

УДК 634.8 +631.612
AGRIS: F40

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЭКОЛОГИИ
И ИХ ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ**

**THEORETICAL REGULATIONS OF AGRICULTURAL ECOLOGY
AND THEIR PRACTICAL IMPLEMENTATION**

©**Фисун М. Н.**,

*д-р с.-х. наук,
Кабардино-Балкарский государственный
аграрный университет им. В. М. Кокова,
г. Нальчик, Россия, fisun2004@mail.ru*

©**Fisun M.**,

*Dr. habil.,
Kabardino-Balkar State Agrarian
University named after V. M. Kokov,
Nalchik, Russia, fisun2004@mail.ru*

©**Егорова Е. М.**,

*канд. с.-х. наук,
Кабардино-Балкарский государственный
аграрный университет им. В. М. Кокова,
г. Нальчик, Россия, Conf200606@inbox.ru*

©**Egorova E.**,

*Ph.D., Kabardino-Balkar State Agrarian
University named after V. M. Kokov,
Nalchik, Russia, Conf200606@inbox.ru*

©**Якушенко О. С.**,

*канд. биол. наук,
Кабардино-Балкарский государственный
аграрный университет им. В. М. Кокова,
г. Нальчик, Россия*

©**Yakushenko O.**,

*Ph.D., Kabardino-Balkar State Agrarian
University named after V. M. Kokov,
Nalchik, Russia*

Аннотация. Высказаны положения о прогностических функциях качества и количества энергии в окружающей среде. Приведены основные свойства окружающей среды: ее инертность и устойчивость как реакция на воздействие возмущающих факторов. В качестве примеров демонстрируются определяющие тренды изменения продуктивности растений в зависимости от количественных параметров действующих факторов. Предлагается использовать для оптимизации нормы факторов, соответствующие координатам точки перегиба в криволинейных трендах изменения продуктивности. Утверждается факт возможности изменения упругой устойчивости путем направленного воздействия на

отдельные факторы путем оптимизации технологических приемов и/или использования определенных средств ведения конкретной отрасли сельского хозяйства. Обоснована возможность изменения резистентной устойчивости путем селекции.

Abstract. Provisions are made about the predictive functions of quality and quantity of energy in the environment. The basic properties of the environment are given: its inertness and stability as a reaction to the influence of disturbing factors. As examples, the determining trends of plant productivity changes are shown depending on the quantitative parameters of the acting factors. It is proposed to use for optimization the norms of factors corresponding to the coordinates of the inflexion point in the curvilinear trends of the change in productivity. Affirms the possibility of changing the elastic stability by directing the impact on individual factors by optimizing technological methods and/or using certain means of running a particular agricultural sector. The possibility of changing resistance by selection has been substantiated.

Ключевые слова: сельскохозяйственная экология, качество и количество энергии, свойства окружающей среды, инертность, устойчивость упругая, устойчивость резистентная, факторы, прогнозные функции.

Keywords: agricultural ecology, quality and quantity of energy, properties of the environment, inertia, stability elastic, stability resistant, factors, predictive functions.

Важнейшей функцией сельскохозяйственной экологии является прогнозирование вектора, степени и характера изменений в сообществах живых организмов, возделываемых человеком с целью получения разнообразных продуктов. Из всего многообразия объектов, используемых человеком для осуществления своей жизнедеятельности, наибольшим набором средств и способов хозяйственного использования факторов окружающей среды сельскохозяйственное производство занимает ведущее положение [2, 3, 5, 6].

С учетом того, что во многих случаях сельскохозяйственная деятельность осуществляется на фоне естественных компонентов окружающей среды, а также применения ее антропогенных производных, для установления эффективности и прогнозирования вектора хозяйствования применяется множество объективных и субъективных показателей, вариация которых может достигать кратных значений (математическое моделирование) [1, 5].

Рассматривая взаимосвязь между компонентами окружающей среды в системе их функционирования, можно отметить, что наиболее универсальными показателями для оценки, в том числе прогнозного характера, являются качественные и количественные параметры энергии, а также свойства реакции живых организмов на действующие факторы окружающей среды [6]. В свою очередь, рассматривая вектор энергетических потоков в окружающей среде можно выделить определение их параметров для оценки потенциала нарушения состояния окружающей среды [3, 7].

Исходя из положения о том, что качество энергии показывает способность ее потребления и, чем больше ее потребителей, тем выше качество, можно констатировать, что *изменение качества энергии вызывает изменение видов ее потребителей*. При этом ввиду исключительного разнообразия качества потребляемой энергии в отрасли сельского хозяйства, обусловленного многообразием продуктов растениеводства и животноводства, условий, в которых они формируются, отмечается и высокое многообразие ее потребителей. Например: в посевах кукурузы ее естественным потребителем является кукурузный мотылек.

Посадка на том же поле картофеля, обладающего другим, по сравнению с кукурузой, качеством энергии, вызывает появление другого «потребителя» — колорадского жука. Аналогичная картина складывается в насаждениях многолетних и посевах однолетних культур. Из выказанного можно заключить, что *севообороты в системе земледелия представляют собой систему направленного изменения качества энергии на определенных территориях в течение определенного срока землепользования*. Во всех сферах сельскохозяйственной деятельности: земледелии, растениеводстве, животноводстве — первичной, универсальной и самой востребованной является *солнечная энергия*. То есть она же *отличается самым высоким качеством*.

В определении взаимоотношений между живыми объектами и факторами окружающей среды в процессе сельскохозяйственной деятельности важную роль играют показатели их свойств — *инертность реакции и устойчивость к воздействию*. При этом следует рассматривать объекты в плане количественных и качественных изменений вектора, степени и характера их реакции на действие антропогенных и естественных факторов. С хозяйственной точки зрения такие факторы по их влиянию на изучаемые объекты можно рассматривать как стимулирующие или ингибирующие. Характерно, что одни и те же факторы в зависимости от их количественных показателей могут быть как стимулирующими, так и ингибирующими и, в значительной части, определяются временными характеристиками.

Инертность, как реакция живых организмов на возмущающие факторы может рассматриваться, как *способность оставаться в неизменном качественном состоянии и количественных параметрах, хотя их действие прекратилось*. Такая ситуация тесно связана с определенными временными параметрами. Например, фактор влагообеспеченности почвы по своему действию носит инертный характер. При этом инертность может проявляться как в стимулирующем, так и ингибирующем направлении.

В свою очередь, устойчивость как свойство живых организмов можно характеризовать подверженностью качественным и/или количественным изменениям под влиянием определенного по качеству количества действующего фактора.

Рассматривая количественные значения энергии, выражаемой через продуктивность, например, биомассу конкретных живых объектов с одной стороны и параметры факторов окружающей среды (тепловой баланс, обеспеченность элементами питания и др.) — с другой, можно определить потенциал и вектор нарастания (убывания) энергии. Например, внедрение средств агрохимического воздействия на почвы (растения) вызывает изменение потенциала энергии в выращиваемых растениях. То есть, количественные параметры антропогенной энергии, накопленной в удобрениях, влияют на уровень продуктивности биологических объектов окружающей среды в конкретных условиях.

В обобщенном виде, применительно к биологическим объектам, выказанные положения представляются следующим образом: качество энергии определяет видовые компоненты, а ее количество — их продуктивность. В последнем случае, в зависимости от уровня требовательности биологических компонентов окружающей среды, количество поступающей к ним энергии определяет вектор изменений продуктивности.

Эмпирические выражения таких изменений имеют, как правило, параболический характер с восходящим направлением в пределах зоны нарастания энергии до уровня точки перегиба и нисходящим при дальнейшем ее нарастании (после точки перегиба).

Выказанные положения не имеют достаточно полного обоснования, а в отдельных случаях противоречивы. Так, в публикациях Ю. Одума (1980) утверждается, что качество

энергии, как ее свойство, нарастает по мере переработки продуктов жизнедеятельности биологических компонентов. При этом автор утверждает, что самым низким качеством энергии обладает солнечная радиация. Следуя такому положению можно констатировать, что, качество энергии определяется технологическими особенностями ее получения, что совершенно не применимо для прогнозирования поведения биологических систем в сельскохозяйственном производстве [3].

С целью обоснования высказанных положений нами проводилась их экспериментальная проверка на трех сортах винограда (Кристалл, Левокумский и Подарок Магарача) в течение 2011–2017 гг., возделываемых в не укрывной культуре на аллювиально-луговых почвах Центрального Предкавказья. Из агробиологических особенностей названные сорта существенно различаются по срокам созревания урожая, характеру формирования генеративных органов, степени накопления сахаров в ягодах, потенциальной продуктивности, реакции на содержание активной извести в почве, на температурные условия и обеспеченность почв питательными элементами по годам вегетации и др.

В стационарном полевом опыте в течение названного срока определяли направленность и параметры изменений урожайности (продуктивности) кустов, качества гроздей и ягод, степень проявления не инфекционного хлороза листьев на фоне регулируемых и естественных уровней почвенных условий в пределах насаждений, заложенных в 2008 году. Насаждения заложены корнесобственными саженцами, с размещением 3 x 1,5 м, ведутся на штамбах с кордонным расположением плодовых звеньев, без укрытия кустов на зиму (Рисунок 1).



Рисунок 1. Штамбовые не укрывные виноградники сорта Рисус

Учеты и измерения агробиологических показателей изучаемых сортов проводили по методу М. А. Лазаревского (1968). Для этого отводили стационарные участки насаждений, охватывающие по 5 рядов посадок с 60-тью учетными кустами в каждом. В пределах каждого ряда по результатам инвентаризации проведенной в августе 2010 года, выделяли типичные для насаждений кусты,

В числе регулируемых факторов — обеспеченность почвы подвижными формами азота и фосфора; содержание перегноя. Регулирование содержания усвояемых форм азота и фосфора достигалось путем внесения минеральных удобрений в двух- четырех-, восьми- и десятикратном отношении к естественному уровню. В таких же отношениях изменяли содержание в почве перегноя путем внесения органического удобрения в виде перепревшего навоза.

Содержание минеральных и органических питательных веществ определяли на фоне достаточной естественной влагообеспеченности: грунтовые воды находятся на глубине 2-2,5 м от поверхности почвы. При этом, благодаря ледниковому питанию рек, в бассейне которых находятся насаждения винограда, даже в самые жаркие месяцы уровень грунтовых вод не опускается ниже 2,5 м. Содержание активной извести в пахотном горизонте почвы колеблется от 5 до 12 мг-экв./100 г. Средневзвешенное содержание гидролизуемого азота и легкоусвояемого фосфора в метровом слое аллювиально-луговых почв в пределах экспериментальных участков составляет соответственно 78 ± 11 и $19 \pm 2,1$ мг/1 кг почвы.

В результате анализа материалов экспериментальных работ, выявлено, что при воздействии биотических факторов, имеет место гиперболический, а абиотических — параболический характер их влияния на продуктивность и силу роста побегов винограда.

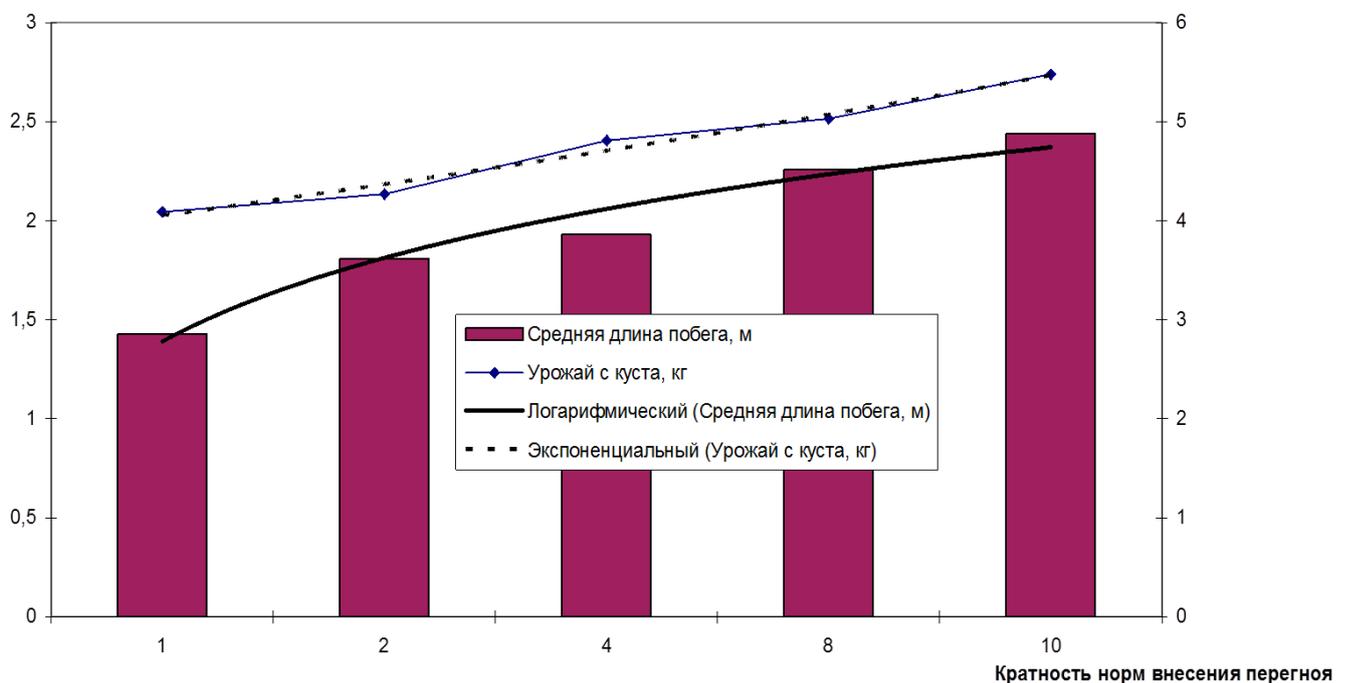


Рисунок 2а. Изменение силы роста побегов и урожайности кустов сорта Кристалл в зависимости от кратности норм внесения перегноя

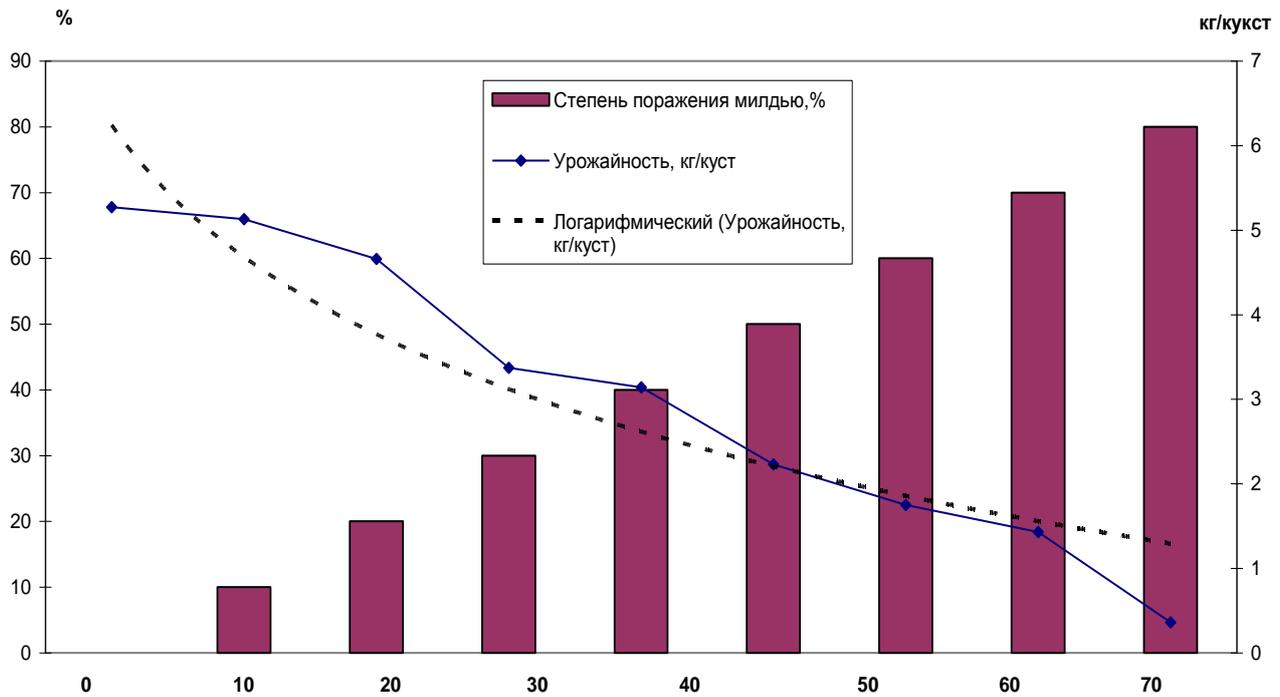


Рисунок 26. . Изменение урожайности кустов сорта Подарок Магарача в зависимости от степени поражения соцветий

При этом отмечено, что увеличение содержания органических питательных веществ (положительного фактора) имеет восходящий тренд (2а) влияния на продуктивность и силу роста кустов. Зависимость же этих показателей от ингибирующих органических факторов (степени поражения соцветий болезнями) имеет нисходящий гиперболический тренд (2б).

Влияние факторов неорганической природы (температуры воздуха и почвы, режима увлажнения, обеспеченности минеральными питательными веществами и др.) на продуктивность и силу роста винограда, как правило, выражается параболическим трендом (Рисунок 3).

Приведенные по результатам анализов тренды изменений продуктивности винограда, возделываемого на аллювиально-луговых почвах, позволяют определить естественные уровни таких характеристик как инертность и устойчивость культуры в названных условиях. Рассматривая инертность и устойчивость (по Б. Г. Розанову, 1984) как свойства реакции живых компонентов на изменения определенных качественных и/или количественных параметров, которые имеют криволинейные тренды, можно отметить, что увеличение норм внесения органических удобрений приводит к достижению высшего уровня продуктивности, который можно определить по координатам точки перегиба.

При этом дальнейшее, после точки перегиба, изменение продуктивности кустов винограда имеет практически прямолинейный тренд с незначительным приращением в зависимости от применяемых норм органических удобрений. Такое приращение характерно для инертного свойства реакции винограда, когда отсутствие нарастания фактора органического питания кустов продолжает сказываться на их продуктивности. То есть имеет место продолжение реакции изменения продуктивности кустов даже если нормы внесения перегноя по достижению определенного уровня повышаются. В целом же *инертность как свойство биологических объектов реагировать на изменение биологических факторов проявляется в количественных параметрах*. С другой стороны, можно констатировать, что

инертность реакции окружающей среды может изменяться путем воздействия на факторы, ее вызывающие.

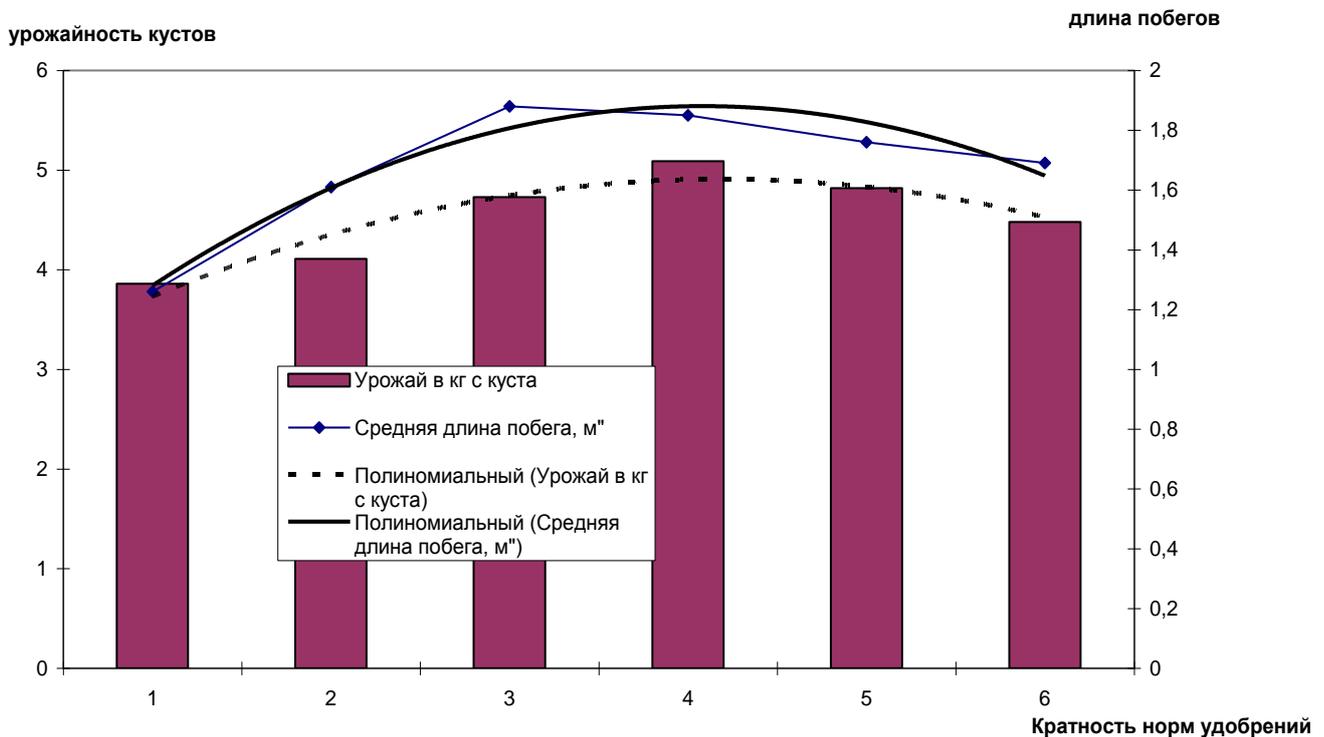


Рисунок 3. Изменение прироста побегов и урожайности кустов в зависимости от кратности норм внесения минеральных удобрений

Следуя высказанному положению можно утверждать, что количественные значения энергии, применяемой для изменения продуктивности культурных объектов должны ограничиваться параметрами изменения трендов регулируемых факторов. В конкретном случае использования органических удобрений на виноградниках, возделываемых на аллювиально-луговых почвах, нормы их применения следует ограничить шести-восьмикратным значением по отношению к существующему естественному уровню содержания перегноя в почве. Выше этого уровня отмечается несущественное нарастание продуктивности, то есть система переходит в инертное состояние. Естественно, что изменение инертности относится к агробиологическим свойствам сортов и обладает определенной степенью флуктуации в зависимости от условий окружающей среды и технологических особенностей возделывания винограда.

Примером влияния условий места произрастания служит инертность накопления сахаров в ягодах сортов раннего и позднего сроков созревания в зависимости от температурного режима в разные годы вегетации (Рисунок 4). Начало определения сахаристости сока — 5-7 августа с периодичностью в 2 дня. Среднее за 2015-2017 гг.

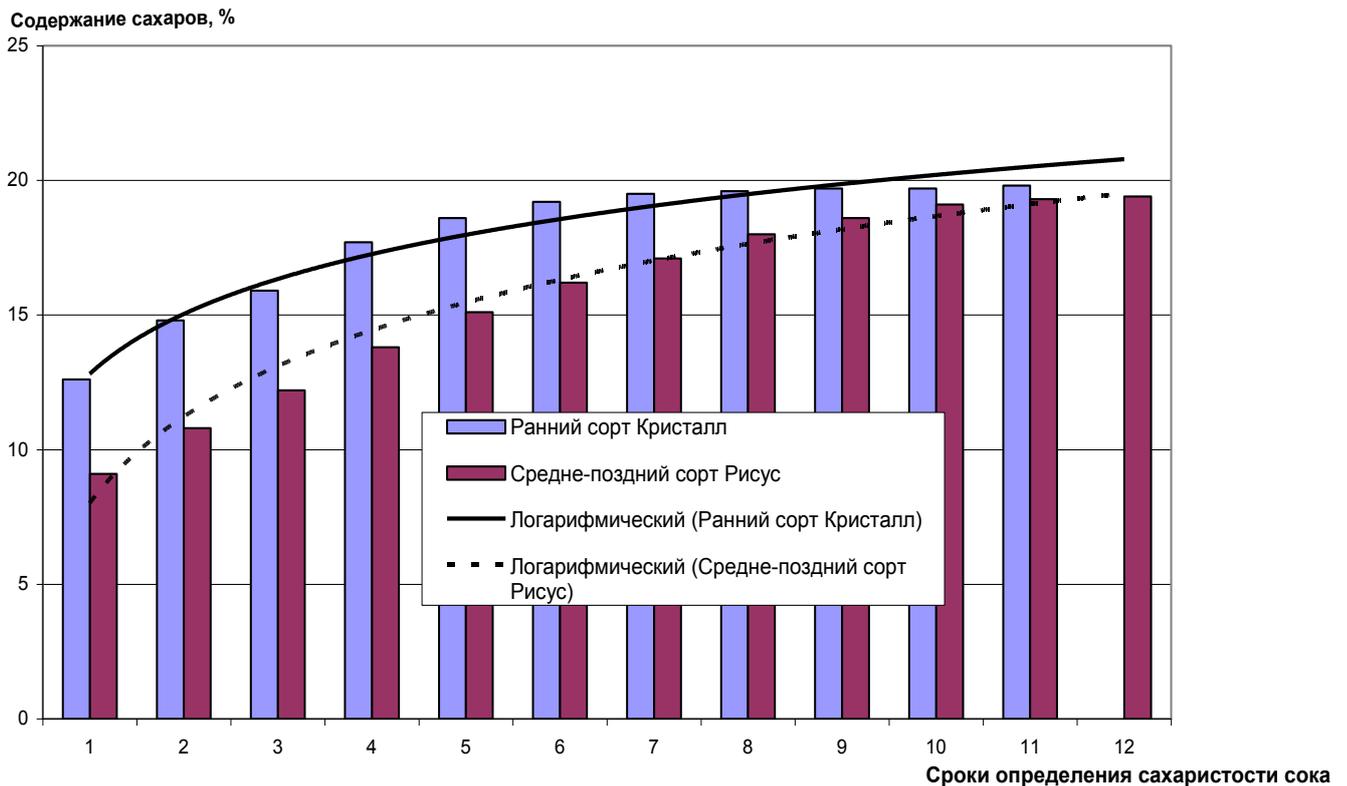


Рисунок 4. Инертность накопления сахаров в соке раннего и средне-позднего сортов винограда

Рассматривая устойчивость как свойство биологических объектов реагировать на возмущающие факторы окружающей среды, необходимо отметить два вида их реакции, преимущественно путем качественных изменений. Так, свойство *упругой устойчивости* проявляется в том, что органические объекты способны восстановить (поддерживать) жизнеспособное состояние при наступлении критических значений возмущающего фактора. В нашем примере с сортами винограда высказанное положение демонстрируется следующим фактом. При обрезке винограда в процессе формирования и оптимизации нагрузки побегами кусты способны восстановить заданную искусственно структуру. При этом, используя антропогенные факторы, например, агрохимические средства, можно влиять на активность восстановления исходного состояния кустов (Таблица) даже за годичный срок вегетации.

В этом случае важно, что возмущающий фактор: обрезка или чеканка побегов, проведение обломки, вырезка рукавов и другие формы воздействия на куст не приводят к потере жизнеспособности винограда. В свою очередь, названные *возмущающие факторы воздействия на виноградное растение способны усилить или ослабить упругую устойчивость*. Естественно, что, чем активнее и полнее процесс восстановления структуры кустов, тем выше упругая устойчивость сорта.

К возмущающим относятся факторы, способные нарушить нормальное состояние окружающей среды или ее отдельных компонентов

Для культуры винограда одним из важнейших показателей устойчивости является ее резистентная характеристика, главным образом к низким температурам и/или к поражению вегетативных органов (преимущественно корневых систем) филлоксерой. В этом аспекте выделяется *избирательная (резистентная) устойчивость*, которая проявляется как свойство, обусловленное генетическими признаками видов (сортов).

Так, корневая система европейских и азиатских сортов вида *Vitis vinifera* L. поражается филлоксерой, в то время как у американских видов (*V. Rupestris*, *V. riparia*, *V. Berlandiery* и др.) благодаря суберизации корни не поражаются этим вредителем. В первом случае кусты винограда не только снижают свою продуктивность, но и погибают. Во втором же отмечается значительное уменьшение урожайности и качества урожая, главным образом, ввиду поражения листовой формой филлоксеры, вызывающей снижение активности фотосинтеза. То есть, *благодаря резистентной устойчивости организмы обладают избирательным свойством сохранения жизнеспособности при воздействии на них конкретных возмущающих факторов.* Из высказанного следует, что изменение резистентной устойчивости возможно путем направленной селекции, в том числе с использованием методов геной инженерии.

Примером изменения резистентной устойчивости могут служить сорта, полученные путем межвидовой гибридизации европейских сортов с гибридами Сейв вилар. Так, сорта Подарок Магарача, Цитронный Магарача, Первенец Магарача, Бианка и другие обладают повышенной устойчивостью к морозам и корневой форме филлоксеры. При этом у названных сортов отмечается поражение молодых листьев филлоксерой (Рисунок 5). Применение средств воздействия на возмущающий фактор (филлоксеру, отрицательную температуру воздуха и т. п.) *не оказывает влияния на степень резистентной устойчивости винограда. То есть резистентная устойчивость не изменяется в зависимости от воздействия возмущающих факторов.*



Рисунок 5. Молодые листья винограда сорта Подарок Магарача, пораженные листовой формой филлоксеры

Анализ данных по количественным затратам энергии и масштабам ее проявления, а также реакции на них разных компонентов окружающей среды можно отметить, что применительно к отрасли сельского хозяйства, их показатели отличаются не одинаковой степенью взаимовлияния (Таблица)

Таблица

ВЛИЯНИЕ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ
ЭНЕРГИИ НА МАСШТАБЫ И ХАРАКТЕР НАРУШЕНИЯ СОСТОЯНИЯ
РАЗЛИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Отрасли сельского хозяйства,	Затраты энергии, в год, тыс Гдж/га	Компоненты организмов окружающей среды, подверженные воздействию энергии	Масштабы нарушений окружающей среды
Земледелие	0,8-2,6*10 ³	Популяции, водная и воздушная среда, почвы	От локального до глобального
Защита растений	0,04-1,1*10 ³	Молекулярный и популяционный; водная, воздушная и почвенная среды	От локального до регионального
Мелиорация	0,3-1,4*10 ³	Абиотические факторы, организмы и их популяции	От локального до регионального
Животноводство	0,02-0,7*10 ³	Воздушная, водная, почвенная среды; организмы и их популяции	От локального до регионального
Агрехимия	0,02-1,2*10 ³	Организмы и их органы, водная и почвенная среды	Локальный
Механизация	-	Почва, водная и воздушная среды	Локальный

Из приведенного следует, что наиболее масштабные изменения в окружающей среде способны вызвать такие отрасли, как земледелие и, в меньшей мере мелиорация и защита растений. Однако, последняя отрасль отличается тем, что из-за способности воздействовать на первичный уровень организации живого мира, что сказывается даже на наследственных свойствах живых организмов. Ввиду того, что средства защиты растений несут в себе информацию, не воспринимаемую живыми организмами, их отрицательное воздействие на окружающую среду может быть много вреднее других отраслей сельского хозяйства.

Высказанные положения в значительной степени определяют направленность постановки экспериментов в отрасли растениеводства, земледелия и, в частности, виноградарства. При этом наиболее значимыми материалами являются связанные с оптимизацией взаимоотношений исследуемых объектов с ведущими факторами окружающей среды, на основе которых определяются допустимые пределы воздействия возмущающих факторов и оптимальные параметры получаемых продуктов.

Список литературы:

1. Черников В. А. и др. Агроэкология / Под ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. М.: Колос. 2000. Т. 536. С. 5.
2. Дж. Аци. Сельскохозяйственная экология. М.; Л.: Сельхозгиз, 1932. 344 с.
3. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.
4. Рамад Ф. Основы прикладной экологии. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 543 с.
5. Реймерс Н. Ф. Природопользование / Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.
6. Розанов Б. Г. Основы учения об окружающей среде. М.: Изд-во МГУ, 1984. 373 с.
7. Фисун М. Н., Егорова Е. М. Качество энергии как критерий для прогнозирования изменений в экосистемах // Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности. СПб.: БГТУ. 1998. С. 147.

8. Fisun M. N. Erozionea soluzior si metodele de combatare. Cishinau. 1995

References:

1. Chernikov, V. A., Aleksakhin, R. M., & Golubev, A. V. (2000). Agroecology / Ed. V. A. Chernikov, A. I. Chekeras. Moscow: Kolos, (536), 5.
2. J. Azzi. (1932). Agricultural ecology. M.; L.: Selkhozgiz, 344
3. Odum, Yu. (1975). Fundamentals of Ecology. Moscow: *Mir*, 740
4. Ramad, F. (1981). Fundamentals of Applied Ecology. L.: *Gidrometeoizdat*, 543
5. Reimers, N. F. (1990). Nature management. Dictionary-reference. Moscow: *Thought*, 637
6. Rozanov, B. G. (1984). Fundamentals of the theory of the environment. Moscow: *Izd-vo MGU*, 373
7. Fisun, M. N., & Egorova, E. M. (1998). Energy quality as a criterion for predicting changes in ecosystems. In *New in ecology and life safety*. St. Petersburg: *BSTU*, 147
8. Fisun, M. N. (1995). Erozionea soluzior si metodele de combatare. *Cishinau*

*Работа поступила
в редакцию 02.03.2018 г.*

*Принята к публикации
07.03.2018 г.*

Ссылка для цитирования:

Фисун М. Н., Егорова Е. М., Якушенко О. С. Теоретические положения сельскохозяйственной экологии и их практическая реализация // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №4. С. 91-101. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/fisun-egorova> (дата обращения 15.04.2018).

Cite as (APA):

Fisun, M., Egorova, E., & Yakushenko, O. (2018). Theoretical regulations of agricultural ecology and their practical implementation. *Bulletin of Science and Practice*, 4, (4), 91-101