

**A. В. Штірбу**

доктор філософії,
завідувач відділу виноградарства
Навчально-науковий центр «Інститут виноградарства і виноробства
імені В. Є. Таїрова» Національної академії аграрних наук України
(м. Одеса, Україна)
E-mail: stirbu.a@gmail.com

АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИНОГРАДУ ПРИ РІЗНИХ ПАРАМЕТРАХ ЩІЛЬНОСТІ НАСАДЖЕНЬ

Проведено дослідження агробіологічних особливостей технічних сортів винограду нової селекції при різних параметрах щільності шпалерно-рядових насаджень в природних умовах Причорноморської низовини. Упродовж 2021–2023 років двофакторним дослідом 2×2 вивчено дію двох варіантів щільності насаджень (2 222 кущів/га; 4 000 кущів/га) на рівні навантаження кущів пагонами, показники маси та якості врожаю двох різних сортів винограду Ароматний та Загрей (*Vitis vinifera* L.). У процесі виконання науково-дослідних робіт використаний основний – польовий метод агрономічного дослідження, а також загальноприйняті прийоми – спостереження, експеримент та статистична обробка даних. Встановлено, що в умовах вегетаційних періодів 2021–2023 рр. збільшення щільності насаджень до 4 000 кущів/га, у порівнянні з еталоном, зменшує норму навантаження пагонами у перерахунку на кущ на 19,4–29,5%, масу врожаю з куща на 28,6–29,9% незалежно від сорту. Але, на одиницю площі ділянки під насадженнями сорту Ароматний норма навантаження збільшується на 45,0%, сорту Загрей – на 27,4%. Також підвищується урожайність виноградників на 26,8–32,5%, до рівнів 10,2 т/га сорту Ароматний, 18,8 т/га – Загрей в культурі без зрошення. На період збору врожаю масова концентрація цукрів у суслі винограду сорту Ароматний в середньому дорівнює 157,7 г/дм³, сорту Загрей – 169,3 г/дм³ на еталонних варіантах. Підвищення щільності насаджень збільшує масову концентрацію цукрів у суслі в середньому на 7,1–29,8% або на 12,0–47,0 г/дм³ відповідно. Біологічна продуктивність сорту Ароматний середня, на пагонах формується маса врожаю в середньому 141–145 г/пагін, сорту Загрей дуже висока – 248–253 г/пагін незалежно від щільності насаджень. Агробіологічною основою формування врожаю рослин культурного винограду *Vitis vinifera* L. є рівні навантаження пагонами на одиниці площі під насадженнями та продуктивності пагонів. Під час культивування винограду на території Причорноморської низовини підвищення щільності шпалерно-рядових насаджень до 4 000 кущів/га може розглядатися як фактор збільшення рівнів навантаження пагонами та врожайності, особливо сорту Загрей з дуже високою продуктивністю пагонів.

Ключові слова: виноград, кущ, щільність садіння, урожайність, продуктивність.

A. V. Shtirbu

PhD,
Head of the Viticulture Department,
National Scientific Centre «V. Ye. Tairov Institute of Viticulture and Winemaking» National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine (Odesa, Ukraine)
E-mail: stirbu.a@gmail.com

AGROBIOLOGICAL PECULIARITIES OF GRAPEVINE DEPEND ON THE PARAMETERS OF PLANTING DENSITY

The study of agrobiological peculiarities of wine grape cultivars of new hybrid selection depending different density parameters of trellis-row plantation in the environment of the Black Sea Lowland was carried out. During 2021–2023, the field two-way experiment 2×2, was applied to study the effect of two planting density variants (2,222 vines/ha; 4,000 vines/ha) on the levels of shoot load, weight and quality of the crop yield of two different grape cultivars 'Aromatnyi' and 'Zahrei' (*Vitis vinifera* L.). The research was conducted using the field method, as well as observation, experiment, and statistical data processing. It was established that in the growing seasons of 2021–2023, an increase in planting density to 4,000 vines/ha, compared to 2,222 vines/ha, reduces the shoot load per vine by 19.4–29.5%, and the crop yield per vine by 28.6–29.9%, independent of the cultivar. But, per unit area of the land under the plantations of the 'Aromatnyi' cultivar, the load rate increases by 45.0%, and the 'Zahrei' cultivar – by 27.4%. The vineyard yields are also increasing by 26.8–32.5%, to 10.2 t/ha of 'Aromatnyi' cultivar and 18.8 t/ha of 'Zahrei' cultivar in a non-irrigated culture. During the harvesting period, the mass concentration of sugars in the juice average 157.7 and 169.3 g/dm³ of the 'Aromatnyi' and 'Zahrei' cultivars in variants with a planting density of 2,222 vines/ha. Increasing the density of plantings increases the mass concentration of sugars in the juice by an average of

7.1–29.8% or 12.0–47.0 g/dm³, respectively. The biological productivity of the 'Aromatnyi' cultivar is average, with a yield of 141–145 g/shoot on average, and the 'Zahrei' cultivar is very high, with a yield of 248–253 g/shoot, independent of planting density. The agrobiological basis of yield formation of cultivated grape plants *Vitis vinifera* L. is the level of shoot load per unit area under plantations and shoot productivity. Cultivation of grapevines in the environment of the Black Sea Lowland with an increase in the density of trellis-row plantings to 4,000 vines/ha can be considered as a factor in increasing the levels of shoot load and yield, especially for varieties of very high shoot productivity.

Key words: grapes, vine, planting density, yield, productivity.

Постановка проблеми. Прогнози зміни клімату передбачають значне підвищення температури повітря та зменшення кількості опадів, що вимагатиме оптимізації щільності насаджень у майбутньому на територіях історичних регіонів культивування винограду. В таких умовах площа живлення кущів розглядається як фактор адаптації культури до середовища [10].

Дослідження впливу площі живлення виноградних кущів на розподіл коренів у посушливих умовах показало, що збільшення щільності садіння підвищує кількість коренів на гектарі, у тому числі тих, що виконують функцію всмоктування води і розчинених у ній мінеральних солей з ґрунту. У результаті щільніші насадження краще освоюють ресурси площі живлення [3].

Вплив на встановлення щільності виноградників має механізація, а саме габарити наявних тракторів, машин. В епоху ручної праці та кінної тяги розміщували якомога більше рядів на одиниці площі земельних ділянок. З використанням механізації площа живлення кущів збільшувалася і, на думку А.І. Winkler та ін. [11], нерідко ставала фактором з визначення параметрів ширини міжрядь.

Наведені практики вказують на вплив ряду організаційно-технологічних факторів щодо підбирання доцільної щільності виноградників. Зокрема, для малих господарств, або за обмеженої доступності земельних ділянок придатних під виноград ефективним може виявитись підвищення щільності насаджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

В літературі зустрічаються неоднозначні рекомендації про оптимальну ширину міжрядь для шпалерно-рядових виноградників залежно від природних умов. Так, ширина міжрядь на рівні 2 м доцільна в посушливих районах, при сумі опадів за рік 400–450 мм; 3 м – у районах із сумою опадів за рік 500–550 мм; 3,5 м – більше 550 мм або на зрошуваних ділянках [1].

Однак, у роботі С. Leeuwen та ін. [7] зазначено, що ширина міжрядь та відповідно щільність кущів на одиниці площі під насадженнями істотно впливає на водний режим винограду. Авторами проведено моделювання насаджень із шириною міжрядь 2 м, 3 м та 4 м з урахуванням тенденції зміни клімату. Розріджені насадження у майбутніх посушливих умовах відчуватимуть менший дефіцит ґрунтової вологи.

Площа живлення кущів істотно впливає на продуктивність рослин. В роботі [4], автори дійшли висновку, що рідко посаджені кущі сорту Perlette (3×3 м) ростуть сильніше та їх продуктивність значно вище, ніж густо посаджені (2×2 м). Урожайність насаджень збільшується за підвищеної щільності насаджень. В той час, як якість

ягід столового винограду не змінювалася під дією щільності насаджень.

М. Keller, L. Mills [6] вивчено різні варіанти щільності садіння кущів на виноградниках сорту Concord, від 997 до 4485 кущів/га. Показано, що в період вступу винограду в плодоношення, урожайність при щільності садіння 0,9 м та 1,8 м була вдвічі більша (11,8 т/га), ніж при 2,7 м та 3,6 м (5,6 т/га). Проте в середньому за п'ять наступних років на ущільнених насадженнях урожайність зменшилась на 38% (18,2 т/га), у порівнянні з розрідженим садінням кущів (29,2 т/га). Залежно від кількості рядів на одиниці площі під насадженнями, прибавка врожаю на 2 т/га встановлена при ширині міжрядь на рівні 2,4 м, по відношенню до ширини – 2,7 м.

За даними М.С. McCarthy [9] на розріджених виноградниках ефективність використання рослинами води менша ніж на ущільнених насадженнях. Зазначається, що щільне садіння кущів сприяє меншій витраті води на фізичне випаровування.

Підвищення щільності садіння кущів винограду збільшує загальну кількість коренів на одиниці площі під насадженнями. Відбувається інтенсивніший ріст коренів вглиб. В природних умовах ПАР оптимум площі живлення кущів встановлений на рівні 2,2×1,8 м. Зменшення або збільшення понад зазначені параметри обмежує фізіологічну активність рослин, змінюючи в підсумку урожайність насаджень та якість ягід винограду [5].

Проте, надмірне ущільнення виноградників може погіршувати водний режим кущів, загальмовувати фізіологічні процеси, у тому числі фотосинтез та транспірацію. Такі зміни особливо помітні у другій половині вегетації в час, коли інсоляція і температура повітря досягають максимальних величин [8].

Метою роботи є дослідження агробіологічних особливостей технічних сортів винограду нової селекції при різних параметрах щільності шпалерно-рядових насаджень в умовах Причорноморської низовини.

Методика дослідження. У період 2021–2023 років двофакторним дослідом вивчені агробіологічні особливості двох технічних сортів винограду нової селекції (*Фактор А*) залежно від параметрів щільності насаджень (*Фактор В*).

Схема досліджу:

Фактор А: Сорт	Фактор В: Щільність садіння, кущів/га
Ароматний	2 222
	4 000
Загрей	2 222
	4 000

Основні параметри варіантів досліджу наступні:
Фактор А. Сорти належать до однієї групи – технічних сортів, але відрізняються між собою за видовим походженням, біологічними та господарсько-цінними ознаками.

Фактор В. Кожен сорт культивується при різних параметрах щільності насаджень: 2 222 кущів/га (еталон) – схема садіння кущів 3×1,5 м, догляд за виноградником тракторами тягового класу 1,4 (потужність 60 кВт, марка МТЗ-82; Т-70В); 4 000 кущів/га (дослід) – схема садіння кущів 2×1,25 м, догляд за виноградником малогабаритним трактором тягового класу 0,6 (потужність 14,7 кВт, марка УТО-200).

Дисперсійним аналізом даних передбачається встановити характер впливу на агробіологічні та технологічні показники культивування винограду в природних умовах Причорноморської низовини залежно від: 1) сортових особливостей; 2) щільності шпалерно-рядових насаджень, а також: 3) ефекту взаємовпливу сорту та щільності садіння кущів.

Дослід закладено за методом розщеплених ділянок. Розміщення ділянок багаторядне. Ділянки розбито на чотири блок-повторності. Повторність у часі три роки Основні агробіологічні обліки проводили на 15 рослинах в кожному варіанті, підібраних з урахуванням типовості параметрів системи ведення кущів, з мінімальними розходженнями за вегетативною силою росту [2].

Упродовж вегетації винограду визначали середні рівні навантаження пагонами та суцвіттями в середньому на один кущ (пагонів/кущ) та на один гектар площі під насадженнями (пагонів×10³/га).

Під час збору винограду визначали масу врожаю з кожного облікового куща (кг/кущ) та урожайність насаджень (т/га).

Якість врожаю оцінювали за показниками масової концентрації у соці ягід цукру та винної кислоти (г/дм³). Цукристість визначали за допомогою рефрактометра, кислотність – титрування.

Розраховували коефіцієнт технологічного плодоношення винограду за співвідношенням: кількість суцвіть / кількість пагонів, залишених

після проведення операцій з зеленими частинами кущів; показник продуктивності пагонів: маса врожаю / рівень навантаження пагонами (г/пагін).

Основні результати дослідження. Обліки розвитку та плодоношення виноградних кущів показали, що після проведення операцій з зеленими частинами рослин на дослідних сортах встановлені середні норми навантаження на рівні 21,7 пагонів/кущ сорту Ароматний та 26,8 пагонів/кущ – Загрей при щільності насаджень 2 222 кущів/га. Збільшення щільності насаджень до 4 000 кущів/га зменшує норму навантаження пагонами у перерахунку на кущ на 19,4–29,5%, незалежно від сорту. Але, на одиницю площі ділянки під насадженнями сорту Ароматний норма збільшується на 45,0%, сорту Загрей – на 27,4% (табл. 1).

В середньому за роки досліджень технологічний коефіцієнт плодоношення винограду сорту Ароматний дорівнює 1,0–1,1 грон/пагін, сорту Загрей – 1,2 грон/пагін. Коефіцієнт незначно змінюється під впливом параметрів щільності насаджень.

Показники маси врожаю дослідних сортів винограду змінюються залежно як від сортових особливостей, так й від щільності насаджень. В умовах вегетаційних періодів 2021–2023 років на насадженнях сортів Ароматний та Загрей при еталонній щільності насаджень 2 222 кущів/га середня маса врожаю дорівнює 3,5 кг/кущ та 6,7 кг/кущ відповідно. При підвищенні щільності насаджень до 4 000 кущів/га та одночасного зменшення площі живлення кущів – 2×1,25 м сорту Ароматний маса врожаю з куща зменшується на 28,6%, сорту Загрей – на 29,9%.

Однак рівні показника урожайності виноградників при збільшенні щільності насаджень істотно перевищують еталонний варіант. Так, при щільності насаджень 2 222 кущів/га середня урожайність сорту Ароматний дорівнює 7,7 т/га, сорту Загрей – 14,9 т/га. Збільшення щільності насаджень до 4 000 кущів/га підвищує урожайність на 32,5% та 26,8% відповідно (табл. 2).

Розрахунок стандартного відхилення показує значне розсіювання середніх значень показників врожаю винограду за 2021–2023 рр. Розкидання

Таблиця 1

Вплив параметрів щільності виноградних насаджень на характер розвитку та плодоношення кущів, 2021–2023 рр.

Щільність насаджень, кущів/га	Площа живлення кущів, м ²	Рівень навантаження		Середня кількість, грон/кущ	Коефіцієнт технологічного плодоношення, грон/пагін
		пагонів/кущ	пагонів×10 ³ /га		
Сорт Ароматний					
2 222	3×1,5	21,7 ±1,1	48,2 ±2,5	23,8 ±8,4	1,1 ±0,3
4 000	2×1,25	17,5 ±2,5	69,9 ±10,0	19,0 ±9,8	1,0 ±0,5
Сорт Загрей					
2 222	3×1,5	26,8 ±1,8	59,4 ±7,5	33,8 ±10,2	1,2 ±0,2
4 000	2×1,25	18,9 ±4,2	75,7 ±16,9	24,3 ±12,3	1,2 ±0,3

Примітка: представлені середні значення, ± стандартне відхилення; НІР₀₅^B 4,9 пагонів/кущ, 17,2 тис. пагонів/га.

Показники маси та якості врожаю винограду залежно від параметрів щільності насаджень, 2021–2023 рр.

Щільність насаджень, кущів/га	Площа живлення кущів, м ²	Урожайність		Масова концентрація, г/дм ³ суслу	
		кг/кущ	т/га	цукру	кислот, у перерахунку на винну
Сорт Ароматний					
2 222	3×1,5	3,5 ±1,1	7,7 ±2,4	157,7 ±10,8	4,0 ±1,2
4 000	2×1,25	2,5 ±0,3	10,2 ±1,2	204,7 ±9,2	3,0 ±0,2
Сорт Загрей					
2 222	3×1,5	6,7 ±0,8	14,9 ±1,9	169,3 ±16,7	5,9 ±1,5
4 000	2×1,25	4,7 ±0,3	18,8 ±1,3	181,3 ±17,9	5,4 ±0,5

Примітка: представлені середні значення, ± стандартне відхилення; НІР₀₅^{A,B} 1,2 кг/кущ, 2,9 т/га; НІР₀₅^A 18,9 г цукру/дм³ суслу.

маси врожаю по роках пов'язано з нерівномірним розвитком кущів, що слугувало причиною різного рівню навантаження кущів пагонами та гронами.

Спостереження показують, що на значну варіабельність маси урожаю впливають чисельні абіотичні, біотичні та, в окремих випадках, антропогенні чинники. З року в рік можуть проявлятися такі умови як підвищений дефіцит ґрунтової вологи в окремі фази розвитку рослин, епізоотії і епіфітотії, тощо. На врожай значною мірою впливають й фактори середовища несприятливі для розвитку зачатків суцвіть в зимуючих вічках, для цвітіння та зав'язування плодів, для росту (наливу) ягід.

На період збору врожаю масова концентрація цукрів у суслі винограду сорту Ароматний в середньому дорівнює 157,7 г/дм³, сорту Загрей – 169,3 г/дм³ на еталонних варіантах. Підвищення щільності насаджень збільшує масову концентрацію цукрів у суслі в середньому на 7,1–29,8% або на 47,0 г/дм³ та 12,0 г/дм³ відповідно. Вміст у суслі кислот, у перерахунку на винну, незначно варіює під впливом параметрів щільності насаджень.

Біологічна продуктивність винограду як сортова ознака оцінюється за значеннями співвідношення між масою врожаю та кількістю пагонів на кущах. Показник характеризує здатність рослини формувати продукцію в розрахунку на пагін або орган, на якому створюється врожай.

Проведені нами дослідження дозволили встановити, що показник продуктивності пагонів сорту Ароматний варіює в межах 141–156 г/пагін, сорту Загрей – 248–253 г/пагін незалежно від щільності насаджень (рис. 1).

За систематикою фактичного матеріалу продуктивності різних сортів винограду встановлено, що виноградний кущ як цілісний організм має гомеостатичність за функціями росту та плодоношення та має біологічний максимум продуктивності. Діапазон мінливості показника продуктивності пагонів винограду дозволяє розділити культурні сорти на групи: дуже низької продуктивності ≤70, низької – 71–130, середньої – 131–190, високої – 191–250 та дуже високої – 251–310 г/пагін [2].

Результати досліджень дозволяють встановити, що за показником продуктивності пагонів

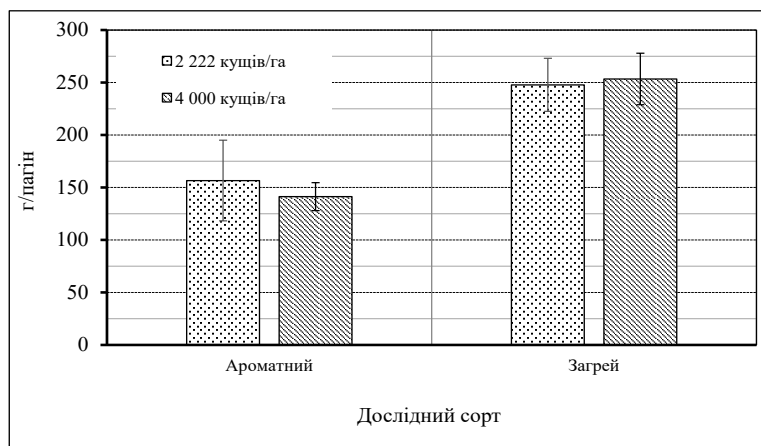


Рис. 1. Рівні біологічної продуктивності пагонів дослідних сортів винограду (г/пагін) залежно від параметрів щільності насаджень, 2021–2023 рр.

Примітка: представлені середні значення, ± стандартне відхилення.

сорт Ароматний відноситься до сортогрупи середньої, а сорт Загрей до – дуже високої біологічної продуктивності.

Дисперсійний аналіз даних показує, що щільність садіння кущів – єдиний фактор «В», що істотно впливає (P -значення $\leq 0,05$) на рівні навантаження пагонами в розрахунку на кущ та на гектар площі під насадженнями. Оскільки ефект взаємного впливу відсутній «Фактори А×В», щільність садіння кущів однаково впливає на рівні навантаження кущів сортів Ароматний та Загрей незалежно від їх біологічних особливостей.

Залежно від сорту «Фактор А» та щільності садіння кущів «Фактор В» значно ($P \leq 0,05$) змінюються показники маси врожаю з кущів та з гектара під насадженнями, вмісту цукру в суслі з ягід винограду. Відмінності за сортовою ознакою винограду проявляються через різні рівні біологічної продуктивності дослідних сортів.

Висновки. Агробіологічною основою формування врожаю рослин культурного винограду *Vitis vinifera* L. є рівні навантаження пагонами на одиниці площі під насадженнями та продуктивності пагонів. Під час культивування винограду на території Причорноморської низовини підвищення щільності шпалерно-рядових насаджень до 4 000 кущів/га може розглядатися як фактор збільшення рівнів навантаження пагонами та врожайності, особливо сорту Загрей з дуже високою продуктивністю пагонів.

Література

1. Дудник М.О., Коваль М.М., Козар І.М. та ін. Виноградарство: підручник. Київ, 1999. 288 с.
2. Методичні рекомендації з агротехнічних досліджень у виноградарстві України / уклад. В.І. Іванченко та ін. Ялта, 2004. 264 с.
3. Archer E., Strauss H.C. Effect of Plant Density on Root Distribution of Three-Year-Old Grafted 99 Richter Grapevines. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 1985. Vol. 6, No. 2. P. 25-30.
4. Brar S., Bindra A. Effect of plant density on vine growth, yield, fruit quality and nutrient status in Perlette grapevines. *Vitis*. 1986. Vol. 25. P. 96-106.
5. Hunter J., Volschenk C. Vine spacing of *Vitis vinifera* cv. Shiraz/101-14 Mgt. I. root growth and physiological activity. *OENO One*. 2024. Vol. 58, No. 1. P. 1-19.
6. Keller M., Mills L.J. High Planting Density Reduces Productivity and Quality of Mechanized Concord Juice Grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 2021. Vol. 72. P. 358-370.
7. Leeuwen C., Pieri P., Gowdy M. et al. Reduced density is an environmental friendly and cost effective solution to increase resilience to drought in vineyards in a context of climate change. *OENO One*. 2019. Vol. 53, No. 2. P. 129-146.
8. Leeuwen C., Trégoat O., Choné X. et al. Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes? *OENO One*. 2009. Vol. 43, No. 3. P. 121-134.
9. McCarthy M.G. The effect of vine spacing on water use efficiency. *Eighth Australian Wine Industry Technical Conference*. 1993. P. 34-37.
10. Pieri P., Lebon E., Brisson N. Climate change impact on French vineyards as predicted by models. *Acta Hort.* 2012. Vol. 931. P. 29-37.
11. Winkler A.J., Cook J.A., Kliewer W.M., Lider L.A. General Viticulture. University of California Press, 1974. 710 p.

References

1. Dudnyk M.O., Koval M.M., Kozar I.M. ta in. (1999) Vynohradarstvo: pidruchnyk. [Viticulture : guide]. Kyiv, 288 s. [in Ukrainian]
2. Metodychni rekomendatsii z ahrotekhnichnykh doslidzhen u vynohradarstvi Ukrainy [Methodological recommendations for agrotechnical research in viticulture of Ukraine] / uklad. V.I. Ivanchenko ta in. Yalta. 2004. 264 s. [in Ukrainian]
3. Archer E., Strauss H.C. (1985) Effect of Plant Density on Root Distribution of Three-Year-Old Grafted 99 Richter Grapevines. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 6(2): 25-30.
4. Brar S., Bindra A. (1986) Effect of plant density on vine growth, yield, fruit quality and nutrient status in Perlette grapevines. *Vitis*, 25: 96-106.
5. Hunter J., Volschenk C. (2024) Vine spacing of *Vitis vinifera* cv. Shiraz/101-14 Mgt. I. root growth and physiological activity. *OENO One*, 58(1): 1-19.
6. Keller M., Mills L.J. (2021) High Planting Density Reduces Productivity and Quality of Mechanized Concord Juice Grapes. *Am. J. Enol. Vitic.*, 72: 358-370.
7. Leeuwen C., Pieri P., Gowdy M. et al. (2019) Reduced density is an environmental friendly and cost effective solution to increase resilience to drought in vineyards in a context of climate change. *OENO One*, 53(2): 129-146.
8. Leeuwen C., Trégoat O., Choné X. et al. (2009) Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes? *OENO One*, 43(3): 121-134.
9. McCarthy M.G. (1993) The effect of vine spacing on water use efficiency. *Eighth Australian Wine Industry Technical Conference*, 34-37.
10. Pieri P., Lebon E., Brisson N. (2012) Climate change impact on French vineyards as predicted by models. *Acta Hort.*, 931: 29-37.
11. Winkler A.J., Cook J.A., Kliewer W.M., Lider L.A. (1974) General Viticulture. *University of California Press*, 710 p.