

МОДЕЛЮВАННЯ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВИНОГРАДУ ТЕХНІЧНИХ СОРТІВ В ПІВНІЧНОМУ ПРИЧОРНОМОР'І ЗА РІЗНИХ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ

Ключові слова: моделювання, виноград, сорт, продуктивність, показники, агрометеорологічні умови, вологі і посушливі умови

Постановка проблеми. Проблема оцінки впливу природних умов на формування продуктивності сільськогосподарських культур в теперішній час не втрачає своєї важливості у зв'язку із оновленням сортименту культур і мінливістю агрометеорологічних умов, які характеризуються значною динамікою. Тому дослідження, спрямовані на вирішення цієї проблеми, відносяться до актуальних.

Однією із важливих сільського сподарських культур в Україні є виноград, основні насадження якого зосереджені в південному регіоні країни та в Українському Закарпатті. За незначних площ під виноградниками виноградарсько-виноробна галузь країни є високоприбутковою. В структурі насаджень винограду переважають технічні сорти, продукція яких використовуються при створенні марочних сухих і десертних вин й коньячної сировини.

Сучасна виноградарська галузь в Україні зосереджена в Північному Причорномор'ї та Закарпатті і представлена більше ніж 50-ма сортами різних строків дозрівання, рівень врожаїв яких досягає 100-150 ц/га. Коливання врожаїв в окремі роки становлять від 30 до 100 ц/га і, як свідчать результати численних досліджень, визначаються, значною мірою, агрометеорологічними умовами – умовами перезимівлі, режимом тепла і вологі впродовж вегетаційного періоду. Тому актуальність досліджень впливу агрометеорологічних умов на формування врожайності винограду різних сортів очевидна.

Метою даної роботи є визначення ступеня впливу різних типів агрометеорологічних умов на формування продуктивності винограду сортів винограду різних строків дозрівання в Північному Причорномор'ї із застосуванням методу математичного моделювання.

Матеріали і методи досліджень. Для проведення досліджень використовувалися матеріали агрометеорологічних і метеорологічних спостережень на метеорологічному майданчику, який розміщений на території ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова» та метеоро-

логічних станцій Сербка, Одеса і Болград Гідрометцентру Чорного і Азовського морів, Баштанка, Миколаїв і Очаків Миколаївського гідрометцентру, Велика Олександрівка, Нова Каховка і Очаків Херсонського гідрометцентру. Основна інформація включала дані по тривалості сонячного саява, середньої температури повітря. Кількості опадів і запасів продуктивної вологі.

Моделювання здійснювалося до сортів винограду Мускат Одеський, Сухолиманський білий і Таїровський чорний середнього, середньопізннього і пізннього строків дозрівання з тривалістю вегетаційного періоду 135-145, 145-150 і 150-165 діб.

На поточний період розроблено багато фізико-статистичних і динамічних моделей для різних сільськогосподарських культур, які дозволяють оцінювати умови росту і розвитку винограду впродовж вегетаційного періоду як результат основних фізіологічних процесів. Це, насамперед, фізико-статистичні моделі Давітая Ф.Ф., Турманідзе Т.І., Фурса Д.І., представлені у вигляді рівнянь регресії, в яких предикторами є показники термічного режиму і теплових ресурсів та кількість опадів і ГТК Селянінова за вегетаційний період культури [3, 10, 11]. Біологічні моделі Амірджанова А.Г., Бондаренко С.Г. та ін. [1, 2] базуються на емпірико-теоретичному підході, метою якого є підбір математичного рівняння, за яким найкраще апроксимувати фактичний хід накопичення біомаси рослинами за весь період вегетації і можливе програмування врожаїв різнопродуктивних сортів винограду. Структурні формули врожайності винограду містять інформацію про число рослин, навантаження пагонами, середню масу грона, коефіцієнт плодоношення. Модель Лянного О.Д та ін [4] базується на врахуванні рівня забезпечення рослин вологою, родючості ґрунту, яка оцінюється за вмістом азоту, фосфору і калію, підсумованих в одну цифру, але в строгому відсотковому співвідношенні 30:7:6,3 за усіх натуральних значеннях в мг на кг ґрунту та середнього рекомендованого

для конкретного сорту винограду значення величини навантаження пагонами.

Перша динамічна модель росту і врожайності виноградної лози розроблена Bindi and ot [12], в якій моделюються такі основні процеси життєдіяльності як протікання основних фаз вегетації, формування листової поверхні, накопичення біомаси і зростання грон. Недолік даної динамічної моделі полягає в тому, що вплив факторів зовнішнього середовища представлено лише температурою повітря та інтенсивністю сонячної радіації. При цьому не враховується режим зволоження та особливості ґрунту.

В 2013 році Ляшенко Г.В. і Жигайло Т.С. була розроблена динамічна модель формування врожайності винограду, структура якої визначалася виходячи із закономірностей формування гідрометеорологічного режиму у системі "ґрунт – рослина – атмосфера" і біологічних уявлень про ріст і розвиток винограду під впливом чинників зовнішнього середовища [4-7, 9]. В основу моделі покладена система рівнянь радіаційного, теплового і водного балансів та балансу біомаси рослин. Модель включає п'ять: блок вихідної інформації; блок радіаційного та теплового режиму; блок фотосинтезу; блок дихання; блок росту та розподілу асимілятів. Основним призначенням моделі є оцінка зміни рівня врожайності за різних агрометеорологічних та агрокліматичних умов. Перевірка адекватності моделі здійснена за даними років, коли проводився польовий дослід, на прикладі двох сортів технічної групи (Загрей і Рубін Таїровський). За цією моделю виконано розрахунки врожайності за різних термічних умов і умов зволоження в Лісо-степовій і Степовій зонах України.

Блок вхідної інформації містить разову і декадну інформацію та параметри моделі, які розробляються на підставі еколого-агротехнологічних даних сортів винограду, в тому числі, вимог до освітлення і величини фотосинтетично активної радіації, мінімальної температури, сум температур та ін. Блок фотосинтезу та дихання винограду, в якому виконується розрахунок інтенсивності фотосинтезу за оптимальних умов тепло- і вологозабезпеченості та реальних умовах освітленості виконується за формулою M. Monsi та T. Saeki.

$$\Phi_0^j = \frac{\Phi_{\max} \alpha_{\phi} I^j}{\alpha_{\phi} I^j + \Phi_{\max}} \quad (1)$$

де Φ_{\max} – інтенсивність фотосинтезу за світлового насичення і нормальної концертрації CO_2 , $\text{мг CO}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$; α_{ϕ} – початковий нахил світлової кривої фотосинтезу, $\text{мг CO}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{год}^{-1} / (\text{кал} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{хв})$; I^j – інтенсивність ФАР, $\text{кал} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{хв}$.

Рівняння інтенсивності фотосинтезу в реальних умовах має вигляд:

$$\Phi_{\tau}^j = \Phi_0^j \cdot \alpha_{\phi}^j \cdot \psi_{\phi}^j \cdot \gamma_{\phi}^j, \quad (2)$$

де Φ_0^j – інтенсивність фотосинтезу за оптимальних умов тепло- і вологозабезпеченості та реальних умов освітленості, $\text{мг CO}_2 \cdot \text{дм}^2 \cdot \text{год}^{-1}$; α_{ϕ}^j – онтогенетична крива фотосинтезу, безрозмірна величина; ψ_{ϕ}^j – функція впливу температури повітря, безрозмірна величина; γ_{ϕ}^j – функція впливу вологості ґрунту, безрозмірна величина. Функції α_{ϕ}^j , ψ_{ϕ}^j , γ_{ϕ}^j нормовані і змінюються від 0 до 1.

Онтогенетична крива представлена як сплайн-функція в залежності від накопиченої суми активних температур. Сплайн-функція представлена лінійними рівняннями, які одержані для міжфазних періодів «розпускання бруньок - цвітіння», «цвітіння - початок дозрівання», «початок дозрівання - технічна стиглість».

Функція впливу температури повітря на інтенсивність фотосинтезу (так звана "температурна крива фотосинтезу") визначається за формулою

$$\psi_{\phi}^j = e^{-1.6867 \left(\frac{T_{\partial} - T_{\text{optm}}}{10} \right)^2} \quad (3)$$

де T_{∂} – середня денна температура повітря, $^{\circ}\text{C}$; T_{optm} – оптимальна температура повітря для фотосинтезу, $^{\circ}\text{C}$.

Функція впливу вологозабезпеченості на інтенсивність фотосинтезу має наступний вигляд:

$$\gamma_{\phi}^j = 2,90 \exp(-0,91 W/W_{\text{нв}}) - 3,64 \exp(-2,73 W/W_{\text{нв}})$$

де W – запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту, мм; $W_{\text{нв}}$ – найменша вологоємність у метровому шарі ґрунту, мм.

Сумарний фотосинтез 1м^2 виноградного насадження за світлий час доби визначається за формулою:

$$\Phi^j = \varepsilon \cdot \Phi_{\tau}^j \cdot L^j \cdot \tau_{\text{Д}}^j, \quad (5)$$

де Φ_{τ}^j – інтенсивність фотосинтезу в реальних умовах, $\text{мгСО}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$; ε – коефіцієнт ефективності фотосинтезу, г/доба ; L – площа листової поверхні, $\text{м}^2/\text{кущ}$; τ_D – тривалість світлого часу доби, год .

Блок росту та розподілу асимілятів. Найбільш простим показником росту біомаси є приріст ΔM за розрахунковий період часу Δt . Приріст біомаси визначається різницею між сумарним фотосинтезом і витратами на дихання:

$$\Delta M^j = \Phi^j - R^j \quad (6)$$

де ΔM – приріст біомаси, г/м^2 ; Φ^j – сумарний фотосинтез, г/м^2 ; R^j – витрати на дихання, г/м^2 ;

Динаміка формування площі листової поверхні визначається з урахуванням приросту маси листя і питомої щільності листя:

$$L^{j+1} = L^j + \Delta m_l \frac{1}{z} \quad (7)$$

де L – площа листової поверхні, $\text{м}^2/\text{кущ}$; m_l – маса листя, г/м^2 ; z – питома площа листя, г/м^3 .

У блоці росту даної моделі за допомогою додаткових параметрів розраховуються сира загальна біомаса і біомаса окремих органів винограду, врожайність з куща і гектара, маса середньої грона, фотосинтетичний потенціал за такими виразами:

$$m_{Ci}^j = \frac{m_i^j}{(100 - \psi_i)10} \cdot K_{земл} \quad (8)$$

де m_{Ci}^j – сира маса і-го органа, кг/кущ ; ψ_i – вміст вологи в і-му органі, %; $K_{земл}$ – коефіцієнт рівня агротехніки, безрозмірна величина, змінюється від 0 до 1.

Фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу розраховується за відомими формулами [1, 8 - 9]:

$$\Phi\Pi^{j+1} = \Phi\Pi^j + \frac{L^{j+1} - L^j}{2} \cdot X \cdot H \cdot n^{j+1} \quad (9)$$

де $\Phi\Pi$ – фотосинтетичний потенціал, $\text{м}^2 \cdot \text{доба}$; L – відносна площа листя, $\text{м}^2/\text{м}^2$; X – довжина крони, м ; H – ширина крони, м ; n – число діб в розрахунковій декаді.

$$\text{ЧП}\Phi^j = \frac{\Delta M^j}{L^j \cdot X \cdot H \cdot n^j} \quad (10)$$

де $\text{ЧП}\Phi$ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м^2 ; ΔM – приріст загальної біомаси за декаду, г/кущ .

Результати досліджень. Нами розглядалися три типи агрометеорологічних умов – нормальний, який відповідає середнім багаторічним умовам для території ННЦ «ІВІВ ім.В.Є.Таїрова», вологий, який характеризує підвищену кількість опадів і знижені температури та сухий тип, за якого відзначається знижена кількість опадів і підвищені температури (табл. 1). Кожний із типів агрометеорологічних умов був ідентифікований за період з 2000 по 2015 ріки і по одному року з кожного із трьох типів агрометеорологічних умов виконано моделювання формування продуктивності винограду трьох сортів за уточненою нами агроєкологічною моделлю [8].

Таблиця 1 – Агрометеорологічні умови в період вегетації технічних сортів винограду на території ННЦ «ІВІВ ім. В.Є.Таїрова»

| Варіанти (типи агрометеорологічних умов) | ПОКАЗНИКИ | | | | |
|---|---------------------------------|----------------------|---------------------------|---|----------------|
| | Середня температура повітря, °С | Кількість опадів, Мм | Гідротермічний коефіцієнт | Запаси продуктивної вологи в 0-100 см шарі ґрунту, мм | |
| | | | | Початок періоду | Кінець періоду |
| I. «Норма» або середні | 20,1-20,5 | 121-140 | 0,85 -1,3 | 90-110 | 41-55 |
| II. «Вологі» | 18,1- 20,4 | ≥140 | ≥ 1.3 | ≥111 | ≥56 |
| III «Сухі» | 20,6- 22,0 | ≤120 | ≤0,80 | ≤110 | ≤40 |

У всіх трьох сортів відзначається збільшення площі листової поверхні від фази розпускання бруньок до початку дозрівання ягід з наступним зменшенням до фази технічної стиглості у зв'язку з опадом старого листя (рис.1). Наочно видно, що інтенсивність наростання листової поверхні у сортів середніх і середньопізніх строків досягання (Мускат одеський і Сухолиманський білий) майже однакова, а у сорту пізніх строків дозрівання (Таїровський чорний) – дещо

вища. Рівно для усіх сортів помітне збільшення інтенсивності наростання листової поверхні за вологого (II) типу агрометеорологічних умов і значне зменшення інтенсивності – за сухого (III) типу. Максимальна різниця площі листової поверхні для пари типів контрастних агрометеорологічних умов «сухі» і «вологі» досягають $2 \text{ м}^2/\text{кущ}$ у сортів Мускат Одеський та Сухолиманський білий і до $6 \text{ м}^2/\text{кущ}$ - у сорту Таїровський чорний.

м²/кущ

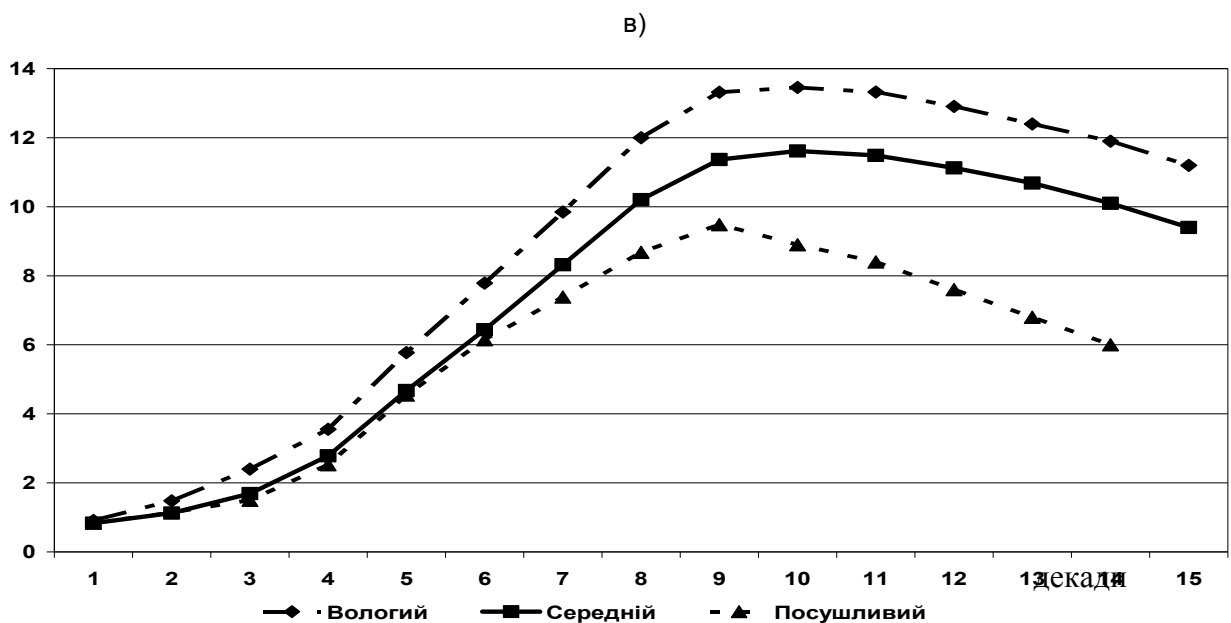
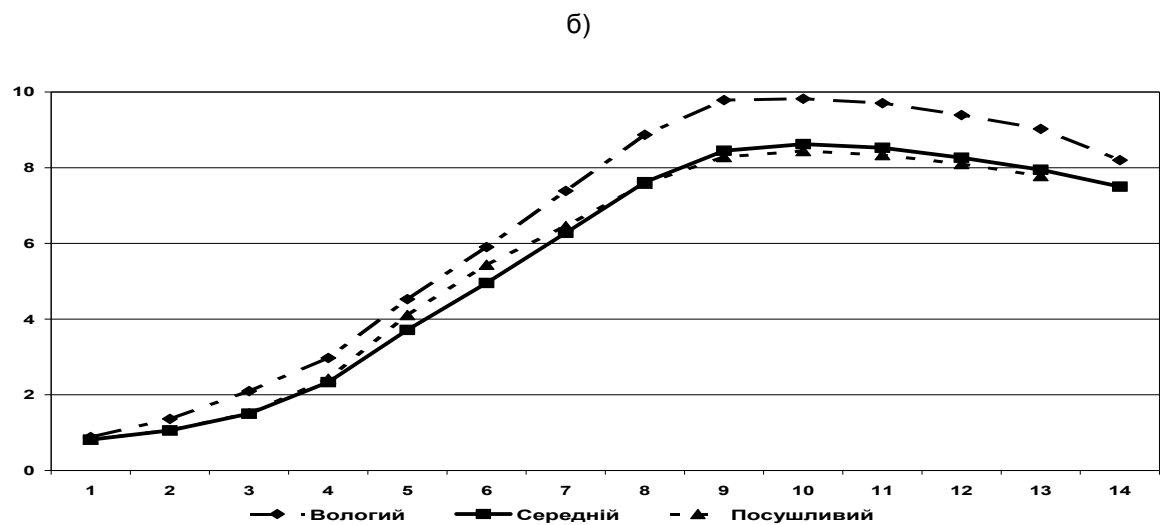
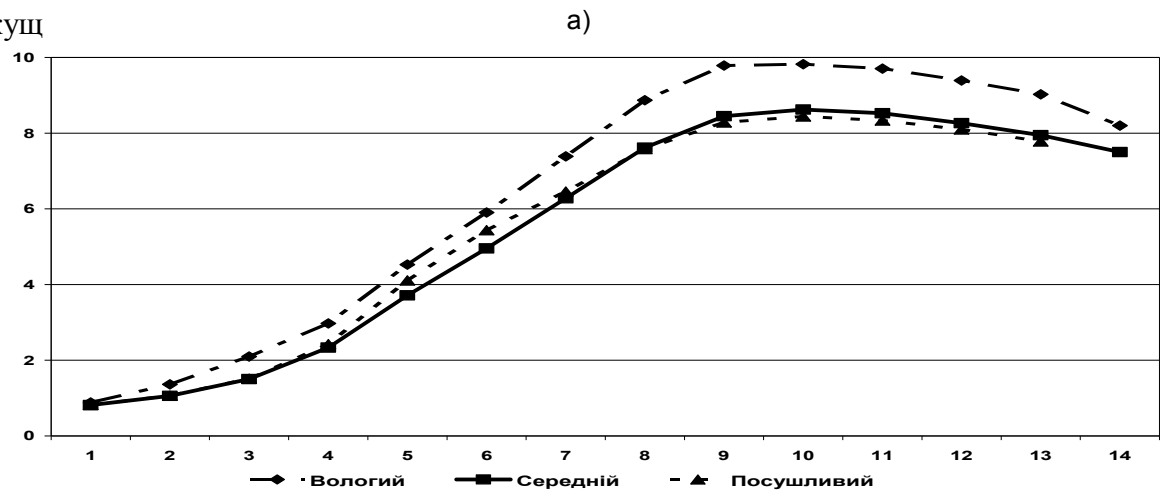


Рис. 1 – Динаміка площі листової поверхні за різних типів агрометеорологічних умов.
а) Мускат одеський, б) Сухолиманський білий, в) Таїровський чорний

Надалі виконано моделювання формування загальної біомаси і біомаси грона винограду вказаних сортів за різних типів агрометеорологічних умов. Рівно для усіх

сортів і типів агрометеорологічних умов найбільша інтенсивність збільшення біомаси відзначається в період від 6 до 10 декад вегетації, коли відзначаються фази розвитку

початок цвітіння – початок дозрівання. У сорту Таїровський чорний (рис. 2а) за середніх агрометеорологічних умов загальна біомаса на момент цвітіння становить 600 г/кущ, збільшуючись до початку дозрівання до 1450 г/кущ, а на дату технічної стиглості до 2500 г/кущ. Біомаса грона від початку дозрівання г/кущ до технічної стиглості збільшується з 650 до 1600 г/кущ. За вологого типу накопичення біомаси було більш інтенсивним і до початку дозрівання загальна біомаса досягла 1700 г/кущ, а маса грона 800 г/кущ, що, відповідно, на 200 г/кущ і 100 г/кущ більше. На технічну стиглість загальна біомаса збільшується до 2800 г/кущ, а маса грон - до 1800 г/кущ. За сухого типу агрометеорологічних умов на кінець

цвітіння загальна біомаса і біомаса грон майже такі, як за середніх багаторічних умов.

У сорту Мускат одеський (рис. 2б) на фазу цвітіння загальна маса така ж, як у сорту Таїровський чорний. На початок дозрівання і технічну стиглість за середніх агрометеорологічних умов загальна біомаса і біомаса грон на 500 г/кущ більше, ніж у Таїровського чорного. За вологого типу умов загальна маса і маса грон на технічну стиглість збільшується відповідно до 3700 і 2450 г/кущ. За сухого типу з початку дозрівання і до технічної стиглості через нестачу вологи інтенсивність накопичення загальної біомаси і маси грон нижче відповідно на 500 і 400 г/кущ.

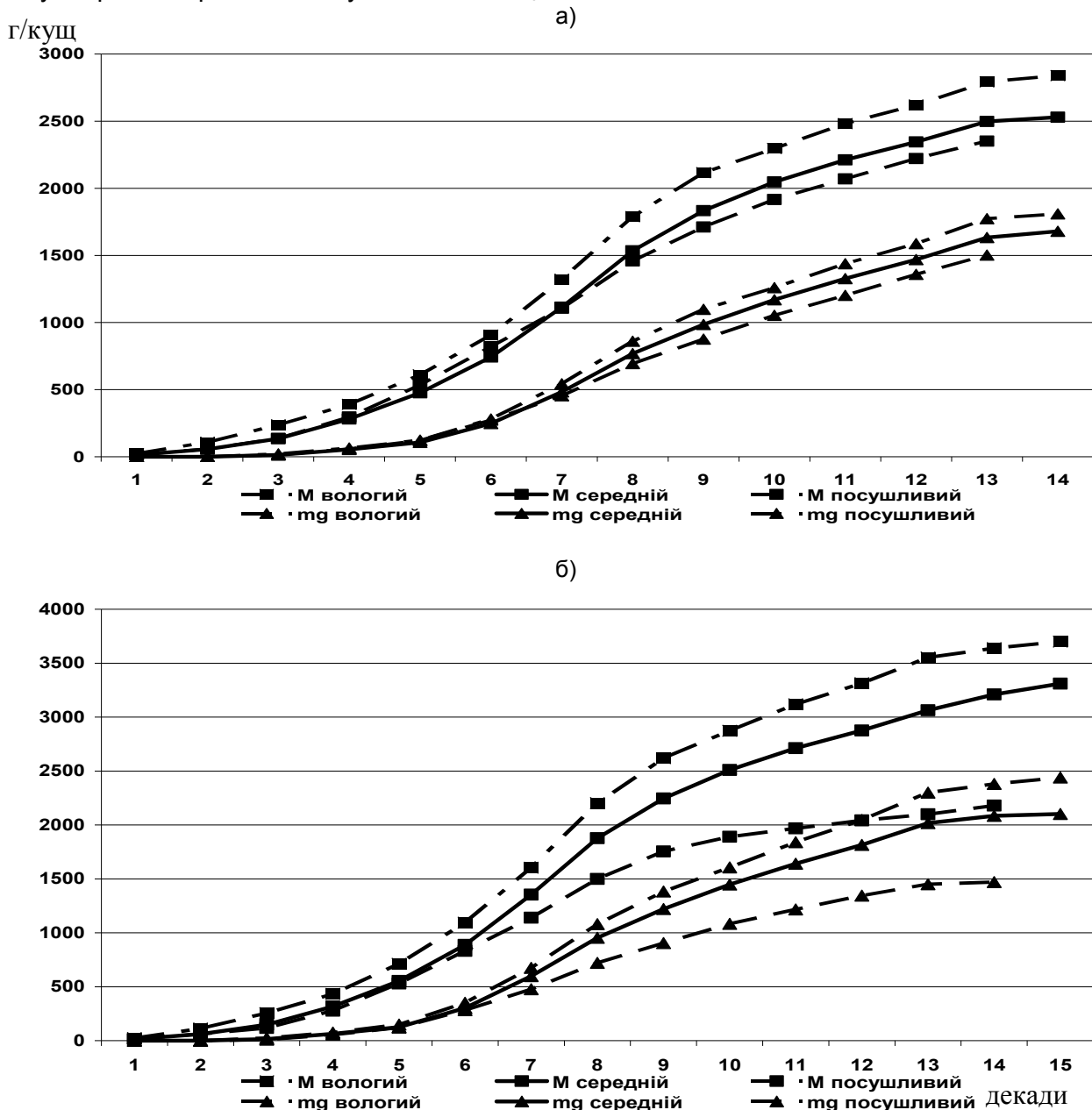


Рис. 2 – Динаміка накопичення загальної біомаси суцвіть і грона за різних типів агрометеорологічних умов. Сорти: а) Таїровський чорний, б) Мускат одеський.

Надалі виконувалося моделювання формування продуктивності винограду в Північному Причорномор'ї за агрокліматичними даними окремих метеостанцій (табл. 2): тривалістю сонячного сяйва, середньою температурою, кількістю опадів і найменшою вологоємністю у шарі ґрунту 0-100 см. За моделлю визначалася максимальна площа листя на кущ, максимальна чиста продуктивність фотосинтезу, фотосинтетичний потенціал, максимальний приріст біомаси і врожайність вино-

граду для сортів Таїровський чорний і Мускат одеський (табл. 3). Різниця у величинах максимальної площі листової поверхні по території у сортів Таїровський чорний і Мускат одеський досягає 2,6 і 4,2 м²/кущ, максимальної чистої продуктивності фотосинтезу – 2,0 і 3,4 г/(м² доба), максимального фотосинтетичного потенціалу – 285 і 392 м²·доба, максимальний приріст у сортів по території досягає 8 і 18 г/(кущ· доба), а врожайність – 46 і 75 ц/га.

Таблиця 2 – Агрокліматичні характеристики Північного Причорномор'я

| Станції | Найменша вологоємність, в шарі ґрунту 0-100 см, мм | Середня температура повітря за вегетацію*, °С | Тривалість сонячного сяйва за вегетацію*, ч | Кількість опадів за вегетацію*, мм |
|-----------------------------|--|---|---|------------------------------------|
| Одеська область | | | | |
| Болград | 189 | 19,5 | 1356 | 277 |
| Одеса | 155 | 19,1 | 1418 | 286 |
| Сербка | 147 | 19,2 | 1418 | 275 |
| Миколаївська область | | | | |
| Баштанка | 168 | 19,0 | 1298 | 270 |
| Миколаїв | 152 | 19,4 | 1412 | 224 |
| Очаків | 152 | 19,2 | 1298 | 202 |
| Херсонська область | | | | |
| Велика Олександрівка | 152 | 19,1 | 1445 | 276 |
| Нова Каховка | 158 | 19,6 | 1445 | 218 |
| Херсон | 152 | 19,3 | 1445 | 235 |

* Період вегетації з 3-ї декади квітня по 2-у декаду вересня

Таблиця 3 – Показники фотосинтетичної діяльності винограду в Північному Причорномор'ї
а) Сорт Таїровський чорний

| Станція | Максимальна площа листя, м ² /кущ | Максимальна ЧПФ за вегетацію, г/(м ² доба) | ФП на технічну стиглість, м ² ·доба | Максимальний приріст, г/(кущ· доба) | Урожайність, ц/га |
|-----------------------------|--|---|--|-------------------------------------|-------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Одеська область | | | | | |
| Болград | 10,0 | 11,4 | 924 | 43 | 135 |
| Одеса | 10,5 | 11,7 | 1008 | 41 | 145 |
| Сербка | 10,2 | 11,2 | 966 | 39 | 147 |
| Миколаївська область | | | | | |
| Баштанка | 10,4 | 11,3 | 1003 | 43 | 141 |
| Миколаїв | 9,8 | 11,6 | 902 | 40 | 117 |
| Очаків | 8,1 | 9,7 | 753 | 37 | 107 |
| Херсонська область | | | | | |
| Велика Олександрівка | 10,7 | 11,6 | 1025 | 45 | 153 |
| Нова Каховка | 9,5 | 11,0 | 877 | 41 | 120 |
| Херсон | 9,6 | 11,6 | 893 | 39 | 115 |

| б) Мускат одеський | | | | | |
|----------------------|------|------|------|----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Одеська область | | | | | |
| Болград | 7,5 | 10,8 | 781 | 34 | 117 |
| Одеса | 9,6 | 8,4 | 964 | 45 | 146 |
| Сербка | 11,2 | 10,0 | 1114 | 51 | 170 |
| Миколаївська область | | | | | |
| Баштанка | 11,2 | 10,2 | 1157 | 49 | 154 |
| Миколаїв | 7,5 | 10,6 | 765 | 37 | 110 |
| Очаків | 7,0 | 7,4 | 658 | 35 | 97 |
| Херсонська область | | | | | |
| Велика Олександрівка | 11,3 | 10,5 | 1155 | 52 | 172 |
| Нова Каховка | 7,1 | 9,3 | 716 | 37 | 111 |
| Херсон | 9,9 | 9,7 | 992 | 46 | 139 |

Висновки. В результаті проведених досліджень встановлено особливості формування продуктивності винограду сортів винограду Мускат одеський, Сухолиманський білий, Таїровський чорний, які відрізняються за строками дозрівання за різних типів агрометеорологічних умов із застосуванням методу математичного моделювання. Новизна представленої матеріалу полягає в тому, що вперше для конкретних сортів для території Північного Причорномор'я розгляда-

ються динаміка наростання площі листової поверхні, накопичення біомаси суцвіть і грон винограду, розраховуються величини чистої продуктивності і фотосинтетичного потенціалу кущів та загальної урожайності винограду. Одержані результати можуть використовуватися фермерами при виборі сортів винограду для закладання виноградників і для аналогічних розрахунків продуктивності винограду інших сортів й на інших територіях.

Список літератури

1. Амирджанов А.Г. Солнечная радиация и продуктивность виноградника / А.Г. Амирджанов. – Л.: Гидрометеиздат, 1980 – 210 с.
2. Бондаренко С.Г. Программирование урожая винограда / Бондаренко С.Г., Кибенко Т.Я., Буянович Н.А. – Кишинев : Штиница, 1977. – 100 с.
3. Давитая Ф.Ф. Исследование климатов винограда в СССР и обоснование их практического применения / Ф.Ф. Давитая. – М.-Л.: Гидрометеиздат, 1952. – 304 с.
4. Агро- и микроклиматическое обоснование размещения сельскохозяйственных культур в Украине (на примере винограда) / Лянной А. Д., Самсонов А. М., Глотова Л. В. та ін. Виноградарство і виноробство. – 2005. - Вип. 42. - С. 87-95.
5. Ляшенко Г.В. Модификация агроэкологической модели формирования урожайности сельскохозяйственных культур применительно к винограду / Ляшенко Г.В. Жигайло Т.С. // Материалы междунар. Науч.-практ. конф. «Достижения, проблемы и перспективы развития отечественной виноградо-винодельческой отрасли на современном этапе». – Новочеркасск: Изд-во ГНУ ВНИИВиВ Россельхозакадемии, 2013. – С. 26-30.
6. Ляшенко Г.В. Влияние погодных условий 2012 и 2013 годов на продуктивность винограда сортов Загрей и Рубин Таировский / Ляшенко Г.В. Жигайло Т.С. // Виноградарство і виноробство. – 2013. - Вип. 50. – С. 38-44.
7. Ляшенко Г. В. Агроекологічна модель формування якості врожаю винограду / Ляшенко Г.В., Соборова О.М., Ляшенко В.О. // Фіз. географія і геоморфологія. -2016. – Вип.2(82). – С. 100-110.
8. Полевой А. Н. Структура моделі оцінки агрокліматичних умов формування продуктивності сільськогосподарських культур / Полевой А.Н. Ляшенко Г.В. // Культура народов причерноморья. – 2006. – №86. – С. 140-144.
9. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов / А.Н. Полевой. – Л. : Гидрометеиздат, 1988. – 318 с.
10. Турманидзе Т. И. Климат и урожай винограда / Т.И. Турманидзе. – Л. : Гидрометеиздат, 1980. – 223 с.
11. Фурса Д. И. Погода, орошение и продуктивность винограда / Д.И. Фурса. – Л. : Гидрометеиздат, 1986. – 199 с.
12. Modelling the impact of climate scenarios on yield and yield variability of grapevine / Bindi M. Gozzini B. and ot. // Proc. Intern. Symp. on Applied Agrometeorology and Agroclimatology. – Volos, Greece, 1996. – P. 213-224.

Ляшенко Г. В., Соборова О. М. Моделювання формування продуктивності винограду в Північному Причорномор'ї під впливом агрометеорологічних умов. Обґрунтовується актуальність досліджень агрометеорологічних умов формування продуктивності винограду. Аналізуються підходи до моделювання формування продуктивності винограду і надається коротка характеристика моделі

продуктивності винограду: параметри моделі, вхідна інформація і блоки розрахунку показників продуктивності винограду як кінцева мета моделювання. Досліджуються агрометеорологічні умови в період вегетації винограду в Північному Причорномор'ї. Виділяються роки з нормальними, вологими і сухими агрометеорологічними умовами. По кожному із сортів винограду для цих умов виконується моделювання формування площі листової поверхні, чистої продуктивності фотосинтезу, фотосинтетичного потенціалу і маси ягід винограду в Лісостеповій і Степовій зонах. Виявлено закономірності та особливості просторового розподілу показників продуктивності винограду різних сортів за різних типів агрометеорологічних умов.

Ключові слова: моделювання, виноград, сорт, продуктивність, показники, агрометеорологічні умови, вологі, нормальні і сухі роки.

Lyashenko G.V., Soborova O.M. Modeling of grapes productivity formation in the northern Black Sea region under the influence of agro-meteorological conditions. The research relevance of agrometeorological conditions of grapes productivity formation is substantiated. Ecological and agrotechnical characteristics of wine grapes that have different growing season duration and ripening - White Sukholimansky, Black Tairovsky and Odessa Muscat are given.

The approaches to modeling a crop productivity formation are analyzed and a brief description of a grape productivity model: model parameters, background information and calculation blocks, grape productivity indexes as an ultimate goal of modeling is given. The agro-meteorological conditions during a grapes growing season in the northern Black Sea coast are studied. The years different in temperature and moisture regimes (warm and cool, wet and dry), and the years (close to a long-term average) with a normal regime of heat and moisture are sorted out.

For each of the grapes varieties for wet, normal and dry years the modeling of forming a leaf surface area (*the LAI*, $m^2/bush$), a net photosynthetic productivity (PEF g/m^2) and a mass of grape berries from the bush ($g/bush$) in a forest-steppe zone and in the north-steppe and medium-steppe subzones in the steppe zone of Ukraine are done. The regularities and features of a spatial distribution of the modulated productivity parameters of the grapes with average, medium and late ripening at different agro-meteorological conditions were detected.

It was established that in wet years the values of all grapes productivity indexes, still on the varieties and zones, are maximum, and in dry years are minimum. At the same time, a range of their variation increases from middle to late according to a ripening period of a variety. In comparison with the corresponding values for the years with a normal regime of temperature and humidity, these values range from 10-15 to 20-25%.

The results of the research allow to evaluate the different zones on the ease for these grape varieties in Ukraine, as well as the ability to perform a similar characteristics of the territory of Ukraine to assess the conditions of other grape varieties productivity formation.

Keywords: modeling, grapes, variety, productivity, indexes, agro-meteorological conditions, wet, normal and dry years.

Ляшенко Г.В., Соборова О.М. Моделирование формирования продуктивности винограда в Северном Причерноморье под влиянием агрометеорологических условий. Обосновывается актуальность исследований агрометеорологических условий формирования продуктивности винограда. Анализируются подходы к моделированию формирования продуктивности винограда и дается краткая характеристика модели продуктивности винограда: параметры модели, исходная информация и блоки расчетов, показатели продуктивности винограда как конечная цель моделирования. Исследуются агрометеорологические условия в период вегетации винограда в Северном Причерноморье. Выделяются годы с нормальными, влажными и сухими агрометеорологическими условиями. По каждому из сортов винограда для этих условий выполняется моделирование формирования площади листовой поверхности, чистой продуктивности фотосинтеза и массы ягод винограда с куста в Лесостепной и Степной зонах Украины. Выявлены закономерности и особенности пространственного распределения моделируемых показателей продуктивности винограда разных сроков созревания при разных агрометеорологических условиях.

Ключевые слова: моделирование, виноград, сорт, продуктивность, показатели, агрометеорологические условия. влажные, нормальные и засушливые годы.

Надійшла до редколегії 05.12.2016