

УДК 634.8:551.58:577.46

Г.В. Ляшенко*, д.г.н., Т.С. Жигайло, аспирант

*ННЦ «Институт виноградарства и виноделия им. В.Е. Таирова»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СОРТОВ ВИНОГРАДА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Представлены результаты расчетов продуктивности винограда сортов Рубин Таировский и Загрей. Рассматриваются три сценария агрометеорологических условий. Расчеты выполнены с помощью динамической модели формирования продуктивности винограда «Vitis vinifera – 2013», разработанной авторами.

Ключевые слова: виноград, продуктивность, математическая модель, агрометеорологические Условия.

Введение. Виноград является одной из высокодоходных сельскохозяйственных культур. При правильном научно обоснованном подходе к возделыванию этой культуры можно получать высокие урожаи и в Северном Причерноморье Украины. Получение устойчивых урожаев винограда возможно, если наряду с высокими технологиями выращивания, использовать особенности климата региона и агрометеорологические условия конкретных лет.

Анализ последних исследований и публикаций. Моделирование - это метод, который интенсивно используется в современных научных и технических исследованиях. Математические модели используют для количественного описания функционирования системы. В настоящее время в виноградарстве существуют физико-статистические модели, описанные в работах А.Г. Амирджанова [1], С.Г. Бондаренко Кибенко Т.Я. [2] и др., которые связаны с понятиями «продуктивность побега» и «продуктивность сорта». Простые динамические модели, учитывающие влияние отдельных факторов внешней среды на формирование урожайности, описаны в работах *Bindi M. Gozzini B.* [7]. Для практики представляют интерес длиннопериодные динамические модели, позволяющие учитывать влияние комплекса факторов внешней среды на отдельные звенья продукционного процесса.

Целью представленной статьи является оценка продуктивности перспективных технических сортов винограда селекции ННЦ «ИВиВ им. В.Е. Таирова» в зависимости от агрометеорологических условий, выполненная с применением разработанной авторами математической модели «Vitis vinifera – 2013».

Материалы и методы исследований. В исследовании используется длиннопериодная динамическая модель «Vitis vinifera – 2013», которая позволяет оценивать формирование урожая винограда в течение вегетационного периода, регистрировать биометрические и биохимические изменения в растениях, вызванные как естественным ходом онтогенетического развития, так и влиянием на них факторов внешней среды, прежде всего, комплекса агрометеорологических условий.

При разработке модели использовался подход, предложенный А.Н. Полевым [6]. Модель «Vitis vinifera – 2013» позволяет оценить формирование однолетней массы виноградного куста с учетом динамики роста биомассы листьев, побегов, соцветий и гроздей. В модели задавалось, что однолетний прирост побегов соседних кустов не пересекается, находится над горизонтальной проекцией, длина которой равна расстоянию между кустами, а ширина – средней за вегетационный период ширине кроны, которая задается агротехническим приемом подвязкой.

Модель имеет иерархическую структуру и содержит пять основных блоков:

- входной информации;

- радиационного и термического режимов;
- фотосинтеза;
- дыхания;
- роста и распределения ассимилятов.

На выходе модели рассчитывается биомасса отдельных органов (листьев, побегов, соцветий и гроздей) и общая биомасса виноградного куста.

Входной блок содержит разовую и декадную информации, а также параметры модели. Разовая информация вносится однократно в начале расчетов и характеризует состояние виноградника и территорию его расположения. К декадной относится информация об агрометеорологических условиях на каждом расчетном шаге модели. Параметры модели описывают биологические особенности конкретного сорта винограда.

В блок радиационного и термического режимов входят уравнения расчета суммарной радиации, интенсивности ФАР на верхней границе насаждения и в середине кроны, сумма накопленных активных температур и средней дневной температуры воздуха [4].

Фотосинтез, дыхание и рост являются фундаментальными процессами, в ходе которых происходит формирование урожая. Для описания процесса фотосинтеза в модели используются уравнения расчета интенсивности фотосинтеза в оптимальных и реальных условиях; дыхания – уравнения, описывающие связи с поддержанием структурной организации тканей и передвижением веществ, фотосинтезом и созданием новых структурных единиц для роста растений [3, 6].

В блоке роста и распределения ассимилятов выполняется расчет прироста общей биомассы и биомассы отдельных органов. Прирост общей биомассы определяется разницей между суммарным фотосинтезом и затратами на дыхание. Для расчета прироста отдельных органов в течение вегетационного периода используются функции распределения ассимилятов.

Результаты и обсуждения. С помощью динамической модели «Vitis vinifera – 2013» был проведен ряд численных экспериментов расчета продуктивности винограда. Определены три сценария агрометеорологических условий:

- при I-ом сценарии агрометеорологические условия соответствуют среднему многолетнему режиму погоды;
- при II-ом сценарии агрометеорологические условия характеризуются пониженным режимом выпадения осадков и повышенным температурным режимом;
- при III-ем сценарий – погодные условия характеризуются повышенным режимом выпадения осадков и пониженным температурным режимом.

Расчеты проводились для виноградников, расположенных на территории ННЦ «Институт виноградарства и виноделия им. В.Е. Таирова»

Сценарий I, при котором основные характеристики агрометеорологических условий следующие:

- средняя за вегетацию температура воздуха равна 20,1 °С;
- сумма осадков за вегетацию составляет 129 мм;
- ГТК за вегетацию – 0,95.

Результаты расчетов по модели представлены на рис. 1а и 1б. Период от фазы «распускание почек» до фазы «техническая спелость» у сорта Загрей (рис. 1а) составляет 13 декад. Площадь листовой поверхности на конец первой декады составила 0,8 м²/куст, затем идет ее интенсивный рост, а к началу созревания ягод винограда (9-я декада) площадь листьев достигает своего максимума - 8,6 м²/куст. В дальнейшем происходит небольшое снижение и на момент наступления фазы

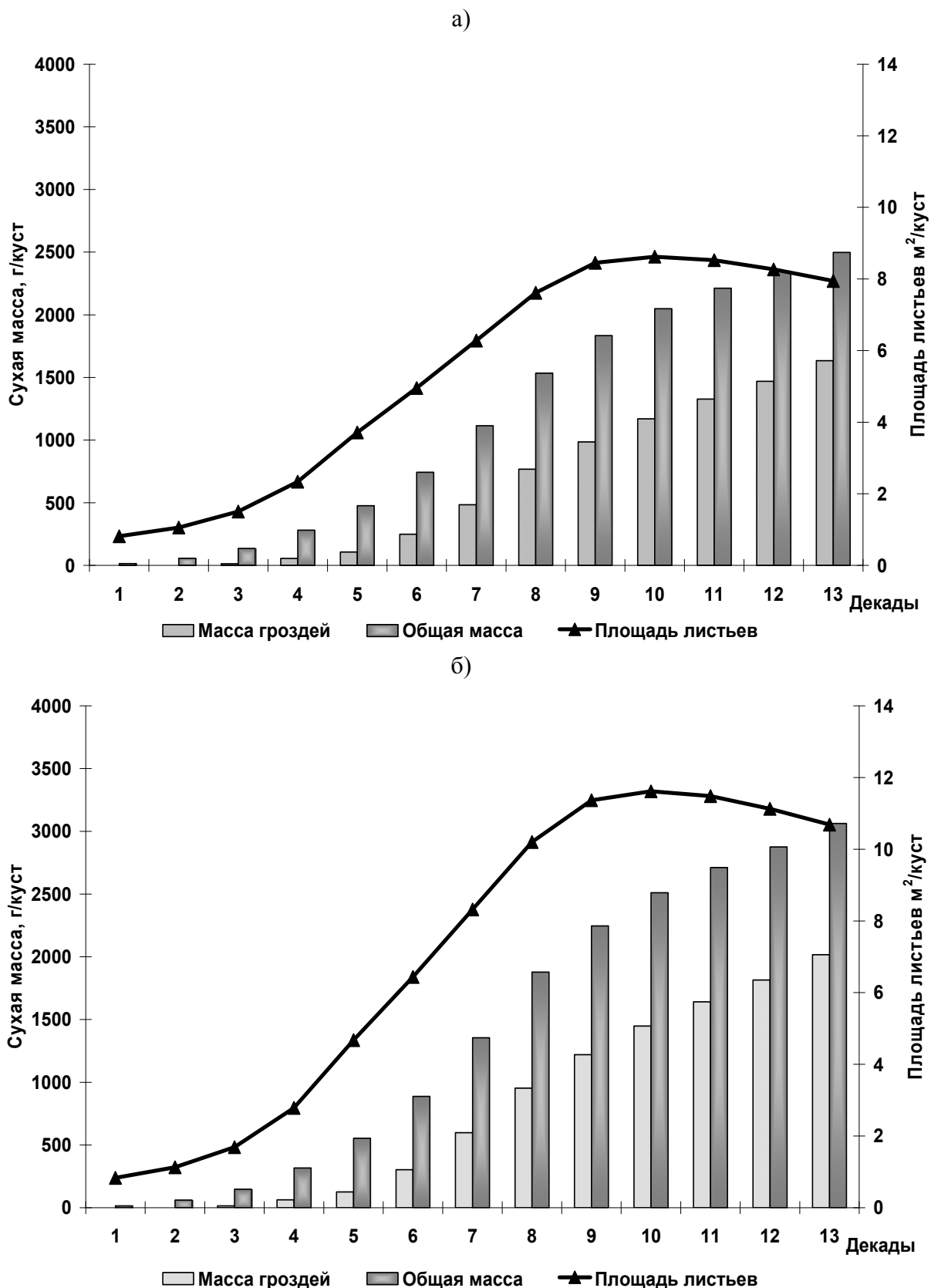


Рис. 1 – Динаміка площі листя (LL, м²/м²) і сухої біомаси винограда: загальної (М) і гроздей (m_г) по середньорічному року: а) Сорт Загрей; б) Сорт Рубин Таирівський. ННЦ «Інститут виноградарства і виноделія ім. В.Е. Таирова»

«техническая спелость» площадь листовой поверхности составляет 7,9 м²/куст. Прирост биомассы винограда отмечается в течение всей вегетации. В течение вегетации рассматриваемого периода приросты неодинаковые: в начале периода приросты биомассы наименьшие, а наибольших значений они достигают в период цветения (7-8-я декады) - общая биомасса на этот момент составляет 1120 - 1535 г/куст, биомасса гроздей равна 485 - 770 г/куст. На конец вегетации общая биомасса составляет 2500 г/куст, а масса гроздей увеличивается до 1600 г/куст.

Вегетационный период сорта Рубин Таировский (рис. 1б) также равен 13 декадам, однако этот сорт формирует большую площадь листьев на учетную площадь почвы, чем сорт Загрей. Интенсивность нарастания площади листьев у этого сорта на 1/3 выше и на начало созревания ягод площадь листовой поверхности достигает 11,6 м²/куст. В последующем, как и у сорта Загрей, отмечается снижение площади листовой поверхности и на конец вегетации она составляет 10,6 м²/м². Анализ динамики биомассы данного сорта свидетельствует, что при более интенсивной, по сравнению с сортом Загрей, работе листового аппарата прирост биомассы выше и на период цветения (7-8-я декады) общая его биомасса больше на 230 -355 г/куст, а масса гроздей - на 115 - 180 г/куст. На фазу «техническая спелость» общая биомасса сорта Рубин Таировский составляет 3060 г/куст, масса гроздей достигает 2015 г/куст, что, соответственно, на 440 и 415 г/куст больше, чем у сорта Загрей.

Сценарий II – агрометеорологические условия тепле и засушливые:

- средняя за вегетацию температура воздуха 20,5 °С;
- сумма осадков за вегетацию 83 мм;
- ГТК за вегетацию 0,3.

Такие агрометеорологические условия наблюдались в 1986 году, который и взят для моделирования формирования продуктивности винограда. В этот год температура в среднем за вегетацию была выше средних многолетних условий на 0,4 °С, а количество выпавших осадков составило 64% нормы. Показатель увлажнения ГТК Селянинова равен 0,3, что дает основание утверждать очень сильной засухи в период вегетации винограда. Результаты расчетов свидетельствуют (рис 2а), что динамика формирования площади листьев у сорта Загрей в данном году незначительно отличается от динамики по I -му сценарию. Так, например, максимальное значение площади листьев составляет соответственно составили 8 и 8,6 м²/куст, а на конец вегетации - 7,8 и 7,9 м²/куст. Сравнительный анализ расчетов динамики биомассы по первому и второму сценариям позволил установить, что в период максимального прироста биомассы значения различаются в среднем на 100 г/куст; а на фазу «техническая спелость» 100 -150 г/куст.

Анализ динамики показателей продуктивности у сорта Рубин Таировский (рис 2б) показал, что его чувствительность к неблагоприятных агрометеорологических условий в сухой 1986 год значительно больше. Установлено, что, по сравнению с I-м сценарием (рис.1б), площадь листовой поверхности на фазу «цветение» для данного сорта уменьшилась до 7,8 м²/куст, а на конец вегетации она сократилась почти в два раза. Значительно уменьшился и прирост биомассы. Так на фазу «цветение» различия общей биомассы составляют 210 - 390 г/куст, биомассы гроздей – 125 -230 г/куст. На фазу «техническая спелость» эти различия составили соответственно 940 и 565 г/куст.

Сценарий III – агрометеорологические условия характеризуются прохладными и влажными, которые наблюдались в 1977 году:

- средняя за вегетацию температура воздуха 18,9 °С;
- сумма осадков за вегетацию 154 мм;
- ГТК за вегетацию 2,1.

В этом году средняя за вегетацию температура воздуха была на 1,2 °С ниже средней многолетней температурой, а количество выпавших осадков составило 119%

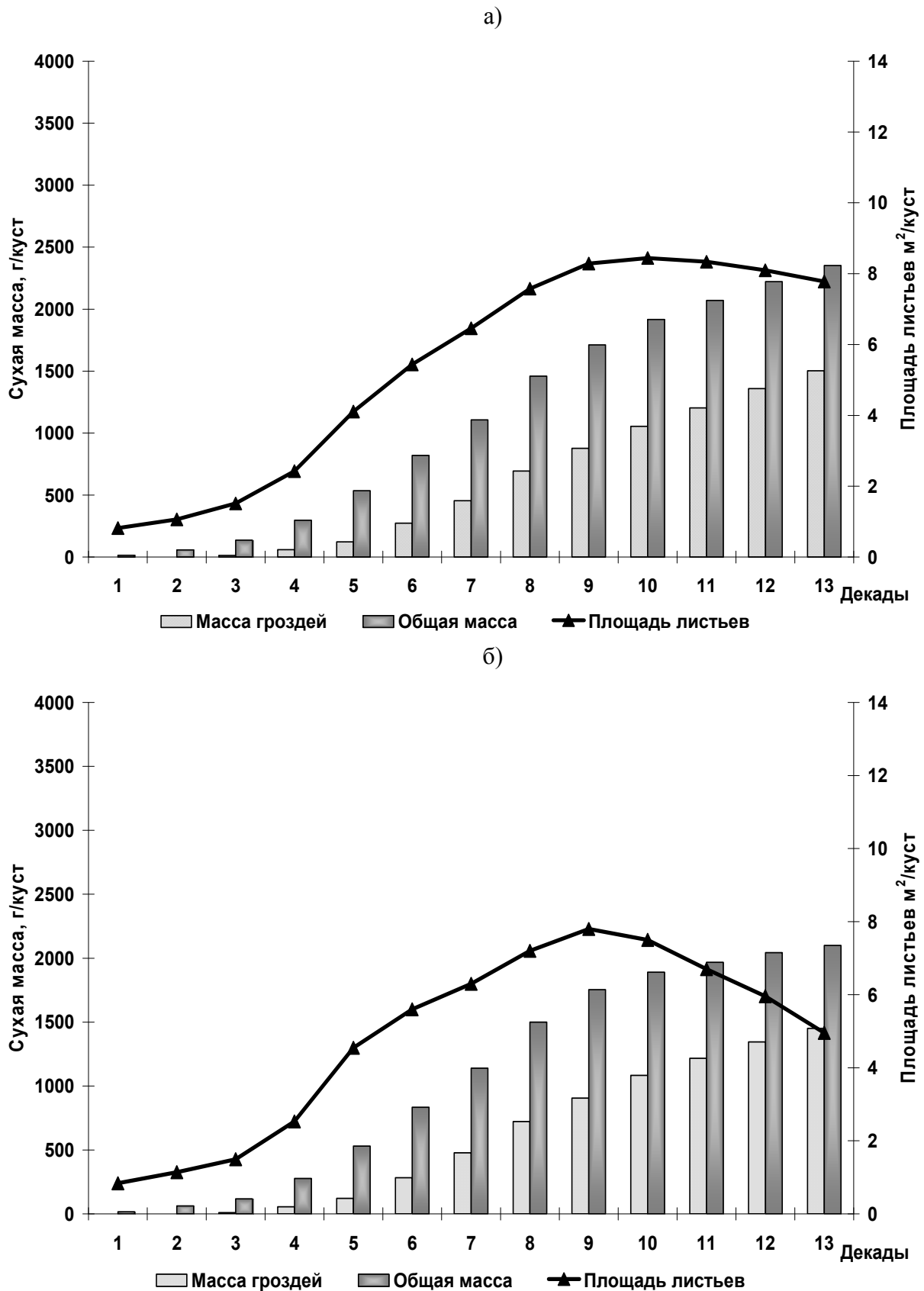


Рис. 2 – Динамика площади листьев ($LL, m^2/m^2$) и сухой биомассы винограда: общей (M) и гроздей (m_p) по «сухому» 1986 году: а) Сорт Загрей; б) Сорт Рубин Таировский. ННЦ «Институт виноградарства и виноделия им. В.Е. Таирова». нормы. Гидротермический коэффициент Селянинова равен 2,1.

Анализ полученных результатов расчетов показал, что под влиянием агрометеорологических условий этого года показатели продуктивности сорта Загрей (рис. 3а) практически не различаются с предыдущими сценариями. Отмечается незначительное увеличение площади листовой поверхности. Так, если по первому сценарию на фазу «цветение» она составляла 8,6 м²/куст, то в условиях хорошего увлажнения увеличивается до 9,8 м²/куст. В эту фазу отмечается некоторое увеличение приростов общей биомассы - на 200 - 255 г/куст. Однако биомасса гроздей увеличивается лишь на 70 - 90 г/куст. На конец вегетации за счет увеличения биомассы листьев, общая биомасса увеличивается на 300 г/куст, а масса гроздей - лишь на 145 г/куст,

Более отзывчивым на увлажнение является сорт Рубин Таировский - интенсивность нарастания площади листьев достигает 13,5 м²/куст. В период цветения прирост общей биомассы увеличивается до 250 - 310 г/куст, а биомасса гроздей, по сравнению с первым сценарием, больше на 50 -75 г/куст. На конец вегетации общая биомасса увеличивается на 500 г/куст, а масса гроздей - на 300 г/куст.

Наглядное представление о влиянии различных агрометеорологических условий на формирование продуктивности технических сортов винограда Рубин Таировский и Загрей дают данные табл.1. Так, при недостаточным увлажнением максимальная площадь листьев у сорта Рубин Таировский снижается до 7,8 м²/куст, что по сравнению со средними многолетними условиями (норма) составляет 30%. Масса средней грозди снижается на 55 г/, а потери урожайности составляют 1,5 кг/куст. У сорта Загрей площадь листьев уменьшается до 8,0 м²/куст, масса средней грозди - на 46 г, а потери урожая равны 0,4 кг/куст.

Таблица 1 – Показатели продуктивности винограда. ННЦ «Институт виноградарства и виноделия им. В.Е. Таирова»

Сорт	Сценарий (агрометеорологические условия)	Максимальная площадь листьев, м ² /куст	Масса средней грозди, г/куст	Урожайность, кг/куст
Рубин Таировский	«Норма»	11,0	195	6,7
	«Сухие теплые»	7,8	140	4,8
	«Влажные прохладные»	13,5	222	7,7
Загрей	«Норма»	8,6	157	5,4
	«Сухие теплые»	8,0	111	5,0
	«Влажные прохладные»	9,8	171	5,9

Во влажный год максимальная площадь листьев у сорта Рубин Таировский увеличивается до 13,5 м²/куст, масса средней грозди возрастает до 222 г/куст, а урожайность повышается до 7,7 кг/куст. У сорта Загрей максимальная площадь листьев возрастает до 9,8 м²/куст, масса средней грозди до 171 г/куст, а урожайность увеличился до 5,9 кг/куст.

Различия максимальной площади листьев на куст у сорта Рубин Таировский в зависимости от агрометеорологических сортов составляют 5,7 м²/куст, а у сорта Загрей – 1,8 м²/куст. Различия массы гроздей и урожайности с куста на конец вегетации соответственно составили 82, 60 г/куст и 2,9, 0,9 кг.

Результаты численного эксперимента по моделированию влияния агрометеорологических условий на формирование продуктивности винограда двух сортов позволили выявить, что при значительно больших абсолютных величинах

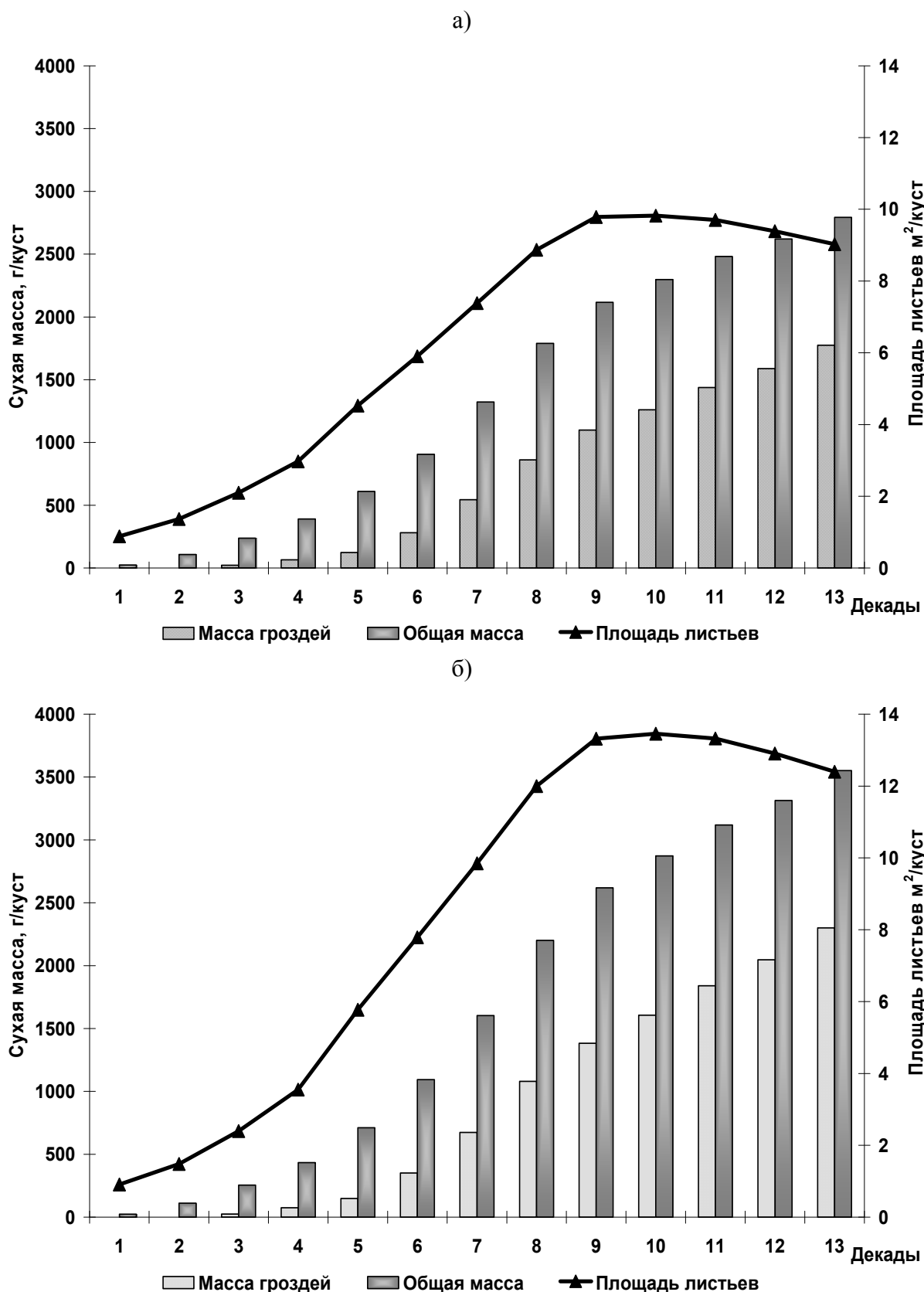


Рис. 3 – Динамика площади листьев ($LL, m^2/m^2$) и сухой биомассы винограда: общей (M) и гроздей (m_p) по «влажному» 1977 году: а) Сорт Загрей; б) Сорт Рубин Таировский. НИЦ «Институт виноградарства и виноделия им. В.Е. Таирова».

показателей у сорта Рубин Таировский, отмечается и его большая чувствительность к благоприятным и неблагоприятным агрометеорологическим условиям. Сорт Загрей отличается меньшими абсолютными величинами продуктивности, однако характеризуется большей устойчивостью к неблагоприятным условиям.

Выводы. По результатам численных экспериментов установлено, что сорт Рубин Таировский более чувствительный, чем сорт Загрей к изменениям агрометеорологических условий. Полученные показатели продуктивности согласуются с результатами полевого эксперимента[4].

Список литературы

1. Амирджанов А.Г. Солнечная радиация и продуктивность виноградника. – Л.: Гидрометеиздат, 1980 – 210 с.
2. Бондаренко С.Г., Кибенко Т.Я., Буянович Н.А. Программирование урожая винограда. – Кишинев: «Штиница», 1977. – 100 с.
3. Ляшенко Г.В. Жигайло Т.С. Модификация агроэкологической модели формирования урожайности сельскохозяйственных культур применительно к винограду // Материалы международной научно-практической конференции «Достижения, проблемы и перспективы развития отечественной виноградо-винодельческой отрасли на современном этапе». – Новочеркасск: Изд-во ГНУ ВНИИВиВ Россельхозакадемии, 2013. – С. 26-30.
4. Ляшенко Г.В. Жигайло Т.С. Влияние погодных условий 2012 и 2013 годов на продуктивность винограда сортов Загрей и Рубин Таировский. // Виноградарство і виноробство. – Одеса, ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова».- 2013. - Вип. 50.- С. 38-44.
5. Полевой А.Н. Ляшенко Г.В. Структура моделі оцінки агрокліматичних умов формування продуктивності сільськогосподарських культур // Культура народів причерномор'я. – 2006. – №86. – С. 140-144.
6. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 318с.
7. Bindi M. Gozzini B. Modelling the impact of climate scenarios on yield and yield variability of grapevine// Proc . Intern . Symp. on Applied Agrometeorology and Agroclimatology. – Volos, Greece, 1996, p. 213-224.

Моделирование продуктивности технических сортов винограда при разных агрометеорологических условиях. Ляшенко Г.В., Жигайло Т.С.

В роботі представлені результати розрахунків продуктивності винограда сортів Рубін Таїровський і Загрей. Розглядаються три сценарії агрометеорологічних умов. Розрахунки виконані за допомогою динамічної моделі формування продуктивності винограда.

Ключові слова: математична модель, виноград, урожайність, погодні умови.

Simulation modeling of technical grape varieties productivity at different agrometeorological conditions.

Laysenko G.V. Zhygailo T.S.

This state presented the results of grapes productivity calculations of Rubin Tayirovskyy and Zagrey varieties. Three scenarios of agrometeorological conditions were considered. The calculations were performed using the dynamic model of grapes productivity.

Key words: mathematical model, grape, yield, weather conditions.