

З.А.Мищенко, д.геогр. наук, проф.

Одесский государственный экологический университет

КОМПЛЕКСНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПРОДУКТИВНОСТИ ВИНОГРАДА В УКРАИНЕ

Представлено комплексное районирование в среднем масштабе показателей радиационно - тепловых ресурсов и влагообеспеченности растений на территории Украины. На основе моделирования дана количественная оценка урожаев винограда разного вида и уровня с привязкой к ряду агроклиматических районов, выделенных на карте. Определена вариабельность потенциальных урожаев винограда под влиянием микроклимата склонов.

Ключевые слова: районирование, агроклиматические ресурсы, продуктивность, виноград, микроклимат склонов.

Введение. В настоящее время созданы различные модели агроклиматического районирования территории СНГ или крупных ее частей в мелком масштабе. Большинство из них можно условно разделить на две группы. В первой – по распределению тех или иных агроклиматических показателей определяются ареалы распространения сельскохозяйственных культур. Во второй группе рассматривается урожайность, т.е. на карте выделяются макрорайоны, различающиеся по величине урожая конкретной культуры или нескольких культур в абсолютных или относительных значениях. Несмотря на их ценность, они не удовлетворяют современные запросы сельскохозяйственной науки и практики. С их помощью затруднительно разработать научно-обоснованные рекомендации по развитию адаптивного растениеводства на ограниченной территории (небольшая страна, административная область, район, отдельное хозяйство).

Оптимальное решение задачи возможно при осуществлении системного подхода, содержащего все необходимые компоненты для получения исчерпывающей агроклиматической информации. На карте агроклиматического районирования и в легенде к ней должны быть выделены таксономические единицы, различающиеся не только по показателям климата и набору сельскохозяйственных культур, но и по их урожайности. Для оценки урожаев, получаемых не только в производственных условиях, но и в соответствии с биоклиматическим потенциалом территории применяются физико-статистические модели «Климат-урожай» различной сложности.

Материалы и методы исследований. В данной статье рассматривается такой комплексный подход к решению задачи применительно к территории Украины. В качестве модельной культуры взят виноград, являющийся весьма ценной культурой, под которой заняты значительные площади сельскохозяйственных угодий и предполагается их расширение. Концепция максимальной продуктивности культурных растений основывается на учете фотосинтетически активной радиации (ФАР) и ряда лимитирующих факторов климата [6,10]. Поэтому на первом этапе решается задача агроклиматического районирования радиационно-тепловых ресурсов на территории Украины. На втором этапе выполняется количественная оценка потенциально возможных и действительно возможных урожаев винограда разного вида и уровня с привязкой к выделенным на карте макрорайонам в ареале промышленного

виноградарства.

Суммарная солнечная радиация (Q) и фотосинтетически активная радиация (ФАР) определяют интенсивность процессов фотосинтеза и дыхания культурных растений и влияют на их продуктивность. Эти показатели отличаются чувствительностью к микроклимату и поэтому весьма эффективны для детальной оценки агроклиматических ресурсов как на равнинных, так и склоновых землях [7,10,11,14]. Несмотря на их важность, сеть актинометрических станций на территории СНГ недостаточна. Например, в Украине действуют 16 актинометрических станций. Но имеются массовые данные по продолжительности солнечного сияния за определенные месяцы, суммам температуры воздуха и продолжительности теплого периода с температурой выше 10^0 ($\Sigma S_c, \Sigma T_c, N_{TP}$).

В целях получения необходимого банка данных и сокращения трудоемких работ по картографированию отдельных показателей радиационно-световых и тепловых ресурсов применена методика уплотнения агроклиматической информации [5,7]. Суть ее заключается в установлении количественных зависимостей между известными и искомыми агроклиматическими показателями. В данном случае была установлена прямолинейная зависимость месячных сумм суммарной радиации от продолжительности солнечного сияния (ΣS_c) и полуденной высоты Солнца, выраженной через $\sin h$ отдельно для весны, лета, осени. Уравнения множественной регрессии имеют следующий вид:

$$\text{Весна} \quad \sum Q = 1,697 \sum S_c + 280,14 \sin h - 92,26 \quad (1)$$

$$\text{Лето} \quad \sum Q = 1,299 \sum S_c + 723,11 \sin h - 390,13 \quad (2)$$

$$\text{Осень} \quad \sum Q = 1,425 \sum S_c + 253,91 \sin h - 90,08 \quad (3)$$

Рассчитаны также соответствующие статистические параметры к уравнениям 1,2,3. Как видно из табл.1, коэффициенты корреляции между ΣQ и ΣS_c остаются во всех сезонах весьма высокими ($r \approx 0,90-0,98$ а средние квадратические ошибки), коэффициентов корреляции и вероятностные ошибки малы.

Таблица 1 - Статистические параметров к уравнениям связи между ΣQ и ΣS_c , и высотой Солнца.

Период	r	σ_r	ε_r	σ_Q	σ_{S_c}	$\sigma_{\sin h}$	\bar{S}_y
Весна	0,98	0,04	0,026	117,3	54,1	0,09	$\pm 23,67$
Лето	0,90	0,04	0,027	67,0	32,6	0,04	$\pm 29,88$
Осень	0,98	0,03	0,020	125,7	65,4	0,14	$\pm 20,36$

С помощью уравнений 2, 3, 4 были рассчитаны суммы суммарной радиации и суммы ФАР, а также суммы этих показателей за теплый период с температурой воздуха выше 10^0C дополнительно для 68 метеорологических станций Украины. Поскольку этих данных оказалось недостаточно для картографирования радиационно-тепловых ресурсов Украины, были установлены прямолинейные зависимости между суммой температуры воздуха за теплый период с T_c выше 10^0C (ΣT_c) и ΣQ за тот же период; ΣT_c и ΣQ_{ϕ} ; ΣT_c и ΣS_c ; ΣT_c и продолжительностью теплого периода (N_{TP}). Соответствующие уравнения для Украины имеют вид:

$$\sum Q = 0,89 \sum T_c + 450,2 \quad (4)$$

$$\sum Q_\phi = 0,44 \sum T_c + 225,1 \quad (5)$$

$$\sum S_c = 0,47 \sum T_c + 30,34 \quad (6)$$

$$N_{\text{ТП}} = 0,033 \sum T_c + 76 \quad (7)$$

Коэффициенты корреляции (r) между этими показателями климата колеблются в пределах 0,84-0,96. Средние квадратические ошибки коэффициентов корреляции не превышают 0,04-0,05 и вероятные ошибки малы. Таким образом, по формулам 4 и 5 дополнительно рассчитаны $\sum Q$ и $\sum Q_\phi$ за теплый период с T_c выше 10^0C , для 90 метеорологических станций.

Результаты исследований и их анализ. В качестве картографической основы использовалась физико-географическая карта Украины в рабочем масштабе 1:1000000. Агроклиматическая карта составлена для открытого ровного места по основному показателю – суммам суммарной радиации за теплый период с T_c выше 10^0C . А далее для каждого макрорайона по вышеуказанной методике определены значения $\sum Q_\phi$, $\sum S_c$, $\sum T_c$ и $N_{\text{ТП}}$. Результаты этой работы представлены на рис.1 и в табл. 2, которая является количественной легендой к выделенным на карте макрорайонам. Следует заметить, что до настоящего времени производилось картирование только отдельных показателей радиационно-тепловых ресурсов и в более мелком масштабе как для территории СНГ, так и Украины [2,4,11].

На карте агроклиматического районирования выделено 7 макрорайонов, существенно различающихся по значениям $\sum Q$, $\sum Q_\phi$, $\sum S_c$, $\sum T_c$ и $N_{\text{ТП}}$ (рис.1). Наглядно видно, что радиационно-световые и тепловые ресурсы на территории Украины возрастают в направлении с севера на юг. А именно, в крайнем северном макрорайоне, $\sum Q$, $\sum Q_\phi$ и $\sum S_c$ за теплый период с T_c выше 10^0C не превышают 2700 МДж/м², 1350 МДж/м² и 1300 часов. В центральном умеренно-теплом макрорайоне 4 значения этих показателей возрастают соответственно до 3100-3300 МДж/м², 1550-1650 МДж/м² и 1450-1530 часов. На Южном берегу Крыма (макрорайон 7), $\sum Q$, $\sum Q_\phi$ и $\sum S_c$ оказываются более 3700 МДж/м², 1850 МДж/м² и 1690 часов.

Зональная изменчивость $\sum T_c$ и $N_{\text{ТП}}$ соответствует распределению сумм суммарной солнечной радиации и сумм ФАР на территории страны. На крайнем севере (макрорайон 1) $\sum T_c$ и $N_{\text{ТП}}$ не превышают 2450^0C и 157 дней. В центральном умеренно-теплом макрорайоне 4 их значения увеличиваются до $2900-3150^0\text{C}$ и 172-180 дней. Наибольшие значения $\sum T_c$ и $N_{\text{ТП}}$ характерны для крайнего юга Крымской области (макрорайон 7), где они возрастают соответственно до 3650^0C и более и 196 дней. Диапазон географической изменчивости всех рассмотренных показателей климата значителен и составляет для : $\sum Q$ –1000 МДж/м²; $\sum Q_\phi$, -5000 МДж/м²; $\sum S_c$ - 396 часов; , $\sum T_c$ – 1200^0C и $N_{\text{ТП}}$ – 40 дней.

Представленная агроклиматическая карта и легенда к ней (рис.1, табл.2) является научной основой для выработки практических рекомендаций по оптимизации размещения теплолюбивой группы однолетних и многолетних культур на сортовом уровне (в том числе винограда) по условиям теплообеспеченности как на равнинных, так и на склоновых землях в Украине. Кроме того, с ее помощью можно выполнить количественную оценку продуктивности ряда сельскохозяйственных культур в

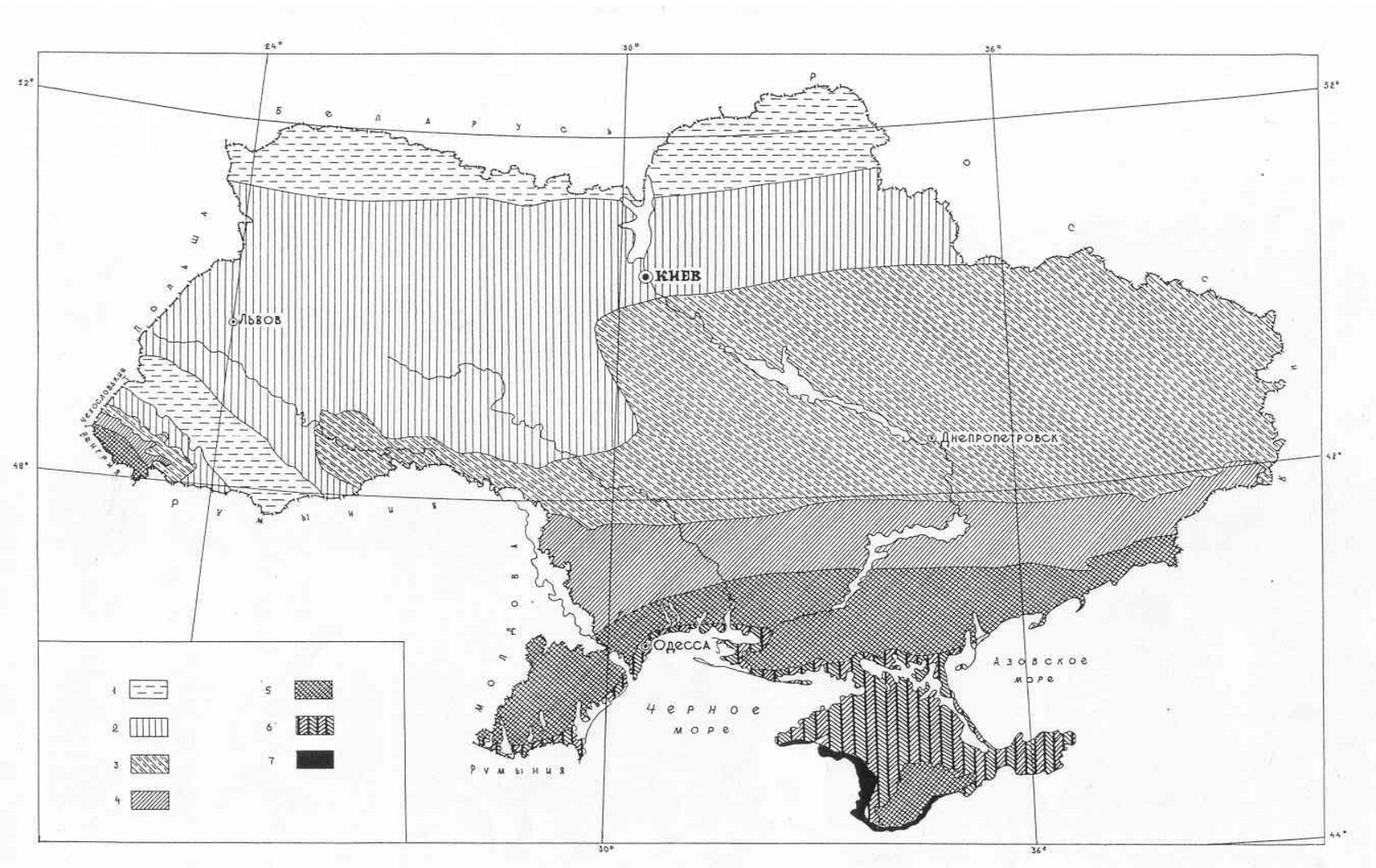


Рис.1 - Комплексное районирование радиационно-световых и тепловых ресурсов на территории Украины. Макрорайоны 1-7 (см.табл.2)

Таблица 2 - Агроклиматическая оценка радиационно-световых и тепловых ресурсов Украины за период со средней суточной температурой воздуха выше 10⁰С.

Макрорайон	ΣQ , МДж/м ²	ΣQ_{ϕ} ,МДж/м ²	ΣS_c , часы	ΣT_c , ⁰ С	$N_{ТП}$, дни
1. Крайний, северный, холодный	<2700	<1350	<1300	<2450	<157
2. Северный, относительно холодный	2700-2900	1350-1450	1300-1366	2450-2650	157-163
3. Центральный, прохладный	2900-3100	1450-1550	1366-1449	2650-2900	163-172
4. Центральный, умеренно теплый	3100-3300	1550-1650	1449-1532	2900-3150	172-180
5. Южный , теплый	3300-3500	1650-1750	1532-1615	3150-3400	180-188
6. Южный, очень теплый	3500-3700	1750-1850	1615-1696	3400-3650	188-196
7. Южный, жаркий	>3700	>1850	>1696	>3650	>196

географическом разрезе на основе моделирования в соответствии с биоклиматическим потенциалом того или иного региона страны.

Применительно к винограду первая прикладная задача решалась путем сопоставления географического распределения климатических ΣQ_{ϕ} , ΣS_c , ΣT_c и $N_{\text{ТП}}$ на территории Украины с биоэкологическими показателями потребностей групп сортов в радиационно-тепловых условиях, т.е. $\Sigma Q_{\phi\delta}$, $\Sigma S_{c\delta}$, $\Sigma T_{c\delta}$ и N_{δ} . Последние были определены автором [8] для семи групп сортов винограда, различающихся по скороспелости. На этой основе разработаны следующие практические рекомендации по рациональному размещению винограда в пределах страны.

Северная часть (макрорайоны 1,2) непригодна для выращивания винограда даже очень ранней и ранней группы сортов из-за недостаточной обеспеченности теплом (их созревание возможно не более 5-6 раз в 10 лет) и суровых условий перезимовки. В южной части 2-го макрорайона возможно оазисное возделывание этих групп сортов в благоприятных микроклиматических условиях (склоны с южной составляющей крутизной 8-12⁰) при обязательной укрывке кустов зимой.

Те же рекомендации относятся к северной части 3-го макрорайона. В центральной и южной части этого макрорайона возможно промышленное виноградарство. Здесь можно размещать группы очень ранних, ранних и ранне-средних сортов с обеспеченностью их созревания по радиационно-тепловым ресурсам 8-9 раз из десяти лет. Предпочтение следует отдать равнинным и склоновым землям. В макрорайоне 4 в тех же местоположениях могут успешно возделываться очень ранние и ранние сорта винограда с высокой обеспеченностью теплом (9-10 раз в 10 лет). Здесь хорошо обеспечены теплом ранне-средние и среднеспелые сорта на 80-90%, т.е. их созревание возможно 8-9 раз из десяти лет.

Очень благоприятные условия для промышленного виноградарства создаются в 5-ом макрорайоне. Здесь на 100% обеспечены теплом все предыдущие группы сортов. Сорта средне-поздние также хорошо обеспечены теплом (их созревание возможно 8-9 раз из десяти лет). Самые благоприятные условия для ведения неукрывного виноградарства создаются на крайнем юге Украины в 6-ом и 7-ом макрорайонах. Здесь на 100% обеспечены теплом все группы сортов, включая поздние и очень поздние.

При этом следует иметь в виду, что повсеместно непригодны для закладки виноградных плантаций понижение рельефа (нижние части и подножия склонов всех экспозиций, дно широких и узких долин, а также замкнутых котловин). Здесь сокращается продолжительность теплого периода на 15-30 дней и существенно уменьшаются суммы тепла, а заморозко- и морозоопасность возрастают [5,7,8].

Количественная оценка продуктивности винограда выполнена с применением физико-статистической модели, разработанной Х.Г.Тоомингом [10]. Модель «Климат-урожай» адаптирована к виноградному растению с введением ряда методических приемов и модификационных формул. Расчеты потенциальных и действительно возможных урожаев произведены с привязкой к агроклиматической карте радиационно-тепловых ресурсов (рис.1) и с учетом географической изменчивости показателя влагообеспеченности в виде относительного испарения – E/E_0 .

Потенциальный урожай сухой биомассы кустов винограда ($Y_{\text{ПТ}}$) обеспечивается приходом энергии фотосинтетически активной радиации (ФАР) за период активной вегетации и рассчитывался по формуле:

$$Y_{\text{ПТ}} = \frac{\eta \sum Q_{\phi\delta}}{q} \quad (8)$$

где $U_{ПТ}$ – потенциальный урожай сухой биомассы в кг/м²; η – КПД использования ФАР виноградниками в %; q – удельная теплота сгорания в МДж/кг; $\sum Q_{\phi\delta}$ – сумма ФАР, рассчитанная от даты набухания почек до созревания винограда среднеспелых сортов в МДж/м² Удельная. теплота сгорания сухой биомассы принята равной 16.76 МДж/кг. При этом $U_{ПТ}$ рассчитан по заданным значениям КПД по использованию солнечной радиации виноградниками (η): 0,5; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0%.

Потенциально возможный урожай винограда (сухая биомасса гроздей) в идеальных климатических условиях рассчитывался при различных η (%) по формуле:

$$U_{ПВ} = \frac{\eta \sum Q_{\phi\delta} \cdot K_X}{q}, \quad (9)$$

где K_X – коэффициент, определяющий хозяйственно ценную часть урожая. Этот коэффициент представляет собой отношение хозяйственно ценной части урожая к урожаю потенциальному ($U_{ПТ} / U_{ПВ}$). Для винограда K_X принимают равным 0,4-0,5.

В производственных условиях урожай винограда получают в виде сырых гроздей. Поэтому для сравнительной оценки урожаев разного уровня представляется важным их определение не только в виде сухой биомассы, но и сырых гроздей. Потенциально возможный урожай сырых гроздей рассчитывался по формуле:

$$U_{ПС} = \frac{100 \cdot U_{ПТ} \cdot K_X}{B_C}, \quad (10)$$

где B_C – содержание сухого вещества в гомогенете ягод винограда (%). Значения B_C – колеблются в зависимости от сорта в пределах 20-25%.

Расчет действительно возможного урожая любой культуры (ДВУ) основывается на использовании растениями энергии ФАР при средних многолетних климатических условиях и учете тех или иных лимитирующих факторов климата. В общем виде ДВУ определяется следующим образом:

$$ДВУ = ПУ \cdot f(x_1) \cdot f(x_2) \dots f(x_n), \quad (11)$$

где ПУ – потенциальный или потенциально возможный урожай; $f(x_1)$ – функция воздействия условий увлажнения (коэффициент влагообеспеченности); $f(x_2)$ – функция воздействия условий перезимовки на продуктивность культуры (коэффициент морозоопасности) и т.д.

Действительно возможный урожай сухой биомассы $U_{ДВ}$ в существующих почвенно-климатических условиях рассчитывался по формуле:

$$U_{ДВ} = U_{ПТ} \cdot E / E_0, \quad (12)$$

где E – фактическое водопотребление культуры (суммарное испарение); E_0 – оптимальное водопотребление (испаряемость).

Значения E_0 определены по формуле, предложенной А.М Алпатьевым [1]

$$E_0 = K_6 \sum d \quad (13)$$

где K_6 – биологический коэффициент испарения, принятый равным 0,65 за

вегетационный период винограда; Σd – сумма дефицитов влажности воздуха, рассчитанная за тот же период. Расчеты выполнены по уравнению водного баланса в виде:

$$E = \Sigma r + (W_H - W_K) - f \quad , \quad (14)$$

где Σr – сумма осадков за вегетационный период винограда; W_H W_K – запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на начало и конец того же периода; f – поверхностный сток.

Действительно возможный урожай сырых гроздей винограда ($U_{ДС}$) рассчитывался по формуле:

$$U_{ДС} = \frac{100 \cdot U_{ПТ} \cdot K_X \cdot E / E_0}{B_C} \quad , \quad (15)$$

где K_X принято равным 0,4, а B_C – 25%

Результаты расчетов с привязкой к ряду макрорайонов, выделенных на комплексной агроклиматической карте (рис.1), в ареале промышленного виноградарства представлены в табл. 3 и 4. Они являются дополнительной легендой к карте и содержат количественную оценку расчетных урожаев для среднеспелых сортов винограда. Как видно из табл.3, потенциальные урожаи сухой биомассы при различных η увеличиваются в направлении с севера на юг страны с возрастанием суммы ФАР как за теплый период с T_c выше 10^0C , так и за период активной вегетации винограда. Например, при η , равном 1% и 2%, диапазон зональных различий в $U_{ПТ}$ между четвертым и седьмым макрорайонами составляет 1,3 т/га и 2,5 т/га.

Более значительная географическая изменчивость характерна для потенциально возможных урожаев сырых гроздей, которые так же возрастают в направлении с севера на юг. При η , равном 1% и 2%, $U_{ПС}$ составляют в четвертом макрорайоне 13 т/га и 26 т/га, а на Южном берегу Крыма в седьмом макрорайоне они увеличиваются соответственно до 14,9 т/га и 29,8 т/га. Диапазон зональных различий в $U_{ПС}$ между четвертым и седьмым макрорайонами возрастает до 1,9 т/га и 3,8 т/га.

Действительно возможный урожай винограда изменяется в обратном направлении, следуя за географической изменчивостью показателя влагообеспеченности в виде E/E_0 . Как видно из табл.4, урожаи сухой биомассы уменьшаются на богарных землях с севера на юг вследствие возрастания засушливости климата. При η , равном 1% и 3%, $U_{ДВ}$ винограда составляет в четвертом макрорайоне 4,0-4,5 т/га и 12,0-13,5 т/га, а на крайнем юге Украины в седьмом макрорайоне его значения не превышают 3,3-3,7 т/га и 9,9-11,1 т/га. Диапазон географических различий составляет при η , равном 1,0%, 2,0% и 3,0%, соответственно 0,7 т/га, 1,4 и 2,2 т/га.

Действительно возможный урожай сырых гроздей винограда также заметно уменьшается с севера на юг (при отсутствии орошения). При η , равном 1% и 3% $U_{ДС}$ составляет в четвертом макрорайоне (рис.1) 6,3-7,2 т/га и 18,9-21,6 т/га, а в седьмом макрорайоне он не превышает соответственно 5,3-6,0 т/га и 15,9-18,0 т/га. Диапазон зональных различий увеличивается и составляет при η , равном 1%, 2%, 3%, 1,0 т/га, 1,9 и 2,9 т/га. Заметное увеличение урожая винограда разного уровня характерно для Закарпатской области (ст. Берегово) с особым местным климатом и лучшими условиями увлажнения (5 макрорайон).

Таблица 3 - Агроклиматическая оценка потенциально возможных урожаев сухой биомассы винограда ($U_{ПТ}$) и сырых гроздей ($U_{ПС}$) в ряде макрорайонов Украины (т/га)

Макрорайон	Станция	$\Sigma Q_{фб}$ МДж/м ²	$U_{ПТ}$ при η , %				$U_{ПС}$ при η , %			
			0,5	1,0	2,0	3,0	0,5	1,0	2,0	3,0
4	Любашевка	1355	4,0	8,1	16,1	24,2	6,5	13,0	26,0	39,0
	Запорожье	1380	4,1	8,2	16,4	24,6	6,5	13,1	26,2	39,3
	Вознесенск	1399	4,2	8,4	16,8	25,2	7,2	13,4	26,8	40,2
5	Берегово	1414	4,2	8,4	16,8	25,2	6,7	13,4	26,8	40,2
	Раздельная	1430	4,3	8,5	17,0	25,6	6,8	13,6	27,2	40,8
	Николаев	1433	4,3	8,6	17,2	25,8	6,8	13,8	27,6	41,4
	Аскания-Нова	1462	4,3	8,7	17,4	26,1	6,9	13,9	27,8	41,7
6	Одесса	1480	4,4	8,8	17,6	26,4	7,0	14,1	28,2	42,3
	Измаил	1515	4,4	9,1	18,2	27,3	7,3	14,6	29,2	43,8
	Владиславовка	1503	4,4	8,9	17,8	26,7	7,1	14,2	28,4	42,6
	Керчь	1508	4,5	9,0	18,0	27,0	7,2	14,4	28,8	43,2
7	Евпатория	1545	4,6	9,2	18,4	27,6	7,3	14,7	29,4	44,1
	Севастополь	1555	4,6	9,3	18,6	27,9	7,4	14,9	29,8	44,7
	Ялта	1562	4,7	9,4	18,6	28,0	7,4	14,9	29,8	44,7
	Алушта	1536	4,6	9,2	18,4	27,6	7,3	14,7	29,4	44,4

Таблица 4 - Агроклиматическая оценка действительно возможных урожаев сухой биомассы винограда ($U_{ДВ}$) и сырых ягод ($U_{ДС}$) в ряде макрорайонов Украины (т/га)

Макрорайон	Станция	$U_{ДВ}$ при η , %				E/E_0	$U_{ДС}$ при η , %			
		0,5	1,0	2,0	3,0		0,5	1,0	2,0	3,0
4	Любашевка	2,2	4,4	9,0	13,5	0,55	3,6	7,2	14,4	21,6
	Вознесенск	2,0	4,0	8,0	12,0	0,47	3,2	6,3	12,6	18,9
	Запорожье	2,1	4,2	8,4	12,6	0,50	3,3	6,5	13,0	19,5
5	Берегово	2,7	5,5	11,0	15,5	0,65	4,4	8,7	17,4	26,1
	Раздельная	2,0	3,9	6,8	10,7	0,46	2,7	6,3	12,6	18,9
	Николаев	1,8	3,6	7,2	10,8	0,42	2,9	5,8	11,6	17,4
	Аскания-Нова	1,7	3,4	6,8	10,2	0,39	2,7	5,4	10,8	16,2
6	Одесса	2,0	3,9	7,8	11,7	0,44	3,1	6,2	12,4	18,6
	Измаил	2,0	3,9	7,8	11,7	0,43	3,2	6,3	12,4	18,9
	Владиславовка	1,8	3,6	7,2	10,8	0,40	2,8	5,7	11,4	17,1
	Стрелковое	2,0	3,9	7,8	11,7	0,43	3,1	6,2	12,4	18,6
	Керчь	1,9	3,8	7,9	11,4	0,42	3,0	6,0	12,0	18,0
7	Евпатория	1,7	3,3	6,6	9,9	0,36	2,7	5,3	10,6	15,9
	Севастополь	1,8	3,7	7,4	11,1	0,40	3,0	6,0	12,0	18,0
	Ялта (Никитск. сад)	1,7	3,4	6,8	10,2	0,39	2,9	5,8	11,6	17,4
	Алушта	1,8	3,6	7,2	10,8	0,39	2,8	5,7	11,4	17,4

Выполнена оценка точности расчетов урожаев по модели путем сопоставления урожаев винограда, выраженного в производственных условиях (Y_{II}), с действительно-возможными урожаями сырых гроздей ($Y_{ДС}$) при КПД использования ФАР (η) 0,5-1%. Установлено, что ошибка расчетов $Y_{ДС}$ не превышает $\pm 5-12\%$.

Проведена сравнительная оценка урожаев потенциально возможных и действительно возможных с производственными урожаями сырых ягод винограда (Y_{II}). Установлено, что недобор урожая сырых гроздей в виде разности ($Y_{ДС}-Y_{II}$) уменьшается к югу страны и составляет при η , равном 1% и 2%, в четвертом макрорайоне 3,8 и 9,8 т/га, а в седьмом – 1,3 и 7,0 т/га. Коэффициент благоприятности климата (K_{II}), представляющий собой отношение $Y_{ДС}$ к Y_{II} , в рассмотренных макрорайонах не превышает 0,44 - 0,60. А коэффициент эффективности ($K_{Э}$) использования агроклиматических ресурсов при возделывании винограда в виде $K_{Э} = \frac{Y_{II}}{Y_{ДС}}$ составляет при η , равном 1 и 2%, в четвертом макрорайоне только 0,48 и 0,26, а в седьмом макрорайоне – 0,77 и 0,39.

На территории Украины склоновые земли занимают более 60% общей площади сельскохозяйственных угодий. Потому представляет научный интерес количественная оценка влияния микроклимата склонов различной экспозиции и крутизны на возможную вариабельность урожаев сухой биомассы винограда и сырых гроздей. Поскольку эти виды урожаев находятся в прямой зависимости от сумм суммарной радиации и ФАР, расчеты выполнены с привязкой к агроклиматической карте (рис.1) для 3,4,5,6,7 макрорайона по формулам:

$$Y'_{II} = \frac{\eta \sum Q_{ФБ}}{q} \cdot K_Q = Y_{II} \cdot K_Q \quad (16)$$

$$Y'_{IC} = \frac{100 \cdot Y_{II} \cdot K_X}{B_C} \cdot K_Q = Y_{IC} \cdot K_Q \quad (17)$$

где Y'_{II}, Y'_{IC} – урожаи сухой биомассы винограда и сырых гроздей на северных и южных склонах крутизной 5,10,15,20°; Y_{II}, Y_{IC} – те же урожаи на равнинных землях (открытое ровное место); K_Q – переходные коэффициенты для пересчета $\sum Q, \sum Q_{Ф}$ с горизонтальной поверхности, на склонах.

Переходные коэффициенты K_Q для северных, южных, западных и восточных склонов разработаны Т.А. Голубовой и автором [5,8] применительно к территории СНГ, в том числе к Украине, для конкретного месяца с апреля по октябрь. Они представляют собой отношение в виде:

$$K_Q = \frac{\sum Q_C}{\sum Q}, \quad (18)$$

где $\sum Q_C$ – сумма суммарной радиации на склоне; $\sum Q$ – то же на горизонтальной поверхности.

Неполные результаты расчетов Y'_{II} и Y_{IC} представлены в табл.5. Общей закономерностью является существенное увеличение потенциально возможных

Таблица 5 -Количественная оценка возможных урожаев винограда ($Y'_{ПТ}$, $Y'_{ДС}$) на северных и южных склонах в ряде макрорайонов (т/га)

Склон	Крутизна, град	$Y'_{ПТ}$ при η %			$Y'_{ДС}$ при η %		
		1,0	2,0	3,0	1,0	2,0	3,0
Макрорайон 3							
Северный	5	7,6	15,2	22,8	12,1	24,1	36,1
	10	7,3	14,5	21,7	11,6	23,2	34,8
	15	7,1	14,1	21,1	11,3	22,5	33,7
	20	6,9	13,7	20,5	11,0	22,0	33,0
Южный	5	8,2	16,4	24,6	13,1	26,3	39,5
	10	8,4	16,8	25,2	13,4	26,8	40,2
	15	8,6	17,2	25,8	13,7	27,3	40,9
	20	8,7	17,5	26,3	13,9	27,7	41,9
Макрорайон 7							
Северный	5	9,8	17,5	26,2	14,0	27,9	41,8
	10	8,3	16,6	24,9	13,2	26,5	39,8
	15	7,7	15,4	23,1	12,2	24,5	36,8
	20	7,1	14,2	21,3	11,4	22,7	34,0
Южный	5	9,5	19,0	28,5	15,2	30,3	45,4
	10	9,8	19,5	29,2	15,6	31,1	46,6
	15	10,0	20,1	30,2	16,0	32,1	48,2
	20	10,3	20,4	30,9	16,4	32,9	49,4

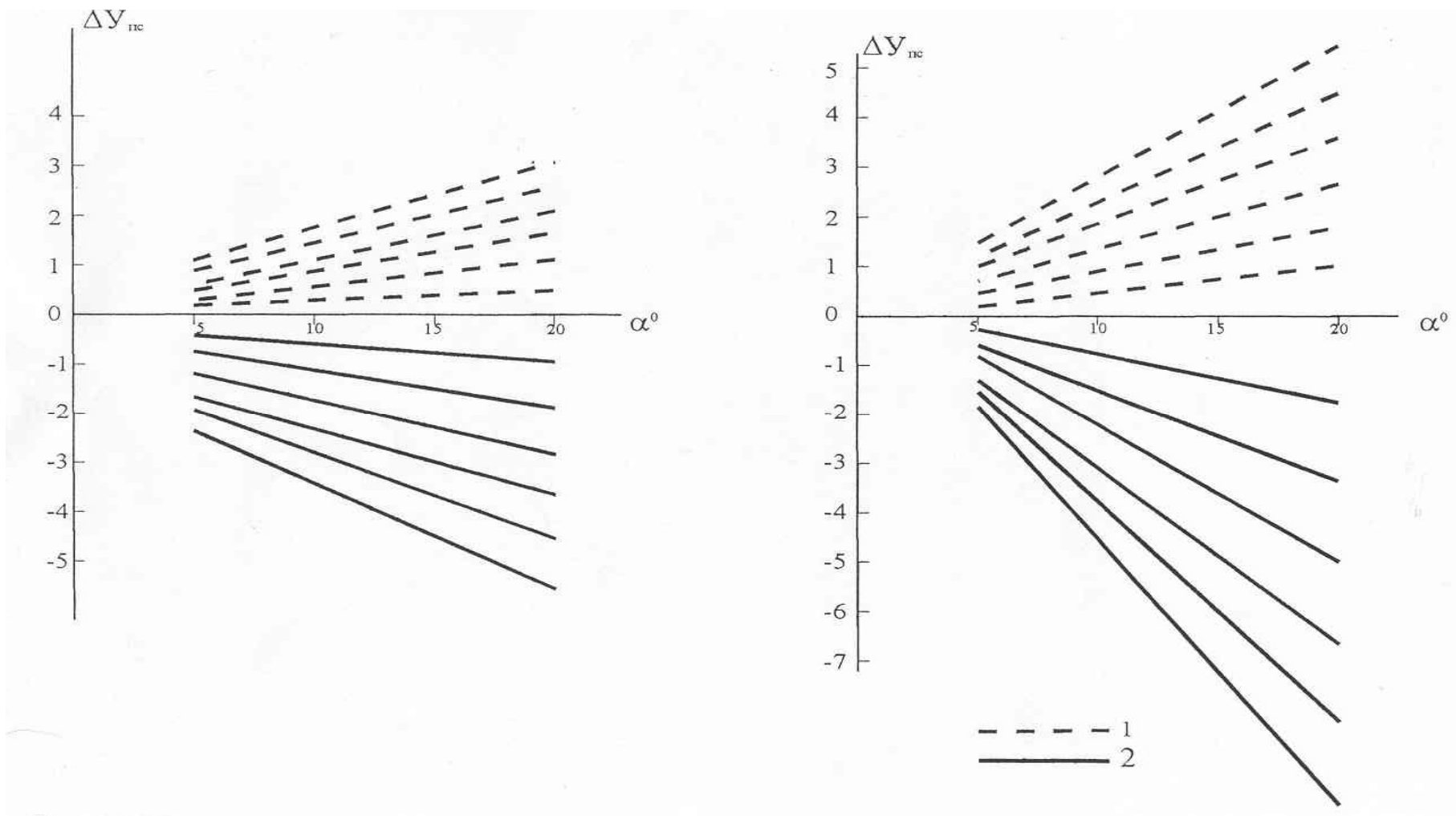


Рис.2 - Отклонения потенциально возможных урожаев сырых гроздей винограда ($Y_{гс}$, т/га) на северных и южных склонах различной крутизны (α°) по сравнению с открытым ровным местом при различных значениях η C%, макрорайоны: а) третий; б) седьмой; склоны: 1 – южный, 2- северный

урожаев винограда на южных склонах и уменьшение на северных склонах по сравнению с равнинными землями во всех макрорайонах страны. Повсеместно с увеличением крутизны склонов происходит возрастание $Y'_{пт}$ и $Y'_{пс}$ на южных склонах и уменьшение на северных склонах.

Например, в 3-ем макрорайоне на северных склонах крутизной $10,20^0$ при η , равном 1%, $Y'_{пт}$ и $Y'_{пс}$ составляет 11,6 и 11,0 т/га, а на южных склонах той же крутизной – 13,4 и 13,9 т/га. В 7-ом макрорайоне на Южном берегу Крыма на северных склонах крутизной 10 и 20^0 при η , равном 1% урожай сырых гроздей не превышает 13,2 и 11,4 т/га, а на южных склонах той же крутизны – 15,6 и 16,5 т/га. При η , равном 2%, урожай винограда на склонах увеличивается в два раза и соответственно возрастает изменчивость под влиянием микроклимата.

Выполнена также агроклиматическая оценка отклонений потенциально возможных урожаев винограда на склонах относительно ровного места в виде разностей $(Y'_{пт} - Y_{пт})$ и $(Y'_{пс} - Y_{пс})$ для тех же макрорайонов при различных значениях КПД использования ФАР (η ;%). Установлено, что на южных склонах крутизной $10,20^0$ возможна прибавка урожая винограда ($Y_{пс}$) при η , равном 1%, в 6-11 ц/га. На северных склонах той же крутизны возможен недобор урожая из-за уменьшения прихода ФАР при η , равном 1%, в 12-13 ц/га и 18-32 ц/га.

Из рис. 2 видно, что диапазон различий в потенциально возможных урожаях сырых гроздей винограда под влиянием микроклимата склонов возрастает в направлении с севера на юг с увеличением их крутизны и КПД использования ФАР. Например, в 3-ем макрорайоне при η , равном 1%, микроклиматические различия $Y'_{пс}$ между южными и северными склонами крутизной 10 и 20^0 составляют 18 ц/га и 29 ц/га, а в 7-ом макрорайоне эти различия возрастают до 23 ц/га и 51 ц/га. При η , равном 2%, микроклиматические различия в $Y'_{пс}$ между южными и северными склонами крутизной $10, 20^0$ возрастают в 3-ем макрорайоне до 36 ц/га и 57 ц/га, а в 7-ом макрорайоне – до 46 ц/га и 102 ц/га.

Выводы. 1. Результаты научных разработок являются необходимой основой для региональной агроклиматической оценки продуктивности винограда т теплолюбивой группы культур на ограниченных территориях (административная область, небольшой район, отдельное хозяйство) с учетом микроклимата, а также для оптимизации размещения культурных растений на сортовом уровне.

2. В настоящее время при выращивании винограда в производственных условиях КПД использования ФАР находится лишь на уровне 0,6-0,8%. Следовательно, имеется громадный резерв для получения более высоких урожаев винограда в соответствии с агроклиматическими ресурсами ряда макрорайонов на территории Украины. Вполне возможно повышение КПД использования ФАР (η) виноградниками за счет рационального размещения сортов с учетом микроклимата, введения дифференцированной технологии возделывания, включая укрывное и неукрывное виноградарство, а также правильно организованного орошения в ряде южных районов.

Список литературы

1. Алпатьев А.М. Влагообороты в природе и их преобразования. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 324 с.
2. Агроклиматический атлас Украины. – Киев: Урожай, 1964. – 36 с.

3. Давитая Ф.Ф. Основные принципы районирования культуры винограда. В кн. Физиология винограда и основы его возделывания. – София: БАН, 1981. Т.1, С.27-52
4. Ефимова Н.А. Радиационные факторы продуктивности растительного покрова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977.–216 с.
5. Мищенко З.А. Биоклимат дня и ночи. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. –280 с.
6. Мищенко З.А., Ляхова С.В. Региональная оценка агроклиматических ресурсов на территории Украины и урожай винограда. // Метеорология, климатология и гидрология.1999. Вып.36. С.100-118.
7. Мищенко З.А. Развитие методов разномасштабного агроклиматического районирования территории с учетом микроклимата. // Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища–2002” – Одеса: ТЕС, 2003. С.256-263.
8. Міщенко З.А. Агрокліматична оцінка і районування радіаційно-світлових ресурсів на території України з урахуванням мікроклімату схилів. В книзі Методи оцінки і районування мікрокліматичної мінливості радіаційно-теплових ресурсів України для оптимізації розміщення сільськогосподарських культур. – Київ: Укр..ГМЦ, 2004. С.7-53.
9. Турманидзе Т.И. Климат и урожай винограда. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. –199 с.
10. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. –264 с.
11. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. –247 с.

Комплексне районування агрокліматичних ресурсів продуктивності винограду в Україні. Мищенко З.А.

Подано комплексне районування у середньому масштабі показників радіаційно-теплових ресурсів і вологозабезпеченості рослин на території України. На підставі моделювання подана кількісна оцінка врожаїв винограду різного виду та рівня з прив'язкою до ряду агрокліматичних районів, що виділені на карті. Визначена варіабельність потенційних врожаїв винограду під впливом мікроклімату схилів.

Ключові слова: районування, агрокліматичні ресурси, продуктивність, виноград, мікроклімат схилів.

Complex zoning of agroclimatic resources of the grapes (vine) productivity in Ukraine. Mischenko Z.A.

Complex zoning in average scale indices of plant radiation – thermal resources and plant moisture support on the territory of Ukraine is show. Quantity estimation of different kind and level grapes harvests applying to a number of agroclimatic regions marking on the map on the basis of modeling is given. Variability of potential grapes harvests under the influence of slop microclimate has been defined/

Keywords: zoning, agroclimatic resources, modeling, grapes productivity, slope microclimate