

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СОРТОВ ВИНОГРАДА В СЕВЕРНОМ ПРИЧЕРНОМОРЬЕ

Рассматривается изменение агроклиматических условий возделывания винограда в Северном Причерноморье. Выполнена оценка смещения фаз вегетации технических сортов винограда при реализации климатических сценариев. На основе модели формирования продуктивности винограда проводится оценка изменения урожайности в связи с возможным изменением климата.

Ключевые слова: виноград, продуктивность, математическая модель, изменение климата.

Введение. Специфика развития виноградарской отрасли определяется ее тесной связью с погодными и климатическими условиями. В связи с глобальными изменениями климата возникает необходимость в оценке возможного изменения агроклиматических условий в период развития винограда. Это позволит более эффективно использовать агроклиматические ресурсы в новых климатических условиях и добиться увеличения валового сбора и качества урожая.

Анализ последних исследований и публикаций. Исследования влияния глобального изменения климата на сельское хозяйство уже охватили значительный ареал распространения мировых продовольственных культур [4]. При этом прогнозирование изменений агроклиматических ресурсов обычно привязывают к какому-либо сценарию изменения климата. Исследования влияния изменения климата на мировое виноградарство описано в [7], в которых оценка изменений дается на основе изменения средней температуры воздуха и суммы активных температур за вегетационный период. Для виноградарской зоны Украины, к которой относится Северное Причерноморье, подобные исследования не проводились.

Целью данной работы является оценка изменений агроклиматических условий и их влияние на формирование технических сортов винограда.

Материалы и методы исследований. В работе применяется разработанная авторами длиннопериодная динамическая модель «Vitis vinifera – 2013», при разработке которой использовался подход, предложенный А.Н. Полевым [5]. 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 и 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

стання виноградника і територію його розташування. К декадній відноситься інформація об агрометеорологічних умовах на кожному розрахунковому кроці моделі. Параметри моделі описують біологічні особливості конкретного сорту винограда.

В блок радіаційного і термічного режимів входять рівняння розрахунку сумарної радіації, інтенсивності ФАР на верхній границі насаджень і в середині крони, сума накопчених активних температур і середньої денної температури повітря [1].

Фотосинтез, дихання і ріст є фундаментальними процесами, в ході яких відбувається формування урожаю. Для описання процесу фотосинтезу в моделі використовуються рівняння розрахунку інтенсивності фотосинтезу в оптимальних і реальних умовах;

$$\Phi_{\tau}^j = \Phi_o^j \cdot \alpha_{\phi}^j \cdot \psi_{\phi}^j \cdot \gamma_{\phi}^j, \quad (1)$$

де Φ_{τ}^j - інтенсивність фотосинтезу в реальних умовах, $\text{мгСО}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{ч}^{-1}$; Φ_o^j - інтенсивність фотосинтезу в оптимальних умовах; α_{ϕ}^j - онтогенетичська крива фотосинтезу, безрозмірна. ψ_{ϕ}^j - функція впливу температури повітря, безрозмірна; γ_{ϕ}^j - функція впливу вологості ґрунту, безрозмірна. Функції α_{ϕ}^j , ψ_{ϕ}^j , γ_{ϕ}^j нормовані і змінюються від 0 до 1; j - номер кроку розрахункового періоду.

Процес дихання пов'язаний з підтриманням структурної організації тканин і переміщенням речовин, фотосинтезом і утворенням нових структурних одиниць для росту рослин [1, 3]:

$$R^j = \alpha_R^j (c_1 M^j + c_2 \Phi^j), \quad (2)$$

де R^j - витрати на дихання, г/м^2 ; α_R^j - онтогенетичська крива дихання; c_1 - коефіцієнт, який характеризує витрати на підтримання структури; M^j - суха однолітня біомаса куща, г/м^2 ; c_2 - коефіцієнт, який характеризує витрати, пов'язані з перетоком речовин, фотосинтезом і утворенням нових структурних одиниць.

В блоці росту і розподілу асимілятів виконується розрахунок приросту загальної біомаси і біомаси окремих органів. Приріст загальної біомаси визначається різницею між сумарним фотосинтезом і витратами на дихання:

$$\Delta M^j = \Phi^j - R^j \quad (3)$$

Для розрахунку приросту окремих органів в період вегетації використовуються функції розподілу асимілятів. Вони встановлені за результатами польового експерименту і апроксимовані сплайн-функціями лінійного типу:

$$\begin{cases} \Delta m_i^j = k_1 \sum T_{Акт}^j + c_1 & \text{якщо } \sum T_{Акт}^j \in [a_1; b_1] \\ \Delta m_i^j = k_2 \sum T_{Акт}^j + c_2 & \text{якщо } \sum T_{Акт}^j \in [a_2; b_2] \\ \dots \\ \Delta m_i^j = k_n \sum T_{Акт}^j + c_n & \text{якщо } \sum T_{Акт}^j \in [a_n; b_n] \end{cases} \quad (4)$$

где Δm_i^j – прирост биомассы i -го органа, $\sum T_{Акм}^j$ - сумма активных температур, накопленная на начало расчетного шага, a_n и b_n - границы интервала сумм активных температур, k_n и c_n - расчетные коэффициенты.

Оценка последствий изменения климата базируется на использовании сценариев изменения климатических характеристик А1В и А2 GFDL, разработанных в Лаборатории геофизической гидродинамики, США) [6].

Результаты и обсуждения.

Анализ тенденции изменения климата выполнен путем сравнения климатических условий 1986 – 2005 гг. (базовый период) с климатическими сценариями А2 и А1В, в которых рассматриваются два сценарных периода: 2011 – 2030 гг. (первый сценарный период) и 2031 – 2050 гг. (второй сценарный период) Расчеты проводились для территории южной части Лесостепи и Степи Украины.

При условии реализации климатических сценариев сдвинутся сроки наступления фаз вегетации винограда (табл. 1). В Южной Степи по сценарию А2 у сорта Загрей фенологические фазы развития: распускание почек, цветение, начало созревания по I - му сценарному периоду наступят на 2 дня раньше, а техническая спелость - на 4 дня раньше, чем в базовый климатический период. У Рубина Таировского эти фазы наступают соответственно на 1-2 дня раньше и в те же сроки, что и в базовый период, а техническая спелость может наступать на 7 дней раньше базового. Продолжительность вегетации у сорта Загрей сократиться на 2 дня, а у сорта Рубин Таировский - на 5 дней. По II-му сценарному периоду у сорта Загрей все фенологические фазы наступают на 5- 7 дней раньше базовых дат, а продолжительность вегетации сокращается на 2 дня. У сорта Рубин Таировский эти изменения соответственно составляют 5-14 и 9 дней.

Согласно сценария А1В у сорта Загрей наблюдается большее смещение в наступлении фаз развития, чем по сценарию А2. Так по I-му сценарному периоду фазы развития распускание почек, цветение, начало созревания наступят на 3-6 дней раньше, а техническая спелость – на 10 дней; у Рубина Таировского первые три фазы будут отмечаться на 3-7 дней, а техническая спелость – на 12 дней раньше. Сокращение вегетационного периода у сортов Загрей и Рубин Таировский составит неделю и декаду соответственно. По II-му сценарному периоду также наблюдается тенденция смещения в сторону более ранних сроков. Так, фаза распускание почек и цветение у сортов Загрей и Рубин Таировский будут наблюдаться на неделю раньше, начало созревания - более чем на декаду раньше, а фаза технической спелости у Загрея - почти на две недели раньше, а у Рубина Таировского - почти на двадцать дней раньше. Продолжительность периода вегетации по данному сценарному периоду у Рубина Таировского сократиться на 13 дней.

В Северной Степи по сценарию А2 по I-му сценарному периоду у обоих сортов наблюдается тенденция более позднего наступления основных фаз развития и увеличения вегетационного периода. По II-му сценарному периоду прослеживается тенденция более раннего наступления основных фаз развития и увеличения периода вегетации как у Загрея так и у Рубина Таировского. По сценарию А1В все фазы вегетации у обоих сортов будут отмечаться в более ранние строки, а продолжительность вегетации сократится по I-му сценарному периоду у Загрея и Рубина Таировского соответственно на неделю и 4 дня, а по II-му – на 8 и 7 дней.

Наибольшие изменения в наступлении фаз развития винограда будут наблюдаться в Лесостепи. По условиям базового периода продолжительность вегетации исследуемых сортов больше, чем в Южной и Северной Степи, а фазы вегетации наступают позднее. При осуществлении климатических сценариев продолжительность вегетации значительно сократится: до 24 дней у сорта Загрей и до 20 дней - у сорта Рубин Таировский. Наибольшие смещения будут наблюдаться при наступлении фазы технической спелости. При первом расчетном периоде климатического сценария А2 она будет фиксироваться у обоих сортов на 21 день раньше, а при втором – на 25 дней у сорта Загрей и на 32 дня у

сорта Рубин Таировский. В случае реализации сценария А1В это сокращение при I-м сценарном периоде (2011-2030 гг.) техническая спелость исследуемых сортов будет отмечаться раньше на 11 и 12 дней, а при II-м (2031-2050гг.- на 33 и 28 дней.

Таблица 1 – Даты фаз развития технических сортов винограда Загрей и Рубин Таировский

Сценарий	Период	Распускание почек	Цветение	Начало созревания	Техническая спелость	Продолжительность вегетации, дни
Южная Степь						
	1986 – 2005	<u>20.04</u>	<u>30.05</u>	<u>20.07</u>	<u>10.09</u>	<u>143</u>
		<u>24.04</u>	<u>04.06</u>	<u>28.07</u>	<u>22.09</u>	<u>151</u>
A2	2011 – 2030	<u>18.04</u>	<u>28.05</u>	<u>18.07</u>	<u>06.09</u>	<u>141</u>
		<u>22.04</u>	<u>04.06</u>	<u>27.07</u>	<u>15.09</u>	<u>146</u>
	2031-2050	<u>15.04</u>	<u>24.05</u>	<u>15.07</u>	<u>03.09</u>	<u>141</u>
		<u>19.04</u>	<u>27.05</u>	<u>22.07</u>	<u>09.09</u>	<u>142</u>
A1B	2011 – 2030	<u>17.04</u>	<u>25.05</u>	<u>14.07</u>	<u>31.08</u>	<u>136</u>
		<u>21.04</u>	<u>01.06</u>	<u>21.07</u>	<u>08.09</u>	<u>142</u>
	2031-2050	<u>14.04</u>	<u>23.05</u>	<u>09.07</u>	<u>29.08</u>	<u>137</u>
		<u>18.04</u>	<u>28.05</u>	<u>17.07</u>	<u>03.09</u>	<u>138</u>
Северная Степь						
	1986 – 2005	<u>26.04</u>	<u>06.06</u>	<u>02.08</u>	<u>02.10</u>	<u>159</u>
		<u>01.05</u>	<u>11.06</u>	<u>13.08</u>	<u>12.10</u>	<u>165</u>
A2	2011 – 2030	<u>27.04</u>	<u>08.06</u>	<u>05.08</u>	<u>08.10</u>	<u>164</u>
		<u>02.05</u>	<u>11.06</u>	<u>12.08</u>	<u>22.10</u>	<u>174</u>
	2031-2050	<u>26.04</u>	<u>05.06</u>	<u>29.07</u>	<u>20.09</u>	<u>147</u>
		<u>01.05</u>	<u>11.06</u>	<u>08.08</u>	<u>08.10</u>	<u>161</u>
A1B	2011 – 2030	<u>23.04</u>	<u>03.06</u>	<u>21.07</u>	<u>22.09</u>	<u>152</u>
		<u>28.04</u>	<u>08.06</u>	<u>02.08</u>	<u>05.10</u>	<u>161</u>
	2031-2050	<u>21.04</u>	<u>01.06</u>	<u>22.07</u>	<u>19.09</u>	<u>151</u>
		<u>25.04</u>	<u>08.06</u>	<u>01.08</u>	<u>30.09</u>	<u>158</u>
Лесостепь						
	1986 – 2005	<u>01.05</u>	<u>08.06</u>	<u>02.08</u>	<u>07.10</u>	<u>160</u>
		<u>04.05</u>	<u>14.06</u>	<u>10.08</u>	<u>20.10</u>	<u>169</u>
A2	2011 – 2030	<u>23.04</u>	<u>03.06</u>	<u>26.07</u>	<u>16.09</u>	<u>146</u>
		<u>27.04</u>	<u>09.06</u>	<u>03.08</u>	<u>29.09</u>	<u>155</u>
	2031-2050	<u>18.04</u>	<u>29.05</u>	<u>21.07</u>	<u>12.09</u>	<u>147</u>
		<u>22.04</u>	<u>04.06</u>	<u>28.07</u>	<u>18.09</u>	<u>149</u>
A1B	2011 – 2030	<u>25.04</u>	<u>05.06</u>	<u>30.07</u>	<u>26.09</u>	<u>154</u>
		<u>29.04</u>	<u>09.06</u>	<u>06.08</u>	<u>08.10</u>	<u>162</u>
	2031-2050	<u>21.04</u>	<u>24.05</u>	<u>16.07</u>	<u>04.09</u>	<u>136</u>
		<u>25.04</u>	<u>06.06</u>	<u>30.07</u>	<u>22.09</u>	<u>150</u>

Примечание. В числители указаны значения сорта Загрей, а в знаменателе – сорта Рубин Таировский

Изменение темпов развития винограда определяется изменением термического режима в течение вегетационного периода. Для двух сценарных периодов выполнены расчеты средней декадной температуры воздуха и количества осадков в разрезе межфазных периодов и всего вегетационного периода (табл. 2). По сценарию А2 на территории Южной Степи среднедекадная температура по I-му периоду у сорта Загрей снизится на 0,2 °С, а у Рубина Таировского изменений не произойдет. Условия увлажнения будут более засушливыми для обоих сортов. По II-му сценарному периоду температурный режим будет более жаркий для обоих сортов, а количество осадков за вегетацию уменьшится почти в 2 раза. Следует отметить, что более жарким и засушливым будет межфазный период начала созревания - техническая спелость. По сценарию А1В по обоим сценарным периодам температурный режим в течение всей вегетации значительно повысится (на 1,3 - 1,4 °С у Загрей и на 1,6-1,8 °С - у Рубина Таировского). Режим увлажнения будет более засушливым по сравнению с базовым периодом, но менее засушливым - по сравнению со сценарием А2.

В Северной Степи по сценарию А2 температурный режим в I-й сценарный период будет несколько сниженный, а количество осадков сократится на 40%. Во II-й сценарный период повысится температурный режим, причем значительно, чем в Южной Степи, однако условия увлажнения будут на уровне базового климатического периода. По сценарию А1В вегетационный период винограда будет по сравнению с базовым, более жарким и более засушливым, а по сравнению со сценарием А2 - более жарким, но менее засушливым. Сохраняется тенденция самого жаркого периода в фазу начала созревания – техническая спелость.

В лесостепи по сценарию А2 температурный режим будет пониженным в начале вегетационного периода и повышенным - в конце. Так, средняя температура межфазного периода распускание почек – цветение будет ниже на 1,0-1,1 °С у сорта Загрей и на 1,0-1,2 °С - у сорта Рубин Таировский, а в межфазный период начала созревания – техническая спелость – соответственно выше на 3,9-4,8 и 4,1-5,6 °С. Количество осадков за вегетационный период уменьшится в I-ом сценарном периоде на 45%, а во втором – на 52%. По сценарию А1В тенденция изменения температурного режима сохранится, а количество осадков за вегетацию снизится 22-30%.

По разработанной модели «Vitis vinifera – 2013» и полученных данных по сценариям проведено моделирование формирования биомассы винограда указанных сортов. На рисунке 1 показана динамика формирования общей биомассы и хозяйственно полезной части винограда сорта Загрей в Южной и Северной Степи, а также южной части Лесостепи Украины. В Южной Степи (рис. 1А) по базовому климатическому периоду на конец вегетации общая биомасса и биомасса хозяйственно полезной части винограда достигают наибольших значений – 2700 и 1650 г/куст, соответственно. По сценарию А2 (в первый и второй сценарный периоды до 6-ой декады формирования биомассы проходит медленнее, по сравнению с динамикой биомассы базового периода. Затем интенсивность прироста биомассы значительно возрастает и к 8-ой декаде общая биомасса виноградного куста по сценарию А2 будет больше, чем биомасса, сформированная в условиях базового периода. В дальнейшем прирост биомассы по сценарию А2 снижается и на конец вегетации за сценарный период 2011-2030гг. общая биомасса виноградного куста достигает 2600 г/куст, а биомасса хозяйственно полезной части – 1550 г/куст. В период 2031-2050гг. эти величины составят 2400 и 1350 г/куст, соответственно. По сценарию А1В формирование биомассы винограда на протяжении всей вегетации происходит медленнее, чем в условиях базового периода. На конец вегетации по сценарному периоду 2011-2030 гг. общая биомасса и биомасса хозяйственно полезной части виноградного куста составит у сорта Загрей 2200 и 1380 г/куст, а по сценарному периоду 2031-2050гг. соответственно 1800 и 1100 г/куст.

Таблица 2 – Агроклиматические условия вегетационного периода винограда

Сценарий	Период	Распускание почек - Цветение		Цветение - Начало созревания		Начало созревания - Техническая спелость		За вегетацию	
		ΣR , мм	T_{cp} , °C	ΣR , мм	T_{cp} , °C	ΣR , мм	T_{cp} , °C	ΣR , мм	T_{cp} , °C
Сухая Степь									
	1986 – 2005	$\frac{50.1}{56.4}$	$\frac{14.9}{15.7}$	$\frac{98.9}{100.6}$	$\frac{21.1}{21.7}$	$\frac{95.0}{95.2}$	$\frac{21.3}{20.0}$	$\frac{244.0}{252.2}$	$\frac{19.5}{19.4}$
A2	2011 – 2030	$\frac{49.9}{51.4}$	$\frac{14.5}{15.5}$	$\frac{63.7}{58.6}$	$\frac{20.7}{21.4}$	$\frac{47.1}{55.9}$	$\frac{21.6}{20.4}$	$\frac{172.2}{173.8}$	$\frac{19.3}{19.4}$
		2031-2050	$\frac{43.0}{39.3}$	$\frac{15.1}{15.7}$	$\frac{58.2}{61.1}$	$\frac{21.0}{21.4}$	$\frac{38.4}{36.5}$	$\frac{22.1}{21.7}$	$\frac{139.5}{136.8}$
A1B	2011 – 2030	$\frac{44.5}{49.9}$	$\frac{15.4}{16.3}$	$\frac{68.9}{70.0}$	$\frac{21.9}{22.6}$	$\frac{46.6}{45.6}$	$\frac{24.2}{23.7}$	$\frac{160.0}{165.5}$	$\frac{20.9}{21.2}$
		2031-2050	$\frac{47.4}{42.8}$	$\frac{15.2}{15.8}$	$\frac{64.6}{69.9}$	$\frac{21.5}{22.2}$	$\frac{51.2}{45.6}$	$\frac{24.3}{24.0}$	$\frac{158.5}{162.5}$
Северная Степь									
	1986 – 2005	$\frac{66.0}{72.6}$	$\frac{15.0}{15.5}$	$\frac{128.2}{132.6}$	$\frac{18.7}{18.9}$	$\frac{104.7}{98.4}$	$\frac{16.3}{15.1}$	$\frac{298.9}{304.7}$	$\frac{16.8}{16.6}$
A2	2011 – 2030	$\frac{51.8}{46.8}$	$\frac{14.0}{14.9}$	$\frac{58.9}{61.5}$	$\frac{18.5}{18.6}$	$\frac{65.8}{63.5}$	$\frac{15.4}{14.8}$	$\frac{176.5}{176.2}$	$\frac{16.1}{16.2}$
		2031-2050	$\frac{79.3}{84.9}$	$\frac{14.9}{15.5}$	$\frac{122.1}{123.2}$	$\frac{19.5}{19.8}$	$\frac{84.3}{92.5}$	$\frac{18.0}{16.2}$	$\frac{285.7}{300.7}$
A1B	2011 – 2030	$\frac{71.5}{76.5}$	$\frac{15.2}{16.0}$	$\frac{107.1}{119.5}$	$\frac{20.5}{21.0}$	$\frac{78.8}{71.7}$	$\frac{20.1}{18.4}$	$\frac{257.4}{267.4}$	$\frac{18.9}{18.7}$
		2031-2050	$\frac{68.1}{78.7}$	$\frac{14.9}{15.7}$	$\frac{105.0}{104.3}$	$\frac{20.8}{21.6}$	$\frac{78.1}{73.7}$	$\frac{21.2}{19.9}$	$\frac{251.2}{256.6}$
Лесостепь									
	1986 – 2005	$\frac{71.2}{78.8}$	$\frac{15.6}{16.4}$	$\frac{131.4}{135.0}$	$\frac{19.8}{20.1}$	$\frac{123.3}{128.0}$	$\frac{16.2}{14.8}$	$\frac{325.9}{341.8}$	$\frac{17.3}{17.0}$
A2	2011 – 2030	$\frac{55.9}{64.9}$	$\frac{14.5}{15.2}$	$\frac{69.2}{64.5}$	$\frac{20.2}{20.8}$	$\frac{56.8}{59.7}$	$\frac{20.1}{18.9}$	$\frac{181.9}{189.0}$	$\frac{18.6}{18.5}$
		2031-2050	$\frac{50.0}{54.1}$	$\frac{14.6}{15.4}$	$\frac{67.5}{62.4}$	$\frac{20.4}{21.0}$	$\frac{46.3}{44.9}$	$\frac{21.0}{20.4}$	$\frac{162.7}{161.4}$
A1B	2011 – 2030	$\frac{76.6}{79.3}$	$\frac{14.7}{15.3}$	$\frac{122.6}{126.8}$	$\frac{19.7}{20.0}$	$\frac{68.7}{70.7}$	$\frac{18.4}{17.3}$	$\frac{267.9}{276.7}$	$\frac{17.9}{17.7}$
		2031-2050	$\frac{47.0}{63.6}$	$\frac{14.3}{15.5}$	$\frac{102.9}{106.3}$	$\frac{20.0}{21.4}$	$\frac{85.2}{89.8}$	$\frac{21.9}{20.3}$	$\frac{235.1}{259.7}$

В Северной Степи (рис. 1Б) по обоим сценариям и сценарным периодам формирование биомассы виноградного куста сорта Загрей происходит интенсивнее, чем по базовому периоду. В конце вегетации значения общей биомассы и биомассы

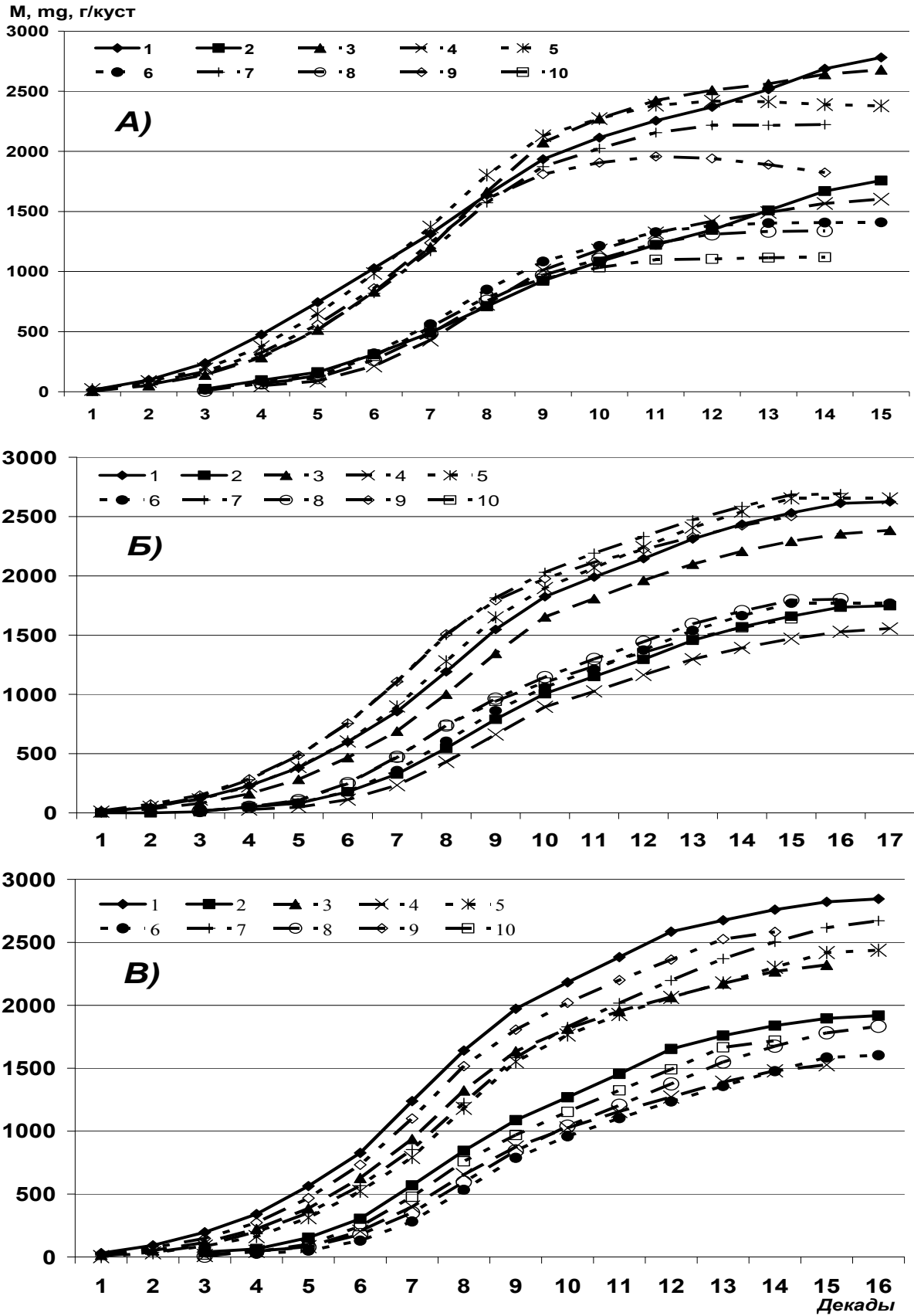


Рисунок 1 – Динамика формирования общей биомассы и ее хозяйственно полезной части винограда сорта Загрей. А) Южная Степь, Б) Северная Степь, В) Лесостепь. 1,2 – базовый период 1986-2005гг.; 3,4 – сценарий А2 2011-2030гг.; 5,6 – сценарий А2 2031-2050гг.; 7,8 – сценарий А1В 2011-2030гг.; 9,10 – сценарий А1В 2031-2050гг.;

хозяйственно полезной части растения различаются слабо – в пределах 2180-2230 и 1500 - 1530 г/куст. По сценарному периоду 2011-2030 гг. климатического сценария А2 формирование биомассы в течение всей вегетации будет проходить менее интенсивно. В Лесостепи (рис. 1В) по всем сценариям и расчетным периодам формирование биомассы виноградного куста происходит равномерно в течение всего вегетационного периода, а наиболее интенсивно накопление биомассы проходит по базовому периоду, а наименее интенсивно - по сценарию А2. Общая и хозяйственно ценная часть (ягоды) биомассы на конец вегетационного периода составляет 2400-2800 и 1550-1850 г/куст.

Формирование биомассы виноградного куста сорта Рубин Таировский в Южной Степи (рис 2А) по сценариям и сценарным периодам значительно меняется. Наибольшие значения (общая биомасса – 2600 г/куст; хозяйственно полезная часть – 1950 г/куст) наблюдаются по базовому периоду. По сценарному периоду 2011-2030 гг. обоих климатических сценариев в первой половине вегетационного периода формирование биомассы виноградного куста происходит более интенсивно в сравнении с базовым периодом, а после 9-й декады, когда снижаются запасы влаги в почве, увеличение биомассы практически не происходит. Наименее интенсивно биомасса формируется по сценарному периоду 2031-2050 гг. климатического сценария А1В. Максимальное значение общей и хозяйственно полезной части биомассы не превышает 1580 и 980 г/куст. После 11-ой декады вегетации происходит уменьшение общей биомассы виноградного куста в результате увядания и опадания листьев.

В Северной степи (рис. 2Б) по всем климатическим сценариям и по сценарным периодам формирование биомассы виноградного куста сорта Рубин Таировский происходит равномерно на протяжении всей вегетации. Значения общей и хозяйственно полезной биомассы на конец вегетационного периода находятся в диапазоне 3300-3450 и 2350-2450 г/куст. По сценарному периоду 2011-2030 гг. климатического сценария А2 накопление биомассы в течение всего вегетационного периода происходит наименее интенсивно и к концу периода биомасса соответственно составляет 2900 и 2000 г/куст.

В Лесостепи (рис. 2В) наиболее интенсивно формирование однолетней массы виноградного куста по базовому периоду. По сценарию А1В в первой половине вегетации формирование биомассы проходит медленнее, чем по базовому. Во второй половине вегетации интенсивность формирования биомассы выражена слабее, в результате чего различия общей биомассы и хозяйственно полезной ее части незначительны – 3150-3300 и 2220-2300 г/куст соответственно. Наименее интенсивно формирование биомассы проходит по сценарию А2, когда общая биомасса на конец вегетации составляет 2150-2200 г/куст, а ягод – 1750-1800 г/куст.

Согласно паспорту сортов, разработанного отделом селекции ИВиВ им В.Е. Таирова, средняя урожайность технических сортов винограда Загрей и Рубин Таировский составляет 130 и 150 ц/га. По базовому периоду (1986-2006гг) рассчитанная урожайность сорта Загрей изменяется от 132,5 ц/га в Южной Степи до 142,1 ц/га - в Лесостепи, а по сорту Рубин Таировский она составляет 143,7-168 ц/га.

По сценарию А2 урожайность сорта Загрей по сценарному периоду 2011-2030 гг одинаково снизится в Степи и Лесостепи (рис. 3А). При этом, в отличие от базового периода, наименьшие ее величины будут отмечаться в Лесостепи (113 ц/га), а наибольшие - в Северной степи (119,5 ц/га). Урожай сорта Рубин Таировский за этот расчетный период также уменьшится, по сравнению с базовым. Наибольшее снижение урожайности этого сорта наблюдается в Южной Степи, где она составит 106,5 ц/га, что даже меньше урожайности сорта Загрей. Наименьшее же снижение, на 20 ц/га, отмечается в Северной Степи.

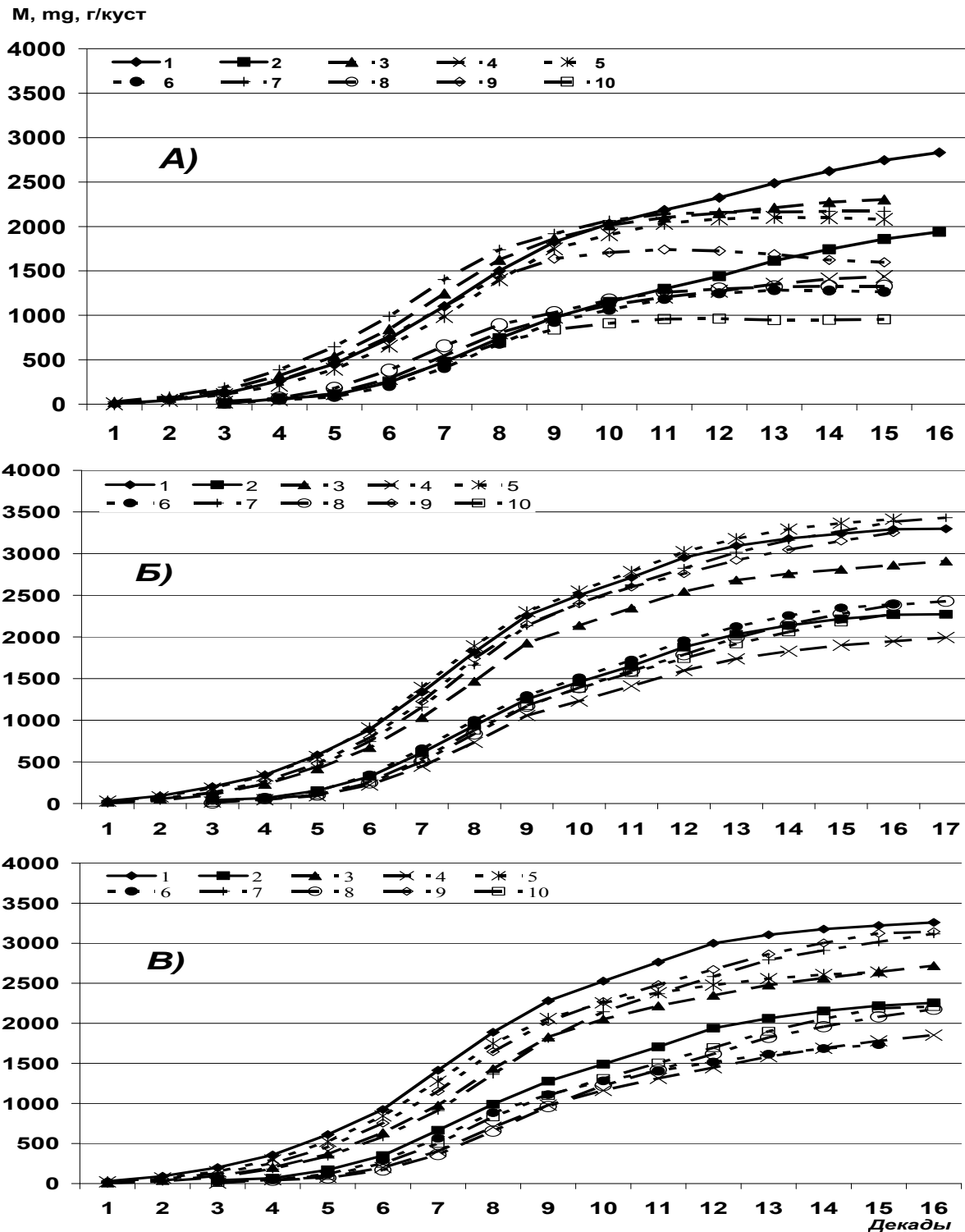


Рисунок 2 – Динамика формирования общей биомассы и хозяйственно полезной части винограда сорта Рубин Таировский. А) Сухая Степь, Б) Северная Степь, В) Лесостепь. 1,2 – климатический период 1986-2005 гг.; 3,4 – сценарий А2 2011-2030гг.; 5,6 – сценарий А2 2031-2050гг.; 7,8 – сценарий А1В 2011-2030гг.; 9,10 – сценарий А1В 2031-2050гг;

По сценарному периоду 2031-2050гг сценария А2 в Северной Степи происходит незначительное увеличение урожайности сорта Рубин Таировский (на 9 ц/га) по сравнению с базовым периодом, а урожайность сорта Загрей остается на прежнем уровне. В двух других зонах отмечается значительное уменьшение урожайности обоих сортов. При этом наименьшей она будет в Южной Степи: для сорта Рубин Таировский

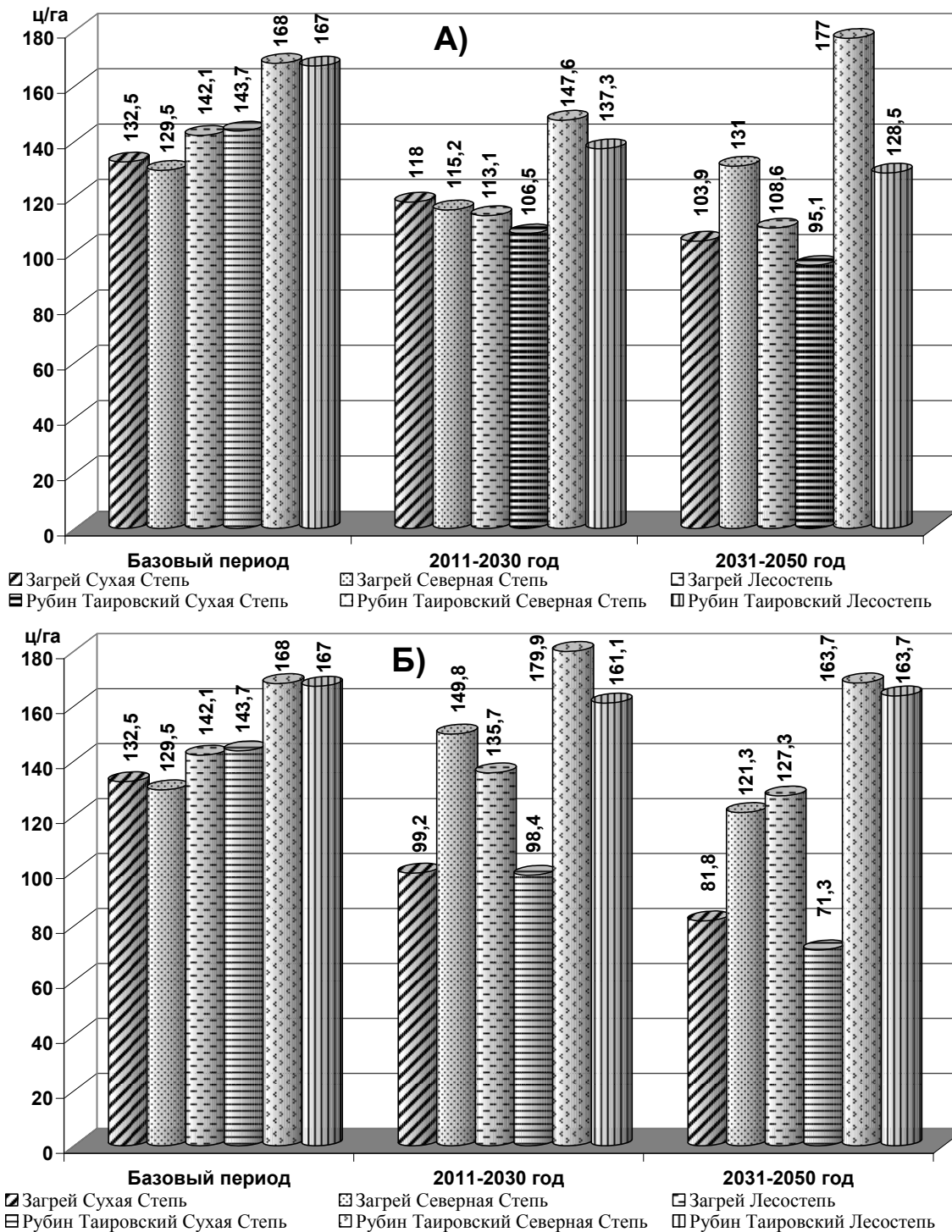


Рисунок 3 – урожайность технических сортов винограда: А и Б – при климатических сценариях А2 и А1В.

и Загрей она составит 95,1 и 103,9 ц/га, что на 48,5 и 28,5 ц/га меньше урожайности по базовому периоду. В Лесостепи урожайность у сортов Загрей и Рубин Таировский снизится на 24 и 38,5 ц/га, соответственно.

По сценарию А1В (рис. 3Б) наблюдаются значительные различия урожайности обоих сортов винограда как в Степи, так в Лесостепи. По сценарному периоду 2011-2030 гг. в Южной Степи урожайность сорта Загрей и Рубин Таировский снизится на 33,5 и 44 ц/га и составит 99,2 ц/га и 98,2 ц/га, соответственно. В Северной степи

урожайность сорта Загрей увеличится до 149,8 ц/га, а сорта Рубин Таировский – до 179,9 ц/га. По сценарному периоду 2031-2050гг сценария А2 в Южной степи у этих сортов наблюдается значительное уменьшение урожайности – до 81,8 и 71,3 ц/га. Северной Степи и Лесостепи рассчитанная урожайность обоих сортов превышает среднюю урожайность, указанную в их паспорте.

Выводы. На основе оценки агроклиматических условий вегетационного периода винограда по климатическим сценариям установлено смещение основных фаз вегетации винограда. При реализации климатических сценариев есть основания считать условия подзоны Южной Степи неблагоприятными для возделывания технических сортов винограда, а условия Северной Степи и юга Лесостепи – удовлетворительными. Полученные показатели продуктивности согласуются с результатами полевого эксперимента[2].

Список литературы:

1. 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.
2. 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.
3. Полевой А.Н. Ляшенко Г.В. Структура моделі оцінки агрокліматичних умов формування продуктивності сільськогосподарських культур // Культура народів причорномор'я. – 2006. – №86. – С. 140-144.
4. Польовий А.М., Трофімова І.В., Кульбіда М.І. Адаменко Т.І. Вплив зміни клімату на сільське господарство півдня України // Метеорологія, Кліматологія та гідрологія. – Київ, КНТ, 2005. – Вип. 49, С 252-259.
5. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 318с.
6. Степаненко С.М., Польовий А.М. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України. – Одеса: Екологія, 2011 – 693с.
7. Jones, G.V., Duchene, E., Tomasi, D., Yuste, J., Braslavksa, O., Schultz, H., Martinez, C., Boso, S., Langellier, F., Perruchot, C., and G. Guimberteau (2005b). Changes in European Winegrape Phenology and Relationships with Climate, GESCO 2005.

Моделирование влияния изменения климата на продуктивность технических сортов винограда в Північному Причорномор'ї. Ляшенко Г.В., Жигайло Т.С.

Розглядається зміна агрокліматичних умов вирощування винограду в Північному Причорномор'ї. Виконана оцінка зміщення фаз вегетації технічних сортів винограду при реалізації кліматичних сценаріїв. На основі моделі формування продуктивності винограду проводиться оцінка зміни врожайності у зв'язку з можливою зміною клімату.

Ключові слова: виноград, продуктивність, математична модель, зміна клімату.

Modeling of climate change influence to productivity of technical grapes varieties in the in the northern Black Sea region. Laysenko G.V. Zhygailo T.S.

Considered changing agro-climatic conditions of grapes cultivation in the northern Black Sea region. The estimation of winegrapes phenology offset in the implementation of climate scenarios. Based on the model of grapes productivity forming was done assessment of the yield due to possible climate change.

Key words: grape, productivity, mathematical model, climate change.