південного Степу. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 9 (798). С. 21–28. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201909-03>
2. Šebek G. Pomological and chemical characteristics of fruit of some sour cherry cultivars grown in the conditions of bijelo polje. *Journal of Hygienic Engineering and Design*. 2019. 26. P. 100–104.
3. Адаменко Т. Без паніки: кліматичні зміни можуть виявитися корисними для сільського господарства. *Український тиждень*. 2012. № 29 (246). С. 28–31.
4. Богданюк О.В. Оцінка впливу чинників на урожайність плодово-ягідних культур в контексті ефективного управління садівництвом. *Молодий вчений*. 2016. № 11. С. 555–558.
5. Експерти пояснили причину «космічних» цін на черешню. URL: <https://ua.news.ua/eksperty-poyasnyly-prychynu-kosmichnyh-tsin-na-chereshnyu/> (дата звернення: 17.02.2025).
6. Wojdyło A., Nowicka P., Laskowski P., Oszmiański J. Evaluation of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) fruits for their polyphenol content, antioxidant properties, and nutritional components. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2014. 62. P. 12332–12345. <https://doi.org/10.1021/jf504023z>
7. Wang R., Zhang F., Zan S., Gao C., Tian C., Meng X. Quality characteristics and inhibitory xanthine oxidase potential of 21 sour cherry (*Prunus cerasus* L.) varieties cultivated in China. *Frontiers in Nutrition*. 2021. 8. P. 796294. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.796294>
8. Karagiannis E., Sarrou E., Michailidis M., Tanou G., Ganopoulos I., Bazakos C., Kazantzis K., Martens S., Xanthopoulou A., Molassiotis A. Fruit quality trait discovery and metabolic profiling in sweet cherry genebank collection in Greece. *Food Chemistry*. 2021. 342. P. 128315. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128315>
9. Регресійний аналіз залежності урожайності вишні від гідротермічних факторів в умовах мультиколінеарності / В.М. Малкіна та ін. *Наукові горизонти*. 2019. № 11 (84). С. 51–60.
10. Урожайність черешні залежно від кліматичних умов років вирощування / І.Є. Іванова та ін. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. № 3. С. 61–70.
11. Cittadini E.D., Lubbers M.T.V.H., Ridder de N., Keulen van H., Claassen G.D.N. Exploring options for farm-level strategic and tactical decision-making in fruit production systems of South Patagonia Argentina. *Agricultural Systems*. 2008. Vol. 98, is. 3. P. 189–198. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2008.07.001>
12. Gonzalez-Gomez D., Ayuso M.C., Bernalte M.J., Fernández-León M.F. Evaluation of different postharvest conditions to preserve the amount of bioactive compounds, physicochemical quality parameters and sensory attributes of «Sweetheart» cherries. *Acta horticulturae*. 2017. № 1161_92. P. 581–586. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1161.92>
13. Lakatos L., Dussi M.C., Szabo Z. The influence of meteorological variables on sour cherry quality parameters. *Acta horticulturae*. 2014. № 1020. P. 287 – 292. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1020.41>
14. Schuster M. New cultivars of first quality cherries at Dresden-Pillnitz. *Acta Horticulturae*. 2016. Vol. 136. P. 1–6. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1139.1>
15. Туровцева Н.М. Сорти черешні селекції Інституту зрошуваного садівництва імені М.Ф. Сидоренка НААН України. *Агробіологія*. 2014. № 1. С. 96–101.
16. Туровцев М.І. Селекція черешні (*Cerasus avium* Moench.) в Інституті зрошуваного садівництва ім. М.Ф. Сидоренка УААН України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*; редкол.: Д.О. Мельничук та ін. Київ, 2009. Вип. 133. С. 51–58.
17. Бублик М.О. Методологічні та технологічні основи підвищення продуктивності сучасного садівництва. Київ: Нора-прінт, 2005. 286 с.
18. Богданюк О.В. Оцінка впливу чинників на урожайність плодово-ягідних культур у контексті ефективного управління садівництвом. *Молодий вчений*. 2016. № 11. С. 555–558. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2016_11_130 (дата звернення: 22.07.2019).



19. Ivanova I., Kryvonos I., Shleina L., Taranenko G., Gerasko T. Multicriteria Optimization of Quality Indicators of Sweet Cherry Fruits of Ukrainian Selection During Freezing and Storage. *Modern Development Paths of Agricultural Production* / ed. V. Nadykto. Springer Nature Switzerland AG. 2019. P. 707–717. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_69
20. Gerasko T.V. and Velcheva L.G. and Todorova L., Pokoptseva L.A. and Ivanova I. Ye. Effect of Living Mulch on Chlorophyll Index, Leaf Moisture Content and Leaf Area of Sweet Cherry (*Prunus avium* L.). In: *Modern Development Paths of Agricultural Production Trends and Innovations*. Springer Link. 2019. P. 681–688. ISBN 978-3-030-14918-5
21. Кіщак О.А. Наукові основи промислової культури черешні в Лісостепу України : автореферат. дис. ... д-ра с.-г. наук : 06.01.07 ; Нац. акад. аграр. наук України, Ін-т садівництва. Київ, 2014. 36 с.
22. Serdyuk M. The study of mass loss intensity of plum fruit during storage. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. № 1/10 (79). P. 42–48.
23. Bublyk M.O., Fryziuk L.A., Levchuk L.M. Fruit crop production distribution in Ukraine: A research note. *Chemistry and Chemical Biology: Methodologies and Applications* / ed. R. Joswik, A. A. Dalinkevich. Toronto, 2014. P. 207–214.

Стаття надійшла до редакції 23.02.2025 р.

I. Ivanova, I. Kryvonos, S. Basanets, Ya. Pendrak
Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University

FORMATION OF CHERRY PRODUCTION VOLUMES UNDER THE ACTION OF ABIOTIC FACTORS

Summary

Sour cherry is one of the most popular crops among the population of Ukraine. The crop has such qualities as early maturity and unpretentiousness to weather parameters. In the context of aridisation and desertification of the southern territories of the country, there is a need to study the viticultural and technological indicators and yield of the crop. Taking into account the above, the purpose of the experimental studies was to investigate the influence of climatic factors on sour cherry yield in the southern steppe zone of Ukraine and to create a mathematical model of the dependencies of the two parameters.

The study of the effect of abiotic factors in Zaporizhzhia region on sour cherry yield was conducted from 2007 to 2019. Ten weather factors have a significant impact on sour cherry yields, as evidenced by the results of the correlation analysis $r = 0.68 \dots -0.86$. The obtained model demonstrates the influence of hydrothermal factors on the yield of the studied crop. The results of the correlation analysis allowed us to obtain paired correlation coefficients and, using the VIF indicator, we identified the effect of multicollinearity. Using the LASSO method, we obtained reliable estimates of the regression parameters and analysed the weather factors that affect sour cherry yields.

The most significant temperature weather parameters during the flowering period, the difference between air temperatures, the average of the maximum air temperatures, the sum of active temperatures, the hydrothermal coefficient; during the growing season, the sum of active temperatures (up to the fruit ripening phase). The most significant humidity parameters were identified: average monthly precipitation in August, absolute minimum relative humidity in May, and during the flowering period – the amount of precipitation and the total number of days with precipitation.

Keywords: sour cherry, weather conditions, LASSO method, fruitfulness.