

УДК 631.43

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АГРОЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ КРАЯ

Белюченко Иван Степанович

д.б.н., профессор

РИНЦ SPIN-код=[3768-8950](#)*ФГБОУ «Кубанский государственный аграрный университет», Краснодар, Россия*

Изучение экосистем позволяют оценить сложные процессы (физические, химические и биологические), проходящие в них и определить способы управления ими. В природных системах формируются свободно взаимодействующие популяции различных таксонов, продуктивность их надземных структур, сведения о которых достаточно ограничены, а в подземных системах данных еще меньше. В конце 60-х – и начале 70-х годов XX века появилось много информации, связанной с проблемами окружающей среды, её загрязнением, недостатком энергии пищевых ресурсов, чистой воды, что определило основную причину обострения отношений между обществами людей и средой обитания. Существовавшая длительное время концепция эксплуатации ресурсов природы – использование почв, лесов, воды и других источников, опиравшаяся на техническое могущество человека давала иллюзию власти над природой. Реально же это концепция оказалась «стратегией обыкновенной тли», высасывающей среду своего обитания. Понимание реальной ситуации на различных уровнях сознания населения определило необходимость практических и научных исследований в области экологии по различным направлениям химических, биологических, математических и других наук. Экология сегодня должна развиваться с учетом сохранения устойчиво-динамического состояния биосферы, испытывающий постоянный антропогенный прессинг. Важной проблемой агроландшафтных систем является объективная оценка их продуктивности. Среди проблем, определяющих развитие аграрной системы, выступают природные условия и плодородие почвы, динамика урожая по годам, продолжительность вегетации отдельных культур, а также возможности формирования смешанных посевов из растений различных жизненных форм, экологических, и физиологических особенностей биохимической специфики. Подобные посевы позволяют в определенных условиях получать устойчивые урожаи при любой динамике климата и существенном снижении эрозии почв. Совмещенные посевы, которые практикуются в Юго-Восточной Азии, особенно в Китае, где основными компонентами выступают соя и кукуруза, по урожаю значительно превышают чистые посевы отдельных культур; смешанные посевы отличаются

UDC 631.43

PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT OF AGROLANDSCAPES IN THE STEPPE ZONE OF EDGE

Belyuchenko Ivan Stepanovich

Dr.Sci.Biol., professor

Russian Science Citation Index (RSCI)

SPIN-code = 3768-8950

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Studies of ecosystems allow estimation of difficult processes (physical, chemical and biological), taking place in them and determine how to manage them. At the heart of the natural systems there are freely interacting populations of different taxons, productivity of their above-ground structures, details of which are quite limited, and as underground systems, the data have even less information. In the late 60s and early 70s in the XX century a lot of information appeared associated with problems of environment, its pollution, lack of energy of food resources, clean water; it determined the root cause of the reaction of the population of developed countries on the aggravation of relations between society of people and habitat. Existed for a long time the concept of the exploitation of nature, which reflected on using soils, forests, water and other sources and which showed the power of mankind and its technical power over nature. In reality, this concept was just a common strategy of aphids sucking their environment. Understanding the real situation on the different levels of consciousness of the population defined situation of practical and scientific research in the field of ecology of different directions - chemical, biological, mathematical and other sciences. Development of ecology today will evolve to meet conservation and sustainable development of the biosphere, which experiencing constant anthropogenic pressure. An important problem of agrolandscape systems is an objective assessment of their productivity. Among the issues that determine the development of agricultural systems there are the natural conditions and soil fertility, crop dynamics over the years, the duration of the growing season of individual taxons, as well as the possibility of create of mixed crops, different type of life form, ecological features, physiological diversity of biochemical characteristics. Sowings this type allow, under certain conditions, obtaining stable yields under any climate dynamics and significant reduction of soil erosion. Combined sowing that is practiced in South East Asia, particularly in China, where the main components are the soybean and corn. The usefulness of mixed crops is the stability of yields over the years and the ability to emphasize their resistance to dry weather conditions

стабильностью урожаев по годам и более устойчивы к засушливым погодным условиям

Ключевые слова: СЛОЖНЫЕ ПОСЕВЫ, АГРОЦЕНОЗЫ, СОВМЕЩЕННЫЕ ПОСЕВЫ В КИТАЕ, СМЕШАННЫЕ ПОСЕВЫ КУКУРУЗЫ И СОИ В ЮЖНОЙ АМЕРИКЕ, КОРРЕЛЯЦИИ УРОЖАЙНОСТИ СЛОЖНЫХ ПОСЕВОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ

Keywords: COMPLEX SOWING, AGROCENOSSES, COMBINED SOWING IN CHINA, MIXED SOWING OF CORN AND SOYBEANS IN SOUTH AMERICA, CORRELATIONS YIELDING OF COMPLEX SOWING FROM THE TEMPERATURE AND PRECIPITATION

В центре внимания экологов на протяжении длительного времени находятся вопросы изучения ландшафтных систем и особенностей взаимодействия особей отдельных видов с окружающей средой обитания. Основным предметом экологии было изучение факторов окружающей среды и адаптации к ним различных организмов. Начало изучения внутривидовой организации живых организмов (растений, животных, микроорганизмов) приходится на начало 20-го века после выделения в их структуре популяций – особых образований, свойственных специфическим условиям среды обитания [1]. К середине 30-х годов XX столетия в развитии экологии начали преобладать системные идеи, что нашло отражение в выделении экологических таксонов – экосистем и биогеоценозов [25].

Парадигмой экосистемы являются внутренние процессы создания её первичной продукции, использования и разложения, взаимодействия биотического и абиотического блоков, что определяет формирование потоков энергии и круговоротов питательных веществ. Исследования на уровне экосистем дают возможность понять сложные процессы (биологические, физические и химические) и выработать способы управления ими [2,3,4]. Моделирование и системный анализ дают возможность выделить отдельные процессы и установить причины их возникновения. Основу природных систем составляют свободно взаимодействующие популяции многих видов (в основном многолетних), сведения о надземной чистой продукции которых весьма ограничены, а о продукции их подземных органов сведений еще меньше [5,6,7].

Анализируя развитие экологии, необходимо подчеркнуть, что эта наука никогда не выделяла отдельно отношения человека и окружающей среды в качестве предмета своих исследований, а всегда рассматривала человека как один из видов в системе блока живых организмов. Вполне возможно, что это было правильно до какого-то времени (например, до появ-

ления первых машин, загрязнявших природу). С развитием технического прогресса экологические проблемы под влиянием человека превратились в глобальные (в лучшем случае - в региональные), что и привело к обособлению глобальной экологии, предметом которой стали вопросы отношения человека и природы в самом широком аспекте, включая выживание человека как вида [8].

В конце 60-х – начале 70-х годов XX века в мире развернулось широкое движение, озабоченное проблемами окружающей среды: её загрязнением, недостатком энергии, чистой воды, пищевых ресурсов и другими, что явилось естественной реакцией населения развитых стран на обострение взаимоотношений общества людей и Среды обитания. Длительное время казалась незыблемой концепция эксплуатации природы (лесов, недр, почвы, воды ... и воздуха), опиравшаяся на всемогущество человека и его техническую власть над природой (эпоха НТР). На поверку эта концепция оказалось «стратегией обыкновенной тли», высасывающей Среду своего обитания. Осознание реальной ситуации на различных уровнях самосознания населения, интеллигенции и ученых обусловило постановку практических и научных исследований в области экологии представителями различных наук – биологических, математических, химических и даже гуманитарных [9,10,12].

Современный этап экологии, по нашему мнению, в связи с давлением человека на природу, использующего в своей деятельности природоразрушающие технологии, будет развиваться следующим образом: 1) сохранение устойчиво-динамичного развития биосферы, подвергающейся постоянному и нарастающему антропогенному прессингу; 2) сохранение здоровья человека, испытывающего бумерангом реакции природы на его собственное неграмотное отношение к ней; 3) снижение обострения противоречий человека с окружающей средой; 4) реальная научная оценка экологической ситуации взаимодействия человека и окружающей среды; 5) разработка научных проектов и на их основе прогнозов развития местных и региональных экологических систем, направленных на стабилизацию и реальное улучшение ситуации, что будет способствовать сохранению человека как природного живого вида.

Важными аспектами современной экологии являются проблемы загрязнения почвы, воздуха и особенно воды, распределение которой на

планете весьма неравномерное. Значительная масса воды концентрируется на суше (около 2,5 %), но основная её часть малодоступна (снега, грунтовые воды, льды) и лишь около 0,014 % от общих запасов доступно живым организмам. Сходные проблемы возникают также и с использованием человеком почвы и воздуха [7,15,20,23].

Рост населения Земли, увеличение обществом людей выпуска продукции (промышленной и сельскохозяйственной) и повышение благосостояния населения вызовут нарастание масштаба использования природных ресурсов в глобальном масштабе. Загрязнение отдельных блоков природных ресурсов (воды, почвы и воздуха) происходит из многих источников (неисправные канализационные сети, ливневые стоки с городских и промышленных объектов, животноводческих ферм, хозяйственных дворов и т.д.). Со сточными водами, а также инфильтратами в наземные и подземные водоемы поступает большое количество удобрений, инсектицидов и других токсикантов. Например, в водоемы вымывается из почвы до 50 % и больше азота, до 70 % калия, до 5 % фосфора, до 20 % серы и других биогенов, способствующих росту в открытых водоемах фитопланктона, в частности водорослей, что ухудшает условия жизнедеятельности водных живых организмов вследствие поглощения водорослями кислорода из воды. Увеличение численности населения вызывает нарастание объёмов отходов быта, которые являются весьма опасным источником загрязнения почвы, воды и воздуха, особенно такие химические вещества, как серная и азотная кислоты, сульфаты, нитраты, пестициды, соединения тяжелых металлов и т.д., которые попадают разными путями (через захоронения, осадки, свалки, небрежное хранение ядохимикатов и т.д.) в природные комплексы: почвы, воду, воздух [8].

В районах промышленного производства и индустриального развития сельского хозяйства в почвы, водоемы и в воздух интенсивно поставляются многочисленные элементы и соединения, обуславливающие токсические воздействия на живые организмы и тем самым ухудшающие экологическую ситуацию, угнетающе действующую на здоровье человека (например, только с фосфорными удобрениями вносится в почву свыше 10 тяжелых металлов, включая и кадмий). Вода, являющаяся важным источником жизни, тепла и энергии на Земле и определяющая важнейшее состояние климата суши, является важнейшим компонентом окружающей сре-

ды. В связи с этим крайне необходимо определить основные меры борьбы с её загрязнением, среди которых следует выделить организацию безотходного производства, внедрение обоснованных норм расхода воды на все нужды (хозяйственные и бытовые), снижение применения химических средств (минеральных удобрений, пестицидов и т.д.), выявление уровня загрязненности водных систем отходами деятельности человека, оптимизацию энергозатрат [12,13].

Проанализируем основные, с нашей точки зрения, проблемы функционирования агросистем. Удельные энергозатраты (поток энергии через единицу площади) при органическом земледелии примерно такие же, как и в природных системах, а в индустриальном сельском хозяйстве этот показатель примерно в 10 раз выше в силу дополнительных затрат энергии и интенсивности внедрения средств химизации. Агросистемы в целом не уступают промышленному производству по влиянию на среду обитания (почвенная эрозия и химикаты, загрязняющие водоемы, почву и атмосферу). Затраты на энергию и охрану природы постоянно нарастают, и поэтому необходимы большие усилия по совершенствованию технологии и экономики с целью снижения затрат на входе и выходе агроландшафтных систем, чтобы их высокий уровень не перешел в угрозу для природных систем, от которых зависит их существование. Изучение агроландшафтов (поля, лесопосадки, пастбища), как производных экосистем, представляющих функциональные блоки региональных систем, является первым шагом на пути к объединению научных направлений, способствующих решению долгосрочных проблем. Никакая специальность (например, агрономия или механизация) не в состоянии в одиночку решить продовольственную проблему. Экология также не может быстро и прямо решить эту проблему, но её системный подход с учетом аспектов агрономии, животноводства и механизации может стать базой комплексного решения столь сложных задач [14].

Распаханность северных и центральных районов Кубани составляет около 90 % степей, превращенных в пашни и используемых для сельскохозяйственного производства; природная растительность сохранилась только на неудобьях или на переувлажненных и неплодородных участках. На пашне возделываются различные культуры при значительных энергозатратах. Интенсификация сельского хозяйства началась в 50–60-е годы XX ве-

ка, что было обусловлено дешевизной нефти, химических средств, сельхозмашин и т.д., а также усилением специализации и монокультуры. В этот период распахиваются последние “кочки” сколько-нибудь пригодных земель для выращивания сельхозкультур. В 70–80-е годы возрастают энергозатраты в “интенсивность” земледелия в связи с нарастанием производства зерна. Практически полностью были выброшены из Программ природоохранные мероприятия: нарушались севообороты, земли под пар не освобождались, уничтожалась природная растительность вдоль русел рек и ливневых стоков воды, в горных районах не соблюдалось террасирование. В производстве начинают преобладать товарные культуры: пшеница, кукуруза, рис, овощи, плодовые. Урожайность основных сельхозкультур росла, и по некоторым из них практически был достигнут предел (озимая пшеница, кукуруза, сахарная свекла, подсолнечник и т.д.). В последние десятилетия, кроме того, усилились потери почв в силу резкого расширения строительства городов, станиц, дачных поселков, дорог и т.д., а также из-за усиления эрозии почвы, смыва и вымывания вносимых удобрений и различных экотоксикантов (прежде всего пестицидов), что резко отразилось на качестве и количестве воды [14,16,17].

На речные и лиманные системы до 50-х годов сельское хозяйство не оказывало заметного влияния. Однако уже в 60-е годы, в связи с интенсивным применением удобрений и пестицидов, резко обозначилась эвтрофикация водоемов, усиление которой особенно связано с поступлением в водоемы отходов промышленности и сельского хозяйства и нарастанием почвенной эрозии. Заметное изменение биомов водных систем резко усилилось в связи с интенсивным поступлением в них смывтой почвы, тяжелых металлов и других токсичных материалов.

Агросистема призвана поставлять человеку пищу, воду и чистый воздух, обеспечивая его здоровое существование, в силу чего он обязан быть гармонично связанным с природными системами, представляя в совместном варианте комплекс жизнеобеспечения на своеобразном полигоне, каким является наша планета. Земледелие в развитых странах мира идет в направлении поисков новых приемов ведения сельского хозяйства и расширения знаний человека о превращениях и перемещениях питательных веществ и воды в искусственных сообществах. Это будет способствовать: 1) переходу к минимальной обработке почвы, 2) повышению эффективно-

сти использования энергии, 3) сокращению потерь воды и почвенной эрозии при орошении, 4) снижению расхода удобрений и повышению их эффективности, 5) использованию пожнивных остатков и стерни для мульчирования почвы, 6) увеличению числа культур в севообороте, 7) снижению применения пестицидов (особенно широкого спектра действия), 8) насыщению севооборотов многолетними, в первую очередь, бобовыми культурами, 9) ведению селекции сортов растений, рассчитанных на максимальное использование ресурсов определенных районов, 10) повышению плодородия почвы и снижению её загрязнения химическими веществами [2,3,4,9]. Эрозию почвы можно было бы снизить наполовину, если найти способы нулевой обработки земель. В этом случае кратковременно снизится урожай культур, но снизится и расход горючего на единицу площади. Стабилизации показателей плодородия почвы будет способствовать доведение площади многолетних сообществ до 30–40 % от общей территории агроландшафта. В перспективе при такой ситуации урожай многих культур повысится в силу улучшения качества почвы и снижения её эрозии [15,18,19,20].

Таким образом, природоохранные технологии приблизят агроландшафты к природным системам и отделят их от промышленных и городских анклавов, а потому агросистемы станут гармоничнее в структуре общего ландшафта местных и региональных экосистем.

Управление агросистемами осуществляется извне (природные системы регулируются в основном изнутри). Управление системы изнутри быстрее, чем извне, вызывает её реакцию. Поэтому целесообразнее организовывать агросистемы так, чтобы их внутренние регуляторы (сходные с природными системами) способствовали увеличению их эффективности и стабильности. Вклад самоорганизующихся процессов в агросистемах (такими, на наш взгляд, являются совмещенные многовидовые посевы) способствует снижению затрат энергии и средств на регуляцию агросистем извне. Обратные связи, отличающиеся высокой энергией (важнейшая черта кибернетических систем), характерны для таких звеньев пищевых цепей, как хищник – жертва, хозяин – паразит и т.д. В отдельные годы это может оказывать большое воздействие на первичную продукцию системы, поскольку идет регуляция численности отдельных консортов, хотя хищники и паразиты забирают лишь небольшую часть потока энергии, проходя-

щего через систему. Первичная продукция экосистемы возрастает существенно при прямом переносе питательных веществ из почвы в растения без посредника (например, микоризы), хотя последний использует относительно небольшую часть протекающей через систему энергии [30].

Таким образом, можно наметить основные пути решения важных проблем сельского хозяйства, рассматривая агросистемы в качестве переходного звена между природными и промышленными системами, обеспечение которых энергией имеет искусственную основу. Индустриализация сельского хозяйства привела к нарастающему потреблению энергии и химикатов, с одной стороны, и к загрязнению химикатами, усилению эрозии почвы и загрязнению продуктов, с другой [22].

Важной проблемой агроландшафтных систем является реальная оценка их продуктивности. Наземная часть продукции растений и чистая первичная продукция являются частью валовой продукции, которую легко определить абстрактно, теоретически, но не всегда реально практически. С относительно высокой точностью можно определить наземный урожай. Первичная продукция, могла бы полнее отразить биологическую активность агросистемы. К сожалению, пока нет прямых методов её определения за большие временные отрезки. Валовая первичная продукция равна ассимиляции, продукты которой расходуются на дыхание и рост. Временной единицей для оценки валовой продукции может быть годичный цикл вегетации для многолетников и жизненный цикл для однолетников.

Ассимиляция и дыхание в контролируемых условиях, представляющих восстановительные и окислительные процессы, могут быть легко определены, но полученные данные по скоростям физиологических процессов нельзя сопоставлять с экологическими измерениями роста, являющимися итогом фотосинтеза, роста и дыхания в природных условиях. Поскольку взятые в поле пробы по продуктивности меньше искажаются постоянными ошибками при пересчетах, то именно эти данные следует использовать для первичной оценки продуктивности агросистем в экологических исследованиях [31]. Продуктивность системы сильно зависит от условий среды и при её определении, и при сравнении, а также при прогнозировании необходимо учитывать следующие характеристики: природные условия, плодородие почвы, динамику урожая по годам, структуру аг-

росистемы, продолжительность вегетации растений, тип посева и некоторые другие [21].

Природные условия и плодородие почвы. Установлена четкая корреляция продукции растительных сообществ с температурой и также с водообеспеченностью. На долю последней приходится основная часть колебания урожая. Графическую форму такой корреляции используют для анализа распределения растительных систем по климатическим зонам. Введение в эту упрощенную схему отдельных биотипических взаимосвязей позволит глубже прогнозировать количество продукции растений и её формирование [31]. Такие зависимости можно проследить для отдельных культур на небольших площадях, например, установлена корреляция урожая зерна пшеницы с показателями средних температур и осадков: урожайность пшеницы в США составляет 2,1 т/га, что на 1,4 т/га ниже, чем в Европе, в силу вытеснения пшеницы по экономическим соображениям из районов, где климатические условия дают возможность лучше реализовать этой культуре потенциальные возможности формирования продуктивности. Экономические факторы сильно изменяют показатель продуктивности сельского хозяйства, поэтому о потенциале земледелия нельзя судить по данным только сельхозстатистики. Для сравнения биологии агроценозов и природных сообществ целесообразнее использовать величины оптимальной продукции сельхозкультур [21].

Установлена тесная зависимость между местообитанием и климатом, с одной стороны, и продуктивностью агроценоза, с другой. По регионам такая зависимость будет весьма значимой. Увеличение первичной продукции в поймах, эстуариях рек, болотах связано с естественным поступлением в них питательных веществ со всей площади водозбора. Поэтому растениеводство практически всегда подкрепляется удобрениями (органическими или минеральными) [30].

Динамика урожая по годам. Вариация показателей урожайности сельхозкультур по годам изучена достаточно широко. Тем не менее изменение продуктивности природных систем от года к году изучено мало. Определение первичной продукции некоторых объектов Ботсада КГАУ в течение 3–4 лет ставит следующие вопросы: продукция надземных органов не всегда коррелирует с подземной продукцией; колебания между минимальными и максимальными показателями надземной продукции состави-

ли 45–55 %, а между сеянными травяными сообществами значительно меньше – всего 5–10 % [3,4,7]. Сравнивая урожаи зерна и силосной массы кукурузы, можно оценить долю зерна в надземной массе. Скашивание кукурузы после цветения дает возможность определить величину потенциального урожая и оценить истинную величину урожая. Максимальный размах варьирования показателей массы зерна и силоса в северных районах Кубани редко превышает 50 %, а средний показатель варьирования колеблется в пределах 25–35 %. Хотя продукция сельского хозяйства колеблется меньше, чем в природных системах, однако в крае еще мало данных для объективной оценки реальной продуктивности агросистем [20,21,23].

При промышленной системе ведения сельского хозяйства преобладает монокультура, а при органической системе преобладает выращивание смешанных или совмещенных посевов [1]. До 10 и больше культур включается в смесь в тех районах, где выпадает большое количество осадков. Однако столь сложные смеси изучены еще слабо. Большое количество разнообразных видов произрастает в природных системах. В природных местообитаниях, где идет подпитка питательными веществами естественным путем (болота, поймы и т.д.), видовое разнообразие резко сокращается и нередко такие сообщества превращаются в маловидовые и даже моновидовые системы, весьма близкие к агросистемам. Для сравнения продуктивности на уровне сообщества пригоден индекс листовой поверхности (ИЛП): при повышении показателя ИЛП конкуренция за свет заметно повышается.

Продолжительность вегетации растений. Определяется продуктивность сообщества через величину урожая, которая делится на длину периода роста. По скорости развития сообщества (особенно антропогенные) размножаются сильнее, чем по уровню его подземной массы. Для оценки связи скорости роста и урожая определяют динамику скорости продукционного процесса в течение вегетационного сезона. При изменении роста за короткие отрезки времени (день, неделя) возможно установление периода максимальной продуктивности сообщества. Показатели средней скорости роста ниже максимальной зависят от изменений погоды. В приморских районах средняя скорость роста растений выше, чем в северной части края, поскольку последние формируют более высокий показатель ИЛП для большей эффективности поглощения света. Показатели средней скорости роста однолетников, как правило, ниже, чем у многолетников, образующих

листовую поверхность за счет запаса питательных веществ в корнях. Наибольшая скорость роста растений оценивается сложным взаимодействием факторов на трех уровнях (биохимические процессы, анатомия роста, структурные процессы, определяющие вертикальное сложение сообщества). Наибольшие величины скорости роста концентрируются в узком интервале времени, тогда как средние (более низкие, чем максимальные) и их разброс также широкий, как и величины годовой продукции [24].

Сложные посевы. Такие посевы включают отбор и посев семян разных культур, отличающиеся типами жизненной формы, экологическими особенностями, физиологией, биохимией и т.д. Посевы такого типа позволяют в определенных условиях получать устойчивые урожаи при любой динамике климата и существенно снижать эрозию почвы. Оценить урожайность смешанных посевов в целом пока очень трудно в силу их малой изученности. Вполне возможно, что даже нет смысла делать такое обобщение, поскольку система земледелия в разных районах разная. В задачу настоящей статьи мы пытаемся выделить сообщение, указывающее биологическую сущность смешанных посевов [7,8,9].

Бесспорно, что отношение к смешанным посевам неоднозначное. Прежде всего этот тип земледелия считается традиционно крестьянским и для широкого использования не пригоден в силу значительных трудовых затрат по сравнению с выигрышем в урожайности. Однако есть серьезные публикации, в которых убедительно показана необходимость уделять внимание этим типам посевов [2,4]. На сегодня мы имеем в основном данные по урожайности таких посевов, но практически не владеем сведениями для сравнения взаимодействия и поведения в них различных культур. Основная масса сведений имеет отношение к смешанным посевам в основном из двух культур. Правда, можно проанализировать характер взаимодействия, проявляющийся в смешанных посевах и в простых агроценозах, и на этой основе разработать метод анализа их продуктивности [2].

Данные изучения в двойной смеси поведения отдельных культур никак нельзя экстраполировать на их поведение в более сложных посевах. Совмещенные посевы ограничиваются рядом агротехнических приемов. Их создание может осуществляться одновременным посевом семян нескольких культур, особенно луговых форм, посевом семян разных культур порознь, вразброс, в определенном порядке и т.д. Иногда семена одной

культуры всевают в уже существующий посев. Обобщая наши опыты на Кубани, можно заключить, что совмещенные посевы пшеницы, свеклы, сои с другими культурами (горохом, чинной, сорго и т.д.) представляют собою достаточно усложненные системы для управления ими по сравнению с одновидовыми. Углубление и расширение изучения совмещенных посевов при должном уровне исследования может дать хороший материал для разработки основ экологической инженерии [27,28,29].

Совмещенные посевы, например, в Китае, относятся еще к началу нашей эры. Данный тип посева в этой стране сохранился и в наше время. Основными компонентами смешанных посевов в Китае являются весьма удачно подобранные соя и кукуруза, которые обычно по урожаю выше, чем чистые посевы отдельных культур. Следует отметить, что урожай смешанных посевов по годам колеблется значительно меньше, чем чистых.

Важнейшим доводом в пользу смешанных посевов является стабильность урожаев отдельных культур по годам, и подчеркивается их устойчивость к засушливым погодным условиям. Смешанные посевы следует оценивать не по одному году, а за относительно длительный период (5-10 лет), и в этом случае реальнее проявляются преимущества такого типа посевов по сравнению с одновидовыми. Часто в смешанных посевах отмечается резкое снижение урожая одной из культур. Например, в наших полевых опытах сорго снижает урожай в посевах с соей. По-иному проявляются взаимоотношения в смешанных посевах кукурузы и вьющейся фасоли в Южной Америке, пшеницы и гороха на Кубани и т.д. [26,30]

Агроценозы и природные сообщества нельзя сопоставлять абсолютно. Сельхозкультуры более урожайны, если недостаток воды не ограничивает их развитие, а их обеспечение питательными веществами идет извне. Корреляция урожая с температурой и осадками лежит в основе моделей, созданных для прогнозирования количества сельхозпродукции. Для понимания биологических взаимосвязей, обуславливающих продукционный процесс, необходимо изучить многогодичные вариации ответа растительных группировок одновидовых травостоев на изменения погоды по сравнению со смешанными посевами.

Совмещенные (смешанные) посевы дают относительно более устойчивые урожаи, чем одновидовые, составленные из отдельных культур. Разобраться в природе взаимодействий в смешанных посевах можно при

изучении поведения отдельных видов в чистых и смешанных посевах. Преимущества совмещенных посевов достигаются при значительных затратах ручного труда. Дело в том, что все сельхозмашины и технологии в нашей стране разработаны для старой (так называемой индустриальной технологии), ведущей наши земли к опустыниванию через постепенное нарастание эрозионных процессов, усиление минерализации органического вещества, уничтожение полезной микрофлоры и мезофауны [26,28,29,30].

Научные разработки совмещенных посевов изучены лучше всего для травяных многолетних сообществ и очень мало пока известны в растениеводстве. Исследование простых (по 2–3 культуры) и сложных (по 4 культуры и больше) совмещенных посевов дает возможность получить объективные материалы о взаимодействии растений в сложных многогоризонтных сообществах, определяющих урожай и его динамичность, и реально оценить перспективы усложнения агроценозов [16,18]. Представленные проекты позволяют анализировать варианты решения непростых экологических проблем методами, не требующими больших капитальных вложений для приобретения дорогостоящей техники и внедрения сложных технологий. Однако реализация таких проектов требует системного анализа ситуации и системного подхода к разработке и реализации различных программ и планов. Надеемся, что подготовка таких экологических проектов вызовет определенный интерес у специалистов различных профилей и научных работников. Не меньшее значение имеют такие проекты для студентов экологического профиля при изучении ими экологического моделирования и прогнозирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрианов Б.В. Земледелие наших предков. – М.: Наука, 1978. – 173 с.
2. Белюченко И.С. Поиски новых технологий выращивания зерновых культур // Междунар. агропром. журн., 1991. – № 6. – С. 42–45.
3. Белюченко И.С. Экологизация технологий выращивания пшеницы на Кубани // В сб.: «Экологические проблемы сельскохозяйственного производства». – Воронеж, 1994 а. – С. 49–51.
4. Белюченко И.С. Экологически чистая технология выращивания сахарной свеклы // В сб.: «Экологические проблемы сельскохозяйственного производства». – Воронеж, 1994 б. – С. 52–55.
5. Белюченко И.С. Стратегия развития и экологический потенциал агроландшафтных систем Кубани // Экологические проблемы Кубани. – 1996 а. – №1. – С. 4–11.

6. Белюченко И.С. Экологические основы стратегии развития природных систем Восточного Приазовья // Экологические проблемы Кубани. – 1996 б. – №1. – С. 142–146.
7. Белюченко И.С. Эволюционно-экологическая и вещественно-энергетическая основа становления и функционирования разноуровневых систем биосферы // Экологические проблемы Кубани. – 2004. – № 25. – С. 207–273.
8. Белюченко И.С. Фоновая оценка состояния агроландшафтных систем Кубани // Экологические проблемы Кубани. – 2000. – № 8. – С. 3–28.
9. Белюченко И.С. Развитие преадаптаций и адаптаций у организмов и экосистем // Экологические проблемы Кубани. – 2000. – № 6. – С. 9–22.
10. Белюченко И.С. Основные направления сопряженной эволюции организмов в экосистемах // Экологические проблемы Кубани. – 2000. – № 6. – С. 80–101.
11. Белюченко И.С. Фоновая оценка состояния агроландшафтных систем Кубани // Экологические проблемы Кубани. – 2000. – № 8. – С. 3–28.
12. Белюченко И.С. К вопросу о характере развития экосистем Кубани // Экологические проблемы Кубани. – 2000. – № 8. – С. 177–183
13. Белюченко И.С. К вопросу о составе и структуре агроландшафтной системы // Экологические проблемы Кубани. – 2001. – № 9. – С. 3–8.
14. Белюченко И.С. Экологическая оценка состояния ландшафтов отдельных районов // Экологические проблемы Кубани. – 2001. – № 13. – С. 5–6.
15. Белюченко И.С. Общая оценка экологического состояния ландшафтных систем Крымского района // Экологические проблемы Кубани. – 2001. – № 13. – С. 106–110.
16. Белюченко И.С. Некоторые аспекты эволюции экологических систем // Экологические проблемы Кубани. – 2002. – № 14. – С. 142–161.
17. Назарько М.Д., Белюченко И.С. Почвенная микрофлора Темрюкского района // Экологические проблемы Кубани. – 2002. – №15. – С.99–107.
18. Белюченко И.С. Экологические аспекты симбиогенной эволюции в биосфере // Бюл. Ботсада им. И.С. Косенко – 2002. – № 19. – С. 121–155.
19. Белюченко И.С. Ландшафты как важнейшая эволюционно-экологическая составляющая биосферы // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2005. – Т. 1. – №. 1. – С. 32–66.
20. Белюченко И.С. Зонирование территории Краснодарского края и особенности функционирования природных и техногенных систем // Экологические проблемы Кубани. – 2003. – № 20. – С. 4–19.
21. Белюченко И.С. К вопросу о сопряженном развитии разноуровневых систем биосферы // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2005. – Т. 1. – № 2. – С. 17–50.
22. Белюченко И.С. Региональный мониторинг – научная основа сохранения природы // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2006. – Т. 2. – № 1. – С. 25–40.
23. Белюченко И.С. К вопросу о роли леса в функциональном восстановлении бассейнов степных рек края // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2010. – Т. 6. – № 3. – С. 3–16.
24. 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.
25. Kurakov AV., Than H.T.H., Belyuchenko I.S. Microscopic fungi of soil, rhizosphere, and rhizoplane of cotton and tropical cereals introduced in southern Tajikistan // Микробиология. – 1994. – Т. 63. – № 6. – С. 1101.
26. Belyuchenko I.S. Wastes of different production and their properties'in // Ciencia e Tecnica Vitivinicola. Printed in Portugal. – 2014. - Vol. 29. – № 9, – P. 37–50.

27. Belyuchenko I.S. Complex compost and its impact on agrochemical properties of typical chernozem in Krasnodar territory. // *Bothalia Journal*. Pretoria, South Africa. – 2014. – Vol. 44. – № 12. – P. 14–19.

28. Belyuchenko I.S. Complex compost and soil protection from heavy metals in the agrolandscape system // *Bothalia journal*. – 2014. – Vol. 44. – № 12. – P. 69–79.

29. Odum E.P. *Basic Ecology*. Saunders Publishing Company. Philadelphia. – 1983. – P. 16–79.

30. Webb W.L., Lavenroth W.K., Szarek S.R., Kinerson S. Primary production and abiotic controls in forests, grasslands, and desert ecosystems in the United States. *Ecology*, 1983. – V. 64. – P. 134–151.

References

1. Andrianov B.V. *Zemledelie nashih predkov*. – M.: Nauka, 1978. – 173 s.
2. Beljuchenko I.S. Poiski novyh tehnologij vyrashhivaniya zernovyh kul'tur // *Mezhdunar. agroprom. zhurn.*, 1991. – № 6. – S. 42–45.
3. Beljuchenko I.S. Jekologizacija tehnologij vyrashhivaniya pshenicy na Kubani // V sb.: «Jekologicheskie problemy sel'skohoz'jajstvennogo proizvodstva». – Voronezh, 1994 a. – S. 49–51.
4. Beljuchenko I.S. Jekologicheski chistaja tehnologija vyrashhivaniya sa-harnoj svekly // V sb.: «Jekologicheskie problemy sel'skohoz'jajstvennogo proizvodstva». – Voronezh, 1994 b. – S. 52–55.
5. Beljuchenko I.S. Strategija razvitija i jekologicheskij potencial ag-rolandshaftnyh sistem Kubani // *Jekologicheskie problemy Kubani*. – 1996 a. – №1. – S. 4–11.
6. Beljuchenko I.S. Jekologicheskie osnovy strategii razvitija prirodnyh sistem Vostochnogo Priazov'ja // *Jekologicheskie problemy Kubani*. – 1996 b. – №1. – S. 142–146.
7. Beljuchenko I.S. Jevoljucionno-jekologicheskaja i veshhestvenno-jenergeticheskaja osnova stanovlenija i funkcionirovanija raznourovnevnyh sistem biosfery // *Jekologicheskie problemy Kubani*. – 2004. – № 25. – S. 207–273.
8. Beljuchenko I.S. Fonovaja ocenka sostojanija agrolandshaftnyh sistem Kubani // *Jekologicheskie problemy Kubani*. – 2000. – № 8. – S. 3–28.
9. Beljuchenko I.S. Razvitie preadaptacij i adaptacij u organizmov i jekosistem // *Jekologicheskie problemy Kubani*. – 2000. – № 6. – S. 9–22.
10. Beljuchenko I.S. Osnovnye napravlenija soprjazhennoj jevoljucii organizmov v jekosistemah // *Jekologicheskie problemy Kubani*. – 2000. – № 6. – S. 80–101.
11. Beljuchenko I.S. Fonovaja ocenka sostojanija agrolandshaftnyh sistem Kubani // *Jekologicheskie problemy Kubani*. – 2000. – № 8. – S. 3–28.
12. Beljuchenko I.S. K voprosu o haraktere razvitija jekosistem Kubani // *Jekologicheskie problemy Kubani*. – 2000. – № 8. – S. 177–183.
13. Beljuchenko I.S. K voprosu o sostave i strukture agrolandshaftnoj sistemy // *Jekologicheskie problemy Kubani*. – 2001. – № 9. – S. 3–8.
14. Beljuchenko I.S. Jekologicheskaja ocenka sostojanija landshaftov otдел'nyh rajonov // *Jekologicheskie problemy Kubani*. – 2001. – № 13. – S. 5–6.
15. Beljuchenko I.S. Obshhaja ocenka jekologicheskogo sostojanija landshaftnyh sistem Krymskogo rajona // *Jekologicheskie problemy Kubani*. – 2001. – № 13. – S. 106–110.
16. Beljuchenko I.S. Nekotorye aspekty jevoljucii jekologicheskijh sistem // *Jekologicheskie problemy Kubani*. – 2002. – № 14. – S. 142–161.
17. Nazar'ko M.D., Beljuchenko I.S. Pochvennaja mikroflora Temrjukskogo rajona // *Jekologicheskie problemy Kubani*. – 2002. – № 15. – S. 99–107.
18. Beljuchenko I.S. Jekologicheskie aspekty simbiogennoj jevoljucii v biosfere // *Bjul. Botsada im. I.S. Kosenko* – 2002. – № 19. – S. 121–155.

19. Beljuchenko I.S. Landshafty kak vazhnejshaja jevoljucionno-jekologicheskaja sostavljajushhaja biosfery // *Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza.* – 2005. – Т. 1. – №. 1. – S. 32–66.
20. Beljuchenko I.S. Zonirovanie territorii Krasnodarskogo kraja i osobennosti funkcionirovanija prirodnyh i tehnogennyh sistem // *Jekologicheskie problemy Kubani.* – 2003. – № 20. – S. 4–19.
21. Beljuchenko I.S. K voprosu o sopryazhennom razvitii raznourovnevnyh sistem biosfery // *Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza.* – 2005. – Т. 1. – № 2. – S. 17–50.
22. Beljuchenko I.S. Regional'nyj monitoring – nauchnaja osnova sohraneniya prirody // *Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza.* – 2006. – Т. 2. – № 1. – S. 25–40.
23. Beljuchenko I.S. K voprosu o roli lesa v funkcional'nom vosstanovlenii bassejnov stepnyh rek kraja // *Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza.* – 2010. – Т. 6. – № 3. – S. 3–16.
24. Beljuchenko I.S. Jekologicheskie problemy stepnoj zony Kubani, prichiny ih voznikovenija i puti reshenija // *Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza.* – 2011. – Т. 7. – № 3. – S. 47–64.
25. Kurakov AV., Than H.T.H., Belyuchenko I.S. Microscopic fungi of soil, rhizosphere, and rhizoplane of cotton and tropical cereals introduced in southern Tajikistan // *Mikrobiologija.* – 1994. – Т. 63. – № 6. – S. 1101.
26. Belyuchenko I.S. Wastes of different production and their properties'in // *Ciencia e Tecnica Vitivinicola. Printed in Portugal.* – 2014. – Vol. 29. – № 9, – R. 37–50.
27. Belyuchenko I.S. Complex compost and its impact on agrochemical properties of typical chernozem in Krasnodar territory. // *Bothalia Journal. Pretoria, South Africa.* – 2014. – Vol. 44. – № 12. – R. 14–19.
28. Belyuchenko I.S. Complex compost and soil protection from heavy metals in the agrolandscape system // *Bothalia journal.* – 2014. – Vol. 44. – № 12. – R. 69–79.
29. Odum E.P. *Basic Ecology.* Saunders Publishing Company. Philadelphia. – 1983. – P. 16–79.
30. Webb W.L., Lavenroth W.K., Szarek S.R., Kinerson S. Primary production and abiotic controls in forests, grasslands, and desert ecosystems in the United States. *Ecology,* 1983. – V. 64. – P. 134–151.