

Национальный научный центр
«Институт виноградарства и виноделия им. В.Е.Таирова»,
Украина

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ УСЛОВИЙ МОРОЗОПАСНОСТИ И ТЕПЛОБЕСПЕЧЕННОСТИ ВИНОГРАДА НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ

Представлены результаты расчетов пространственной изменчивости среднего из абсолютных минимумов температуры воздуха зимой и сумм среднесуточных, дневных и ночных температур воздуха как основных показателей условий морозоопасности и тепловых ресурсов с учетом микроклимата для территории виноградарства Северного Причерноморья.

Ключевые слова: морозоопасность, теплообеспеченность, средний из абсолютных минимумов температуры воздуха, суммы среднесуточных, дневных и ночных температур воздуха, изменчивость, микроклимат.

На пути решения проблемы оптимизации размещения сельскохозяйственных культур, в особенности их теплолюбивой группы, несмотря на результаты многочисленных фундаментальных и прикладных исследований [2, 8-10], возникает необходимость усовершенствования системы показателей экологических условий, позволяющая с большей достоверностью оценивать степень благоприятности территорий. Одним из критериев для оптимизации размещения винограда в Украине является степень морозоопасности территорий и оценка теплообеспеченности винограда.

Наибольшие площади виноградников в Северном Причерноморье сосредоточены в Одесской области и АР Крым, для которых были подготовлены рекомендации по размещению винограда в сортовом разрезе исходя из их требований к условиям морозоопасности и ресурсам тепла [2, 9-10]. За последние 15 лет выполнено ряд исследований, направленных на уточнение критериев оценки степени благоприятности агроклиматических условий применительно к винограду [3-7], позволяющих усовершенствовать структуру оптимизационных программ. Они включают оценку теплообеспеченности винограда с использованием новых показателей тепловых ресурсов территорий и теплопотребности винограда, а также оценки пространственной изменчивости показателей морозоопасности и тепловых ресурсов под влиянием неоднородностей подстилающей поверхности [4, 6, 7].

Целью данной работы является представление результатов расчета пространственной изменчивости среднего из абсолютных минимумов температуры воздуха зимой и сумм среднесуточных, дневных и ночных температур воздуха как основных показателей условий морозоопасности и тепловых ресурсов с учетом микроклимата для виноградарских Одесской, Николаевской и Херсонской областей.

Материалы и методы. Исходной информацией для исследований послужили материалы наблюдений опорного метеорологического поста «Сухой лиман», расположенного на территории ННЦ «ИВиВ им. В. Е.Таирова» за температурой воздуха в течение года за период с 1946 по 2007 гг. Тепловые ресурсы территории оценивались, наряду с показателем сумм среднесуточных температур воздуха за период с температурами выше 10°C ($\Sigma T_c \geq 10^{\circ}\text{C}$), по новым показателям, которые учитывают суточную ритмику температур – сумм дневных и ночных температур воздуха $\Sigma T_{\text{дн}} \geq 10^{\circ}\text{C}$, $\Sigma T_{\text{н}} \geq 10^{\circ}\text{C}$. Ценность информации о тепловых ресурсах по указанным показателям состоит в том, что эти величины точнее отражают степень соответствия ресурсов тепла территорий и требования растений в тепле. Это связано с тем, что все физиологические процессы растений подчинены двум основным механизмам, связанных с суточной ритмикой процессов – фото- и термопериодизма. Впервые на это явление обратили внимание при анализе связи качества продукции различных сортов зерновых, масличных культур и винограда. Было установлено высокую связь между содержанием в продукции растений белка, масла, сахаров с суммой амплитуд температур.

Известно несколько методов расчета $\Sigma T_{\text{дн}} \geq 10^{\circ}\text{C}$ $\Sigma T_{\text{н}} \geq 10^{\circ}\text{C}$ - по результатам прямых суточных наблюдений за температурой воздуха с учетом выделения дневных и ночных часов (по лентам термографа), по величинам максимальных и минимальных температур, по температуре в 13 часов для дневных температур. Для территории Украины, в том числе южного региона (Одесской, Николаевской, Херсонской областей и АР Крым), одним из авторов проведены исследования по уточнению закономерностей географического распределения тепловых ресурсов территории по указанным показателям и разработке системы регрессионных уравнений связи между различными показателями в целом по Украине и конкретно по южному региону. Общий вид уравнений можно представить в виде:

$$\Sigma T_{\text{дн}} \geq 10^{\circ} = a_1 \cdot \Sigma T_{\text{с}} \geq 10^{\circ} \pm b_1 \quad (1)$$

$$\Sigma T_{\text{н}} \geq 10^{\circ} = a_2 \cdot \Sigma T_{\text{с}} \geq 10^{\circ} \pm b_2, \quad (2)$$

где $\Sigma T_{\text{с}} \geq 10^{\circ}\text{C}$, $\Sigma T_{\text{дн}} \geq 10^{\circ}\text{C}$ и $\Sigma T_{\text{н}} \geq 10^{\circ}\text{C}$ - соответственно суммы среднесуточных, дневных и ночных температур воздуха за период с температурами выше 10°C ; a_1, a_2, b_1, b_2 - параметры регрессионных уравнений связи.

Оценка пространственной изменчивости условий морозоопасности с учетом микроклимата выполнена по методике З. А. Мищенко [5], а по тепловым ресурсам - по методике З. А. Мищенко, уточненной для территории Украины Г. В. Ляшенко [3, 4, 6]. Общий вид математической модели расчета пространственной изменчивости условий морозоопасности и тепловых ресурсов представлен в виде обобщенных формул:

$$\overline{T}'_{\text{min}} = \overline{T}_{\text{min}} \pm \Delta \overline{T}'_{\text{min}} \quad (3)$$

$$\Sigma T'_{\text{дн}} \geq 10^{\circ}\text{C} = \overline{\Sigma T}_{\text{дн}} \geq 10^{\circ}\text{C} \pm \Delta \Sigma T'_{\text{дн}} \quad (4)$$

$$\Sigma T'_{\text{н}} \geq 10^{\circ}\text{C} = \overline{\Sigma T}_{\text{н}} \geq 10^{\circ}\text{C} \pm \Delta \Sigma T'_{\text{н}}, \quad (5)$$

где $\overline{T}'_{\text{min}}, \Sigma T'_{\text{дн}}, \Sigma T'_{\text{н}}$ - средний из абсолютных минимумов температуры воздуха, сумма дневных и ночных температур воздуха за период с температурами выше 10°C в определенном местоположении;

$\overline{T}_{\text{min}}, \overline{\Sigma T}_{\text{дн}}, \overline{\Sigma T}_{\text{н}}$ - то же для условий открытого ровного места;

$\Delta \overline{T}'_{\text{min}}, \Delta \Sigma T'_{\text{дн}}, \Delta \Sigma T'_{\text{н}}$ - параметры микроклиматической изменчивости указанных показателей для различных местоположений.

о изложенным методам и представленным моделям выполнены расчеты условий морозоопасности по величине среднего из абсолютных минимумов температуры воздуха с 10, 20 и 50-процентной обеспеченностью, а тепловых ресурсов по величине сумм дневных и ночных температур - с 90-процентной обеспеченностью для восьми метеостанций Одесской, Херсонской и Николаевской областей (Раздельная, Одесса, Сарата, Болград, Измаил Николаев, Геническ и Херсон), которые вполне характеризуют территорию виноградарства. Параметры микроклиматической изменчивости показателей $\Delta \overline{T}'_{\text{min}}, \Delta \Sigma T'_{\text{дн}}, \Delta \Sigma T'_{\text{н}}$ для конкретных участков, отличных от ровного места, определены на основе детального анализа геоморфологической ситуации исследуемой территории, прежде всего вертикального расчленения рельефа (ΔH), и выделенных типов, форм рельефа, местоположения на склоне, экспозиции склонов.

Результаты исследований. Выявлено, что средний из абсолютных минимумов температуры воздуха с 50-процентной вероятностью изменяется на исследуемой территории от $-13,2^{\circ}\text{C}$ по данным метеостанции Одесса до $-16,4^{\circ}\text{C}$ - метеостанции Сарата (табл.1). Наибольшая временная изменчивость величин $\overline{T}_{\text{min}}$, оцениваемая по величине среднего квадратичного отклонения σ , отмечается на станциях Херсон и Сарата и составляет 5,4 и 5,2 $^{\circ}\text{C}$, а наименьшая - по данным метеостанции Раздельная и Одесса - соответственно 3,8 и 4,0 $^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум температур

воздуха за исследуемый период изменялся соответственно от -25,4 °С на метеостанции Измаил до -32,3 °С на метеостанции Геническ. Таким образом, диапазон изменчивости среднего из абсолютных минимумов температуры воздуха для средних многолетних условий (50 % вероятности) по данным метеостанций, которые характеризуют равнинные земли, составляет 3,2 °С, а по величине абсолютного минимума температур – 6,9 °С.

Таблица 1

Изменчивость условий морозоопасности для винограда для равнинных земель Северного Причерноморья

Метеостанции	Показатели условий морозоопасности			
	$\overline{T_{\min}}$ (50%), °С	σ , °С	$\overline{T_{\min}}$ (10%), °С	$T_{\text{абс min}}$, °С
Раздельная	-16,1	3,8	-20,9	-29,1
Николаев	-16,1	4,6	-22,0	-29,7
Херсон	-15,9	5,4	-22,8	-32,2
Одесса	-13,3	4,0	-18,3	-29,0
Сарата	-16,4	5,2	-23,1	-30,2
Болград	-14,6	4,4	-20,2	-26,6
Измаил	-15,0	4,9	-21,3	-25,4
Геническ	-15,1	4,9	-21,4	-32,3
Диапазон изменчивости, °С	3,1	1,6	2,6	6,9

Под влиянием неоднородностей подстилающей поверхности, к которым относится неоднородный рельеф, пестрота почвенного покрова и близость водоемов разного размера, наблюдается значительная пространственная изменчивость агроклиматических условий – микроклимат. Механизм формирования микроклиматической изменчивости показателей условий морозоопасности определяется термодинамическими факторами и обусловлен трансформацией воздушных масс при их перемещении. Это, прежде всего, стоковые процессы в неоднородном рельефе, отличие в прогревании почв разного типа и гранулометрического состава и различных физических поверхностей (суши и водной поверхности). На исследуемой территории имеют место все три фактора, но в наибольшей степени оказывают влияние расчлененный рельеф и влияние водоемов (Черное и Азовское моря, большие реки Днепр, Днестр и Дунай, а также озеро Ялпуг и Днестровский лиман).

Анализ геоморфологической ситуации по данным вертикального расчленения рельефа [1] показал, что на исследуемой территории величина относительного превышения местности (ΔH , м), как показатель типа рельефа, изменяется от 20 до 100 м и больше, что свидетельствует о наличии двух типов рельефа – всхолмленного и холмистого. Для этих типов рельефа параметр микроклиматической изменчивости среднего из абсолютных минимумов температуры воздуха $\Delta T'_{\min}$ изменяется от 2-3 °С на водораздельных плато и вершинах склонов до -3, -4 °С – на дне долины и в котловине. Диапазон микроклиматической изменчивости $\overline{T_{\min}}$ при ясной тихой погоде для контрастных местоположений в условиях всхолмленного и холмистого рельефа может достигать соответственно 3-4 и 6-7 °С. Влияние водоемов зимой носит отепляющий характер, т.е. вблизи них отмечается повышение $\overline{T_{\min}}$, которое для исследуемой территории составляет 2-4 °С.

По данным каждой из указанных метеостанций с учетом влияющих факторов были выполнены расчеты величины среднего из абсолютных минимумов температуры воздуха $\overline{T_{\min}}$. Возможная микроклиматическая изменчивость данного показателя для территории, прилегающей к метеостанции Одесса и характеризующаяся двумя типами рельефа и близостью к Черному морю, составляет 5,1 и 7,0 °С. Абсолютные величины этого показателя изменяются от -16,3 °С в верхней части склона до -21,4 °С - в замкнутой долине при ΔH 60- 100 м и от -15,3 до -22,3 °С - при ΔH 100-140 м (рис.1). На территории вблизи АМС Сарата, где преобладающим фактором является расчлененный рельеф, величины среднего из абсолютных минимумов являются самыми низкими. При относительном превышении верхней части над дном долины 60-100 м этот показатель

изменяется от $-21,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ в верхней части склона до $-26,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ на дне замкнутой долины, а при $\Delta H = 100\text{--}140\text{ м}$ – от $-20,3$ до $-27,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ для тех же местоположений. Как наглядно свидетельствуют графики рис.1, при прочих равных условиях, возрастают как абсолютные величины, так и микроклиматическая изменчивость $\overline{T_{\min}}$ с увеличением глубины вертикального расчленения рельефа. Наиболее низкие величины отмечаются на дне замкнутых долин в районе АМС Сарата. Вблизи морей и крупных водоемов отмечается общая тенденция понижения интенсивности морозов и уменьшение диапазона их микроклиматической изменчивости.

По приведенной методике для оценки условий теплообеспеченности винограда по данным указанных выше метеостанций, выполнены расчеты тепловых ресурсов - сумм среднесуточных, дневных и ночных температур воздуха за период с температурами выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ΣT_c , $\Sigma T_{\text{дн}}$, ΣT_n). Как наглядно свидетельствуют данные табл.2, отмечается колебание сумм среднесуточных температур от $3210\text{ }^{\circ}\text{C}$ (АМС Сарата) до $3350\text{ }^{\circ}\text{C}$ (АМС Болград), диапазон их изменчивости составляет $140\text{ }^{\circ}\text{C}$. Значительно больше варьируют ресурсы тепла по суммам дневных и ночных температур. Например, суммы дневных температур ($\Sigma T_{\text{дн}}$) изменяются по данным метеостанций от $3290\text{ }^{\circ}\text{C}$ (МС Одесса) до $3910\text{ }^{\circ}\text{C}$ (МС Измаил), а суммы ночных температур – от $2400\text{ }^{\circ}\text{C}$ (АМС Сарата) до $3000\text{ }^{\circ}\text{C}$ (МС Одесса). Т.е., диапазон различий величин этих показателей соответственно составил 625 и $600\text{ }^{\circ}\text{C}$. Наибольшая разница в суммах среднесуточных, дневных и ночных температур отмечена на АМС Сарата, Болград и Херсон, а наименьшая – на МС Одесса. Например, разница сумм дневных и среднесуточных температур по данным указанных метеостанций составляет 585 , 480 , 475 и $65\text{ }^{\circ}\text{C}$, разница между суммой среднесуточных и ночных температур по этим станциям равна соответственно -810 , -775 , -340 и $-225\text{ }^{\circ}\text{C}$. Как и следовало, аналогичная тенденция отмечается в разнице между суммой дневных и ночных температур воздуха, которая для тех же метеостанций соответственно составила 1395 , 1255 , 815 и $290\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Именно особенностями суточного хода температур и соответствующими суммами температур можно объяснить в большинстве случаев как отличие в темпах развития растений, так и их состояния в течение вегетации. В наибольшей же степени влияния особенностей суточного хода температур сказываются на содержании в ягодах винограда сахаров, кислот и др. веществ.

В основе формирования микроклиматических различий ресурсов тепла лежат два физических механизма – энергетический и термодинамический, которые обуславливают трансформацию воздушных масс под влиянием неодинакового количества солнечного тепла, поступающего на различно ориентированные поверхности, турбулентного перемешивания воздушных масс днем и стоковыми процессами в ночное время суток. Таким образом, оценивается формирование термического режима днем и ночью, которое происходит в результате различных процессов, что обуславливает разные закономерности в пространственном перераспределении величин дневных и ночных температур и их сумм. Знак и величина микроклиматического перераспределения ресурсов тепла днем и ночью прямо противоположны как для различных местоположений в рельефе, так и под влиянием водоемов. Наиболее высокие суммы дневных температур отмечаются в нижних частях подветренных склонов и замкнутых долинах, а суммы ночных температур – на водораздельных плато и верхних частях склонов. Наименьшие суммы дневных отмечаются на водораздельных плато и верхних частях наветренных склонов, а суммы ночных температур – на дне долин. Причем, с ростом глубины вертикального расчленения рельефа ΔH различия в суммах дневных и ночных температур для пары контрастных местоположений водораздельное плато – дно долины возрастает. Основные закономерности перераспределения сумм дневных и ночных температур под влиянием водоемов обусловлены формированием местных ветров – дневного и ночного бризов. Сумма дневных температур вблизи водоема снижается, а сумма ночных – повышается.

Для исследуемой территории рассчитаны суммы дневных и ночных температур при разных типах рельефа для таких местоположений: верхней и средней частей южного и северного склонов (ВЮ, ВС, СЮ, СС), дна долин (ДД). Так, для Одессы при $\Delta H < 60\text{ м}$ суммы дневных температур изменяются от $3240\text{ }^{\circ}\text{C}$ на выпуклых формах рельефа до $3440\text{ }^{\circ}\text{C}$ – на вогнутых, а ΣT_n - от $3050\text{ }^{\circ}\text{C}$ в верхних частях склонов до $2850\text{ }^{\circ}\text{C}$ - на дне долины (рис.2а). При относительном превышении $60\text{--}100\text{ м}$ эти величины, соответственно, варьируют в пределах $3140\text{--}3490\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $3140\text{--}2800\text{ }^{\circ}\text{C}$. Разница между суммами дневных и ночных температур в верхних частях склонов при $\Delta H < 60$ и $60\text{--}100\text{ м}$ не превышает $20\text{--}50\text{ }^{\circ}\text{C}$, а на дне долины она достигает своего максимального значения и составляет при $\Delta H < 60$ и $60\text{--}100\text{ м}$ 590 и $690\text{ }^{\circ}\text{C}$.

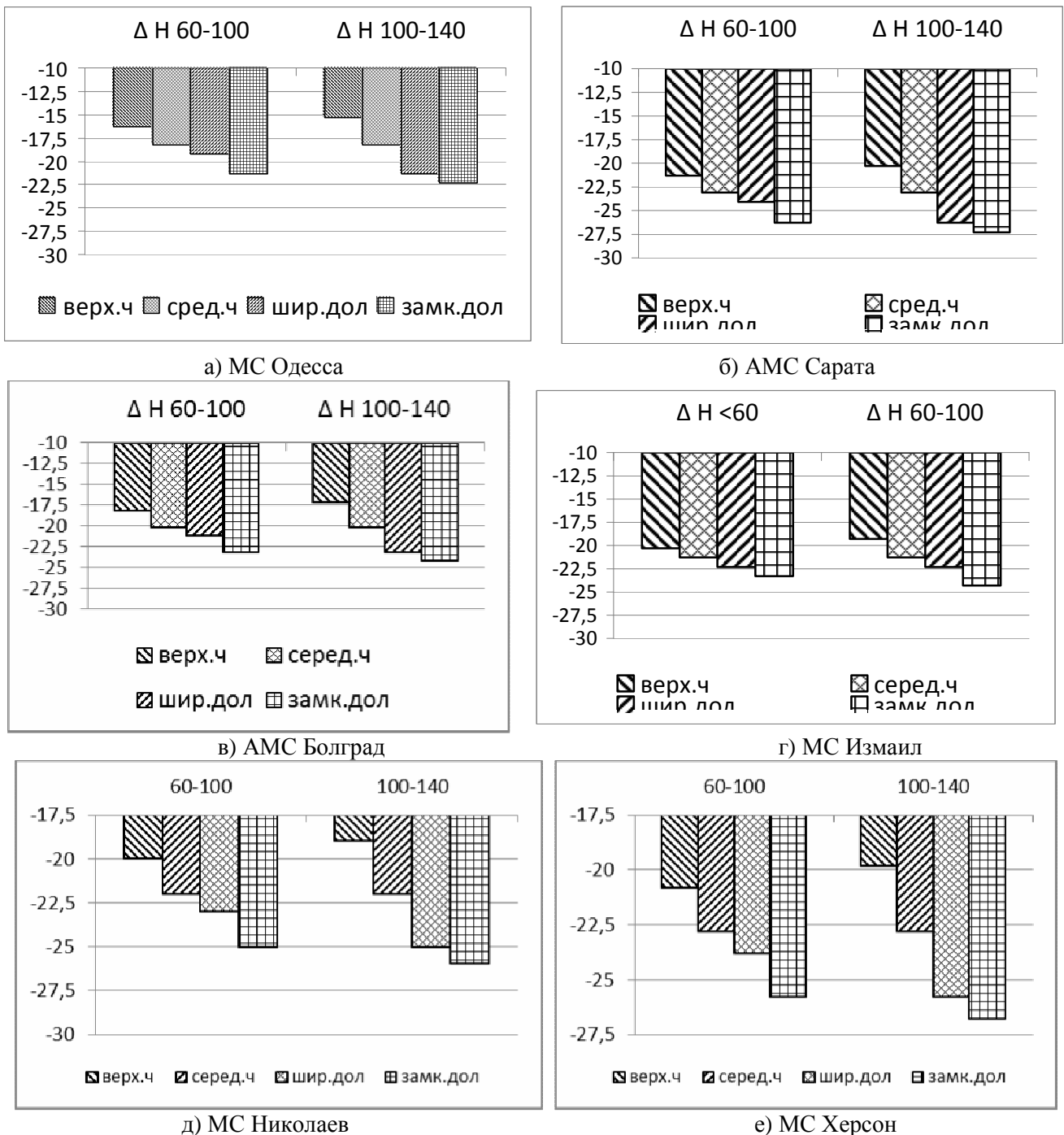


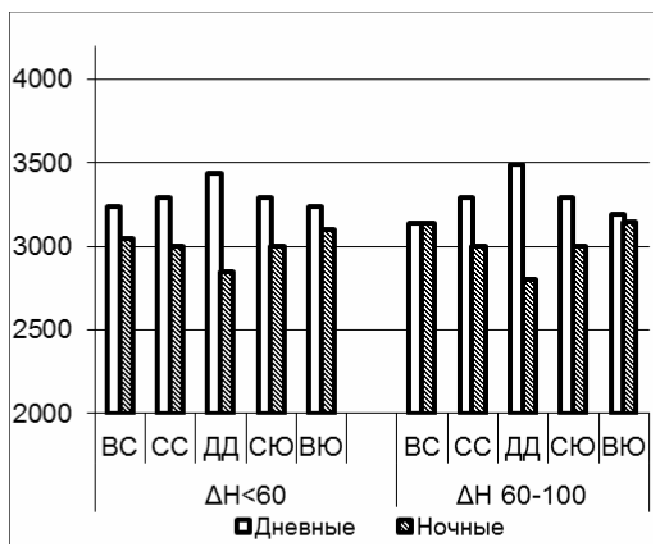
Рис.1. Микроклиматическая изменчивость условий морозоопасности на территории Северного Причерноморья.

В районе Херсона и Николаева (рис.2 д, е) уровень дневных температур несколько выше, а ночных – ниже, чем в Одессе. Разница дневных и ночных температур при $\Delta H < 60$ м достигает в верхних частях склона $715-1000$ °С, на дне долины – от 1115 °С до 1400 °С. При $\Delta H 60-100$ м разница между суммами дневных и ночных температур в верхних частях уменьшается до $525-570$ °С, а на дне долины увеличивается до $1165-1225$ °С. В районе действия станций Болграда и Измаила (рис.2 в, г) верхние части склонов на $200-300$ °С прохладнее, чем дно долины при $\Delta H 60-100$ м, и на $350-500$ °С - при $\Delta H 100-140$ м. Разница между суммами дневных и ночных температур составила при $\Delta H 60-100$ м в верхней части склона 955 °С, на дне долины -1655 °С, а при $\Delta H 100-140$ м соответственно 805 °С и 1805 °С. Наибольшие различия между суммами дневных и ночных температур наблюдается на территории вблизи АМС Сарата (рис. 2, б), на которых значения ночных температур самое низкое.

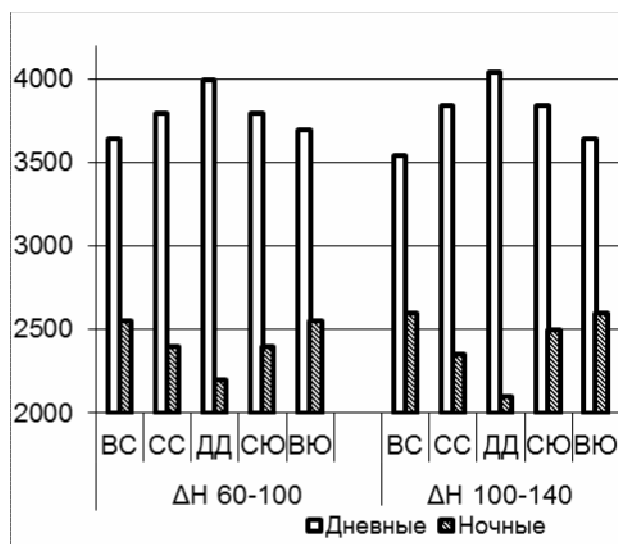
Тепловые ресурсы на территории Северного Причерноморья Украины

Метеостанции	Ресурсы тепла, °С					
	ΣT_c	$\Sigma T_{дн}$	ΣT_n	$\Sigma T_{дн} - \Sigma T_c$	$\Sigma T_n - \Sigma T_c$	$\Sigma T_{дн} - \Sigma T_n$
Одесса	3225	3290	3000	65	-225	290
Сарата	3210	3795	2400	585	-810	1395
Болград	3350	3830	2575	480	-775	1255
Измаил	3335	3715	3045	380	-290	670
Херсон	3240	3715	2900	475	-340	815
Николаев	3315	3675	3100	360	-215	775
Диапазон изменчивости, °С	140	625	600	-	-	-

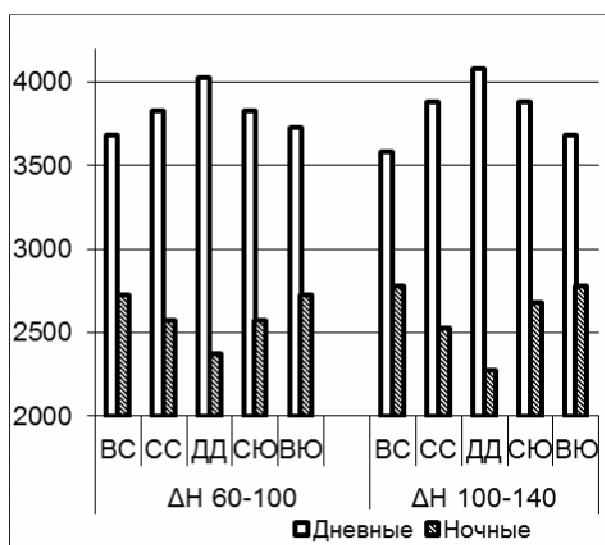
Примечание. ΣT_c , $\Sigma T_{дн}$, ΣT_n - суммы среднесуточных, дневных и ночных температур.



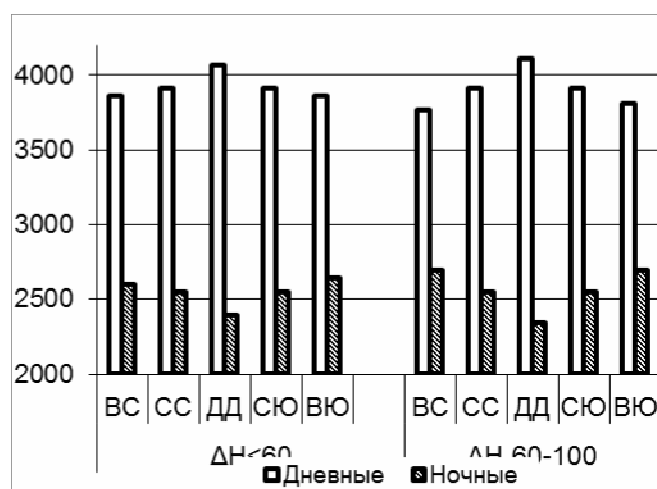
а) МС Одесса



б) АМС Сарата



в) АМС Болград



г) МС Измаил

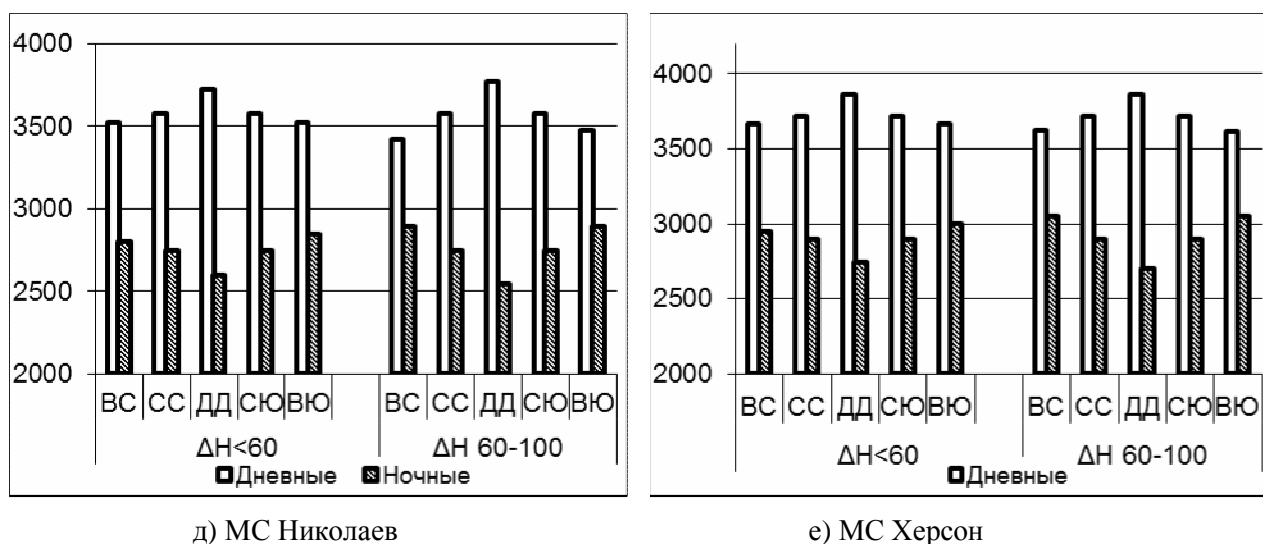


Рис.2. Микроклиматическая изменчивость тепловых ресурсов дня и ночи на территории Северного Причерноморья.

Выводы. Результаты расчетов показали наличие различий в пространственном распределении в зависимости от местоположения в рельефе и близости водоемов, условий морозоопасности и ресурсов тепла отдельно для дневной и ночной части суток. На пространственную изменчивость условий морозоопасности и теплообеспеченности отдельных участков значительное влияние оказывает близость морей и значительных водоемов, что уменьшает разницу между суммами дневных и ночных температур для разных типов рельефа. Наблюдается увеличение абсолютных величин сумм дневных температур от вершины склона до дна долины и их уменьшение - для сумм ночных температур воздуха. При увеличении относительного превышения - на вершине склона разница между дневными и ночными температурами уменьшается, а на дне долины увеличивается. Также наблюдается уменьшение величины различий между этими суммами для прибрежных участков.

Литература

1. Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР. - М., 1978.
2. Давитая Ф. Ф. Климатические зоны винограда в СРСР / Ф. Ф. Давитая. - М.: Пищепромиздат, 1948. - 192 с.
3. Ляшенко Г. В. Агроклиматическая оценка продуктивности сельскохозяйственных культур / Г. В. Ляшенко. – Одесса: ННЦ «ИВиВ им.В.Е.Таирова», 2011. – С.42-50.
4. Ляшенко Г. В. Методика оцінки агрокліматичних ресурсів та їх картографування з врахуванням мікроклімату / Г. В. Ляшенко. – Одесса: Optimum, 2009. - 68 с.
5. Мельник Е. Б. Агрокліматична оцінка формування продуктивності винограду: автореф. на здоб. наук. ступеня канд с.г. наук / Е. Б. Мельник. – Одесса, 2010. – С. 4-8.
6. Мищенко З. А. Биоклимат дня и ночи / З. А. Мищенко. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – С. 40-78, 154-186.
7. Мищенко З. А. Агроклиматическая оценка условий морозоопасности для перезимовки винограда на территории Украины / З. А. Мищенко, С. В. Ляхова // Метеорология, климатология и гидрология. – Одесса, 1999. - Вып № 36. – С. 119-133.
8. Подгорная С. В. Климатические зоны в Одесской области: методические рекомендации / С. В. Подгорная, Л. Ф.Овчинникова, В. И. Суздальова. – Одесса: УкрНИИВиВ им. В. Е. Таирова, 1987. – 6 с.
9. Турманидзе Т. И. Климат и урожай винограда / Т. И. Турманидзе. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 223 с.
10. Фурса Д. И. Погода, орошение и продуктивность винограда / Д. И. Фурса. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – С. 5-33.

Ляшенко Г. В., Мельник Е. Б., Суздолова В. І.

Особливості просторової мінливості умов морозонебезпечності і теплозабезпеченості винограду на території Північного Причорномор'я

Представлено результати розрахунків просторової мінливості середнього із абсолютних мінімумів температури повітря взимку і сум середньодобових, денних і нічних температур повітря як основних показників умов морозонебезпечності і теплових ресурсів з врахуванням мікроклімату для території виноградарства Північного Причорномор'я.

Ключові слова: морозонебезпечність, теплові ресурси, середній із абсолютних мінімумів температури повітря, суми середньодобових, денних і нічних температур повітря, мінливість, мікроклімат.

G. V. Lyashenko., E. B. Melnik., V. I. Syzdalova

Features of the spatial variability of frost danger conditions and heat supply on grape in the Northern Black Sea Coast

Submitted results of the spatial variability of next settings: average of the air temperature absolute minimum in winter and daily average, day and night temperature sum as main data of frost danger conditions and heat recourses with attention to microclimate for viticulture territory of the Northern Black Sea Coast

Keywords: frost danger, heat recourses, absolute minimum average of air temperature, daily average, day and night temperature sum, variability, microclimate.