

УДК 631.879.42:574.38

UDC 631.879.42:574.38

**СЛОЖНЫЙ КОМПОСТ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ НИШИ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ В АГРО-ЛАНДШАФТЕ****COMPLEX COMPOST AND ECOLOGICAL NICHE OF LIVING ORGANISMS IN AGROLANDSCAPES**

Белюченко Иван Степанович  
д.б.н., профессор  
ФГБОУ «Кубанский государственный аграрный университет», Краснодар,  
Россия

Belyuchenko Ivan Stepanovich  
Dr.Sci.Biol., professor  
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Экологическая ниша выступает как важнейшая эволюционная функция живых организмов в экосистеме, определяя её свойства, обусловленные потребностями в питательных веществах, подвижности, способности размножения, биохимических возможностей, структурных особенностей, пределами толерантности к условиям среды, возможностями осуществлять определенные действия в конкретном биоценозе, осуществляемых совокупностью их взаимодействия; в процессе дивергенции (видов, их внешних и внутренних свойств и абиотических характеристик) изменяются особенности экологических ниш, появляются новые виды живых организмов и, естественно, формируются новые экологические ниши

Ecological niche acts as an important evolutionary function of living organisms in the ecosystem and determines its properties, which are caused by the nutrient requirements, mobility, ability to reproduction, biochemical features, structural features limits tolerance to environmental conditions, opportunities performing certain actions in the specific biocenosis; in the process of divergence (species, their internal and external properties and abiotic characteristics) features of ecological niches are changed, there are new kinds of living organisms and, of course, the formation of new ecological niches

Ключевые слова: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ НИШИ, ЭВОЛЮЦИЯ ПОЛЕТА НАСЕКОМЫХ, ПРЕСМЫКАЮЩИХСЯ, ПТИЦ, МЛЕКОПИТАЮЩИХ, МЕЗОЗОЙ, АДАПТИВНАЯ РАДИАЦИЯ, САМОУСИЛЕНИЕ РАЗНООБРАЗИЯ

Keywords: ECOLOGICAL NICHES, EVOLUTION OF INSECT FLIGHT, REPTILES, BIRDS, MAMMALS, MESOZOIC, ADAPTIVE RADIATION, DIVERSITY SELF-EMPOWERMENT

**1. История вопроса.** В экосистеме положение любого вида организмов определяется популяциями с конкретным набором типов устойчивости к абиотическим факторам, во-первых, набором связей с популяциями других видов, во-вторых, участием в общих функциях экосистемы, в третьих, регулирующим влиянием на биокосную систему, в четвертых, а также морфологические характеристики, цвета и формы листьев, цветков, плодов и кроны, в пятых. Продолжительность существования вида в экосистеме предопределяет его устойчивое место в структуре биосистемы или его экологическую нишу.

Впервые понятие «ниша» использована Р.Джонсоном (1910) при характеристике распределения отдельных таксонов с учетом абиотических и пищевых ресурсов. Весьма широкое распределение получил этот термин

после публикации американского зоолога Дж. Гриннеля (1914), изложившего свое видение существования ниши калифорнийского пересмешника (*Toxostoma redivivum*) в сообществе густых зарослей кустарника (чаппарали), отличавшегося комплексом условий (абиотические факторы, пища, укрытие и др.), наиболее благоприятных для обитания указанного вида [28, 29]. Понимание ниши Гриннеля охватывало абиотические и биотические условия вегетации конкретного вида [47]. Определение Ч. Элтона (1927) в основном касалось понятия экологической ниши, как типа питания, или его место в трофической цепи.

Достаточно полная трактовка экологической ниши дается в работе Хатчинсона [31], определившего данные понятия как сумму связей вида с условиями среды и другими формами живых организмов с учетом многомерного пространства, учитывающего уровни требования таксона к отдельным экологическим факторам. Многомерное пространство Хатчинсон определил как фундаментальную нишу, а в реальной экосистеме – реализованную, ограниченную в силу проявления конкурентных взаимоотношений в экосистеме. Например, вид всегда имеет конкурентов, а потому само понятие ниши оценивается по наличию в системе для вида перекрытие ниши или проявление конкуренции [24].

Основной вопрос о требованиях вида к биотическим и абиотическим условиям определяет реально все концепции об экологических нишах в основном как аутоэкологический аспект проблемы; на втором плане остается влияние вида на саму систему. Весьма много последователей нашло описание экологической ниши Г. Хатчинсоном [31] с использованием теории множеств, определившим этот показатель как весь диапазон условий, который позволяет жить и воспроизводить себе подобные популяции. Однако ниша Хатчинсона не оценивает поведенческую характеристику вида; сам автор понимает место вида в пространстве через его деление на фундаментальную и реализованную ниши.

По-своему оценивает положение экологической ниши Одум [34], вкладывающий в это понятие: 1) занимаемое таксоном физическое пространство (видом или популяцией), 2) место вида в системе внешних факторов и 3) функциональная роль вида в системе. Эта позиция Одума относительно правильно определяет понятие экологической ниши, как интегрированной оценки её места в биоценозе. Ю. Одум [34] определил экологическую нишу как положение, или статус организма в сообществе, вытекающее из его структурных адаптаций, физиологических реакций и специфического поведения (унаследованного или приобретенного»). Одум подчеркивает, что «экологическая ниша организма зависит не только от того, где тот живет, но и от того, что он делает». По Одуму, место, где организм живет или, где его можно встретить, – это его местообитание, его адрес, а ниша – его профессия, объединяющая все стороны жизнедеятельности вида.

Э. Пианка определяет экологическую нишу как «общую сумму адаптаций организменной единицы или как все разнообразные пути приспособления данной организменной единицы к определенной среде» [35]. Вполне можно говорить о нише особи, популяции или вида. Различия между средой обитания и нишей организма состоят в том, что ниша организма способна осваивать свою среду и подразумевает возможные пути её фактического использования [41, 42, 44, 48].

Понятие ниши связано с явлением межвидовой конкуренции и в значительной степени её объединяют с характером использования ресурсов, которым уделяется первостепенное внимание. Все, что связано с использованием экологической ниши вида легко можно использовать в научной и практической работе. Это помогло создать богатую научную литературу, затрагивающую взаимоотношение различных ниш в конкурентных сообществах. Концепцию экосистемы следует считать основой экологической парадигмы, а саму систему – главным объектом изучения общей экологии.

Все особи сельскохозяйственных культур связаны с окружающей средой функциональной связью, использует из неё материальные вещества и обогащается продуктами жизнедеятельности, образуя тем самым некое функциональное единство, определяющее как своеобразную экосистему, представляющую устойчивое множество взаимодействующих между собой живых организмов в конкретной среде. Экологическая ниша представляет собой безмерную категорию и применима к любой надорганизменной системе, обладающей размерностью географического уровня. Экологической нишей не может быть отдельный организм (бактерия, водоросль и т.д.), но физико-химико-биологический комплекс биотических и абиотических составляющих формирует устойчивое множество взаимодействующих структур с введением в их состав или новых культур.

Представление об экологической нише у растений определяется группой отдельных механизмов [24, 32, 36, 37, 38, 40], включая различия между видами по формам и источникам используемых ресурсов, их пространственной локализацией, временем использования и т.д. Конкретные виды растений занимают в сообществах определенные экологические ниши. Вариация экологических ниш по используемым ресурсам в ходе сукцессии усиливается. В качестве примера можно привести различия между растениями отдельных форм азота. С учетом потребляемого азота растения делятся на группы, имеющие симбиотические связи с азотфиксирующими прокариотами и не имеющие такого симбиоза и такие группы растений в ценозах занимают различные экологические ниши. Кроме того, виды растений различаются по способности поддерживать ассоциативную азотфиксацию в филосфере и ризосфере [23, 45]. Для растений источником азота служат минеральные соединения – аммоний и нитраты, а также низкомолекулярные органические соединения – аминокислоты, формирующиеся при минерализации органического вещества. Например, при совместном посеве *Festuca pretense* и *Dactylis glomerata* поглощали по разному азот-

ные соединения: *Dactylis* активнее использовала аммонийные и нитратные формы азота, а *Festuca* – преимущественно нитратные.

Экологическая ниша, отражая функцию вида или популяцию в сообществе микроорганизмов, по Одуму, характеризует профессию вида или комплексный характер факторов [1]. Каждый вид выполняет определенную функцию, обусловленную его потребностями: 1) в пищевых ресурсах, 2) подвижности, 3) способам размножения, 4) биохимическим возможностям, 5) структурным особенностям, 6) пределам устойчивости к средовым особенностям и т.д. Способность отдельного вида или популяции осуществлять определенную функцию в экосистеме оценивается совокупностью её свойств. Обычно пределы распространения вида сравнительно уже, чем от него ожидают с учётом его свойств. Иными словами, реальные ниши уже потенциальных.

Возможности выполнения тех или иных функций, к которым вид предназначен, оценивается часто рядом специфических особенностей. Например, в рубце жвачных осуществляются функции расщепления целлюлозы теми бактериями, которые выполняют этот процесс в анаэробных условиях при получении энергии в результате брожения; они толерантны температуре внутри желудка (высокая), к присутствию жирных кислот, ферментов, аммиака и других различных газов, которые они должны удалять в результате брожения – типа  $H_2$ . В целом для выполнения функции в определенной экосистеме вид должен быть способен выполнять целую гамму дополнительных свойств [43].

Совокупность благоприятных условий существования организменной единицы, способствующей существованию и воспроизводству себе равных, Хатчинсон назвал фундаментальной нишей, представляющей собой гипотетическую нишу, в которой организм не соприкасается с конкурентами, с другими недругами (например, с хищниками) для которых физическая среда благоприятна. Противоположность этой нише диапазон

существования организма меньше фундаментальной и называется реализованной, учитывающие различные факторы ограничения организменной единице (конкуренция, хищничество и др.). Фундаментальную нишу называют потенциальной, а реализованную – фактической. Теоретическое уменьшение межвидовой конкуренции ведет к расширению экологических ниш. Например, американский пересмешник имеет на островах более ограниченную пространственную и пищевую ниши или более ограниченные доступные ниши, чем на равнине.

**2. Структура сообщества.** Сложность структуры биоценоза оценивается по количеству ниш в нем и зависит от гетерогенности биотопа или его абиотической среды. Чем сложнее условия, тем данные биотопы могут освоить большее число экологических ниш, отличающихся по биологическим условиям видов. В связи с этим увеличивается биологическое разнообразие биоценоза, определяющее число занятости экологических ниш. Возрастание биологической сложности состава живых организмов экосистемы связано с уменьшением объема экологических ниш и с повышением экологических специализаций видов. Повышение уровня биологического разнообразия проявляется возрастанием числа видов составляющих биоценоз; уменьшение объема ниш каждого вида определяет ограничение их численности. В благоприятных условиях число видов велико, но каждый из них представлен относительно небольшим числом особей; в неблагоприятных условиях это соотношение меняется на обратное.

Экологическая ниша характеризует положение вида в целом в системе биоценоза, в комплексе его биотических связей и требований к абиотическим факторам среды. Экологическая ниша таксона зависит не только от абиотических условий среды, но и его биотических связей. Характер занимаемой ниши определяется экологическими возможностями таксона и его возможностями реализовать их в конкретных условиях.

Специализация вида 1) по питанию, 2) использованию пространства, 3) времени активности и другим условиям характеризуется как сужение экологической ниши, а обратные процессы – её расширение. На сужение или расширение экологической ниши большое влияние оказывают конкуренты и хищники. Правила конкурентного исключения Г.Ф. Гаузе [23] для близких по экологии видов, когда два вида не уживаются в одной экологической нише. Выход из конкуренции достигается по 1) расхождению требований к среде, 2) изменению образа жизни, 3) разграничению характера экологических ниш видов и только в таком варианте они могут существовать в одном биоценозе.

Улучшение условий жизни и увеличение численности какого-либо вида в биоценозе уменьшается другой вид, близкий по экологическому характеру. Важным механизмом устойчивости природных биоценозов является разделение совместно живущих видов экологических ниш с частичным их перекрыванием. Ослабление межвидовой конкуренции приводит к расширению экологической ниши вида. Множественность экологических ниш определяется разным использованием таксонами среды, размещением отдельных органов в воздухе и почве, ритмами сезонного развития, длительностью периода вегетации, сроками цветения, особенностями срока плодоношения, взаимосвязями с элементами абиотической среды, взаимосвязями с компонентами биоценоза. Например, в смешанном лесу деревья первого яруса (дуб, клен, липа, ясень) относятся к одной жизненной форме, и древесный полог их крон находится в одном горизонте в сходных условиях. Тем не менее, все породы по-разному участвуют в жизни сообщества и занимают разные экологические ниши. Так породы различаются по степени теневыносливости, срокам цветения, плодоношения, способам опыления, распространения плодов, составом консортов, продолжительности жизни особей и т.д. Дуб и ясень – анемофилы и природную среду насыщают пыльцой в разные сроки; клен и липа энтомофилы и хорошие

медоносы, цветут в разное время; у дуба – зоохория, а у остальных пород анемохория. По-разному и на разной глубине размещают свои корни в различные породы. Опад листьев основных пород разлагается к осени, а у дуба еще в весенний период на следующий год поддерживают рыхлую лесную подстилку. Указанные породы по-разному в сообществе участвуют в освоении и преобразовании среды, трансформации энергии, что подчеркивает разнообразие формирования каждым видом своей экологической ниши.

С возрастом растения интенсивнее преобразуют среду, а переход их в генеративную фазу расширяет круг их консортов, меняет размеры и напряженность фитогенного поля [46]. Роль стареющих синильных растений в образовании среды снижается, они теряют многих консортов и увеличиваются связанные с ними деструкторы. В растении отмечается перекрывание экологических ниш и с ограничением ресурсов оно усиливается. Учитывая, что виды используют ресурсы индивидуально, избирательно и с разной интенсивностью конкуренция в устойчивых фитоценозах ослабляется. Богатство экологических ниш в биоценозе определяется двумя причинами: 1) условиями среды, представленной биотопом; чем разнообразней биотоп, тем больше видов могут размещать свои экологические ниши; 2) другой источник разнообразия ниш это сами таксоны, являющиеся ресурсом и создающие ресурс для других.

Американский следователь Р. Макартур [49] изучал разнообразие растительности по горному склону и число видов гнездящихся птиц. Он вывел прямую зависимость между этими показателями, что подтверждает связь видовой емкости сообществ с их внутренней структурой. Любой новый вид, внедряющийся в сообщество, увеличивает число имеющихся в нем экологических ниш не только за счет своего собственного положения среди других, но и предоставления ресурсов для паразитов, хищников и других сожителей.

Экологическую нишу следует определять с учетом всего диапазона физических, химических и биотических переменных среды, в которых должен адаптироваться конкретный таксон и под действием которых видо-вая популяция живет и возобновляется бесконечно долго. Основными взаимодействиями считается хищничество и конкуренция; последняя связана с теорией ниши через концепцию их перекрывания [25]. Чем обильнее ресурс, тем меньше возможностей совместного использования видов, что приведет к конкурентным взаимоотношениям. Каждый вид занимает не ясно очерченное диффузное пространство, которое отличается от пространств, занимаемых другими видами, но может с ними перекрываться. Размеры ниш и их местообитания изменяются как в экологическом, так и в эволюционном масштабах времени [26].

**3. Сложный компост как источник расширения экологических ниш растений.** Под сложным компостом мы понимаем новое направление в практической экологии и земледелии, определяющее искусственное создание комплексных смесей различных отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства, а также природных материалов для обогащения почв, воды и воздуха органическими и минеральными дисперсными и коллоидными системами с целью совершенствования их физико-химических и биолого-экологических функций [20, 21]. Освоение живыми организмами, и прежде всего растениями суши за счет разложения её органического вещества и выделения газов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{NH}_4$ ) способствовало формированию нового режима с высокой долей участия в нем азота, углерода и кислорода и образования в биосфере новых форм воздухообмена и теплообмена.

В результате различных природных катаклизмов на всем протяжении формирования Земли на отдельных этапах её развития создавались многочисленные отходы, сначала минеральные, а затем и органические, характеризовавшиеся различной природой и определенными свойствами [3, 4, 5, 7,

10, 11]. В конкретных условиях среды они преобразовывались, формировали разнообразные соединения и создавали смесь с различными свойствами. Образующие отходы в природе являлись и являются основой для формирования различных ландшафтных систем с образованием новых экологических ниш для развития живых организмов – растений, животных, микроорганизмов. Современное производство должно заботиться не только о качестве получаемой продукции, но и стремиться к системному управлению отходами своей деятельности. Особенно важна переработка промышленных отходов – химических и других отраслей, которые потребляют огромное количество сырья, существенно превышающее по массе основной продукт. Например, фосфорперерабатывающая промышленность на 1 т продукции, и далеко не чистой, производит до 3,5 т отходов. Несколько меньшее соотношение характерно для калийного производства.

Начиная с 90-х годов XX века, специалисты обратили внимание на отходы как на вторичное сырье. Многие промышленные отходы, включая металлургию, химическое производство и т.д., сами по себе и их компоненты могут быть эффективно использованы. Можно обратить внимание на то, что, например, при вторичной эксплуатации различных шлаков и отходов подобные продукты меньше испытывают биологическое разрушение (долго не формируется плесень, не поселяются лишайники и т.д.). Эти и другие свойства позволяют их использовать и для сельскохозяйственного производства: строительство силосных ям, сточных желобов для слива жидких удобрений, кормушек для скота и т.д.

Отходы всех производств, включая бытовые, являются гетерогенными дисперсными образованиями, состоящими из двух и большего числа фаз с развитой поверхностью. Дисперсные системы отходов, включая их истинные растворы (ионные, молекулярно-ионные и молекулярные), классифицируются на тонкодисперсные коллоидные (золи, гели) и грубодисперсные системы (частицы больше 100 нм) и взвеси (эмульсии, суспензии,

аэрозоли). По равновесности и устойчивости дисперсные системы отходов делятся на лиофильные и лиофобные: первые термодинамически равновесны и высокодисперсны, формируются на основе отходов при производстве продукции из природного сырья, а вторые – термодинамически неравновесны и обладают бóльшей свободной поверхностной энергией [13, 14, 15, 16, 17].

В определенных условиях при смешивании отходов лиофильных и лиофобных систем происходит их коагуляция на основе сближения частиц, сохраняющих первоначальные формы и размеры и объединяемых в плотные агрегаты. Нестабилизированные и неустойчивые лиофобные системы отходов непрерывно изменяют свой дисперсный состав в сторону укрепления частиц, вплоть до полного расслоения микрофазы. Стабилизированные лиофильные системы сохраняют дисперсность в течение длительного времени.

Гидрофобные коагуляции различных отходов отличаются расслоением весьма сложной дисперсной системы на жидкую и твердую фазы. Способность коллоидных частиц в растворе к структурообразованию и формированию разнообразных агрегатов (например, фосфогипс слипается с органическими отходами КРС, свиней и другими), заполняющих весь объем раствора и приводящих к образованию агрегатных вариантов сложного компоста [18, 19, 26, 33]. Многие сложные компосты включают органические растворы, а также водные растворы кислотных солей, и потому весьма важно изучение идущих в них химических реакций с нарушением равновесия, указывающих на специфику их систем (гетерогенные или гомогенные).

По мере созревания сложного компоста многие вещества разных отходов вступают в контакт и между ними происходят химические реакции с образованием новых соединений. В случае отсутствия видимого взаимодействия из веществ формируется механическая смесь, которая в дальней-

шем при изменении условий (реакции среды и др.) может трансформироваться через усиление взаимосвязей в химическую. Важное значение в этой ситуации имеют водные растворы, где идут сложные химические процессы. В растворе проявляются физические (диффузия, непостоянство состава) и химические свойства (неустойчивость соединений), а гидратационные свойства способствуют появлению различных форм связанной воды [2, 6, 8, 9].

Коллоидные дисперсные системы отдельных отходов в сложном компосте формируют различные комбинации дисперсионной среды и дисперсной фазы. Особенности состава и свойств им придают мелкие размеры и большая поверхность коллоидных частиц. В сложном компосте при компоновке 8–10 отходов и периодическом его перемешивании чаще образуются гели, представляющие собой рыхлый осадок. В сложных компостах велика роль и золей, основу которых составляют сообщества микроорганизмов, в частности бактерий, грибов и одноклеточных водорослей.

Удачно скомпонованный сложный компост при внесении в почву насыщает её ионами кальция, недостаток которых, особенно в доступной для растений форме, ощущается практически на всех почвах. Являясь поглощающим катионом, кальций сложного компоста придает почвам структуру, наиболее благоприятную в сельскохозяйственном отношении. Он является важным компонентом почвенно-поглощающего комплекса, и на его долю приходится до 60–70% катионообменной емкости сложного компоста. Благодаря высокому насыщению обменным кальцием сложный компост обладает хорошей агрономической структурой, физическими и биологическими свойствами, что существенно повышает плодородие почвы при его внесении, и, что особенно важно, насыщение сложного компоста катионами кальция в почве поддерживается достаточно долго (по нашим исследованиям до 5–6 лет). При этом формируются устойчивые экологические ниши, существенно расширяющие возможности обитания в

почвенном покрове микроорганизмов и усиливающие развитие растительных организмов [12, 13, 15].

Убедительный пример улучшения развития растительных организмов и расширения экологических ниш почвы является усиление базального кущения пшеницы (на 20–25 %), заключающееся в образовании дочерних побегов. По-своему удлиняется период развития кукурузы, что выражается в специфичности формирования её базальной зоны, увеличении количества укороченных узлов и развитии в них придаточных и боковых корней. Повышается продуктивность сахарной свеклы, прежде всего масса её корнеплодов. Внесение сложных компостов способствует более экономному расходованию питательных веществ почвы, включая минеральные и органические составляющие. Иными словами, сложение различных вариантов дисперсно-коллоидных образований отдельных отходов и их благоприятная компоновка в сложном компосте сказываются на улучшении агрономических свойств почвы через существенное увеличение числа экологических ниш и их расширение, что, безусловно, требует серьезного изучения взаимоотношений растений и почвы на начальном этапе их развития [18, 19, 25, 30].

Разнообразие экологических ниш определяется разным использованием растениями среды обитания, размещением их органов в почве и воздухе, ритмами сезонного развития, длительностью периода вегетации, особенно плодоношения, взаимосвязями с элементами абиотической среды и т.д. Различные культуры в агроландшафте по-разному осваивают и преобразуют энергию, и потому можно сказать, что каждый вид растения имеет свою экологическую нишу; в процессе онтогенеза растения её меняют и активнее преобразуют среду. Стареющие растения снижают напряженность фитогенного поля и свою средообразующую роль, а также продукционные процессы [46]. На обилие экологических ниш серьезное влияние оказывают условия среды, которые мы существенно улучшаем внесением

комплекса соединений со сложным компостом, а также сам вид, являющийся ресурсом для других.

В основу взаимоотношения растительного вида в агросистеме ставится вопрос о его требованиях к комплексу абиотических и биотических условий среды. Значение экологической ниши в определении функционального участия вида в составе агросистемы с учетом его физического пространства и места в системе связей. Экологическая ниша культуры в севообороте зависит от того, какова её роль в преобразовании энергии и её реакции на физическую, химическую и биологическую среду, насколько сдерживается её развитие другими видами живых организмов и условиями среды. В наших опытах сложный компост усиливал и расширял экологическую нишу любой культуры, что нашло выражение в их развитии, особенно базальных участков.

Анализируя реакцию отдельных культур в агросистеме, можно заключить, что она выразилась интегрально через варианты усиления кущения пшеницы, разрастание базальной зоны у кукурузы, усиление роста ботвы и корнеплодов у свеклы и т.д. Например, при снижении нормы высева пшеницы на 40 кг/га её урожай в варианте со сложным компостом не только не снизился, но и увеличился [3, 4]. Сокращение азотных удобрений под пшеницу на 35 кг/га также не привело к снижению урожая зерна, поскольку сложный компост обеспечил расширение экологической ниши растениям пшеницы, обеспечив их высокую продуктивность, сильно повлиял на экономное регулирование питания растений, их водный и воздушный баланс, существенно изменив взаимосвязи с микроорганизмами почвы, воды и воздуха.

При внесении под посев кукурузы сложный компост создал высокую обеспеченность факторами питания (микроэлементы и макроэлементы, влажность и т.д.), что существенно улучшило развитие отдельных особей, повысило эффективность работы листового аппарата и корневых систем

через увеличение их функциональной роли в агросистеме и через расширение их экологических ниш. Особенности строения сложного компоста в течение 5–6 лет функционально оказывают влияние на экологические ниши, развитие культур и их конкурентоспособность.

Себестоимость сложного компоста с учетом компоновки различных по качеству и количеству веществ из отходов разных производств в принципе будет весьма незначительной, поскольку сырье для его производства является отходом и само по себе объективно ничего не стоит, а расходы на их производство, транспортировку, размещение и хранение входят в себестоимость материала и оплачивается его потребителями.

**4. Сложный компост и микроорганизмы почвы.** При внесении сложного компоста отмечено в черноземе обыкновенном увеличение численности всего состава почвенных живых организмов. Как показали исследования Ю.Ю. Петух, на базе кафедры общей биологии и экологии КубГАУ в Ленинградском районе Краснодарского края при внесении в почву сложного компоста на базе минеральных удобрений отмечено увеличение целого ряда микроорганизмов – амилитических, аммонифицирующих, микромицетов, но снижены нитрифицирующие. При изучении микробиологического комплекса почвы в полевом опыте доминирующее положение занимал прокариотный комплекс, существенно превышая численность грибов. Довольно большим видовым разбросом выделялись актиномимцеты. Так, в среднем за 5 лет исследований род *Streptomyces* встречался в 53 %, *Nocardia* – 20 %, *Nocardiosis* до 10 % и т.д. При изучении разнообразия актиномицетов в полевом опыте с внесением сложного компоста особо выделен род *Streptomyces*, осуществляющий процесс разложения сложных органических веществ и выделяющийся широким видовым спектром. Среди дрожжевых грибов наиболее часто встречались представители родов *Lipomyces* и *Candida*, выделенных в бактериально-дрожжевом комплексе азотфиксирующих микроорганизмов.

Общая численность почвенной мезофауны при посеве озимой пшеницы на контроле в 2007 году (NP) составила  $138 \pm 10$  экз./м<sup>2</sup>; на участке с навозом КРС (50 т/га их численность составила  $186 \pm 12$  экз./м<sup>2</sup>, а при внесении сложного компоста –  $230$  экз./м<sup>2</sup>, что превысило контроль на 70 % и на 25 % – вариант с навозом. При посеве на второй год сахарной свёклы после её уборки в октябре 2008 года на контроле доля почвенной мезофауны составила  $283 \pm 16$  экз./м<sup>2</sup>, по полуперепревшему навозу  $382$  экз./м<sup>2</sup> и после сложного компоста –  $473 \pm 20$  экз./м<sup>2</sup>. Во все годы исследований в течение 5 лет выращивания различных культур варианты со сложным компостом выделялись высоким таксономическим разнообразием и высокой численностью представителей почвенной мезофауны; в разные сезоны года в сравнении с другими вариантами опыта отмечалось увеличение численности таких семейств как кивсяки (*Julidae*), дождевые черви (*Lumbricidae*) и энхитрииды (*Enchytraeidae*). Дождевые черви интенсивно увеличили свою популяцию на протяжении осенне-зимнего периода и она составила в варианте со сложным компостом 40–44 экз./м<sup>2</sup>, а на контроле – 15–20 экз./м<sup>2</sup>.

На посевах озимой пшеницы после кукурузы численность дождевых червей и энхитриид на участке со сложным компостом оказалась выше ( $306 \pm 17$  экз./м<sup>2</sup>) чем на контроле ( $150 \pm 10$  экз./м<sup>2</sup>). На 5–1 год проведения исследований была высеяна сахарная свёкла после озимой пшеницы. Установлено, что численность представителей почвенной мезофауны в варианте со сложным компостом была выше ( $289 \pm 17$  экз./м<sup>2</sup>) по сравнению с контролем ( $165 \pm 10$  экз./м<sup>2</sup>) и полуперепревшим навозом ( $213 \pm 13$  экз./м<sup>2</sup>).

При проведении исследований отмечено, что внесение сложного компоста оказывает прямое влияние на состав почвенной мезофауны в течение 5 лет. Положительное влияние сложного компоста проявляется в улучшении физико-химических и биологических свойств почвы и расширении на ней экологической ниши. Увеличение численности дождевых

червей и энхитреид на участке со сложным компостом может быть связано с более выровненным поступлением органических веществ из различных отходов – полуперепревшего навоза КРС, растительных остатков кукурузы, подсолнечника, сахарной свеклы, остатков очистки зерна и кормления сельскохозяйственных животных, в результате чего создаются благоприятные условия для их развития. Полученные данные представляют интерес в виду того, что почвенные животные являются переработчиками органического вещества, способствуют накоплению в почве гумуса и участвуют в перемешивании различных компонентов субстрата, что, естественно, расширяет экологические ниши системы.

Использование сложного компоста способствует улучшению влагоемкости почвы, повышению обменного кальция, что благоприятно влияет на представителей семейства кивсяки настоящие (*Julidae*), которые предпочитают почвы с высоким содержанием кальция. Получая кальций с пищей, кивсяки значительную его часть накапливают в своем теле, а другую часть выделяют в почву в виде простых соединений с экскрементами и личиночными шкурками и при отмирании обогащают ими поверхностный слой. Высокая пищевая активность, способность к потреблению слабо разрушенного опада и высокая усвояемость пищи делают кивсяков важнейшими агентами почвообразования.

При смешивании органических отходов и фосфогипса получается комплекс обеспечивающий прочность образуемых агрегатов и насыщающий почву такими важными элементами, как S, Si, Ca и рядом микроэлементов. Кроме того, в силу своих высоких коагулятивных свойств фосфогипс повышает устойчивость органоминеральных комплексов и питательных веществ к выщелачиванию из почвы, что имеет важное значение для питания и размножения представителей почвенной мезофауны и поддержания устойчивости образующихся экологических ниш.

В результате производственного опыта было выявлено 4 класса почвенных беспозвоночных: *Insecta* (насекомые), паукообразные (*Arachnida*), *Myriapoda* (многоножки), *Olygochaeta* (малощетинковые черви). В первый год исследований в почве производственного опыта на посевах сахарной свеклы во всех вариантах опыта были выделены представители таких семейств как жуужелицы (*Carabidae*), щелкуны (*Elateridae*), двукрылые (*Diptera*) – личиночные стадии; клещехвостки (*Japigidae*), коротконадкрылые (*Staphilinidae*), геофилы (*Geophilomorpha*), костянки (*Lithobiomorpha*), кивсяки настоящие (*Julidae*), дождевые черви (*Lumbricidae*), энхитреиды (*Enchytraeidae*) – взрослые особи. Личинки пластинчатоусых (*Scarabaeidae*) и хищных мух-зеленушек (*Dolichopodidae*), взрослых особей пауков (*Araneae*), которые были отмечены только в небольшом количестве в вариантах со сложным компостом и полуперепревшим навозом КРС. Личинки чернотелок (*Tenebrionidae*) встретились только на контроле ( $9,5 \pm 2,7$  экз/м<sup>2</sup>).

В последующем при смене сельскохозяйственных культур согласно схеме севооборота происходили некоторые изменения в составе и численности представителей почвенной мезофауны, однако наибольшая численность была отмечена в варианте опыта, где в почву вносили сложный компост; почти 60 % от общей численности почвенных беспозвоночных составляли энхитреиды (*Enchytraeidae*) и дождевые черви (*Lumbricidae*) - представители класса малощетинковые черви (*Olygochaeta*), причем данная тенденция просеживалась на протяжении всего периода исследований. Изучение сложного компоста в первый год внесения способствовало некоторому увеличению численности личинок жуужелиц (до  $25,9 \pm 4,4$  экз/м<sup>2</sup>), однако в последующем данной закономерности установлено не было.

На участке со сложным компостом в течение всего периода исследований было отмечено увеличение количества представителей семейства кивсяки настоящие (*Julidae*). При использовании сложного компоста в

почве происходит увеличение гумата кальция, улучшается влагоемкость почвы, повышается уровень обменного кальция, а, как известно, наиболее калькофильной группой среди диплопод являются кивсяки, в покровах которых содержится наибольшее количество извести и потому они наиболее многочисленны в почвах, содержащих кальций, способствующие расширению экологических ниш в этом направлении и расширению численности кальцефилов.

**5. Экологическая ниша как функция таксона.** Поскольку вид определяет определенную функцию, обусловленную потребностями в питательных веществах, способностях размножения, биохимическим возможностям, пределах толерантности к условиям среды и т.д. осуществляется комплексностью его свойств. Распространение вида обычно уже, чем следовало бы ожидать, исходя из свойств вида, т.е. реальных ниш уже потенциальных. Способен ли вид осуществлять функцию, к которой он способен потенциально, нередко определяется обстоятельствами различного уровня и потому её выполнение в конкретной системе следует приобрести целый ряд специфических особенностей, на которых мы и остановимся [36, 37, 38].

**5.1. Потребности видов в питательных веществах.** Среди всех питательных веществ важнейшим выступает азот, основными источниками которого для растений являются минеральные соединения – аммонийные и нитратные, а также низкомолекулярные соединения органических веществ аминокислоты, формирующиеся в результате минерализации гумуса. Различные виды растительных организмов по-разному потребляют нитратные и аммонийные формы азота. Например, виды разнотравья отличаются более высоким уровнем потребления аммонийных форм азота, а плотнoderновинные злаки и осоковые отличаются относительно низким поглощением и в основном нитратного азота. Проведение различных экспериментов показали, что полного потребления одной и другой формы азота нет, но

различия касаются соотношения в потреблении отдельными группами растений аммонийной и нитратной форм в разные периоды вегетации [36, 37, 38].

На второе место среди минеральных элементов питания выделяется фосфор, определенные различия в поглощении которого отмечены для разных видов растений. Например, злаки, особенно сельскохозяйственные, используют фосфора достаточно много по сравнению с крестоцветными и другими таксонами. Так, фосфаты активно используются растениями, образующими микоризные системы корней и в основном злаки, у которых образуются гифы микоризных грибов, способные использовать разные источники этого элемента в почве. Различия между видами растений по формам ресурсов, их распределению и использованию составляют основу механизмов, обуславливающих правильное понимание об экологической нише.

Весьма заметно распределение экологических ниш растений с учетом разной глубины их укоренения при использовании источников таких ресурсов как вода и элементы минерального питания К, S, Ca. Особые ниши занимают мхи и лишайники, получая воду и питательные вещества в основном с атмосферными осадками, а паразиты и полупаразиты – от растений-хозяев. Большое число растений отличаются соотношением используемых ресурсов, что обеспечивается гетерогенностью среды. Сами растения создают вторичную неоднородность среды, что тоже может влиять на разнообразие растительных систем и экологических ниш. Такой вариант хорошо просматривается при культивировании смешанных посевов культурных растений, а также при изучении разнообразия сорняков [20].

*5.2. Варьирование экологических факторов.* Возможность существования различных видов или экотипов определяется временным варьированием факторов экологического уровня различных составляющих – темпе-

ратуры, увлажнения, освещения, почвенного режима, включая засоление, уровень кислотности и другие свойства, колеблющиеся по сезонам года.

*5.3. Различие видов в экологической нише.* Сосуществование различных видов живых организмов имеют большое значение разные по времени изменения в целом экологических факторов, включая и климатические условия, и их динамику по сезонам и годам. Обсуждаются случаи фенологического богатства видов. Анализируется случай контрастирующего примера – околородный сусак *Butimus umbellatus* и подмаренник настоящий *Yalium verum* в Волго-Ахтубинской пойме с весьма переменным водным режимом; фенологическая система видов с  $C_3$  и  $C_4$ -типом фотосинтеза на равнинных участках лугов в Абхазии; синузии эфемероидов и растений летней вегетации в западной части Анапского района и т.д.

*5.4. Развитие растений в разные временные периоды.* Почвенные ресурсы заметно меняются не только в течение года, но и сезона. Разногочичные флуктуации условий среды способствуют существованию видов организмов с различиями экологических требований. Например, типчак *Festuca valesiaca* и *Heleocharis palustris* – болотный сорняк в зависимости от сухости и влажности лет чередуют свое доминирование [39]. В случае неблагоприятных условий (засуха во влажных районах) сильнее снижают урожайность влаголюбивые виды и, наоборот, устойчивые виды меньше снижают свою продуктивность. В некоторых работах недостаток влаги характеризуется глубиной посева. Климатические изменения, имеющие циклический характер, продолжительность которых сотни и тысячи лет, способствуют существованию различных видов растений, имеющих различную устойчивость к влаге.

*5.5. Влияние нарушений в системе одних организмов другими.* На видовое разнообразие фитоценозов и растительных видов оказывают влияние как внутренние (упавшие деревья), так и внешние для фитоценоза причины (роющая деятельность животных): удаление отдельных особей, которые

освобождают определенный участок. Прежде всего, это относится к фитофагам. Число видов по интенсивности роста нарушает обычно одновершинная кривая. Концепция регенерационной ниши предполагает возможность сосуществования видов, имеющих сходные экологические потребности во взрослом состоянии, но различающиеся по условиям приживания их всходов и подростка.

*5.6. Видовой состав сообщества.* Обычно поддерживается за счет сложной трофической структуры экосистемы. Устойчиво могут сосуществовать неограниченное число видов продуцентов, имеющих специализированные факторы, регулирующие роль регуляции численности потребляемых растениями. Высокое видовое разнообразие поддерживается неспециализированным фитофагом, предпочитающим обилие (доминирующие виды растений). Сосуществование видов может обуславливаться наличием компромиссов: между конкурентоспособностью и колонизационной способностью, между конкурентоспособностью и восприимчивостью к болезням и фитофагам, между способностью довольствоваться средним уровнем ресурсов и способностью к поглощению ресурсов в период жизнедеятельности, между способностью видов конкурировать за разные ресурсы в гетерогенной среде и т.д.

*5.7. Эволюция экологических ниш.* Экологические ниши заметно варьируют, что указывает на существование их эволюционного развития. В результате дивергенции различных экологических ниш появляются новые виды, и естественно, новые ниши. Если признать, что жизнь на Земле появились в водной среде, то первые организмы имели весьма простое строение и очень ограниченные размеры. Постепенно организмы в воде усложнялись, увеличивалось их разнообразие, и Земля со временем стала населяться самыми разными микроорганизмами, растениями и животными: одни группы таксонов исчезали (например, динозавры), а их место занимали другие. Изменения в плане строения различных организмов периодически

открывали новые адаптивные зоны, возникали разнообразные виды, создавая новые формы адаптивной радиации.

Важнейшей причиной разделения экологических ниш и формирования разнообразия организмов служила межвидовая конкуренция. Первые наземные организмы развивались медленно, поскольку не имели конкуренции. При выходе из воды и появлении на суше многие виды сразу заняли многочисленные ниши. Например, изменения теплокровности и освоения воздушного покрова вызвали адаптивную радиацию. Допускается, что эволюция полета независимо повторилась на суше 4 раза: у насекомых, пресмыкающихся, птиц и млекопитающих. Взаимодействия большего числа таксонов нередко носили многосторонний характер изменений. Появление цветковых растений и их адаптивная радиация в мезозое привели к появлению многих насекомых, а специфичность насекомых – опылителей определила появление разнообразных растений; тенденция к самоусилению разнообразия весьма характерно оказалась для органического мира [47].

#### Список литературы

1. Беклемишев В.Н. Пространственная и функциональная структура популяций // Бюлл. МОИП, отд. биол., 1960. – 65. – № 2. – С. 41-50.
2. Белюченко И.С. Экология Кубани. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – Ч. I – 513 с.
3. Белюченко И.С. К вопросу о формировании и свойствах органоминеральных компостов и реакции растений кукурузы на их внесение // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 4. – С. 65-74.
4. Белюченко И.С. Сложный компост и его роль в улучшении почв // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 2. – С. 75-86.
5. Белюченко И.С. Использование фосфогипса для рекультивации чернозема обыкновенного в степной зоне Кубани // I Всероссийская Научная конференция. – Краснодар, 2009. – С. 54-59.
6. Белюченко И.С. Введение в общую экологию. – Краснодар: Изд-во КГАУ, 1997. – 544 с.
7. Белюченко И.С. К вопросу о механизмах управления развитием сложных компостов // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 88-113.
8. Белюченко И.С. Эволюционная экология. – Краснодар: изд-во КГАУ, 2001. – 504 с.
9. Белюченко И.С. Экология Краснодарского края (Региональная экология): учебное пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – 354 с.

10. Белюченко И.С. Влияние фосфогипса на трансформацию азота в черноземе обыкновенном степной зоны Кубани // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 2. – С. 144-147.
11. Белюченко И.С. Экологические проблемы степной зоны Кубани, причины их возникновения и пути решения // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 3. – С. 47-64.
12. Белюченко И.С. Введение в экологический мониторинг: учебное пособие. – Краснодар, 2011. – 297 с.
13. Белюченко И.С. Дисперсные и коллоидные системы отходов и их коагуляционные свойства // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2013. – Т. 9. – № 1. – С. 13-38.
14. Белюченко И.С. Проблемы рекультивации отходов быта и производства (по материалам I Всероссийской научной Конференции по проблемам рекультивации отходов) // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2009. – Т. 5. – № 3. – С. 72-77.
15. Белюченко И.С. Применение органических и минеральных отходов при подготовке сложных компостов для повышения плодородия почв // Тр. Международной Конференции «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства». – Краснодар, 2013. – С. 26-30.
16. Белюченко И.С. Использование отходов быта и производства для создания сложных компостов с целью повышения плодородия почв // Тр. / КубГАУ. – Краснодар, 2012. – № 38. – С. 68-72.
17. Белюченко И.С. Применение органических и минеральных отходов для подготовки сложных компостов с целью повышения плодородия почв // Тр. / КубГАУ. – Краснодар, 2012. – № 39. – С. 63-68.
18. Белюченко И.С. Дисперсность отходов и их свойства // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – № 08(092). – С. 1139–1160.
19. Белюченко И.С. Коллоидные системы отходов разных производств и их роль в формировании сложного компоста // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – № 09(093). – С. 787-811.
20. Белюченко И.С. Экологические ниши и их роль в организации и функционировании агроландшафтов (в порядке обсуждения) // Экологические проблемы Кубани. – 2003. – № 21. – С. 3-6.
21. Белюченко И.С. Сложные компосты как источник расширения экологических ниш культурных растений в системе почвенного покрова // Тр. Международной Конференции «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства». – Краснодар, 2013. – С. 12-14.
22. Боголюбов А.Г. О принципе конкурентного исключения и механизмах поддержания видового разнообразия сообществ // Биологические науки, 1989. – № 11. – С. 5-18.
23. Гаузе Г.Ф. Исследование над борьбой за существование в смешанных популяциях // Экологический журнал. – 1935. – Т. 14. – № 21. – С. 243-270.
24. Гиляров А.М. Современное состояние концепции экологической ниши // Успехи современной биологии, 1978. – V. 85. – № 3. – Р. 431-446.
25. Еськов Е.К. Эволюционная экология. М.: Verse, 2009. – 670 с.
26. Джиллер П. Структура сообществ и экологическая ниша: пер. с англ. . – М.: Мир. – 1988. – 184 с.
27. Yaffney P.M. (Цитируется Р.Джонсон (Johson, 1910). Roots of the niche concept. Amer. Natur. – 1975, 109. – 490 с.

28. Yrinnell J. The niche relationships of the California transher, *Auk*, 1917, 21. – P. 364-382.
29. Yrinnell J. Yeography and evolution, *Ecology*, 1924, 5. – P. 225-229.
30. Crowell R.L. Reduced interspecific competition fmgong the birds Berrhuda, *Ecology*, 1962, 43. – С. 75-88.
31. Hutchinson Y.E. Conoluding remarks, Cold sping Harbor Symp. Quant. Biol., 1957, 22. – P. 415-427.
32. Миркин Б.М. Теоретические основы современной фитоценологии. М.: Наука, 1985. – 137 с.
33. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология. М.: Дрофа, 2006. – 622 с.
34. Odum E.P. Fundamentals of ecology (2 not ed.), Saunders, Philadelphia, 1959. – 564 p.
35. Пианка Э. Эволюционная экология. М.: Изд-во Мир, 1981. – 399с.
36. Онипченко В.Г. Функциональная фитоценология. – Москва. – 2013. – 568 с.
37. Онипченко В.Г. Механизмы обособления экологических ниш у наземных растений // Журнал общей биологии. 1987. – Т. 48. – № 5. – С.687-695.
38. Онипченко В.Г. Роль почвы в формировании и сохранении разнообразия растений // Роль почвы в формировании и и сохранении биологического разнообразия / Отв. ред. Г.В. Добровольский, И.Ю. Чернов. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. – С. 86-155.
39. Работнов Т.А. Экология луговых трав. М.: Изд-во МГУ, 1985. – 76 с.
40. Работнов Т.А. О конкуренции между растениями в растительных сообществах // Бюлл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол. 1984. – Т. – 89. – № 5. – С. 82-94.
41. Селиванов И.А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. М.: Наука, 1981. – 232 с.
42. Шилов И.А. Экология. М.: «Высшая школа», 1997. 512 с.
43. Шлегель Г. Общая микробиология. М.: Мир, 1987. – 567 с.
44. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология. М.: Дрофа, 2007. – 410 с.
45. Умаров М.М. Ассоциативная азотфиксация в биогеоценозах // Почвенные организмы как компоненты биогеоценоза. М.: Наука, 1984. – С. 185-199.
46. Уранов А.А. Фитогенное поле // Проблемы современной ботаники. – М.–Л. Наука. – 1965. – Т. 2. – С. 251-254.
47. Whittaker R.H. Levin S.A., Root R.B. Niche, habital and ecotope, *Amer. Natut.*, 1973, 107. – P. 321-338.
48. Фёдоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология. М.: Изд-во МГУ, 1980. – 463 с.

### References

1. Beklemishev V.N. Prostranstvennaja i funkcional'naja struktura populjacij // Вjull. МОИР, otd. biol., 1960. – 65. – № 2. – S. 41-50.
2. Beljuchenko I.S. Jekologija Kubani. – Krasnodar: KubGAU, 2005. – Ch. I – 513 s.
3. Beljuchenko I.S. K voprosu o formirovanii i svojstvah organomineral'nyh kompostov i reakcii rastenij kukuruzy na ih vnesenie // Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza. – 2011. – Т. 7. – № 4. – S. 65-74.
4. Beljuchenko I.S. Slozhnyj kompost i ego rol' v uluchshenii pochv // Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza. – 2012. – Т. 8. – № 2. – S. 75-86.
5. Beljuchenko I.S. Ispol'zovanie fosfogipsa dlja rekul'tivacii chernozema obyknovenного v stepnoj zone Kubani // I Vserossijskaja Nauchnaja konferencija. – Krasnodar, 2009. – S. 54-59.

6. Beljuchenko I.S. Vvedenie v obshhuju jekologiju. – Krasnodar: Izd-vo KGAU, 1997. – 544 s.
7. Beljuchenko I.S. K voprosu o mehanizmah upravlenija razvitiem slozhnyh kompostov // Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza. – 2012. – T. 8. – № 3. – S. 88-113.
8. Beljuchenko I.S. Jevoljucionnaja jekologija. – Krasnodar: izd-vo KGAU, 2001. – 504 s.
9. Beljuchenko I.S. Jekologija Krasnodarskogo kraja (Regional'naja jekologija): uchebnoe posobie. – Krasnodar: KubGAU, 2010. – 354 s.
10. Beljuchenko I.S. Vlijanie fosfogipsa na transformaciju azota v chernozeme obyknovennom stepnoj zony Kubani // Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza. – 2008. – T. 4. – № 2. – S. 144-147.
11. Beljuchenko I.S. Jekologicheskie problemy stepnoj zony Kubani, prichiny ih voznikovenija i puti reshenija // Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza. – 2011. – T. 7. – № 3. – S. 47-64.
12. Beljuchenko I.S. Vvedenie v jekologicheskij monitoring: uchebnoe posobie. – Krasnodar, 2011. – 297 s.
13. Beljuchenko I.S. Dispersnye i kolloidnye sistemy othodov i ih koaguljacionnye svojstva // Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza. – 2013. – T. 9. – № 1. – S. 13-38.
14. Beljuchenko I.S. Problemy rekul'tivacii othodov byta i proizvodstva (po materialam I Vserossijskoj nauchnoj Konferencii po problemam rekul'tivacii othodov) // Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza. – 2009. – T. 5. – № 3. – S. 72-77.
15. Beljuchenko I.S. Primenenie organicheskikh i mineral'nyh othodov pri podgotovke slozhnyh kompostov dlja povyshenija plodorodija pochv // Tr. Mezhdunarodnoj Konferencii «Problemy rekul'tivacii othodov byta, promyshlennogo i sel'skohozjajstvennogo proizvodstva». – Krasnodar, 2013. – S. 26-30.
16. Beljuchenko I.S. Ispol'zovanie othodov byta i proizvodstva dlja sozdanija slozhnyh kompostov s cel'ju povyshenija plodorodija pochv // Tr. / KubGAU. – Krasnodar, 2012. – № 38. – S. 68-72.
17. Beljuchenko I.S. Primenenie organicheskikh i mineral'nyh othodov dlja podgotovki slozhnyh kompostov s cel'ju povyshenija plodorodija pochv // Tr. / KubGAU. – Krasnodar, 2012. – № 39. – S. 63-68.
18. Beljuchenko I.S. Dispersnost' othodov i ih svojstva // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – № 08(092). – S. 1139–1160.
19. Beljuchenko I.S. Kolloidnye sistemy othodov raznyh proizvodstv i ih rol' v formirovanii slozhnogo komposta // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – № 09(093). – S. 787-811.
20. Beljuchenko I.S. Jekologicheskie nishi i ih rol' v organizacii i funkcionirovanii agrolandshaftov (v porjadke obsuzhdenija) // Jekologicheskie problemy Kubani. – 2003. – № 21. – S. 3-6.
21. Beljuchenko I.S. Slozhnye komposty kak istochnik rasshirenija jekologicheskikh nish kul'turnyh rastenij v sisteme pochvennogo pokrova // Tr. Mezhdunarodnoj Konferencii «Problemy rekul'tivacii othodov byta, promyshlennogo i sel'skohozjajstvennogo proizvodstva». – Krasnodar, 2013. – S. 12-14.
22. Bogoljubov A.G. O principe konkurentnogo iskljuchenija i mehanizmah podderzhanija vidovogo raznoobrazija soobshhestv // Biologicheskie nauki, 1989. – № 11. – S. 5-18.
23. Gauze G.F. Issledovanie nad bor'boj za sushhestvovanie v smeshannyh populjacijah // Jekologicheskij zhurnal. – 1935. – T. 14. – № 21. – S. 243-270.

24. Giljarov A.M. Sovremennoe sostojanie koncepcii jekologicheskoy nishi // Uspehi sovremennoj biologii, 1978. – V. 85. – № 3. – R. 431-446.
25. Es'kov E.K. Jevoljucionnaja jekologija. M.: Berse, 2009. – 670 s.
26. Dzhiller P. Struktura soobshhestv i jekologicheskaja nisha: per. s angl. . – M.: Mir. – 1988. – 184 s.
27. Yaffney P.M. (Citiruetsja R.Dzhonson (Johson, 1910). Roots of the niche concept. Amer. Natur. – 1975, 109. – 490 c.
28. Yrinnell J. The niche relationships of the California transher, Auk, 1917, 21. – P. 364-382.
29. Yrinnell J. Yeography and evolution, Ecology, 1924, 5. – P. 225-229.
30. Crowell R.L. Reduced interspecific competition fmgong the birds Berrhuda, Ecology, 1962, 43. – S. 75-88.
31. Hutchinson Y.E. Conoluding remarks, Cold sping Harbor Symp. Quant. Biol., 1957, 22. – P. 415-427.
32. Mirkin B.M. Teoreticheskie osnovy sovremennoj fitocenologii. M.: Nauka, 1985. – 137 s.
33. Nikolajkin N.I., Nikolajkina N.E., Melehova O.P. Jekologija. M.: Drofa, 2006. – 622 s.
34. Odum E.P. Fundamentals of ecology (2 not ed.), Saunders, Philadelphia, 1959. – 564 p.
35. Pianka Je. Jevoljucionnaja jekologija. M.: Izd-vo Mir, 1981. – 399s.
36. Onipchenko V.G. Funkcional'naja fitocenologija. – Moskva. – 2013. – 568 s.
37. Onipchenko V.G. Mehanizmy obosoblenija jekologicheskikh nish u nazemnyh rastenij // Zhurnal obshhej biologii. 1987. – T. 48. – № 5. – S.687-695.
38. Onipchenko V.G. Rol' pochvy v formirovanii i sohranении raznoobrazija rastenij // Rol' pochvy v formirovanii i i sohranении biologicheskogo raznoobrazija / Otv. red. G.V. Dobrovolskij, I.Ju. Chernov. M.: Tovarishhestvo nauchnyh izdaniy KMK, 2011. – S. 86-155.
39. Rabotnov T.A. Jekologija lugovyh trav. M.: Izd-vo MGU, 1985. – 76 s.
40. Rabotnov T.A. O konkurencii mezhdru rastenijami v rastitel'nyh soobshhestvah // Bjull. Mosk. o-va ispytatelej prirody. Otd. biol. 1984. – T. – 89. – № 5. – S. 82-94.
41. Selivanov I.A. Mikosimbiofizizm kak forma konsortivnyh svjazej v rastitel'nom pokrove Sovetskogo Sojuza. M.: Nauka, 1981. – 232 s.
42. Shilov I.A. Jekologija. M.: «Vysshaja shkola», 1997. 512 s.
43. Shlegel' G. Obshhaja mikrobiologija. M.: Mir, 1987. – 567 s.
44. Chernova N.M., Bylova A.M. Obshhaja jekologija. M.: Drofa, 2007. – 410 s.
45. Umarov M.M. Associativnaja azotfiksacija v biogeocenezah // Pochvennye organizmy kak komponenty biogeocenoza. M.: Nauka, 1984. – S. 185-199.
46. Uranov A.A. Fitogennoe pole // Problemy sovremennoj botaniki. – M.–L. Nauka. – 1965. – T. 2. – S. 251-254.
47. Whittaker R.H. Levin S.A., Root R.B. Niche, habital and ecotope, Amer. Natut., 1973, 107. – P. 321-338.
48. Fjodorov V.D., Gil'manov T.G. Jekologija. M.: Izd-vo MGU, 1980. – 463 s.