

ОЦЕНКА РИСКОВ ПОВРЕЖДЕНИЯ ВИНОГРАДА ВЕСЕННИМИ И ОСЕННИМИ ЗАМОРОЗКАМИ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ПРИЧЕРНОМОРЬЕ

Проведен анализ и выполнены расчеты вероятности дат весенних и осенних заморозков. Разработана модель расчета риска повреждения винограда заморозками, которая базируется 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 повреждение, вероятность, метод условных частот*

Постановка проблемы. Исследованию влияния режимов заморозков на состояние сельскохозяйственных культур издавна уделялось большое внимание, 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 ученым В. Н. Степановым [1] виноград отнесен к 5й, наименее устойчивой к заморозкам, группе. Наибольшую опасность весенние заморозки представляют для сортов винограда с ранним сроком 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 [2].

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. Представляет интерес разработанная З. А. Мищенко методология оценки условий заморозкоопасности территорий, которая была развита и усовершенствованная Г. В. Ляшенко. 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, так и в локальном разрезе. Разработанная методика расчета повреждения винограда заморозками с применением метода условных вероятностей, реализованная на примере Молдовы для сорта Фетяска, позволила значительно уточнить реальный ущерб [4]. Однако, для территории Северо-Западного Причерноморья подобные исследования не проводились, что обуславливает представленные в данной статье результаты.

Целью работы является оценки степени риска повреждения винограда весенними и осенними заморозками в Северо-Западном Причерноморье с применением общепринятой методики и с применением модели расчета условной вероятности .

Материалы и методы исследований. Исходной информацией являются данные о режиме осенних и весенних заморозков по пяти агрометеорологическим станциям (Одесса, Болград, Измаил, Сербка, Сарата), а так же дат наступления фенологических фаз «распускание почек» и «техническая спелость» винограда сортов Аркадия и Загадка селекции ННЦ «ИВиВ им. В. Е. Таирова». Исследуемый период для построения кривых вероятности прекращения весенних и наступления осенних заморозков составил 64 года - с 1945 по 2009 год. Определение

условной вероятности повреждения винограда заморозками осуществлялся по данным за 24 года - с 1986 по 2009 год.

Временная структура различных климатических параметров раскрывается через вероятностные характеристики. В климатологии для расчета вероятности явления применяется графоаналитический методом Алексева Г.А. [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 проведено 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 фазах. 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 $P(x_i / y_\gamma)$ $P(y_\gamma / x_i)$ - условные вероятности совпадения двух явлений x_i и y_γ - вероятность дат заморозков определенной интенсивности и дат наступления фазы развития культуры, критическая температура повреждения заморозками, соотнесена к соответствующей интенсивности заморозка.

Результаты исследований. На основе анализа данных по датам весенних и осенних заморозков на пяти агрометеорологических станциях дана детальная оценка режима заморозков. Как наглядно видно из табл.1, по 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 станции Измаил и Сербка, а наименьшая – на АМС Болград и Сарата.

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

Станция	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	5.05 – 21.03	48	13.05 – 26.03	86	5.09 – 30.11	56	3.09 – 29.10
Болград	41	27.04 – 17.03	58	21.05 – 24.03	55	28.09 – 17.12	61	22.09 – 22.11
Измаил	39	1.05 – 23.03	46	14.05 – 29.03	93	15.09 – 17.11	66	17.09 – 22.11
Сербка	49	11.05 – 23.03	50	23.05 – 3.04	57	25.09 – 21.11	79	11.09 – 29.11
Сарата	45	8.05 – 24.03	58	26.05 – 29.03	73	9.09 – 21.11	55	9.09 – 3.11
Сред.	44	-	52	-	73	-	63	-

Примечание: Δ - диапазон изменчивости

На следующем этапе 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 (рис.1а и б). Угол наклона кривых и их вытянутость по оси абсцисс свидетельствуют о временной изменчивости показателя.

Для расчета вероятности повреждения винограда заморозками в весенний и осенний период с применением традиционного метода определены средние даты фаз их развития. Средняя дата фазы «начало распускания почек» у сорта Аркадия отмечается 27 апреля, а у сорта Загадка – 26 апреля. На рис.2а и б представлено графическое изображение вероятности повреждения винограда в эту фазу обоих сортов на АМС Одесса. Наглядно видно, что в эту фазу вероятность повреждения по датам заморозков в воздухе и на поверхности почвы, а также по средним многолетним срокам равна нулю (рис.2а). Между тем известно, что в период радиационных заморозков наибольшее снижение минимальных температур в результате радиационного излучения и инверсии отмечается в слое 2-100 см [4]. Также было установлено связь между интенсивностью заморозков и датами весенних и осенних заморозков, а также продолжительности 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 2 м. Так, для определения риска (вероятности) повреждения винограда на АМС Одесса (рис. 2) выполнен сдвиг дат заморозков на 15 дней (рис.2б). Наглядно видно, что вероятность повреждения возросла соответственно до 30% у сорта Аркадия и до 20% - у сорта Загадка. Детальная информация о степени риска повреждения винограда указанных

сортов весенними и осенними заморозками представлена в табл. 2а. Со здвигом дат заморозков на 5, 10, 15 и 20 дней в более поздние сроки, с помощью чего учитывается

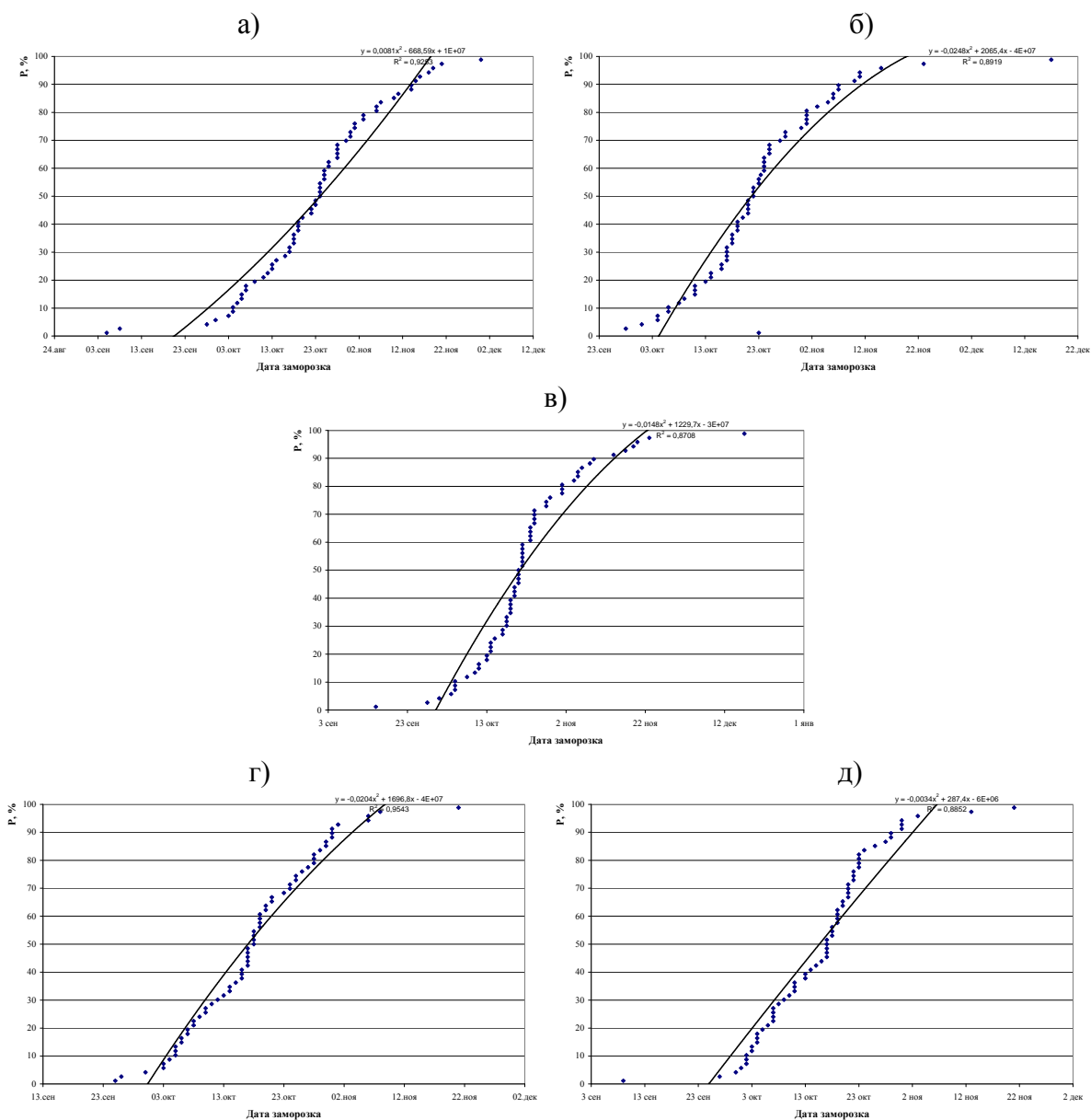


Рис. 1а - Вероятности наступления осенних заморозков на станциях: а) Одесса, б) Болград, в) Измаил, г) Сербка и д) Сарата (в воздухе)

режим заморозков в деятельном слое, отмечается увеличение степени риска повреждения винограда

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, были получены уточненные величины рисков

Применение метода условной вероятности позволяет получить более детальную информацию о рисках повреждения винограда заморозками в связи учета не только вероятности дат заморозков, но и вероятности сроков наступления фаз

винограда. В табл.2б представлены результаты расчетов степени риска повреждения винограда с применением данного метода и моделирования дат заморозков, которые учитывают режим заморозков в деятельном слое. Наглядно видно увеличения рисков

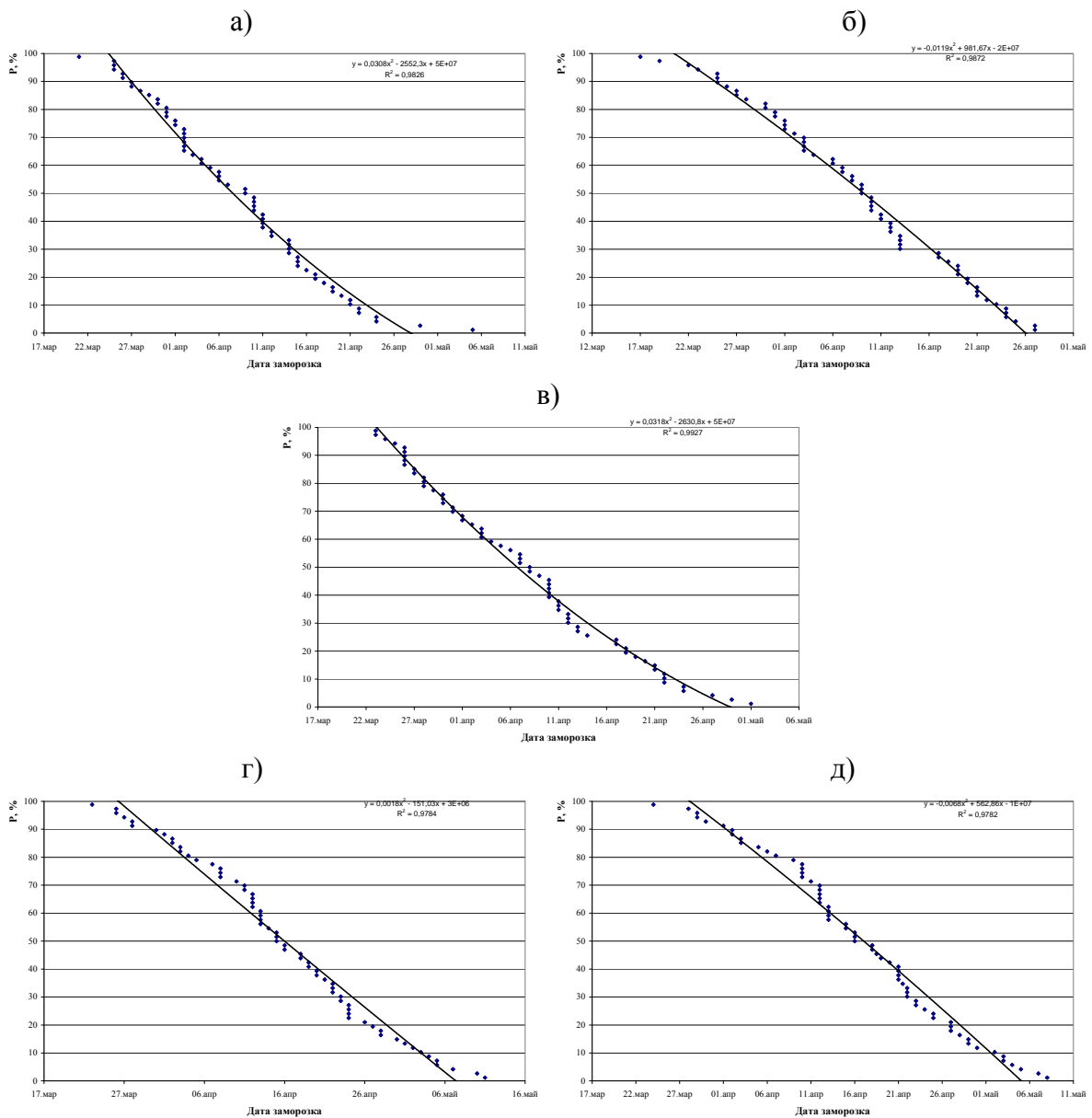


Рис. 1б- Вероятности прекращения весенних заморозков на станциях: а) Одесса, б) Болград, в) Измаил, г) Сербка и д) Сарата (в воздухе)

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 заморозков не зависит от географии территории. Это объясняется различными закономерностями пространственного распределения сроков дат заморозков и фаз развития винограда.

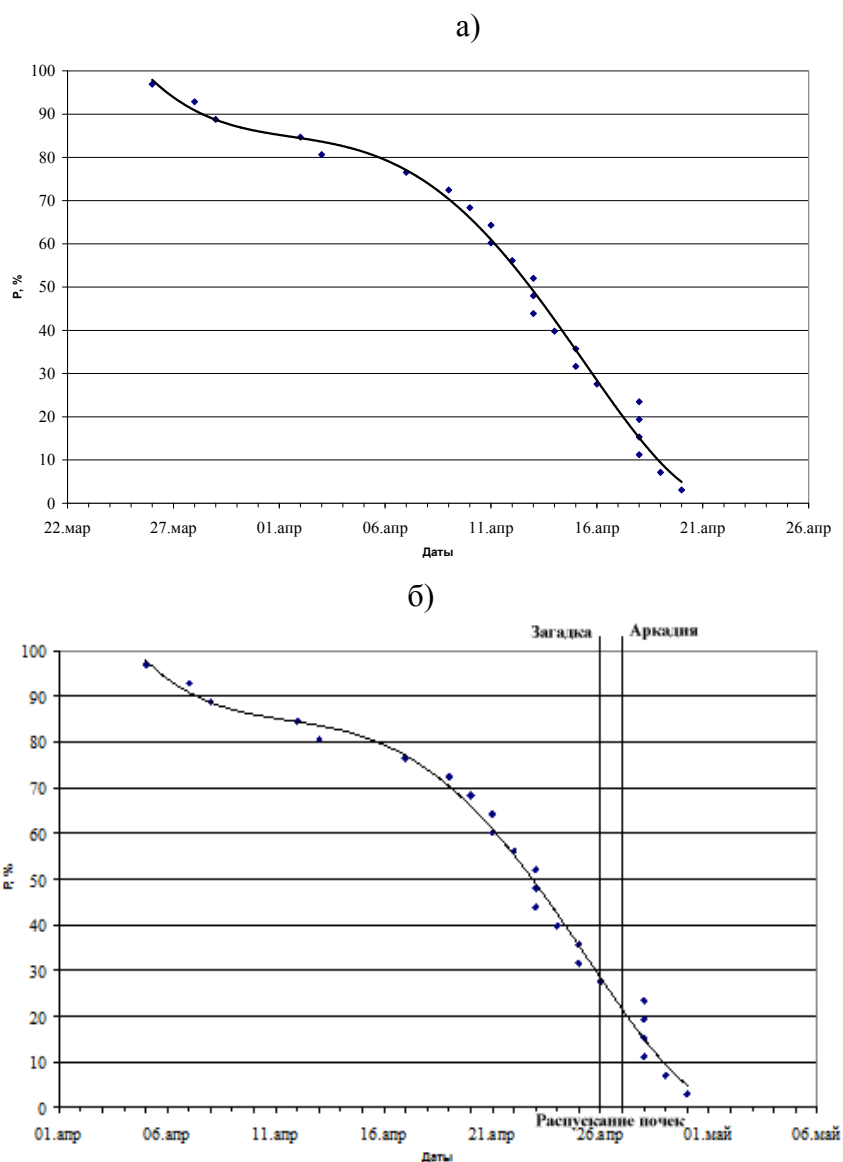


Рис. 2 - Вероятность повреждения винограда весенними заморозками с использованием исходных данных (а) и с шагом в 15 дней (б) станции Одесса (на поверхности почвы)

Выводы. В результате проведенных исследований выполнена детальная режима весенних и осенних заморозков в Северо-Западном Причерноморье. Определена временная изменчивость дат заморозков в воздухе и на поверхности почвы, а также продолжительность заморозкоопасных 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.

Таблица 2 – Риски повреждения весенними и осенними заморозками винограда сортов Аркадия и Загадка в фазу «распускание почек» (АМС Одесса)

а) метод средних дат фаз

Станции	Исходные д., %		+(-) 10 дней, %		+(-) 15 дней, %		+(-) 20 дней, %	
Аркадия								
	Воз.	Поч.	Воз.	Поч.	Воз.	Поч.	Воз.	Поч.
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
Загадка								
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

б) метод условных вероятностей

Станции	Исходные д., %		+(-) 10 дней, %		+(-) 15 дней, %		+(-) 20 дней, %	
Аркадия								
	Воз.	Поч.	Воз.	Поч.	Воз.	Поч.	Воз.	Поч.
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

Продолжение табл. 2								
Станции	Исходные д., %		+(-) 10 дней, %		+(-) 15 дней, %		+(-) 20 дней, %	
Загадка								
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

Список литературы

1. *Растениеводство* / Под ред. В. Н. Степанова. — 2-е изд. — Л.: Метеоиздат., Москва, 1965 – 244 с..
2. *Мерджаниан А.С.* Виноградарство. – Л.: Издат. Колос, Ереван, 1967 – 223 с
3. *Гольцберг И. А.* Агроклиматическая характеристика заморозков в СССР и методы борьбы с ними. – Л.: Гидромет. издат., Ленинград, 1961 – 192 с.
4. *Ляшенко Г. В.* Агроклиматологическое районирование административного района (на примере Суворовского района Молдовы) : автореф. на соиск. степ. канд. геогр. наук, спец.: 11.00.09. – Одесса, 1991 -23 с.
5. *Алексеев Г.А.* Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. – Л.: Гидрометеоиздат, 1971 – 362 с.

Оцінка ризиків пошкодження винограду весняних і осінніх заморозків в Північно-західному Причорномор'ї при моделюванні їх режимів

Ляшенко Г.В., Маринин Є. І.

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

Grapes damage risk assessment of spring and autumn frosts at Northwestern Black Sea and modeling their modes

Lyashenko G. V., Marinin E.I.

It is analyzed and calculated the probability of spring and autumn frosts dates. It is developed a model to calculate the risk of damaging frost grapes, which is based on the account of probability of frost dates and phases of crop development. The model realization is implemented on the example of North-Western Black Sea region for grapes Arcadia and Zagadka.

Keywords: spring and autumn frosts, grapes, damage probability, the method of conditional frequencies