



АГРОНОМІЯ

УДК: 632.634.723

DOI 10.35433/naturaljournal.1.2023.167-173

ДОВГОСТРОКОВИЙ ПРОГНОЗ БІОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ ФІТОФАГІВ НА СМОРОДИНІ ЧОРНІЙ

А. В. Бакалова¹

У статті наведено результати наукових досліджень біологічного розвитку великої смородинової попелиці, червоносмородинової голової попелиці та агрусової пагонової попелиці у смородиновому агроценозі. За проведеним аналізом багаторічної динаміки розвитку фітофагів було побудовано фенологічний календар, який чітко показує період прояву найбільшої шкодочинності цих комах. Він припадає на третю декаду квітня, тоді коли за фенологічною фазою розвитку це є VI етап біологічного розвитку смородини. Попелиці зимують у стадії яйця біля основи бруньки смородини. Ембріональний розвиток яйця завершується на початку сокоруху самої рослини. Розвиток цих комах відбувається з неповним перетворенням, а тому в ході експерименту спостерігали за партеногенезом.

На VI етапі органогенезу спостерігали за виходом личинок засновниць, світло зеленого забарвлення та колючесисним ротовим апаратом, які через 2 - 3 дні починають активне живлення, про що свідчили пошкоджені листки, які з часом змінювали своє забарвлення.

Пошкоджені листки червоносмородиновою попелицею за забарвленням мають чіткий перехід від світло-жовтого до червоного кольору з галоутвореним здуттям. У даного виду слинний фермент підсилює ріст і розвиток клітин, тоді коли у агрусової пагонової попелиці навпаки, клітини гинуть.

Доведено, що розвиток цих фітофагів припадає на етап органогенезу цвітіння смородини і в даний період категорично заборонено проводити будь-які заходи захисту рослин. Саме тому нами було проведено довгострокове дослідження як смородини чорної, так і сисних фітофагів, що дозволило у ранньовесняний період провести профілактичні дії на біологічний розвиток сисних фітофагів, де за останні роки їх шкідливість посідає одне із головних місць. При цьому значну шкоду завдають партеногенетичні самки, знижуючи урожайність та якість ягід від порушення нормального протікання фізіологічних процесів фотосинтезу. В результаті живлення партеногенетичної особини пагони відстають у рості, мають чітко виражені викривлення різної форми. Заселеність сисними фітофагами смородини чорної можливо зменшити за впровадження фенологічного прогнозу.

Ключові слова: фенологія, урожайність, сумарний коефіцієнт заселеності, попелиці, шкідливість.

¹ кандидат сільськогосподарських наук, доцент
кафедри здоров'я фітоценозів і трофології
(Поліський національний університет, м. Житомир)
e-mail: bakalova1970@ukr.net
ORCID: 0000-0002-6803-6304

LONGTERM FORECAST OF BIOLOGICAL DEVELOPMENT OF PHYTOPHAGES ON BLACK CURRANT

A. V. Bakalova

The article presents the results of scientific research on the biological development of the large currant aphid, the red currant head aphid and the gooseberry shoot aphid in the currant agroecosystem. Based on the analysis of the multi-year dynamics of the development of phytophages, a phenological calendar was built, which clearly shows the period of manifestation of the greatest harmfulness of these pests, which is indicated in the third decade of April, while according to the phenological phase of development, this is the VI stage of the biological development of currants. Aphids overwinter in the egg stage at the base of the currant bud. The embryonic development of the egg ends at the beginning of the plant's sap flow. The metamorphosis of this species refers to an incomplete transformation, and therefore parthenogenesis was observed during the experiment. At the 4th stage of organogenesis, we observed the emergence of larvae of the founders, light green in color and spiky sucking mouthparts, which after 2-3 days begin active feeding, which was evidenced by damaged leaves that changed their color over time. The color of leaves damaged by redcurrant aphid has a clear transition from light yellow to red with a halo-shaped bulge. In this species, the salivary enzyme enhances the growth and development of cells, while in the gooseberry shoot aphid, on the contrary, cells die and at the same time cause cell death.

According to our observations, it has been proven that the development of these phytophages falls on the stage of organogenesis of currant blossoms, and it is strictly forbidden to carry out any plant protection measures during this period. And therefore, we conducted a long-term study of both black currant and sucking phytophages. Such a significant plant-phytophagous combination makes it possible to carry out preventive actions early in the spring on the biological development of sucking phytophages, where in recent years their harmfulness occupies one of the main places, while parthenogenetic females cause significant damage, reducing the yield and quality of berries due to disruption of the normal flow physiological processes of photosynthesis. As a result of nutrition of a parthenogenetic individual, the shoots lag behind in growth, have clearly expressed curvatures of various shapes. It is possible to reduce the colonization of black currant by sucking phytophages by implementing phenological forecasting.

Key words: phenology, productivity, total occupancy rate, aphids, harmfulness.

Вступ

За комплексом вітамінів перше місце серед ягідних культур займає смородина чорна, яку використовують у вітамінній і фармакологічній промисловості. Особливо багата вона на вітаміни С, А, Р, і В9, та за їх вмістом випереджає цитрусові, малину, суницю, агрус, вишню, яблука, абрикос, виноград. Смородина містить багато цінних біологічно-активних речовин, пектинів, провітамінів, мікроелементів, антоціанів, не тільки у ягодах, але й у листках, пагонах та бруньках (Карпенко, 2021).

За врожайності 9 - 10 т/га, в ягодах чорної смородини, накопичується біля 25 кг аскорбінової кислоти, а 50 - 60 ягід задовольняють добову потребу людського організму у вітаміні С (Леманова, 2019).

Доведено, що споживання смородини людським організмом сприяє адсорбції радіонуклідів і важких металів, виведенню їх з

організму прямим шляхом (Лобода, 2019).

Надзвичайно велике значення відіграють оксикумарини – біологічні речовини, які володіють протиінфарктним впливом. Фітонциди, що входять до складу ягід, мають антимікробну дію. Смородина є невід'ємним джерелом легкозасвоюваних цукрів, кислот, солей фосфору та заліза. Окрім того, Р-активні речовини містять флавоноїди і катехіни, які беруть безпосередню участь в процесах клітинного дихання та в підтримці еластичності стінок кровоносних судин (Дереча, 2016).

Значною мірою втрати врожайності плодів чорної смородини обумовлюють близько 202 видів комах і кліщів. Серед них 20 видів мають найбільший шкодочинний вплив (Бакалова, 2016).

Поширеною на смородинових агроценозах є група сисних фітофагів: попелиці – велика смородинова

(*Hyperomyzus lactucae* Kalt.), червоносмородинова галова (*Cryptomyzus ribis* L.), агрусова пагонова (*Aphis grossulariae* Kalt.), кліщі – звичайний павутинний (*Tetranychus urticae* Koch), смородиновий бруньковий (*Cecidophyopsis ribis* Westw.) (Бакалова, 2017). 10-20% втрати врожаю ягід чорної смородини спричиняють розповсюджені види комах, а саме: велика смородинова попелиця, червоносмородинова галова попелиця, агрусова пагонова попелиця (Секун, 2001; Okul, 1992)

Матеріали і методи

Дослідження проводили з 2011 по 2022 рр. на навчально-дослідному полі Поліського національного університету. В насадженнях смородини обстеження та облік заселеності сисними шкідниками проводили згідно загальноприйнятих у ентомології методик. Чисельність *A. grossulariae*, *C. ribis*, *H. lactucae* обліковували з кожної повторності на 5 модельних кущах. Для аналізу рослинні проби (листки) відбирали з трьох ярусів.

Для обліків чисельності попелиць, з п'яти гілок кожного ярусу облікового куща, тобто з чотирьох сторін та посередині, відбирали по одному листку з повторності, що становило 75 листків, а з варіанту досліду – 300 листків. Листки складали в поліетиленові пакети. Аналіз матеріалу проводили в лабораторії (Трибель, 2001).

За багаторічними фенологічними спостереженнями біологічного розвитку смородини чорної, було складено зведений фенологічний календар та розроблено однофакторні регресійні рівняння та побудовано модель фенопрогнозування тривалості розвитку смородини чорної та біологічний розвиток сисних фітофагів на смородині.

Результати досліджень

За вегетаційний період смородина чорна проходить відповідні фенологічні етапи біологічного розвитку, які необхідно врахувати при

дослідженні біологічного розвитку фітофагів. Оскільки шкідники з'являються на різних етапах та потребують додаткового живлення, інтенсивність їхнього росту та розвитку залежить від певних умов існування.

Розпочнемо з вегетації смородини чорної, яка розпочинається активізуватися за умов, коли постійна температура світлового дня 1°C спостерігається кожні 100 хвилин. За спостереженнями 2011-2021 років перший етап органогенезу смородини чорної у середньому відбувався 23 - 28 березня. Тривалість світлового дня сягала 13 годин 10 хвилин (756 хв.), яку ділимо на 100 і отримаємо 7,6 °C, тобто у температурному вимірі це вважається біологічний температурний «нуль». Саме він вважається початком вегетації рослин смородини чорної, тобто це сприяє набухання бруньок, і означає початок сокоруху рослин. Оскільки зимуюча стадія сисних фітофагів досліджуваних шкідників знаходиться у яйцевій формі біля основи бруньок, є велика вірогідність завершення ембріонального розвитку личинки.

На підставі польових досліджень зроблено фенологічний прогноз основних етапів агроценозу культури у комплексі з біологічним розвитком фітофагів. Нами встановлено, що при прогнозі основними предикторами виступають: середньодобова температура повітря (максимальна, мінімальна), та тривалість світлового дня (рис. 1.).

Побудова прогнозу фенологічного розвитку смородини чорної, враховуючи стан зимового спокою, до початку вегетації слугувала вихідна межа, тобто біологічний «нуль». За роки досліджень вона складала 27 днів за середньодобової температури – 82,4 °C, (3,7 °C). Це було обумовлено теплими зимами. Отже, перший етап органогенезу (набухання бруньок) смородини чорної, розпочинається в середньому через 45 днів за середньодобової температури 3,7 °C.

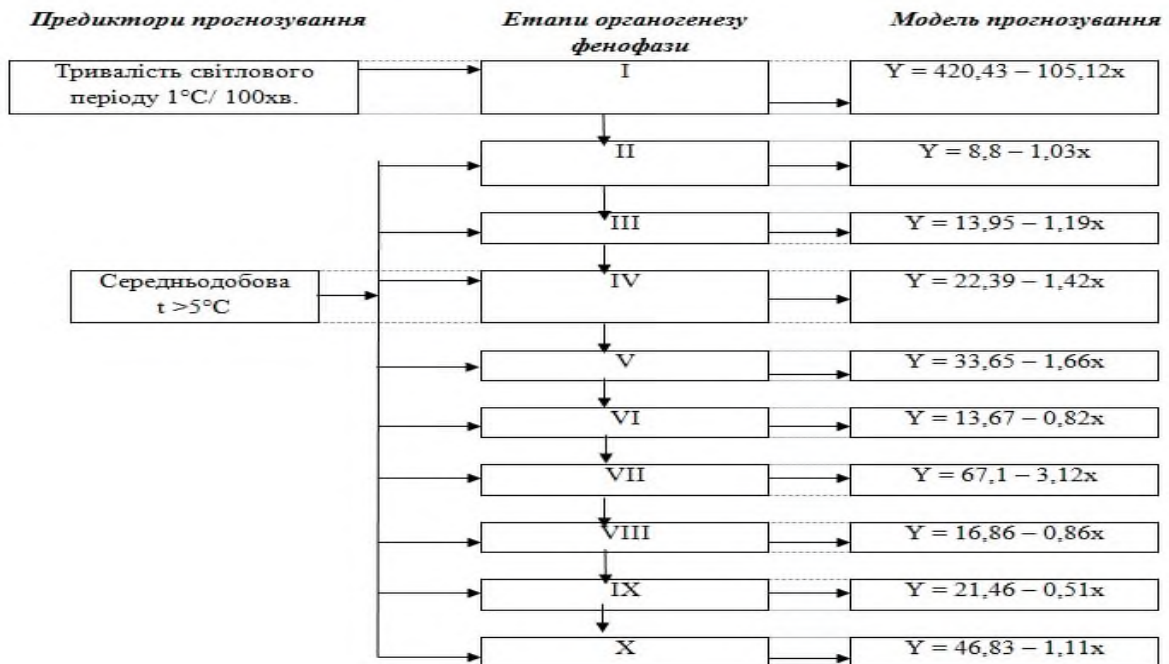


Рис.1. Алгоритми фенологічного прогнозування тривалості розвитку смородини чорної:
 Примітка: Y – тривалість періоду, днів; x – середньодобова температура повітря, $^{\circ}\text{C}$; I – набухання бруньок $^{\circ} t > 0^{\circ}\text{C}$; II – поява зеленого конусу; III – утворення листкової трубки; IV – поява перших листків; V – витягування суцвіть; VI – утворення бутонів та ріст суцвіть; VII – цвітіння; VIII – утворення зав'язі; IX – ріст ягід X – дозрівання ягід.

Дані періоди фенологічного розвитку смородини чорної, сформовані не тільки у відповідному календарі, але розраховані за статистичними даними у рівняннях регресії (1), рис. 1:

$$Y = 421,40 - 104,11x, \quad (1)$$

де: Y – початок набухання бруньок смородини чорної, днів; x – середньодобова температура повітря, що перевищує біологічний «нуль».

На рисунку 1 приведені алгоритми розрахунків прогнозування строків десяти етапів органогенезу смородини чорної, які підтверджують достовірність даних у регресійних рівняннях.

Обговорення

Використовуючи 10-ти річні дані, що вищевикладені в алгоритмах прогнозування фенології розвитку смородини чорної, були розраховані строки проходження всіх етапів органогенезу. Рівноцінними і основними предикторами є показники факторів, які виражені рівняннями регресії залежності, що допомогли нам

побудувати таблицю темпів розвитку смородинових агроценозів приведених нижче (табл. 1).

Із даних таблиці 1 випливає, що прогнозовані дати фенологічного розвитку смородини чорної в умовах навчально-дослідного поля Поліського національного університету оправдовуються в межах від 1 до 3 днів у порівнянні із фактичними від прогнозованих.

Розроблена таким чином довгострокова система прогнозування етапів органогенезу рослин смородини чорної дає можливість своєчасно провести технологічні операції щодо настання критичних періодів розвитку основних сисних шкідників, що є надзвичайно важливим етапом при технології вирощування культури. Досліджуючи домінуючу групу сисних фітофагів, а саме: велику смородинову попелицю, червоносмородинову галову попелицю, агрусову пагонову попелицю, їх біологічний цикл розвитку безпосередньо поєднаний з рослиною-господарем, приєднали до системи

прогнозування за допомогою кореляційної залежності з відповідними розрахунками. На відповідних етапах розвитку культури, за допомогою низки

однофакторних лінійних рівнянь регресії, проведена розробка прогнозу доміантних видів сисних фітофагів, що відображено в таблиці (табл. 2).

Таблиця 1

Прогнозування темпів розвитку смородини чорної на 2022 рік в умовах навчально-дослідного поля

Розраховані дати, фенофази, рік			
Фенофази	2011 – 2021		2022
	прогнозована	фактична	відхилення, днів
I	25.03	21.03	4
II	27.03	25.03	2
III	29.03	27.03	3
IV	4.04	7.04	-3
V	16.04	14.04	2
VI	21.04	21.04	-
VII	24.04	27.04	-3
VIII	22.05	26.05	-4
IX	09.05	11.06	-2
X	26.06	29.06	-3

Таблиця 2

Прогнозування сисних фітофагів на смородині чорній на основі однофакторних лінійних регресій

Фенофази	Рівняння регресії	Фази розвитку фітофагів	Рівняння регресії
I – набухання бруньок, через 0 °C	$Y = 420,43 - 105,12x$ $r^2 = 0,68;$	яйцева форма (зимуюча стадія)	$Y = 237,30 - 15,77X1 - 11,34X2$ $R^2 = 0,88;$
II – розпукування брунькових лусок	$Y = 8,8 - 1,03x$ $r^2 = 0,76;$		
III – утворення листової трубки	$Y = 13,95 - 1,19x$ $r^2 = 0,97;$		
IV – поява перших листків	$Y = 22,39 - 1,42x$ $r^2 = 0,95;$	тривалість періоду метаморфозу фітофагів (від яйця до появи личинки):	$Y = 317,34 - 14,76X1 - 10,33X2$ $R^2 = 0,89;$
V – витягування суцвіть	$Y = 33,65 - 1,66x$ $r^2 = 0,80;$	утворення крилатих самиць сисних фітофагів	$Y = 78,10 - 1,50X1$ $R^2 = 0,51.$
VI – утворення бутонів та ріст суцвіть	$Y = 13,67 - 0,82x$ $r^2 = 0,99;$	відродження партеногенетичних самиць	$Y = 49,45 - 2,79X1$ $R^2 = 0,48.$
VII – цвітіння	$Y = 67,1 - 3,12x$ $r^2 = 0,91;$	тривалість періоду метаморфозу партеногенезу самок	$Y = 26,44 - 2,69X1$ $R^2 = 0,49$
VIII – утворення зав'язі	$Y = 16,86 - 0,86x$ $r^2 = 0,90;$		
IX – ріст ягід	$Y = 21,46 - 0,51x$ $r^2 = 0,89;$		
X – дозрівання ягід	$Y = 46,83 - 1,11x$ $r^2 = 0,97;$	кладка яєць (зимуюча стадія)	$Y = 41,45 - 2,75X1$ $R^2 = 0,43.$

З метою всебічного вивчення біологічного розвитку сисних фітофагів на смородині чорній на основі довгострокового прогнозу, необхідно обов'язково врахувати економічний

порог шкідливості (ЕПШ). Оцінка технічної ефективності заселеності кущів смородини чорної сисними фітофагами приведені в таблиці (табл. 3).

Таблиця 3

Технічна ефективність сисних фітофагів в насадженнях смородини чорної за прогнозованою системою (2011-2021 рр.)

Варіант досліджу	ВСП		ЧСП		АПП		ΣКз	Ефективність, %
	КОЛОН /кущ	Кз	КОЛОН /кущ	Кз	КОЛОН /кущ	Кз		
ЕПШ	18,7	1,0	21,8	1,0	22,9	1,0	3,0	0
ПСФ	10,5	0,55	11,5	0,57	10,2	0,47	1,59	54,0

Примітка: ЕПШ – економічний поріг шкідливості; ПСФ – прогноз сисних фітофагів; ВСП – велика смородинова попелиця; ЧСП – червоносмородинова попелиця; АПП – агрусова пагонова попелиця; ΣКз – сумарний коефіцієнт заселення; Кз – коефіцієнт заселення.

Аналіз приведених даних у таблиці 3 вказує на те, що зменшення щільності фітофагів, а саме коефіцієнт заселеності рослин (ВСП) великою смородиною попелицею зменшується на 0,55 одиниць, (ЧСП) червоносмородинової галової – на 0,57, (АПП) агрусової пагонової – 0,47 одиниць. Сумарний коефіцієнт заселеності смородини чорної сисними фітофагами, зменшився на 1,59 одиниць, при цьому ефективність

прогнозованої системи становила 54,0%.

Висновки

На основі довгострокового прогнозу розраховано за допомогою однофакторних лінійних рівнянь десять фенологічних фаз органогенезу смородини чорної. Сисні шкідники упродовж різних періодів біологічного розвитку прогресують у відповідний час. За рахунок прогнозованої системи є можливість значно зменшити обсяги застосування пестицидів, підвищити врожайність та якість ягід.

Удосконалена прогнозована система на смородині чорній є вагомим елементом захисту від сисних шкідників, що передбачає врахування інтенсивної технології вирощування культури з високим рівнем окупності та конкурентноспроможності.

Список використаних джерел

Карпенко В.П., Полторецький С.П., Любич В.В., Адаменко Д.М., Краверс І.С., Притуляк Р.М., Кравченко В.С., Патица Н.І., Патица В.П. Мікробіота в ризосфері зернових культур. *Мікробіологія*. 2021. 83(1):21-31. doi: <https://doi.org/10.15407/microbiolj83.01.021>

Леманова Н., Магер М. Біологічний метод профілактики вирощування галли в садівництві. *Мікробіологія*. 2019. 81(2):36-40. doi: <https://doi.org/10.15407/microbiolj81.02.036>

Лобода М.І., Войчук С.І., Білявська Л.А. Кореляційна залежність біосинтезу антибіотиків та інших біологічно активних речовин у ґрунтових стрептоміцетах. *Мікробіологія*. 2019. 81(5):36-47. doi: <https://doi.org/10.15407/microbiolj81.05.036>

Дереча О. А., Бакалова А. В. Ефективність сумісного застосування мікроелементів і фунгіцидів на смородині чорній проти антракнозу. *Вісник ЖНАЕУ*. 2016. № 1 (53). С. 59 – 65.

Бакалова А. В., Дереча О. А. Біологічна стійкість різних сортів смородини чорної проти звичайного павутинного кліща. *Вісник ЖНАЕУ*. 2016. №2 (56). Т.1. С. 87 – 94.

Бакалова А. В., Титаренко В. Є., Радько В. Г. Удосконалення елементів конструкцій оприскувачів для покращення технології захисту смородини чорної від шкідників. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. Харків, 2017. №3/1 (87). С. 3 – 10.

Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Секун М. П. Методики випробування і застосування пестицидів. К.: Світ, 2001. 448 с.

Ali Okul, O Soylu Zeki, Bulut Huseyin, Cevik Junger. Chemical experiment against the San jose Scale (*Quadraspidotus perniciosus* Comst.) on apples in winter in central Anatolia. *Zirai mucadele arastigma gilligi*. 1992. № 20-21. p. 63 – 64.

References (translated & transliterated)

Karpenko, V.P., Poltoretskyi, S.P., Lyubich, V.V., Adamenko, D.M., Kravers, I.S., Prytulyak, R.M., Kravchenko, V.S., Patyka, N.I., Patyka, V .P. (2021) Mikrobiota v ryzosferi zernovykh kultur [Microbiota in the rhizosphere of grain crops]. *Mikrobiologhiia [Microbiology]*, 83(1):21-31. doi: <https://doi.org/10.15407/microbiolj83.01.021>. [in Ukrainian].

Lemanova, N., Mager, M. (2019) Biologichnyi metod profilaktyky vyroshchuvannia hally v sadivnytstvi [Biological method of preventing the growth of gall in horticulture]. *Mikrobiologhiia [Microbiology]*, 81(2):36-40. doi: <https://doi.org/10.15407/microbiolj81.02.036> [in Ukrainian].

Loboda, M.I., Voychuk, S.I., Bilyavska, L.A. (2019) Koreliatsiina zalezhnist biosyntezy antybiotykyv ta inshykh biologichno aktyvnykh rehovyn u gruntovykh streptomitsetakh [Correlation dependence of the biosynthesis of antibiotics and other biologically active substances in soil streptomycetes]. *Mikrobiologhiia [Microbiology]*, 81(5):36-47. doi: <https://doi.org/10.15407/microbiolj81.05.036> [in Ukrainian].

Derecha, O. A., Bakalova, A. V. (2016) Efektyvnist sumisnoho zastosuvannia mikroelementiv i funhitsydiv na smorodini chornii proty antraknozu [The effectiveness of the combined use of trace elements and fungicides on black currant against anthracnose]. *Visnyk ZhNAEU [Bulletin of ZhNAEU]*, 1 (53), 59 – 65. [in Ukrainian].

Bakalova, A. V., Derecha, O. A. (2016) Biologichna stiikist riznykh sortiv smorodiny chornoj proty zvychnoho pavutynnoho klishcha [Biological resistance of different varieties of black currant against common spider mite]. *Visnyk ZhNAEU [Bulletin of ZhNAEU]*, 2(56), 87 – 94. [in Ukrainian].

Bakalova, A. V., Titarenko, V. E., Radko, V. G. [etc.] (2017) Udoskonalennia elementiv konstruktsii opryskuvachiv dlia pokrashchennia tekhnolohii zakhystu smorodiny chornoj vid shkidnykiv [Improvement of sprayer design elements to improve the technology of blackcurrant protection against pests]. *Skhidno-Yevropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii [Eastern European Journal of Advanced Technologies]*, 3/1(87), 3 – 10. [in Ukrainian].

Tribel, S. O., Sigarova, D. D., Secyn, M. P. [etc.] (2001) Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv [Test methods and application of pesticides]. Kyiv: World. [in Ukrainian]

Ali Okul, O Soylu Zeki, Bulut Huseyin, Cevik Junger. (1992) Chemical experiment against the San jose Scale (*Quadraspidotus perniciosus* Comst.) on apples in winter in central Anatolia. *Zirai mucadele arastigma gilligi*. 20-21. 63 – 64. [in English].

Отримано: 17 серпня 2022
Прийнято: 15 вересня 2022