

УДК [634.23:631.559]:551.582

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.14>

ФОРМУВАННЯ ОБСЯГІВ ВИРОБНИЦТВА ВИШНІ ЗА ДІЇ АБІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ

Іванова І.Є. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри плодовоовочівництва і виноградарства,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
orcid.org/0000-0003-2711-2021

Кривонос І.А. – старший викладач кафедри іноземних мов,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
orcid.org/0000-0001-7079-5150

Басанець С.В. – аспірант кафедри рослинництва та садівництва

імені професора В.В. Калитки,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
orcid.org/0009-0004-6158-7367

Пендрак Я.І. – аспірант кафедри рослинництва та садівництва

імені професора В.В. Калитки,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
orcid.org/0009-0006-9281-7545

Одна з найбільш затребуваних культур у населення України – вишня. Культура має такі якості як скоростиглість та невибагливість до погодних параметрів. В умовах аридизації та опустелювання південних територій країни є потреба у 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 нами було виявлено ефект мультиколінеарності. При проведенні досліджень в умовах виявленої мультиколінеарності пропонується використовувати методи регуляризації, які коригують відхилення від нормального розподілу залишків. Таким методом є метод LASSO. За допомогою методу LASSO нами 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, середня з максимальних значень температур повітря, сума активних температур, гідротермічний коефіцієнт; за вегетаційний період сума активних температур (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. Таким чином, встановлення пріоритетності основних параметрів погодних умов та побудова ефективної регресійної моделі в умовах мультиколінеарності з метою визначення найповнішого прояву біологічного потенціалу вишні, що вирощена в умовах Півдня степової зони України є дуже актуальним питанням.

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

Ivanova I.Ye., Kryvonos I.A., Basanets S.V., Pendrak Ya.I. Formation of cherry production volumes under the influence of abiotic factors

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.

Key words: sour cherry, weather conditions, factor, LASSO method, fruitfulness.

Актуальність теми дослідження. Дослідження формування урожайності культури за дії клімату в умовах певного регіону, має як теоретичне, так і практичне значення. Згідно до аналізу стресових факторів погодного спрямування ми зможемо об'єктивно спрогнозувати показник врожайності. Останнє може стати базою для комп'ютерного моделювання прогнозу врожайності провідних культур актуального регіону.

Постановка проблеми. Запорізька область представлена такими кісточковими культурами як – черешня, абрикос та вишня. Їх обсяг виробництва складає 14,6%, 14,0% та 11,9%. Пресингу широкого спектру стресорів піддаються рослини за рахунок дестабілізації погодних умов, забруднення атмосфери та загального погіршення екологічної обстановки. Поріг впливу негативних факторів часто перевищує поріг природної адаптації рослин, тому їх захисна система потребує захисту. До групи рослин, що найбільш накопичують негативну інформацію відносять плодові насадження. Наслідком є збільшення чутливості до стресорів та зниження урожайності [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, пошкодження комахами або дія бур'янів в агроценозах відносяться до біотичних негативних природних стресів. Температурний, водний стреси та стрес, викликаний нестачею освітленості та інші – це антропогенні негативні абіотичні стреси, що викликані наслідками дії факторів неживої природи. Антропогенні стреси – спричиняють збільшення кількості захворювань рослин та зменшують стійкість до всіх видів стресів та інші [3, 4, 5].

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

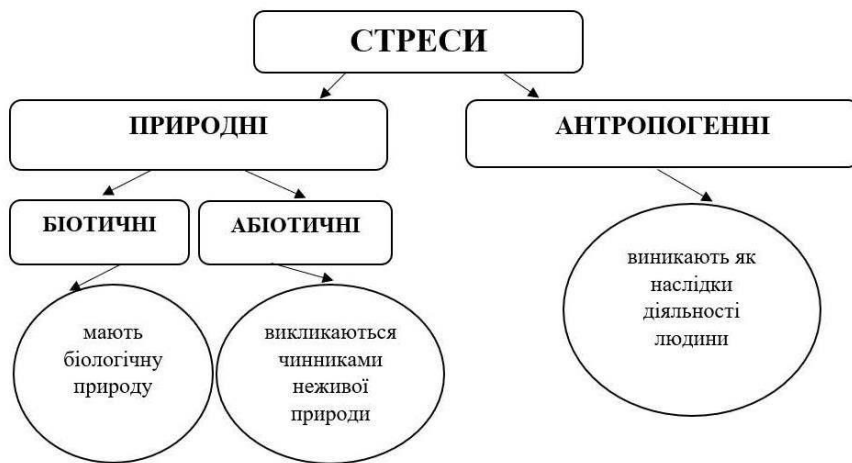


Рис. 1. Класифікація стресів рослин плодових культур

У садівництві згідно класифікації та ієрархії різноманітні плодові культури, мають індивідуальні сортові та видові особливості. Кожна культура має сорти які мають індивідуальну генетичну відгукованість до умов навколишнього середовища. Культура вишня майже на рівні з черешнею може стати однією з плодових візитівок південної території України. Вишневі плоди, дюки разом з черешнею з III декади травня розпочинає сезон фруктів. Інтенсивне збільшення цінової політики на плодове 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 з вирішальних на територіях, що характеризуються раптовими та затяжними стихійними лихами і конфліктами, тому в напрямку 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 селекціонерів півдня країни. Селекціонерами Туровцевим М. І. та Туровцевою В. О., Шкіндер-Барміною А. М. було створено сорти вишні і дюків. Селекційна робота науковців визначалась наступними вимогами щодо майбутніх сортів: низькорослістю, максимальною урожайністю, функціональними характеристиками плодів в десертному та технологічному призначенні, стійкістю до мікробіологічних захворювань, зимостійкістю. Однак, до 2022 року нові конкурентоспроможні сорти селекціонерів України дуже поступово вводились до асортименту промислового садівництва за причиною зміни погодних умов існування культур [11, 12, 13].

Метою досліджень було математичне обґрунтування впливу кліматичних параметрів на урожайність вишні, що вирощена на півдні Степової зони країни.

Матеріали і методи досліджень. Експеримент був проведений з 2007 по 2019 роки в садівничих господарствах Мелітопольського району Запорізької області. В ході досліджень використано данні Головного управління статистики в Запорізькій області та Мелітопольської метеостанції.

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

Результати досліджень. Землі південних регіонів на даний час є територією зони ризикованого землеробства. Причиною є те що переважна частина території характеризується раптовими та затяжними стихійними лихами і конфліктами, а також це пов'язане з погодними змінами і збільшенням територій де спостерігаються прояви опустелювання. Сільськогосподарські землі зони Приазов'я перетворились в зону ризикованого землеробства. Науковці констатують, що у зв'язку з сильними змінами клімату на даний час зона Степу підпорядкована екологічному ризику. Дослідженнями відмічене перегрупування кордонів кліматичних зон за період останніх десяти років. В Херсонській та Запорізькій областях вже проявились ознаки опустелювання [14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21].

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

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

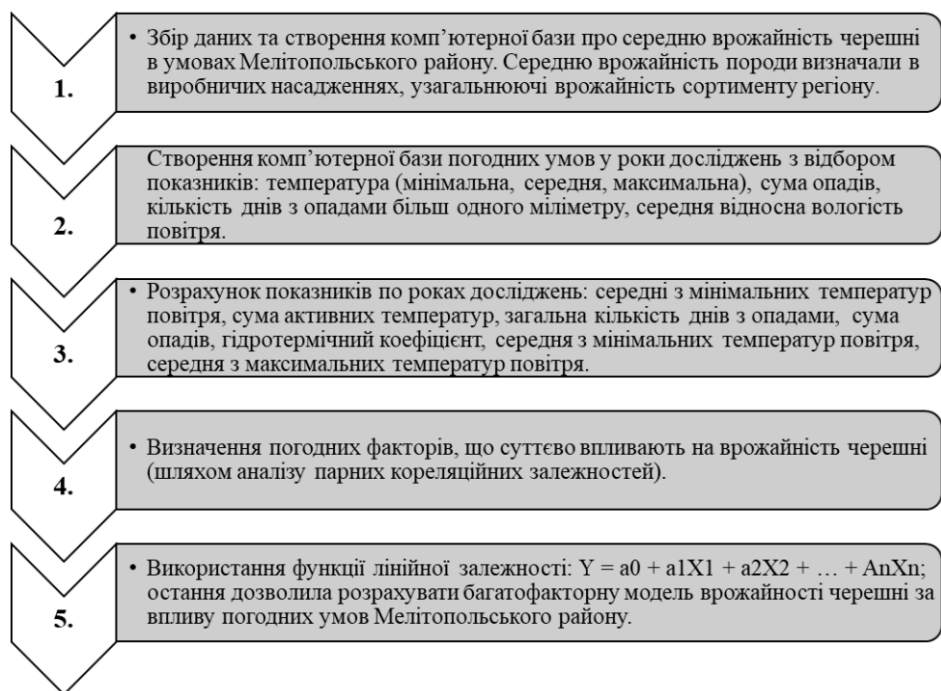


Рис. 2. Схема розрахунку моделей врожайності вишні

Експериментальна частина. Сільськогосподарська оцінка впливу абіотичних факторів на врожайність вишні з 2007 по 2019 рр. була визначена за допомогою ряду 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%.

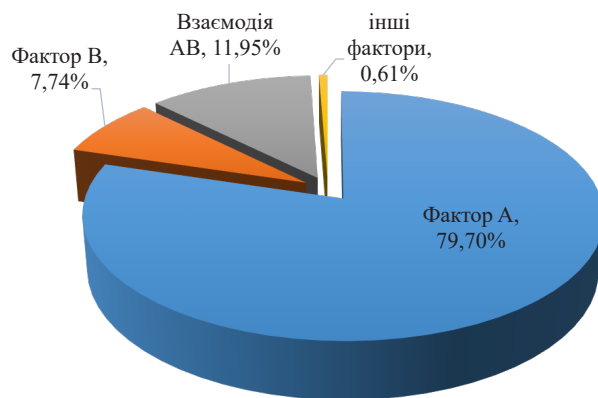
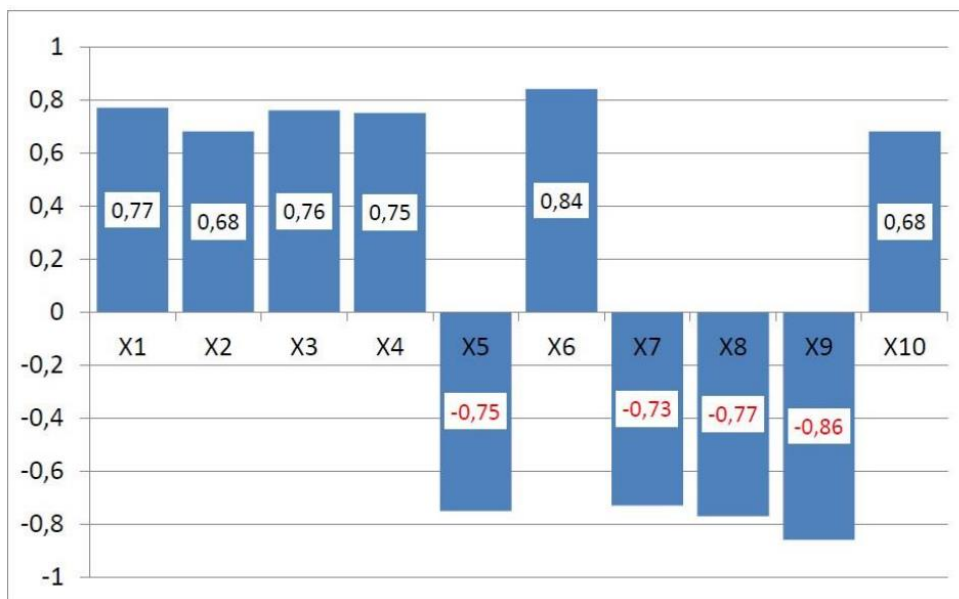


Рис. 3. Частка впливу факторів на врожайність вишні, %: фактор А – кліматичні параметри, фактор В – генетичні особливості сорту, АВ – взаємодія факторів А і В, випадкові та інші фактори

Проведено пошук кореляційних залежностей між показником врожайності культури (Y) та погодними параметрами (факторами) – X_i , де $i=1\ldots 10$. 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.

Данні 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-ти погодних факторів (X_i , де $i=1\ldots 10$) визначили середню і сильну лінійну кореляційну залежність з урожайністю культури ($r_{YX_i}=0,68\ldots -0,86$). Виділено найбільш значущі температурні погодні параметри в період цвітіння: різниця між середньою максимальною та мінімальною температурами повітря, середня з максимальних значень температур повітря, сума активних температур, гідротермічний коефіцієнт; за вегетаційний період сума активних температур (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.



Парний
коефіцієнт
кореляції між
фактором X_i і
урожайністю
 Y , (r_{YX_i})

Примітка: $X_1 \dots X_{10}$ - Позначення фактору X_i

X_1 - Сума активних температур за вегетаційний період (до етапу досягання плодів), °C

X_2 - Різниця між середньою макс. та мінім. температурами повітря в період цвітіння, °C

X_3 - Сума активних температур в період цвітіння, °C

X_4 - Сума ефективних температур в період цвітіння, °C

X_5 - Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) в період цвітіння

X_6 - Середньомісячна сума опадів за серпень, мм

X_7 - Абсолютна мінімальна відносна вологість повітря в травні, %

X_8 - Сума опадів в період цвітіння, мм

X_9 - Загальна кількість днів з опадами в період цвітіння, доба

X_{10} - Середня з максимальних значень температур повітря в період цвітіння, °C

Рис. 4. Данні парних коефіцієнтів кореляції між погодними факторами та урожайністю (2007...2019 рр.)

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

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

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 мультиколеніарності та отримання ефективної моделі регресії треба позбавитись корелюючих факторів та залишити ті з них, які мають максимальний вплив на продуктивність врожайності (Y). Для максимального врахування факторів які є доречними було проведено статистичний аналіз регресійних моделей. Останні були побудовані за різних доборів факторів. Перевірку кожної з моделей що були розроблені проведено за різними критеріями їх якості. На підставі отриманих розрахунків, практичної доцільності запропонована найбільш ефективна 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 як статистично значущим.

Значення узагальненого коефіцієнту детермінації ($R^2=0,996$) показує суттєвий зв'язок виділених факторів з результируючим 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 урожайність 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 як статистично значущим. Дану математичну модель можна використовувати у регіонах зі схожими кліматичними умовами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

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. DOI: <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. *Науковий журнал «Молодий вчений»* 2016. № 11. С. 555–558.
5. Експерти пояснили причину «космічних» цін на черешню : веб-сайт. URL: <https://ua.news/ua/eksperty-poyasnyly-prychynu-kosmichnyh-tsin-na-chereshnyu/> (дата звернення: 17.02.2025).
6. Evaluation of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) fruits for their polyphenol content, antioxidant properties, and nutritional components / A. Wojdyło et. al. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2014. 62. P. 12332–12345. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf504023z>.
7. Quality characteristics and inhibitory xanthine oxidase potential of 21 sour cherry (*Prunus cerasus* L.) varieties cultivated in China. / R. Wang et. al. *Frontiers in Nutrition*. 2021. 8. P. 796294. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.796294>.
8. Fruit quality trait discovery and metabolic profiling in sweet cherry genebank collection in Greece / E. Karagiannis et. al. *Food Chemistry*. 2021. 342. P. 128315. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128315>.
8. Регресійний аналіз залежності урожайності вишні від гідротермічних факторів в умовах мультиколінеарності / В. М. Малкіна та ін. *Наукові горизонти*. 2019. № 11 (84). С. 51–60.
9. Урожайність черешні залежно від кліматичних умов років вирощування / І. Є. Іванова та ін. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. № 3. С. 61–70.
10. Exploring options for farm-level strategic and tactical decision-making in fruit production systems of South Patagonia Argentina / E. D. Cittadini et. al. *Agricultural Systems*. 2008. Vol. 98, is. 3. P. 189–198. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agry.2008.07.001>.
11. Evaluation of different postharvest conditions to preserve the amount of bioactive compounds, physicochemical quality parameters and sensory attributes of «Sweetheart»

cherries / D. Gonzalez-Gomez et. al. *Acta horticulturae*. 2017. № 1161_92. P. 581–586. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1161.92>.

12. Lakatos L., Dussi M. C., Szabo Z. The influence of meteorological variables on sour cherry quality parameters. *Acta horticulturae*. 2014. № 1020. P. 287–292. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1020.41>.

13. Schuster M. New cultivars of first quality cherries at Dresden-Pillnitz. *Acta Horticulturae*. 2016. Vol. 136. P. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1139.1>.

14. Туровцева Н. М., Туровцев М. І. Сорти черешні селекції Інституту зрошуваного садівництва імені М. Ф. Сидоренка НААН України *Агробіологія*. 2014. № 1. С. 96–101.

15. Селекція черешні (*Cerasus avium* Moench.) в Інституті зрошуваного садівництва ім. М. Ф. Сидоренка УААН України / М. І. Туровцев та ін. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2009. Вип. 133. С. 51–58.

16. Бублик М. О. Методологічні та технологічні основи підвищення продуктивності сучасного садівництва. Київ : Нора-прінт, 2005. 286 с.

17. Богданюк О. В. Оцінка впливу чинників на урожайність плодово-ягідних культур в 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).

18. Multicriteria Optimization of Quality Indicators of Sweet Cherry Fruits of Ukrainian Selection During Freezing and Storage / I. Ye. Ivanova et. al. *Modern Development Paths of Agricultural Production* / ed. V. Nadykto. Springer Nature Switzerland AG. 2019. P. 707–717. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_69.

19. Effect of Living Mulch on Chlorophyll Index, Leaf Moisture Content and Leaf Area of Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) / T. V. Gerasko et. al. *Modern Development Paths of Agricultural Production Trends and Innovations. Springer Link*. 2019. P. 681–688. ISBN 978-3-030-14918-5.

20. Кіщак О. А. Наукові основи промислової культури черешні в Лісостепу України : автореферат. дис. ... на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : 06.01.07. Київ, 2014. 36 с.

21. The study of mass loss intensity of plum fruit during storage / M. Ye. Serdyuk et. al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. № 1/10 (79). P. 42–48.

22. Fruit crop production distribution in Ukraine: A research note / M. O. Bublyk et. al. *Chemistry and Chemical Biology: Methodologies and Applications*. Toronto, 2014. P. 207–214.