

УДК 551.5834.8

**Маринін Є. І.**

*ННЦ «Інститут виноградарства і виноробства  
ім. В. Є. Таїрова»*

**Ляшенко В. О.**

*Одеський державний екологічний університет*

**МЕТОД РИСКОВ ПОВРЕЖДЕНИЯ ВИНОГРАДА ЗАМОРОЗКАМИ И ЕГО  
РЕАЛИЗАЦИЯ НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ С  
НЕОДНОРОДНОЙ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ**

*Ключевые слова:* весенние и осенние заморозки, виноград, риски повреждения, вероятность, метод условных частот

**Постановка проблемы.** Исследованию влияния режимов заморозков на состояние сельскохозяйственных культур уделялось большое внимание издавна, что обусловлено величиной ущерба, наносимого отрасли. Особенно актуально исследование режима заморозков в районах возделывания группы теплолюбивых культур, к которым относится виноград. Согласно классификации сельскохозяйственных культур по их устойчивости к заморозкам, разработанной В. Н. Степановым [1], виноград отнесен к 5-й, наименее устойчивой к заморозкам, группе. Его устойчивость в начальные фазы развития и в период созревания составляет соответственно 0,5-2,0 и до 4,0 °С. Наибольшую опасность весенние заморозки представляют для сортов винограда с ранним сроком набухания и распускания почек, у которых количество стимулирующих веществ в тканях значительно выше, чем у сортов с поздним сроком распускания почек. В настоящее время, в отличие от достаточно полной изученности влияния на виноград морозов в зимний период, очень мало исследований посвящено влиянию заморозков и низких положительных температур на состояние и урожай винограда.

В середине прошлого столетия И.А. Гольцберг [2] были выполнены фундаментальные исследования генезиса и режима заморозков, определены закономерности их пространственного распределения в географическом разрезе и в условиях неоднородной подстилающей поверхности, разработана универсальная схема мезо- и микроклиматической изменчивости показателей режима заморозков для территорий с неоднородной подстилающей поверхности. В дальнейшем З.А. Мищенко и Г.В. Ляшенко [3], на основе результатов теоретических и экспериментальных исследований, проведенных на территории Украины и Молдовы, методология оценки условий заморозкоопасности была усовершенствована и детализирована. Ими проведены исследования, направленные на детализацию оценки особенностей формирования режима заморозков отдельно в весенний и осенний периоды и их влияния на степень повреждения сельскохозяйственных культур, как в региональном разрезе, так и на локальном уровне. Особого внимания заслуживает методика расчета вероятности повреждения винограда заморозками с применением метода условных вероятностей, реализованная на примере Молдовы для сорта Фетяска, которая позволила значительно уточнить реальный ущерб. Однако для территории Северо-Западного Причерноморья подобные исследования не проводились, что обуславливает представленные в данной статье результаты.

**Целью** работы является характеристика метода оценки рисков повреждения винограда весенними и осенними заморозками, реализованная на примере Северо-Западного Причерноморья с применением общепринятой методики и модели расчета условной вероятности.

**Материалы и методы исследований.** Исходной информацией являются данные о режиме осенних и весенних заморозков по пяти агрометеорологическим станциям, отличающимися по мезоклиматическим условиям подстилающей поверхности - Одесса, Болград, Измаил, Сербка, Сарата, а также дат наступления фенологических фаз «распускание почек» и «техническая спелость» винограда сортов Аркадия и Загадка селекции ННЦ «ИВиВ им. В. Е. Таирова». Представленные агрометеорологические станции (АМС) полностью характеризуют виноградарские районы Северо-Западного Причерноморья. Отличие же подстилающей поверхности состоит в различных формах рельефа и близости к значительным водоемам. Так, АМС Болград и Сербка характеризуют равнинные земли, АМС Одесса расположена вблизи теплого Черного моря, а АМС Измаил – вблизи реки Дунай. Агроклиматическая оценка условий заморозкоопасности (различные статистические характеристики, в т.ч., вероятности) выполнена за период с 1945 по 2009 год, всего за 64 года. Определение рисков повреждения винограда заморозками осуществлялось по данным за 24 года, за которые имелась информация по фенологии винограда - с 1986 по 2009 год.

Временная структура различных климатических параметров раскрывается через вероятностные характеристики. В климатологии для расчета вероятности явления применяется графоаналитический метод Г. А. Алексеева [5], согласно которому расчет вероятностей и построение эмпирической кривой суммарной вероятности (обеспеченности) осуществляется по известной унифицированной формуле:

$$P_{(x_m)} = \frac{m - 0,25}{n + 0,50} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $P_{(x_m)}$  – вероятность в процентах, значение которой последовательно растёт,  $m = 1, 2, \dots, n$  – порядковый номер членов статистического ряда, расположенных в порядке убывания,  $n$  – число лет или наблюдений в ряду.

С применением данного метода проведены расчеты вероятности и построены кривые обеспеченностей прекращения весенних и наступления осенних заморозков в воздухе (на высоте 2 м) и на поверхности почвы. Расчет вероятности повреждения винограда сортов Аркадия и Загадка заморозками выполнялся при средних датах указанных выше фенологических фаз. С целью учета их возможной временной изменчивости осуществлено моделирование дат наступления фаз с шагом 5 дней.

Применение метода условных вероятностей, общепринятого в климатологии для расчета показателей с одинаковой размерностью, осуществляется с использованием известных формул:

$$P\left(\frac{x_i}{y_\gamma}\right) = \frac{P(x_i, y_\gamma)}{P(y_\gamma)} \quad (2)$$

$$P\left(\frac{y_\gamma}{x_i}\right) = \frac{P(x_i, y_\gamma)}{P(x_i)}, \quad (3)$$

где  $P(x_i / y_\gamma)$  и  $P(y_\gamma / x_i)$  - условные вероятности совпадения двух явлений  $x_i$  и  $y_\gamma$  - вероятность дат заморозков определенной интенсивности и дат наступления

фазы развития культуры, критическая температура повреждения заморозками которой соотнесена с соответствующей интенсивностью заморозка.

У реальных условиях виноградники расположены не только на равнинных, но чаще и на склоновых землях, что обуславливает необходимость исследования микроклиматической изменчивости величин показателей режима заморозков и, соответственно, детализации условий заморозкоопасности на этих участках. Представленные в данной статье результаты состояли в уточнении параметров мезо- и микроклиматической изменчивости показателей режима заморозков, полученных Г. В. Ляшенко [4] при агроклиматическом районировании территории виноградарской зоны Северного Причерноморья с учетом мезо- и микроклимата. Путем анализа крупномасштабных карт (М 1:10000) исследуемой территории нами выполнена инвентаризация местоположений и для всего их спектра (вершин склонов, верхних, средних и нижних частей склонов, дна балок и речных долин) нами определена микроклиматическая изменчивость показателей режима заморозков весной и осенью. Расчеты осуществлялись по формулам:

$$D'_B = D_B \pm \Delta D'_B, \quad D'_O = D_O \pm \Delta D'_O \quad (4)$$

$$I'_B = I_B \pm \Delta I'_B, \quad I'_O = I_O \pm \Delta I'_O \quad (5)$$

$$N'_{\delta n} = N_{\delta n} \pm \Delta N'_{\delta n}, \quad (6)$$

где  $D'_B, D'_O, I'_B, I'_O, N'_{\delta n}$  - соответственно значения дат осенних и весенних заморозков, интенсивность этих заморозков и продолжительность беззаморозкового периода в любом местоположении;  $D_B, D_O, I_B, I_O, N_{\delta n}$  - те же значения для условий открытого ровного места;  $\Delta D'_B, \Delta D'_O, \Delta I'_B, \Delta I'_O, \Delta N'_{\delta n}$  - параметры микроклиматической изменчивости показателей режима заморозков.

В случае наложения нескольких факторов, например, местоположения на склоне и близости водоема, расчет показателя выполняется по формуле вида:

$$D'_B = D_B \pm \Delta D'_B \pm \Delta D''_B \quad (7)$$

где  $\Delta D'_B$  и  $\Delta D''_B$  - параметры микроклиматической изменчивости дат весенних заморозков для верхней части склонов и близости водоема.

Полученные результаты позволили получить схематическую картину мезо- и микроклиматической изменчивости рисков повреждения винограда.

**Результаты исследований.** На основе анализа дат весенних и осенних заморозков на пяти агрометеорологических станциях дана детальная оценка их режима. Как видно из табл. 1, на территории Северо-Западного Причерноморья даты весенних заморозков в воздухе отмечаются в период с 17 марта по 11 мая, а на поверхности почвы – с 24 марта по 26 мая. Продолжительность заморозкоопасного периода составляет соответственно 39–49 и 46–58 дней. Наибольшая продолжительность заморозкоопасного периода весной в воздухе отмечается на АМС Сербка, а наименьшая – на АМС Измаил; на поверхности почвы – на АМС Измаил и Сарата. Отмечается увеличение продолжительности заморозкоопасного периода на поверхности почвы по сравнению с воздухом. При этом прослеживается сдвиг дат заморозков на поверхности почвы на более

поздние сроки. В осенний период заморозки в воздухе возможны в период с 5 сентября по 17 декабря, а на поверхности почвы – с 3 сентября по 29 ноября. Продолжительность заморозкоопасного периода соответственно составляет 55-93 и 55-79 дней. Наибольшая продолжительность осенних заморозков в воздухе и на поверхности почвы отмечается соответственно на станциях Измаил и Сербка, а наименьшая – на АМС Болград и Сарата.

**Таблица 1 – Пространственная изменчивость продолжительности заморозкового периода на территории северо-западного Причерноморья**

АМС	Даты прекращения весенних заморозков, дни				Даты наступления осенних заморозков, дни			
	в воздухе	Δ	на пов-ти почвы	Δ	в воздухе	Δ	на пов-ти почвы	Δ
Одесса	45	21.03-5.05	48	26.03-13.05	86	5.09-30.11	56	3.09-29.10
Болград	41	17.03-27.04	58	24.03-21.05	55	28.09-17.12	61	22.09-22.11
Измаил	39	23.03-1.05	46	29.03-14.05	93	15.09-17.11	66	17.09-22.11
Сербка	49	23.03-11.05	50	3.04-23.05	57	25.09-21.11	79	11.09-29.11
Сарата	45	24.03-8.05	58	29.03-26.05	73	9.09 – 21.11	55	9.09 – 3.11
Сред.	44	-	52	-	73	-	63	-

*Примечание:* Δ - диапазон изменчивости

На следующем этапе были проведены расчеты вероятности сроков прекращения весенних и наступления осенних заморозков в воздухе и на поверхности почвы и построена серия кривых обеспеченности прекращения весенних и наступления осенних заморозков на определенную дату.

Для расчета вероятности повреждения винограда заморозками в весенний и осенний период с применением традиционного метода определены средние даты фаз его развития. Средняя дата фазы «начало распускания почек» у сорта Аркадия отмечается 27 апреля, а у сорта Загадка – 26 апреля. В эту фазу вероятность повреждения по датам заморозков в воздухе и на поверхности почвы, а также по средним многолетним срокам равна нулю. Между тем известно, что в период адвективно-радиационных и радиационных заморозков наибольшее снижение минимальных температур в результате радиационного излучения и инверсии отмечается в слое 2-100 см [4]. Также была установлена связь между интенсивностью заморозков и датами весенних и осенних заморозков, а также продолжительностью беззаморозкового периода. Выявлено, что изменение интенсивности заморозков (минимальной температуры) на 1 °С определяет сдвиг даты заморозка на 5 дней.

Опираясь на указанные закономерности, целесообразно было провести расчеты вероятности повреждения винограда заморозками, задавая сроки их прекращения со сдвигом на 5, 10, 15 и 20 дней раньше и позже соответствующих дат на высоте 200 см. Так, для определения риска повреждения винограда на АМС Одесса выполнены расчеты со сдвигом дат заморозков на 15 дней. Вероятность повреждения возросла соответственно до 30% у сорта Аркадия и до 20% у сорта Загадка. Детальная информация о степени рисков повреждения винограда указанных сортов весенними и осенними заморозками представлена в

табл. 2. Со сдвигом дат заморозков на 5, 10, 15 и 20 дней на более поздние сроки, с помощью чего учитывается режим заморозков в деятельном слое, отмечается увеличение степени рисков повреждения винограда.

**Таблица 2 – Риски повреждения весенними и осенними заморозками винограда сортов Аркадия и Загадка в фазу «распускание почек» по методу средних фаз**

Станции	Исходные данные, %		+(-) 10 дней, %		+(-) 15 дней, %		+(-) 20 дней, %	
	Воздух	Почва	Воздух	Почва	Воздух	Почва	Воздух	Почва
<b>Аркадия</b>								
Весенние заморозки								
Одесса	0	0	0	0	0	24	14	52
Болград	0	0	0	0	0	39	22	53
Измаил	0	0	0	0	0	31	27	61
Сербка	0	0	0	2	7	32	13	58
Сарата	0	0	0	1	5	34	18	62
Осенние заморозки								
Одесса	0	0	0	0	0	15	19	40
Болград	0	0	0	0	0	11	23	42
Измаил	0	0	0	0	0	19	26	38
Сербка	0	0	0	0	0	15	25	41
Сарата	0	0	0	0	0	14	29	39
<b>Загадка</b>								
Весенние заморозки								
Одесса	0	0	0	0	0	22	12	50
Болград	0	0	0	0	0	17	20	51
Измаил	0	0	0	0	0	29	25	59
Сербка	0	0	0	0	7	30	11	60
Сарата	0	0	0	0	3	35	16	63
Осенние заморозки								
Одесса	0	0	0	0	0	13	27	28
Болград	0	0	0	0	0	19	21	30
Измаил	0	0	0	0	0	17	24	36
Сербка	0	0	0	0	0	13	23	39
Сарата	0	0	0	0	0	12	27	37

Более детальные результаты вероятности повреждения винограда заморозками получены при применении метода условных вероятностей, которые базируются на детальной оценке вероятности, как сроков заморозков, так и фаз развития конкретных сортов винограда. Как и при применении традиционного метода, задавались различные сроки наступления заморозков, в результате чего были получены уточненные величины рисков

Применение метода условных вероятностей позволяет получить более детальную информацию о рисках повреждения винограда заморозками в связи с учетом не только вероятности дат заморозков, но и вероятности сроков наступления фаз винограда. В табл. 3 представлены результаты расчетов степени риска повреждения винограда с применением данного метода и моделирования дат заморозков, которые учитывают режим заморозков в деятельном слое. Наглядно видно, что увеличение рисков равно для сортов Аркадия и Загадка. При этом отмечается увеличение степени повреждения весенними заморозками сорта Аркадия, а осенними – сорта Загадка. Следует

отметить, что при применении обоих методов степень риска повреждения винограда заморозками не зависит от географии территории.

**Таблица 3 – Риски повреждения весенними и осенними заморозками винограда сортов Аркадия и Загадка в фазу «распускание почек» по методу условных частот**

Станции	Исходные данные, %		+(-) 10 дней, %		+(-) 15 дней, %		+(-) 20 дней, %	
	Воздух	Почва	Воздух	Почва	Воздух	Почва	Воздух	Почва
<b>Аркадия</b>								
Весенние заморозки								
Одесса	0	0	5	12	12	34	25	62
Болград	0	0	9	16	14	43	37	67
Измаил	0	0	7	13	13	48	35	71
Сербка	0	3	6	15	12	41	32	68
Сарата	0	3	5	15	15	49	41	73
Осенние заморозки								
Одесса	0	0	2	9	10	20	22	37
Болград	0	0	1	11	9	18	26	46
Измаил	0	0	4	12	12	21	28	49
Сербка	0	5	1	8	13	23	24	61
Сарата	0	6	3	9	14	25	29	63
<b>Загадка</b>								
Весенние заморозки								
Одесса	0	0	4	10	12	26	31	47
Болград	0	0	3	9	11	27	29	46
Измаил	0	0	1	8	13	29	32	51
Сербка	0	4	9	11	15	29	27	55
Сарата	0	3	7	9	14	31	35	66
Осенние заморозки								
Одесса	0	0	1	8	15	23	37	69
Болград	0	0	2	12	13	25	28	66
Измаил	0	0	0	6	11	27	26	63
Сербка	0	4	0	7	16	23	30	65
Сарата	0	6	1	11	16	26	35	78

Это объясняется различными закономерностями пространственного распределения сроков дат заморозков и фаз развития винограда. Для различных местоположений выполнялись аналогичные расчеты. Полученные данные свидетельствуют об уменьшении рисков на вершинах и в верхних частях склонов на 5-15%, а также об увеличении рисков в нижних частях склонов и на дне балок на 10-20%. Вблизи водоемов в весенний период риски повреждения возрастают, по сравнению с равнинными участками, на 5-10%, а в осенний – уменьшаются на 10-20%.

**Выводы.** В результате проведенных исследований выполнена детальная режима весенних и осенних заморозков в Северо-Западном Причерноморье. Определена пространственно-временная изменчивость дат заморозков в воздухе и на поверхности почвы, а также продолжительность заморозкоопасного периодов в весенний и осенний периоды. С применением общепринятого метода и метода условных вероятностей оценена степень риска повреждения заморозками винограда сортов Аркадия и Загадка. Новизна полученных результатов

определяется учетом режима заморозков в деятельном слое, что позволяет более детально учитывать режим заморозков на уровне всего виноградного растения.

#### **Список литературы**

1. Растениеводство / под ред. В. Н. Степанова. – М. : Сельхозгиз, 1965. – 519 с.
2. Гольцберг И. А. Агроклиматическая характеристика заморозков в СССР и методы борьбы с ними / И. А. Гольцберг. – Л. : Гидрометеиздат, 1961 – 198 с.
3. Мищенко З.А., Методика оценки параметров заморозкоопасности на примере винограда / Мищенко З. А., Ляшенко Г. В. // Изв. АН МССР. Сер. биол. и хим. науки. – 1988. – № 2. – С. 87-98.
4. Ляшенко Г. В. Агрокліматичне районування України за умовами заморозконебезпечності з урахуванням мезо- і мікроклімату / Г. В. Ляшенко // Культура народів Причорномор'я. – 2005. – № 61. – С.15-18.
5. Алексеев Г. А. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей / Г. А. Алексеев. – Л. : Гидрометеиздат, 1971 – 362 с.

**Маринін Є. І., Ляшенко В. О. Метод ризиків пошкодження винограду заморозками і його реалізація на прикладі Північно-західного Причорномор'я з неоднорідною підстильною поверхнею.** Проведено аналіз і виконано розрахунки ймовірності дат весняних і осінніх заморозків. Розроблена модель розрахунку умовних ймовірностей пошкодження винограду заморозками, яка базується на врахуванні ймовірностей дат заморозків і фаз розвитку сільськогосподарських культур. Реалізація моделі здійснена на прикладі Північно-Західного Причорномор'я для сортів винограду Аркадія і Загадка.

*Ключові слова:* весняні та осінні заморозки, виноград, ризики пошкодження, ймовірність, метод умовних частот

**Marynin E.I., Liashenko V.O. Frost grape damage risk method and its implementation on the example of North-Western Black Sea region with heterogeneous underlying surface.** The analysis and the calculations of probabilities dates spring and autumn frosts. The model calculation of conditional probabilities of frost damage to grapes, which is based on consideration of the probability of frost dates and phases of crops. Implementation of the model done on the example of North-Western Black Sea for Arcadia and Zagadca grapes.

*Keywords:* spring and autumn frosts, grapes, risk of injury, probability, method conventional frequency

**Маринин Е.И., Ляшенко В.А. Метод рисков повреждения винограда заморозками и его реализация на примере Северо-западного Причерноморья с неоднородной подстилающей поверхностью.** Проведен анализ и выполнены расчеты вероятности дат весенних и осенних заморозков. Разработана модель расчета условных вероятностей повреждения винограда заморозками, которая основывается на учете вероятностей дат заморозков и фаз развития сельскохозяйственных культур Реализация модели осуществлена на примере Северо-западного Причерноморья для сортов винограда Аркадия и Загадка.

*Ключевые слова:* весенние и осенние заморозки, виноград, риски повреждения, вероятность, метод условных частот.

**Надійшла до редколегії 02.12.2014**