

Національний науковий центр
«Інститут виноградарства і виноробства ім. В. Є. Таїрова»,
Україна

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВИНОГРАДА НА ПРИМЕРЕ СОРТОВ ЗАГРЕЙ И РУБИН ТАИРОВСКИЙ

В работе рассматривается метод математического моделирования фотосинтетической деятельности агроэкосистем. Описаны результаты полевого опыта и численного эксперимента фотосинтетической деятельности винограда сортов Загрей и Рубин Таировский и определены такие параметры: суммы активных и эффективных температур, динамика накопления ФАР, фотосинтетический потенциал. Рассчитаны онтогенетические кривые интенсивности фотосинтеза винограда.

Ключевые слова: виноград, интенсивность фотосинтеза, фотосинтетически активная радиация.

Введение. Фотосинтетическая деятельность растений – это сложная совокупность процессов, в основе которых лежит поглощение растениями в фитоценозах (посевах, насаждениях, естественных ценозах) энергии ФАР и использование ее в процессе фотосинтеза на формирование урожая [1]. Урожайность растений в первую очередь зависит от их суммарной фотосинтетической продуктивности, качество которой определяется не только интенсивностью фотосинтеза, но и размерами ассимилирующей поверхности и временем ее работы. Хозяйственно полезная часть урожая, кроме того зависит от характера распределения ассимилятов в растении, которое может быть весьма различным в зависимости от сорта и агроэкологических условий [2, 3].

Цель настоящей работы – определение агрометеорологических показателей и фитометрических характеристик для расчета онтогенетических кривых фотосинтеза винограда сортов Загрей и Рубин Таировский.

Материалы и методы. В работе использовались данные Гидрометцентра Черного и Азовского морей о продолжительности солнечного сияния, среднесуточные температуры воздуха метеорологической станции *ННЦ* «Института виноградарства и виноделия им. В.Е. Таирова», а также результаты полевого опыта 2012 года (даты наступления фенологических фаз, фитометрические характеристики, значения фотосинтетического потенциала).

Определение суммарной радиации на верхней границе насаждения осуществлялось по методу Сивкова, уточненному Украинцевым для территории Украины. [3]

$$Q^j = 12.66(SS^j)^{1.31} + 315(\sinh h_0^j)^{2.1} \quad (1)$$

где Q – величина суммарной радиации за декаду (кал/см²/дек), SS – продолжительность солнечного сияния за декаду (ч), h_0 – полуденная высота солнца (град.)

Расчеты суммарной ФАР на верхней границе насаждения рассчитывалась с помощью коэффициента перехода (k) от суммарной радиации к ФАР.

$$Q_\phi^j = kQ^j. \quad (2)$$

Расчеты интенсивности ФАР в середине виноградного насаждения проводились по формуле Будаговского [6], согласно которой средняя интенсивность ФАР в насаждении определяется относительной площадью листьев:

$$Q'_\phi = \frac{Q_\phi}{(1 + cL)}, \quad (3)$$

где Q'_ϕ – интенсивность ФАР в середине насаждения (мДж/м²), L – относительная площадь листьев (м²/м²), c – эмпирический коэффициент, который равен 0,65 (безразмерный).

Функция, характеризующая изменение фотосинтетической активности листьев, определяется по уравнению:

$$\alpha_{\phi}^j = \exp[-0.01\lambda_{\phi}(\sum T_B^j - \sum T_{B1}^j)] \quad (4)$$

в котором параметр λ_{ϕ} находится по формуле:

$$\lambda_{\phi} = \frac{-100 \ln \alpha_{\phi}^o}{\sum T_{B1}}, \quad (5)$$

де α_{ϕ}^o - характеризует начальную интенсивность фотосинтеза по отношению к максимальной; $\sum T_B$ - сумма эффективных температур воздуха, накопившаяся от начала вегетации, °С; $\sum T_{B1}$ - сумма эффективных температур воздуха, накопившаяся от начала вегетации до наступления фазы развития, в которую наблюдается максимальная интенсивность фотосинтеза, °С.

Обсуждение результатов исследований. В данной работе изучались перспективные сорта винограда Загрей и Рубин Таировский, которые отличаются по срокам созревания, соответственно среднепозднего и позднего сроков. У них отмечаются различия в интенсивности развития, и как следствие сроках наступления фенологических фаз. Так фаза «распускания почек» у сорта Загрей отмечается 24 апреля, что на 3 дня ранее, нежели у Рубина Таировского (табл. 1). По ходу вегетационного периода разрыв между датами наступления фенологических фаз увеличивается и составил 10 дней на момент технической спелости.

Такие различия в прохождении фаз определяются термическим режимом и динамикой накопления активных и эффективных температур. Так, например, для сорта Загрей на начало фазы «распускание почек» сумма активных температур составила 172°С, сумма эффективных температур – 32°С, а для сорта Рубин Таировский соответственно – 223°С и 53°С. На дату наступления технической спелости эти суммы составили 3021°С и 1651°С для сорта Загрей, 3238°С и 1768°С для Рубина Таировского.

Продуктивность насаждений винограда зависит в конечном итоге от количества поглощенной растениями энергии ФАР и использование ее в процессе фотосинтеза на образование органической продукции. Основным органом, воспринимающим лучистую энергию и взаимодействующим с ней, является лист, от линейных размеров которого зависит, уровень поглощенной растениями энергии ФАР [6]. В результате расчета ФАР на верхней границе виноградных насаждений было установлено, что для сорта Загрей на дату технической спелости сумма ФАР составила 920 мДж/м², для сорта Рубин Таировский – 1030 мДж/м²; в середине насаждения – 250 мДж/м² и 345 мДж/м², соответственно. Различия по двум сортам на дату начала цветения составили 85 мДж/м² верхней границе насаждений и 30 мДж/м², на начало созревания соответственно 100 мДж/м² и 65 мДж/м², а на техническую спелость 100 мДж/м² и 95 мДж/м²

Таблица 1

Параметры фотосинтетической деятельности винограда

Показатели	Фазы вегетации			
	Распускан ие почек	Начало цветения	Начало созревания	Техническая спелость
Загрей				
Дата наступления фазы	24.04	19.05	17.07	25.08
Сумма активных температур, °С	172	678	2026	3021
Сумма эффективных температур, °С	32	286	1046	1651
Сумма ФАР на верхней границе насажде- ния, мДж/м ²	-	195	680	920
Сумма ФАР в середине насаждения, мДж/м ²	-	140	210	250
Фотосинтетический потенциал, м ² ·дней	-	62	554	857
Рубин Таировский				
Дата наступления фазы	27.04	22.05	24.07	04.09
Сумма активных температур, °С	223	732	2213	3238
Сумма эффективных температур, °С	53	312	1163	1768
Сумма ФАР на верхней границе насаждения, мДж/м ²	-	280	790	1030
Сумма ФАР в середине насаждения, мДж/м ²	-	170	275	345
Фотосинтетический потенциал, м ² ·дней	-	59	446	595

Для характеристики фотосинтетической деятельности винограда наряду с размерами площади листьев используется показатель фотосинтетического потенциала. Он выражается в $\text{м}^2 \cdot \text{дней}$ и представляет собой сумму ежедневных площадей листьев виноградного куста за рассматриваемый период. Фотосинтетический потенциал за период «распускание почек - техническая спелость» составил $857 \text{ м}^2 \cdot \text{дней}$ для сорта Загрей и $595 \text{ м}^2 \cdot \text{дней}$ для сорта Рубин Таировский.

С помощью полученных в результате полевого опыта параметров фотосинтетической деятельности винограда была выполнена серия численных экспериментов, в результате чего были построены онтогенетические кривые фотосинтеза исследуемых сортов винограда для вегетационного периода 2012 года. На рис. 1а) представлены онтогенетические кривые фотосинтеза исследуемых сортов винограда рассчитанные с учетом сумм эффективных температур. Биологический минимум для определения эффективных температур принимался равным 10°C . Исследования показали, что у обоих сортов максимальная интенсивность фотосинтеза листьев винограда отмечается на 4-ю декаду от распускания почек. Следует отметить, что у сорта Загрей в течение первых 4-х декад интенсивность фотосинтеза выше, чем у сорта Рубин Таировский. После достижения максимума происходит снижение интенсивности фотосинтеза.

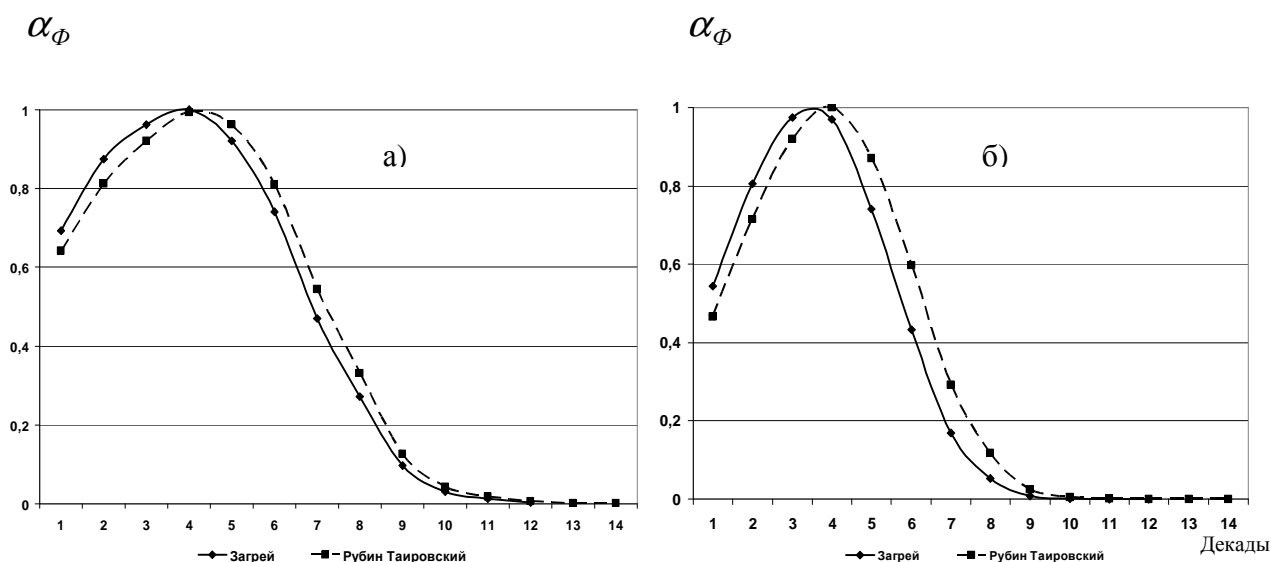


Рисунок 1 - Онтогенетические кривые фотосинтеза за период «распускание почек - техническая спелость» рассчитанные: а) – по сумме эффективных температур; б) – по сумме активных температур.

Биологический минимум исследуемых сортов винограда не является постоянной величиной, он изменяется от года к году и в течение вегетационного периода, поэтому были проведены аналогичные расчеты с учетом активных температур (рис. 1б), которые менее изменчивы. Онтогенетические кривые фотосинтеза полученные данным методом отличаются более низкими начальными значениями, резким изменением интенсивности фотосинтеза в течение вегетационного периода. Установлено также, что максимальная интенсивность фотосинтеза у сорта Загрей отмечается на 5 дней раньше, чем у сорта Рубин Таировский.

Выводы. В результате выполненных исследований получены некоторые параметры фотосинтетической деятельности и определены онтогенетические кривые интенсивности фотосинтеза сортов винограда Загрей и Рубин Таировский за 2012 год. Для более полного исследования фотосинтетической деятельности данных сортов в дальнейшем будут рассчитаны онтогенетические кривые интенсивности фотосинтеза по средним многолетним показателям, а также будут определены функции влияния температуры воздуха и влажности почвы на интенсивность фотосинтеза.

Литература

1. *Амирджанов А.Г.* Солнечная радиация и продуктивность виноградника. / А.Г.Амирджанов – Л.: Гидрометеиздат, 1980 – 210 с.
2. *Ничипорович А.А.* Энергетическая эффективность фотосинтеза. / *Ничипорович А.А.* – М.: изд. АН СССР, 1979. – 37с.
3. *Полевой А.Н.* Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. / *Полевой А.Н.* – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 175с.
4. *Сытник К.М.* Физиология листа. / *Сытник К.М., Мусатенко Л.И., Богданова Т.Л.* – Киев: Наукова думка, 1978. – 390с.
5. *Турманидзе Т.И.* Климат и урожай. / *Турманидзе Т.И.* – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 213с.
6. *Шульгин И.А.* Растение и солнце. / *Шульгин И.А.* – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 251с.

Ляшенко Г.В., Жигайло Т.С

Використання методу математичного моделювання для дослідження фотосинтетичної діяльності винограду на прикладі сортів Загрей та Рубін Таїровський

В роботі розглядається метод математичного моделювання фотосинтетичної діяльності агроecosystem. Описані результати польового дослідження та чисельного експерименту фотосинтетичної діяльності винограду сортів Загрей і Рубін Таїровський та визначені такі параметри: суми активних і ефективних температур, динаміка накопичення ФАР, фотосинтетичний потенціал. Розраховані онтогенетичні криві інтенсивності фотосинтезу винограду.

Ключові слова: виноград, інтенсивність фотосинтезу, фотосинтетично активна радіація.

Layshenko G.V. Zhygailo T.S.

Using of mathematical modeling method to grapes photosynthetic activity research on Zagrey and Rubin Tairovski varieties example

This state describes the mathematical modelling method of agroecosystems photosynthetic activity. Regarded field and numerical experiments results of grape the photosynthetic activity varieties Zagrey and Rubin Tairovskiy and obtained parameters: sum of active and effective temperatures, dynamic of FAR, photosynthetic potential. The ontogenetic curves of grapes photosynthesis rate were calculated.

Key words: grape, rate of photosynthesis, photosynthetic activity radiation.