

УДК 631.95

СОВМЕЩЕННЫЕ ПОСЕВЫ ОДНОЛЕТНИХ КУЛЬТУР – ВАЖНАЯ ПРОБЛЕМА ПРАКТИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИИ

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

Саморегулирование агросистем строится с учетом взаимодействия их компонентов, выделяющихся разнообразием в видовом и трофических отношениях; агросистемы диверсифицируются в сторону создания устойчивых, продуктивных и стратегически развитых систем; одним из перспективных направлений диверсификации агросистем считается введение в практику совмещенных посевов, известных в земледелии с давних времен, которых нам показывает природа. Наиболее разработанной технологией создания совмещенных посевов является практика создания травосмесей и характер взаимоотношений между их различными составляющими

Ключевые слова: ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ, ТРАВОСМЕСИ, ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ОРГАНИЗМАМИ, ГРИБЫ, ВОДОРОСЛИ, ПОЧВЫ

UDC 631.95

COMBINED PLANTING OF ANNUAL CROPS - IMPORTANT PROBLEM OF PRACTICAL ECOLOGY

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

Self-regulation of agricultural systems is based upon taking into account the interaction of their components released in variety of species and trophic relations; agricultural systems is diversified in towards a sustainable, productive and strategic development of the systems; one of the most promising areas of diversification of agricultural systems is considered to be an introduction to the practice of combining crops, known in agriculture for a long time, which shows us the nature. The most developed technology for creating combined crops is the practice of creating mixtures and the nature of the relationship between their different components

Keywords: DIVERSIFICATION OF ECOSYSTEM, GRASS MIXTURE, RELATIONSHIPS BETWEEN ORGANISMS, FUNGI, ALGAE, SOIL

Диверсификация экосистем. Интенсивное земледелие вызвало существенный рост производства сельскохозяйственной продукции. Практически во всех странах господствуют чистые однотипные посевы, вызвавшие, к сожалению немало проблем в земледелии. Одновидовые агросистемы высокопродуктивны, но потенциально нестабильны, поскольку полностью зависят от весьма значительных внешних ресурсов. В отличие от природных систем они слабо адаптивны, в них меньше возможностей трансформации пищи, энергии и т.д.; они больше подвержены стрессам, которые вызваны изменениями погодных условий. Кроме того, они более уязвимы к воздействию вредных и болезнетворных организмов, сильнее страдают от эрозии и весьма активно истощают плодородие почв [8].

Создание условий для саморегулирования агросистем строится на основе взаимодействия между их отдельными компонентами. Достигнуть этого можно при условии, что агроэкосистема, подобно природной, будет

отличаться разнообразием в видовом и трофическом отношениях. Полагают, что биологическое и структурное разнообразие агросистем и будет поддерживать многие циклические процессы, характерные для природных экосистем.

Тенденция к разнообразию (диверсификации) - ключ к пониманию перспектив создания устойчивых, продуктивных и экономичных агросистем. Концепция диверсификации становится одной из стратегических в разрешении экологических и социальных проблем сельского хозяйства. Существует несколько путей диверсификации агросистем. Одним из весьма перспективных направлений считается введение в практику смешанных посевов [23].

Агрофитоценоз, включающий несколько видов культурных растений, имеет ряд преимуществ перед чистым посевом:

- формирует фотосинтетический аппарат большей площади, в разных ярусах, а с увеличением количества ярусов повышается эффективность перехвата растениями солнечной радиации и участия их в фотосинтезе [1];

- вследствие размещения корневых систем других видов в разных слоях почвы полнее используются минеральные вещества и влага [25];

- благодаря несовпадению максимума потребления влаги и питательных веществ видами, входящими в агрофитоценоз, удастся избежать резко выраженных пиковых ситуаций и обеспечить удовлетворение потребностей посева в основных жизненных факторах [2, 4, 5];

- введение в посев видов с отличающимися биологическими признаками ведет к лучшему использованию гидротермических ресурсов отдельных лет и формированию стабильных урожаев [19];

- в совместных посевах создается более плотный травостой, который позволяет успешно подавлять сорные растения;

- сообщество растений с разными видами реже страдает от вспышек вредителей и болезней, чем чистые посевы;

- введение в агроценоз бобовых культур улучшает азотное питание посева [26].

- плотный растительный покров замедляет развитие водной и ветровой эрозии, способствует сохранению почвенного плодородия.

С экономической точки зрения такие посева будут относительно выгоднее по сравнению с чистыми посевами использования площади земли, равномерному распределению во времени труда рабочих и максимальному использованию возможностей комплексных сельскохозяйственных машин. Создание совместных посевов - это сложная современная экологическая и хозяйственная проблема. Для их создания используются культуры, выращиваемые обычно в чистых посевах. Решение этой проблемы невозможно без всестороннего изучения взаимоотношений между особями разных видов, складывающихся на уровне растительного сообщества. Изучение биотических отношений, складывающихся в чистых и смешанных посевах сельскохозяйственных культур, является весьма актуальным.

Совместные посева включают совмещенные (культуры высеваются отдельными рядками) и смешанные (семена разных культур перемешиваются и высеваются совместно). Совмещенные посева известны в земледелии с давних времен, а примеры смешанных травостоев нам показывает природа. С возрождением "нормального" земледелия (без излишества минеральных удобрений и пестицидов) совмещенные посева снова получают прописку на наших полях. Большое значение в смешанных и совмещенных посевах придается подбору и сочетанию культур. При создании такого типа агроландшафтов рациональнее используется земельная площадь, почвенные ресурсы при сочетании и чередовании различных по экологии и биологии культур. Правильно подобранные компоненты смесей в смешанных посевах создают в подземной и надземной среде условия, благоприятные для развития насекомых и других организмов, сдерживающих распространение вредителей. Совмещенные посева, ввиду их меньшей специали-

зации и приближении по свойствам к естественным угодиям, отличаются меньшим распространением болезней отдельных культур. Смешанные посевы или посадки используют благоприятное влияние определенных видов растений друг на друга, что благоприятствует улучшению состояния растений и повышению качества продукции.

В органическом земледелии посев рассматривается как единый организм, представляющий собою сбалансированный блок живых организмов (растений - животных - микроорганизмов). При удачном сочетании культур, особенно в многолетних посевах, созданное сообщество живет практически самостоятельно и почти без вмешательства человека. В его функционировании более эффективно проявляются законы саморегуляции, например, численности вредных насекомых (на допустимом уровне). Вредители не исчезают, но наносимый ими вред ниже, чем в чистых посевах, поскольку их распространению в мешанках препятствуют насекомые хищники, пауки, птицы, лягушки. Введение в посев растений, выделяющих отпугивающие вещества, также способствует снижению потерь.

Человек не абсолютизируется от таких посевов, а следит за их состоянием и при необходимости принимает определенные меры, не вызывающие нарушения естественного равновесия между растительными видами. При массовом размножении вредителя используются инсектициды направленного действия, но предпочтительно растительного происхождения, а также биологические методы, используя взаимоотношения хищник – жертва по отношению именно к появившемуся вредителю.

Чтобы посев стал единым организмом, в его структуре должны сочетаться по возможности большее число растений: зерновые, травы (эфирноносые, лекарственные – лучше аборигены), а также небольшое количество сорняков (например, относительно низкорослого варианта). Иными словами, при создании посевов необходимо заботиться не только о потребности человека, но и о трофических и топических интересах обитающих в этой

зоне насекомых и других живых организмов. Желательным атрибутом антропогенных ландшафтов в связи с этим являются вкрапления кустарников и деревьев (лучше лесные полосы), привлекающие птиц, защищающие посевы от ветра, сдерживающие высыхание почвы и т.д.

Одним из условий совместных посевов является учет экологических интересов каждой культуры, а потому необходимо внимательно относиться к выбору различных компонентов смеси по их форме, размеру, скорости роста и т.д. Для предупреждения корневой конкуренции в совмещенных посевах необходимо размещать растения с мочковатой системой корней, чередуя их с растениями, имеющими стержневую корневую систему. Наиболее разработаны теоретические и практические основы смешанных посевов в травосеянии, на анализе которых мы и остановимся подробнее.

Создание травосмесей. Важнейшим условием в создании травосмесей является правильный подбор видов, характеризующихся экологической совместимостью, поддерживаемый определенной технологией ухода и выращивания травостоев. В состав травосмесей вводятся кормовые растения из разных ботанических семейств (злаки, бобовые, широкое разнотравье), различающиеся своей экологией (отношение к температуре, плодородию почвы, инсоляции), биологией (феноритмотипы, сезонное развитие, формирование урожая, интенсивность побегообразования, специфичность отрастания после отчуждения, продолжительность вегетации в течение года и т.д.), биохимией (содержание белков, углеводов, клетчатки и микроэлементов), физиологией (тип фиксации CO_2 , соотношение свободной и связанной воды) и хозяйственной ценностью (урожайность кормовой массы, её поедаемость и переваримость, соотношение в корме листьев: стебли, затраты на производство кормов и т.д.).

Высокой урожайностью характеризуются травосмеси, в структуре которых удачно подобрано сочетание и соотношение видов растений, различающихся развитием по укосам, сезонам и годам вегетации и равномер-

ным размещением по ярусам. Такие различия обеспечивают активный фотосинтез травостоя в целом в течение всей вегетации, что способствует повышению использования солнечной энергии. При подборе видов для травосмесей важнейшим требованием является их высокая продуктивность в определенные периоды года, способность к созданию упругой и устойчивой к механическому воздействию дернины, сдерживающей эрозионные процессы при поливе, способствующей накоплению в почве органических веществ, улучшающей её водно-физические и химические свойства и не создающие сильной конкуренции для роста и развития других компонентов травостоя [3, 6, 7].

Основным бобовым компонентом для травосмесей в южных районах является люцерна, которая на поливе вегетирует с апреля по ноябрь. При подборе злакового компонента для летнего роста первостепенное значение приобретают южные виды, способные переносить пониженные температуры зимой, а для осенне-весеннего периода - бореальные виды, устойчивые к летним высоким температурам [3, 4]. В качестве доминант для летнего периода, когда колебания между показателями температуры дня и ночи небольшие, отбираются виды с C_4 -типом фотосинтеза (например, сорго, голубое просо, трава Колумба, паспалум расширенный и др.); для осенне-весеннего периода, когда разрыв между ночными и дневными температурами нередко превышает $10^{\circ}C$, вводятся растения однолетнего и многолетнего типа с C_3 -типом фиксации CO_2 (овес, тритикале, рожь, ежа сборная, кострец безостый, овсяница тростниковая и др.). При подборе однолетников для осенне-весенней вегетации необходимо учитывать их способность переносить пониженную температуру зимой, сходство по продолжительности вегетации, их способность размещать листовую массу в разных горизонтах и др. Необходимо учитывать также реакцию растений на уровень грунтовой воды, переувлажнение, засуху и т.д.

При создании травосмесей весьма важно определить состав видов, их размещение в пространстве, доленое участие каждого вида, сроки и способы посева однолетников, технологию их посева, ухода и использования травостоев. С нашей точки зрения, на юге СНГ травосмеси следует составлять из 5-7 разных по своей экологии и биологии видов, из которых 30% будет приходиться на однолетники. При таком наборе в формировании основного урожая каждого укоса участвуют 2-3 вида. При формировании травосмесей необходимо учитывать также возможное направление взаимодействия между отдельными видами растений с целью подбора таких компонентов, которые бы наилучшим образом дополняли бы друг друга по своим биологическим, экологическим и биохимическим характеристикам и чтобы их взаимоотношения не носили антагонистический характер.

В континентальных условиях положительное взаимовлияние различных видов в травосмеси прослеживается по сезонной смене доминирования отдельных компонент, когда одни виды растений получают условия наибольшего благоприятствования в один сезон, а другие - в другой, что проявляется в соответствии с требованиями отдельных растений к условиям существования определенного сезона в их способности к сезонному накоплению урожая. Положительное воздействие растений в травосмеси определяется пространственным размещением корней на разной глубине, а листьев на разной высоте и качественным разнообразием "интересов" отдельных видов (различия в потребности питательных веществ, поглощение прямой и рассеянной радиации и т.д.).

Цельность травосмеси, её продуктивность и другие свойства определяются различиями или близостью кривых сезонного и годичного развития и пространственного размещения отдельных органов, а также неспособностью одних видов угнетать другие через корневые выделения. Сезонность развития отдельных видов растений обусловлена весьма выраженной у них реакцией на свет, температуру и увлажнение. Для травосмесей подбирают-

ся виды с разной степенью их реакции на указанные факторы. Погодичные различия в развитии обусловлены жизненным долголетием отдельных видов, а отсюда и различающимися по времени скоростью и мощностью роста, накоплением урожая и т.д. Различия растений в охвате пространства (аэро- и эдафотоп) проявляются в размещении отдельных видов растений и побегов их особей в разных ярусах травостоя. Например, побеги люцерны размещаются ниже основной массы побегов злаков, а корни люцерны, наоборот, проникают значительно глубже корней злаков [16, 21, 22].

Травосмеси формируют плотный травостой по сравнению с одновидовыми посевами, что обеспечивает им лучшее использование прямой и рассеянной радиации, повышает КПД ФАР, обуславливает более высокий рост их урожая при одинаковых жизненных условиях по сравнению с одновидовыми посевами. Различия в размещении корней отдельных видов по разным слоям почвы обеспечивают травосмесям более полное освоение эдафотоп, лучшее снабжение травостоя водой и элементами питания.

Энергетические взаимоотношения в травосмеси определяются способностью одних видов использовать выделяемые вещества другими видами. Чем теснее энергетические взаимоотношения между видами травосмеси, тем её работа эффективнее. Известно, что отдельные виды или разновозрастные группы одного вида выделяют в почву в разном количестве отдельные вещества (N, P, K и др.), которые могут использоваться корнями других растений. Бактерии и грибы, тяготеющие к одним видам, способны, с одной стороны, использовать выделяемые энергию и вещества (углеводы, жиры, белки) другими растениями, а с другой, очищать выделяемые растениями вторичные метаболиты от вредных примесей и делать их безвредными для других организмов.

Учитывая характер взаимоотношений между растениями и их консортами, можно правильнее подобрать основные компоненты для травосмеси, которая по своей продуктивности будет выше любого отдельно взя-

того вида в чистом посеве. Например, двойная травосмесь (голубое просо + люцерна) в первый год, а во второй год развития в условиях Таджикистана весьма отчетливо, формирует более высокий урожай, чем каждый вид выращиваемый отдельно.

Подбираемые для травосмеси виды растений должны различаться по конкурентоспособности во времени и пространстве, определяемые степенью выраженности вегетативной подвижности особей отдельных таксонов, мощностью и пространственным размещением их подземной массы (корней, корневищ), эффективностью работы листового аппарата и его распределением по почвенным слоям, скоростью и продолжительностью роста надземных вегетативных структур, эффективностью использования занимаемого объема аэро- и эдафотопы по сезонам года. При составлении травосмесей, включаемых в севооборот, например, с хлопчатником, необходимо избегать введения в их состав видов с высокой агрессивностью – корнеотпрысковые, корневищные и корневищно-столонообразующие.

Высокой конкуренцией в оптимальных условиях жизненной среды выделяются растения, которые отличаются наиболее активным поглощением питательных веществ, и прежде всего азота. В условиях дефицита какого-то фактора более конкурентными будут растения, которые менее требовательны к этому фактору. Например, при резком дефиците влаги в летний период в богарных условиях Таджикистана многолетний злак *Sorghum almum* погибает, а такие виды, как *Panicum antidotale*, *Aristida spp.*, *Bothriochloa spp.* и другие теряют надземные структуры, но сохраняют подземные (корневища, зону кущения и т.д.) и с наступлением дождливой весны отрастают и развиваются по многолетнему циклу [3, 10, 12].

В районе Явана (Таджикистан) нами испытывались различные виды травосмесей, убираемых в фазы выметывания – начала цветения. Хорошие результаты показала травосмесь голубого проса, люцерны и овсяницы тростниковой, как постоянных компонентов, с добавлением мешанки в со-

ставе рожь (овес) и перко. Урожайность в среднем за три года составила 14 т/га сухого вещества, 1200-1250 кг/га протеина и 4,0-4,5 т/га кормовых единиц. Введение в мешанку однолетнего бобового компонента пелюшки способствовало значительному обогащению белком первого урожая - с 7,0-7,2 % до 8,3-9,4 % на сухое вещество при повышении урожая с 12,0 до 15,2 т/га зеленой массы. Такое повышение урожая и выхода протеина злакового травостоя возможно только при внесении азотных удобрений в дозе до 40-50 кг/га по действующему веществу. Продуктивные травосмеси достигаются введением в их состав клевера ползучего, способствующего значительному усилению азотфиксации и последующему повышению урожайности травостоев.

Нет сомнения, что состав злаково-бобовых травостоев в южных районах СНГ не будут ограничены видами, упомянутыми выше. На наш взгляд, заслуживают внимания для усложнения мешанок в отдельных районах пелюшка и вика туркестанская, шабдар и берзиль; для многолетних осенне-весеннего развития – житняк, мягкоколосник, мятлик луковичный, а для летней вегетации необходимо продолжить поиски многолетних и однолетних видов, характеризующихся высокой урожайностью и питательной ценностью. Работы по подбору компонентов для травосмесей необходимо вести с учетом их режима и характера использования и условий вегетации.

Одним из важных вопросов травосеяния в южных районах является расширение набора кормовых культур, которые можно использовать при организации травосмесей в определенных природно-климатических условиях. Растения должны отличаться долголетней продуктивностью, высокой конкурентоспособностью, устойчивостью к вредителям и болезням, к сорнякам, относительной равномерностью отрастания в течение вегетационного сезона, эффективным использованием основных факторов роста –

питательных веществ, влаги, температуры, света, кислорода, углекислого газа.

Среди бобовых культур лучшей является люцерна, отличающаяся высокой конкурентоспособностью, засухоустойчивостью, многоукосностью, широкой лабильностью к температурам и увлажнению. Её можно высевать весной и осенью, в рядки, широкорядно и сплошным способом. Среди злаковых видов нет равных люцерне по конкурентоспособности. Для летней вегетации в смеси с люцерной можно рекомендовать траву Колумба, голубое просо, паспалум расширенный, а в осенне-весенний сезон – овсяницу тростниковую. Их совместные посевы позволят создавать зеленый конвейер с конца марта – начала апреля до ноября [4, 5, 9].

В летний период основная нагрузка ложится на злаки летнего развития. Их основной сдерживающий фактор – медленное развитие растений в первые два месяца после посева и их слабая конкурентоспособность вплоть до формирования первого укоса.

Основная часть площадей травосмесей должна будет размещаться в севообороте риса и пшеницы, а потому продолжительность их вегетации не будет превышать 2-3 лет. Поэтому в травосмесь необходимо подбирать растения с мощным потенциалом роста в первые годы вегетации. Без биологически обоснованного использования люцерны в травосмесях ее роль в травостоях не будет оптимальной: она будет подавлять злаки, или наоборот. Во Франции и Италии почти половина таких площадей занята под злаково-люцерновыми травосмесями. Средний урожай люцерны в США составляет 5-7 т/га сухой массы.

Максимальная продуктивность травосмеси обуславливается оптимальным соотношением в ней отдельных компонентов, особенно злаков и бобовых. В условиях юга СНГ первые два года люцерна выступает как весьма мощный конкурент в травосмеси, заметно подавляющий развитие маломощных в год посева особей многолетних злаков. Поэтому при созда-

нии травосмесей следует уделять большое внимание выбору способа размещения отдельных её компонентов в пространстве и времени. Хорошо известны примеры создания травосмесей в средней полосе простым перемешиванием семян злаков и бобовых и их совместным высевам. Предложены способы создания травосмесей путем размещения отдельных компонентов в обособленные полосы или рядки.

Весьма положительно зарекомендовал себя ленточный способ посева с размещением двух рядков люцерны в междурядья (30 см) костреца безостого. Широкорядные ленточные посева злаково-бобовых травосмесей обеспечивают стабилизацию соотношения отдельных компонентов через пространственное разъединение и обеспечивают более эффективную работу бобовых по фиксации азота и его использование злаками. Полосные и мозаичные злаково-бобовые травосмеси сводят к минимуму воздействие на рост злаков бобовых растений через обогащение ими почвы органическим азотом [13, 17, 18].

Важным звеном в создании травосмесей является правильное сочетание в их сообществах бобовых с оптимизацией обеспечения фиксируемым ими азотом злаковых компонентов. В опытах в США (Техас) с использованием N^{15} было установлено, что при небольших дозах удобрений азотом от бобового компонента (*Macroptilium atropurpureum*) переходит к злаку (*Panicum coloratum*) 14 %, а при высоких - всего лишь 5% общего азота, накапливающегося в биомассе злака. Бобовые компоненты способствуют повышению содержания протеина и снижению клетчатки в кормовой массе общего урожая. Так, в опытах в Индии в чистых посевах злаков в их кормовой массе содержание протеина составляло 8,1% при доле клетчатки 32,2%, а при подсеве *Centrosema pubescens* в междурядья злаков содержание протеина в корме повысилось до 9,3%, а клетчатки понизилось до 30,5%. В наших опытах в Яване (Таджикистан) содержание клетчатки в надземной массе общего урожая составило 28,4% и протеина 7,8%, а при

выращивании в смеси с люцерной протеина в корме повысилось до 8,9%, а клетчатки – до 25,9%.

В условиях Таджикистана нами испытано несколько способов создания травосмесей: традиционный (посев смеси семян злака и бобового в одном рядке); посев злака широкорядным способом весной и подсев бобового компонента осенью; посев компонентов чередующимися рядками и в разные сезоны года и т.д. Лучшие результаты по первым оценкам были получены при следующей компоновке травосмеси: голубое просо (злак) и люцерна высеваются отдельными строчками весной, а осенью через 120 см отдельной строчкой высевается бореальный злак (овсяница тростниковая, ежа сборная, пырей бескорневищный, райграс пастбищный) и отдельной полосой высевают однолетнюю травосмесь ("мешанка" в составе двух-четырех компонентов). Положительные стороны такой травосмеси проявляются в следующем: 1) пространственная разобщенность делит сферы занимаемого и используемого отдельными видами пространства, что на первых порах резко снижает конкуренцию между ними за условия питания и свет и обеспечивает наиболее мощное развитие всех видов особей; 2) строчное размещение культур позволяет проводить их подкормку соответствующими удобрениями, что дает возможность экономнее расходовать удобрения, а значит и меньше загрязнять ими грунтовые воды; 3) строчное размещение компонентов, различающихся выраженностью сезонного развития, обеспечивает поочередный переход к интенсивной продуктивности не только отдельных видов растений, но и отдельных участков травосмеси, что указывает на необходимость оптимизировать своевременное их обеспечение водой и питательными веществами; 4) при таком способе создания травосмеси производится практически полное залужение всей площади (особенно в осенне-весенний сезон), что повышает устойчивость травостоев к сорнякам; 5) пространственная разобщенность особей отдельных видов способствует ограничению инвазии их болезней и вредителей и т.д.

(например, в таких травосмесях ограничиваются очаги повилики на люцерне по сравнению с её чистыми посевами); б) пространственное обособление отдельных компонентов травосмеси, способствующее более полному проявлению ими потенциальных возможностей, обеспечивает получение максимального урожая надземной и подземной массы, лучшую балансировку в кормах органических и минеральных веществ, а также улучшение физических и химических свойств почвы; 7) такой способ создания травосмеси является наиболее оправданным в плане организации оптимизированной инфраструктуры травостоев, приближающихся по своим параметрам (сезонному развитию и соотношению компонентов) к условно естественному травостою, в котором пространственное и технологическое (орошение, удобрение) разграничение экологических ниш снижает конкуренцию между видами, поддерживает их стабильность и высокую продуктивность в наиболее благоприятные для отдельных компонентов сроки.

Взаимоотношения между живыми организмами в сообществе. Известно, что совместные посевы изменяют ряд параметров окружающей среды, что в свою очередь ведет к изменению качественного и количественного состава организмов, приуроченных к определенным местообитаниям. Многие исследователи указывают на существование взаимосвязей между способом посева отдельных культур, агротехникой и составом населения живыми организмами верхнего слоя почвы. Выявление таких взаимосвязей важно не только с точки зрения повышения видового разнообразия в агроценозах, но также продуктивности их посевов и качество урожая.

Известно, что микроорганизмам принадлежит значительная роль в формировании уровня почвенного плодородия. Они обуславливают интенсивность и направленность процессов разложения растительных остатков, синтеза и деструкции гумуса, формирования фитосанитарного состояния почв, накоплении в ней биологически активных веществ и фиксации

атмосферного азота, что в конечном итоге определяет уровень урожайности всего сообщества. В зависимости от вида культуры и способа обработки почвы микробный азот составляет 150-200 кг/га, или до 10% общего азота почвы. Растения используют от 10 до 30% азота почвенных микроорганизмов.

Между типом почвы и составом ее микробонаселения существует определенная зависимость, обусловленная географическими и экологическими факторами. Многолетние исследования на базе ВНИИМКа (Краснодар) и СКНИПТИАПа (Краснодарский край) свидетельствуют о том, что микробоценоз пахотного слоя выщелоченного чернозема на 90% и более составляют бактерии. Доля актиномицетов занимает 2-5%, микромицетов 0,1-0,3% от общего количества определяемых микроорганизмов. Бактерии представлены в основном неспорозными формами, среди которых преобладают представители рода *Pseudomonas*. Численность спорообразующих бактерий часто на 1-2 порядка ниже. Доминирующими видами среди бацилл являются *Bacillus megaterium* и *Bacillus mesentericus*, гораздо реже встречаются *Bacillus idosus* и *Bacillus mycoides* [18, 19].

Таксономический состав актиномицетов и микроскопических грибов в выщелоченном черноземе достаточно однообразен. Среди актиномицетов наиболее широко распространены *Actinomyces albidus*, *Actinomyces griseus* и *Actinomyces violaceus*. Колонии с розовым и коричневым пигментами встречаются лишь изредка. Отмечается наличие антагонизма между представителями рода *Actinomyces* и *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum*. В составе микофлоры доминируют представители родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, много аспорогенных форм. *Alternaria* и *Cladosporium* встречаются реже. При насыщении почвы минеральными удобрениями увеличивается количество видов *Penicillium* и *Fusarium* [18, 24].

Что касается физиологических групп микроорганизмов, то в выщелоченных черноземах наиболее многочисленны сообщества микроорганизмов, связанные с трансформацией в почве азота и фосфора, часто не уступающие по количеству автохтонной (гумусоразлагающей) микрофлоре. Значительно беднее представлены микроорганизмы, разлагающие клетчатку.

Бактерии, минерализующие органический азот, по количеству превышают бактерии, использующие минеральный азот. Значительно меньше денитрифицирующих и особенно нитрифицирующих бактерий (менее нескольких тысяч клеток в 1 г сухой почвы) бактерий. Вместе с тем нитрификационная способность почвы высокая. Из свободноживущих азотфиксаторов повсеместно встречается *Clostridium pasteurianum*. *Azotobacter* широко распространен, но в местных условиях он размножается как эфемер весной и поэтому частота встречаемости азотобактера в почвах Кубани не может являться показателем их агрономической ценности [10, 11, 14].

В разложении целлюлозы на Кубани ведущую роль играют грибы и в меньшей степени актиномицеты родов *Actinomyces albidus* и *Actinomyces griseus*. Особенно большое количество актиномицетов появляется летом при длительном отсутствии осадков. Целлюлозоразлагающие бактерии редки и кратковременные вспышки их развития обнаруживаются в почвах с благоприятным водным и азотным режимами. Доминируют при этом бактерии родов *Cytophaga* и *Cellvibrio*.

В процессах минерализации органического фосфора в почвах Кубани принимают участие и бактерии, и актиномицеты, и микроскопические грибы, продуцирующие фосфатазу. Среди этой группы микроорганизмов *Pseudomonas fluorescens* и *Pseudomonas liquefacience* выделяются способностью образовывать биологически активные вещества [15].

Наиболее биогенным и полно отражающим специфику микрофлоры является верхний слой почвы 0-20 см. Таким образом, данные почвы об-

ладают высокой относительной численностью бактерий, развивающихся на бедных питательных средах, и микроорганизмов, разрушающих труднодоступные для растений органические фосфаты почвы. Эти почвы обладают значительной нитрификационной и целлюлозоразрушающей способностью, то есть в почве протекают интенсивные мобилизационные процессы.

Сезонная биодинамика почвы при возделывании поздних яровых культур (с конца весны по начало осени) характеризуется следующими показателями:

1) численность бактерий максимальна в период достаточного увлажнения – весной и осенью, а летом при недостатке влаги в почве их количество уменьшается;

2) численность актиномицетов максимальна при жаркой сухой погоде летом;

3) численность грибов увеличивается при низких температурах и высокой влажности почвы – осенью и в начале весны.

Известно, что растения через корни выделяют в окружающую среду целый набор различных органических соединений. Продуцируемые растениями вещества служат источником питания ризосферным микроорганизмам, благотворно влияющих на растения, стимулируя их фотосинтетические и ростовые процессы [17, 18, 24]. Это происходит в силу нескольких причин:

1) выделение микроорганизмами витаминов и фитогормонов;

2) продуцирование ими антибиотиков, ингибирующих развитие патогенных грибов;

3) перевода минеральных элементов в доступную для растений форму.

Изучение взаимоотношений микроорганизмов с корневой системой высших растений представляет традиционный интерес, как с практиче-

ской, так и с теоретической точек зрения. Специфика условий жизнедеятельности микроорганизмов в ризосфере, механизмы колонизации ризопланы, благоприятные и неблагоприятные последствия этих процессов для растений – все это вопросы непосредственно связанные с состоянием растений и их урожайностью. Для успешного решения этой проблемы необходимо изучение основных принципов функционирования микробных комплексов прикорневой зоны растений, их специфичности и отличий от почвы.

Для характеристики микробных сообществ, рассматриваемых в масштабе биоценоза, можно применять показатели 2-х типов:

1) инвентаризационные валовые усредненные показатели: средняя плотность микроорганизмов в различных субстратах и общий список таксонов (α - разнообразие);

2) дифференцированные показатели, характеризующие пространственную и синтипологическую структуру сообщества: тип распределения по ярусам, спектр потенциальных доминантов, соотношение экологических групп (β - разнообразие).

Первый из указанных методов более консервативен, второй более динамичен и лучше отражает особенности различных микробных сообществ [17].

Микробоценозы ризосферы и ризопланы по ряду параметров отличаются от микробоценоза почвы. Отдельные участки корня обладают собственной спецификой как местообитание микроорганизмов. Гетерогенность корня сказывается главным образом в ризоплане и в меньшей степени в ризосфере, микрофлора которой в основном отслеживает сукцессионные события в окружающей среде.

В литературе сложилось мнение о ризосфере и ризоплане как особо благоприятных местообитаниях микроорганизмов. Однако до сих пор не решен вопрос о специфичности микробного комплекса прикорневой зоны.

Исследования, проведенные в Молдавском НИИПКе, показали, что видовой состав в зоне деятельности корней в первую очередь зависит от вида возделываемой культуры, хотя состав почвенной микрофлоры остается относительно постоянным. Опыты, проведенные на базе МГУ, напротив, свидетельствуют об однотипности таксономической и кинетической структуры комплексов почвы, ризосферы и ризоплана. В ходе опытов не удалось показать, что прикорневая зона является для микромицетов существенно более благоприятной, принципиально иной средой по сравнению с почвой. Если доминирование грибной массы почвы являлось хорошо проверенным фактом, то вопрос о роли грибов в ризосфере, исключая микоризу и фитопатогены, остается дискуссионным. Между тем соотношение грибов и бактерий в прикорневой зоне представляет еще больший интерес, чем тот же показатель в почве.

Установлено доминирование биомассы грибов над биомассой бактерий и актиномицетов в почве и ризосфере, в ризоплане же масса грибов сопоставима с массой прокариот.

При решении задач о полном таксономическом спектре и определении экологических ниш микроорганизмов обращается большое внимание значимости сукцессионного фактора. Установлено, что динамика бактерий, актиномицетов и грибов в прикорневой зоне не отличается от таковой в почве, в том числе при применении удобрений. Эти же авторы отмечают задержку в развитии растений в удобренных вариантах на начальных этапах вегетации, что вызвано, по их мнению конкуренцией за азот в ризоплане опытных растений, где азот является остродефицитным ресурсом.

Известно, что при совместном возделывании бобовых и злаковых культур происходит сложное взаимовлияние компонентов смеси, сказывающееся на активности микрофлоры, а также на физиологических и биохимических процессах, протекающих в надземных органах растений. Установлено, что в смешанных посевах сопутствующие культуры могут оказы-

вать стимулирующее или угнетающее действие на развитие ризосферной микрофлоры. Эти процессы во многом зависят от компонентов смеси. Установлено отличие динамики развития ризосферной микрофлоры в смешанных посевах от динамики микрофлоры культур в чистых посевах. Как правило, соя оказывала положительное влияние на микрофлору ризосферы кукурузы. Наибольшее количество микроорганизмов в ризосфере чистых, а особенно смешанных посевов, отмечается при недостатке влаги в почве, что объясняется тем, что при пониженной влажности почвы увеличивается выделение корнями растений сахаров и аминокислот, которые определяют развитие микроорганизмов в почве корневой зоны, особенно у культур, возделываемых в смеси. При достаточном увлажнении различия в численности ризосферных микроорганизмов в чистых и совместных посевах сглаживаются, но не устраняются [17, 18, 20].

Образование клубеньков на корнях бобовых происходит лучше при достаточном количестве влаги в почве. Количество клубеньков на корнях сои при совместном посеве с кукурузой выше при разной влажности почвы, чем на корнях растений чистого посева. При этом в совместных посевах клубеньки формируются более крупные, тургор у них сильнее и содержимое более интенсивно окрашено в розовый цвет. Химический состав клубеньков различных типов посевов различался незначительно.

Видовой состав микрофлоры ризосферы сельскохозяйственных культур, возделываемых в совместных посевах, изучен недостаточно. Основными формами бактерий в ризосфере сои и кукурузы являются спороносные (95%). Он же отмечает отсутствие существенных отличий в родовом составе ризосферной микрофлоры чистых и смешанных посевов кукурузы и сои. Преобладающими в прикорневой зоне являются представители родов *Pseudomonas* и *Bacterium*. В видовом составе микроорганизмов ризосферы кукурузы и сои встречаются одни и те же представители. Раз-

личия имеются в количественном составе представителей видов и количестве доминантных видов.

Некоторыми исследованиями установлено, что на численность и активную биомассу почвенных микробных сообществ прямо и косвенно влияют почвенные беспозвоночные. Это проявляется через изменение представителями мезофауны некоторых агрофизических (водопроницаемость, аэрация и плотность) и агрохимических характеристик почв [20]. Их средообразующая деятельность включает изменение биологической активности почв, темпов и характера разложения растительных остатков. Общая сумма белковых аминокислот в экскрементах почвенных беспозвоночных в 1,5-2 раза выше, чем в почве.

Активность почвенной мезофауны может стимулировать развитие сапротрофной микрофлоры почвы. В экскрементах диплопод и червей численность штаммов бактерий типа *Pseudomonas* sp. и *Promicromonospora citrea* возрастает до 30 раз, по сравнению с кормом. Установлено, что увеличение числа бактерий в экскрементах кивсяков и червей происходит в основном за счет грамтрицательных анаэробных бактерий.

Действие почвенной мезофауны благоприятно сказывается на доступности для растений азота, фосфора и прочих минеральных элементов. Это определяет благотворное воздействие беспозвоночных на рост корней и первичную продукцию в целом. Качественный и количественный состав микрофлоры и мезофауны зависит от способа посева и агротехники сельскохозяйственных культур и находится в динамическом равновесии. Изменение параметров среды влечет за собой изменения в сообществах вышеупомянутых организмов.

Таким образом, установлено, что взаимоотношения культур в совместных посевах в нашей стране изучены недостаточно. Большинство исследователей рассматривают агроценоз только как продуцент фитомассы. Такой подход часто исключает рассмотрение совместного посева как фи-

тоценоза со сложными внутри- и межвидовыми отношениями. Между тем, именно специфичность межвидовых отношений определяет в значительной степени рост и развитие компонентов совместного посева, его временную и пространственную структуру, ход продукционного процесса, и коренным образом отличает его от чистого посева. В связи с этим, мы задались целью изучить некоторые аспекты биотических взаимоотношений в чистых и совместных посевах сои в условиях Кубани. В качестве объекта исследований нами были выбраны посевы, включающие растения сои, сорго и амаранта в различных сочетаниях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белик Н.Л. Агрофитоценозы, их строение и биологические основы повышения продуктивности // Биология и экология культурных растений. - Тамбов, 1994. - С. 1-9.
2. Белюченко И.С. Конкурентные отношения между полевыми культурами в совместных посевах // Экологические проблемы Кубани. – 2000. – № 7. – С. 67-70.
3. Белюченко И.С. Некоторые аспекты создания полидоминантных пастбищ круглогодичного использования в субтропиках СССР // В сб.: Физиолог. основы растениеводства и проблемы интенсивного использования земель. – Душанбе, 1977. – С. 11-14.
4. Белюченко И.С. Перспективы развития кормопроизводства в субтропиках СССР в связи с интродукцией кормовых растений // Растительные ресурсы. – 1987. – Вып. 2. – С. 68-77.
5. Белюченко И.С. Создание совместных посевов – современная экологическая проблема // Экологические проблемы Кубани. – 2000. – № 7. – С. 3-14.
6. Белюченко И.С., Гукалов В.Н., Шугай Н.В. Состояние изученности поведения растений в совместных посевах // Экологические проблемы Кубани. – 2000. – № 7. – С. 15-47.
7. Белюченко И.С., Шугай Н.В. Биотические взаимоотношения в посевах полевых культур в Центральной зоне Кубани // Экологические проблемы Кубани. – 2000. – № 7. – С. 104-117.
8. Белюченко И.С. Экология Краснодарского края (Региональная экология): учебное пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – 354 с.
9. 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.
10. 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.
11. Белюченко И.С. Дисперсные и коллоидные системы отходов и их коагуляционные свойства // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2013. – Т. 9. – № 1. – С. 13-38.

12. 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.

13. 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.

14. 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.

15. Белюченко И.С., Добрыднев Е.П., Муравьев Е.И. Экологические особенности фосфогипса и целесообразность его использования в сельском хозяйстве // II Всероссийская Научная конференция. – Краснодар, 2010. – С. 13-22.

16. Бенц В.А. Поливидовые посевы в кормопроизводстве: теория и практика. - Новосибирск, 1996. – 228 с.

17. Добровольская Т.Г., Чернов И.Ю., Звягинцев Д.Г. О показателях структуры бактериальных сообществ //Микробиология. - 1997. - т.66. - №3. - С. 408-414.

18. Енкина О.В., Коробской Н.Ф. Микробиологические аспекты сохранения плодородия черноземов. – Краснодар, 1999. – 150 с.

19. Епифанов В.С., Малышева Л.И. Лучшие кормовые смеси на полях России //Хозяин. - № 1-2. - 1994. - С. 9-10.

20. Назарько М.Д., Белюченко И.С. Взаимоотношения между полевыми культурами и микробным комплексом почвы // Экологические проблемы Кубани. – 2000. – № 7. – С. 71-88.

21. Шугай Н.В., Белюченко И.С. Урожай и химический состав надземной массы в чистых и совместных посевах // Экологические проблемы Кубани. – 2000. – № 7. – С. 93-98.

22. Шугай Н.В., Белюченко И.С. Формирование корневых систем полевых культур в совместных посевах // Экологические проблемы Кубани. – 2000. – № 7. – С. 63-66.

23. Amador M., Glissman S.R. On ecological approach to reducing external inputs through the use of intercropping //Agroecology. - 1990. - P. 146-159.

24. Belyuchenko I.S., Gorchakova A. Yu. Ecological aspects of practical plant introduction in the botanical garden of Kuban agrarian university (Russia) // Bothalia journal. 2014. – Vol.44. – №10. – P. 15-25.

25. Billore S.D., Singh K., Bargale M., Nahatkar S.B. Economics of pigeonpea (*Cajanus cajan*) and soybean (*Glycine max*) intercropping at varying fertility levels //Indian J. Agron. - September 1993. - Vol. 38, №3. - P. 365-369.

26. Clement A., Chalifour F.P., Bharati H.P., Gendron Ch. Nitrogen and light partitioning in a maize/soybean intercropping system under a humid subtropical climate //Can. J. Plant Sci. - Jan. 1992. - Vol. 72, №1 - P. 69-82.

LITERATURA

1. Belik N.L. Agrofitocenozy, ih stroenie i biologicheskie osnovy povysheniya produktivnosti //Biologija i jekologija kul'turnyh rastenij. - Tambov, 1994. - S. 1-9.

2. Beljuchenko I.S. Konkurentnye otnosheniya mezhdru polevymi kul'turami v sovместnyh posevah // Jekologicheskie problemy Kubani. – 2000. – № 7. – S. 67-70.

3. Beljuchenko I.S. Nekotorye aspekty sozdaniya polidominantnyh pastbishh kruglogodichnogo ispol'zovaniya v subtropikah SSSR // V sb.: Fiziolog. osnovy rasten-

ievodstva i problemy intensivnogo ispol'zovanija zemel'. – Dushanbe, 1977. – S. 11-14.

4. Beljuchenko I.S. Perspektivy razvitija kormoproizvodstva v subtropikah SSSR v svjazi s introdukciej kormovyh rastenij // Rastitel'nye resursy. – 1987. – Vyp. 2. – S. 68-77.

5. Beljuchenko I.S. Sozdanie sovmestnyh posevov – sovremennaja jekologicheskaja problema // Jekologicheskie problemy Kubani. – 2000. – № 7. – S. 3-14.

6. Beljuchenko I.S., Gukalov V.N., Shugaj N.V. Sostojanie izuchennosti povedenija rastenij v sovmestnyh posevah // Jekologicheskie problemy Kubani. – 2000. – № 7. – S. 15-47.

7. Beljuchenko I.S., Shugaj N.V. Bioticheskie vzaimootnoshenija v posevah polevyh kul'tur v Central'noj zone Kubani // Jekologicheskie problemy Kubani. – 2000. – № 7. – S. 104-117.

8. Beljuchenko I.S. Jekologija Krasnodarskogo kraja (Regional'naja jekologija): uchebnoe posobie. – Krasnodar: KubGAU, 2010. – 354 s.

9. 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.

10. Beljuchenko I.S. Jekologicheskie problemy stepnoj zony Kubani, prichiny ih vozniknovenija i puti reshenija // Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza. – 2011. – T. 7. – № 3. – S. 47-64.

11. Beljuchenko I.S. Dispersnye i kolloidnye sistemy othodov i ih koaguljacionnye svojstva // Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza. – 2013. – T. 9. – № 1. – S. 13-38.

12. 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.

13. 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.

14. Beljuchenko I.S. Slozhnye komposty kak istochnik rasshirenija jekologicheskikh nish kul'turnykh rastenij v sisteme pochvennogo pokrova // Tr. Mezhdunarodnoj Konferencii «Problemy rekul'tivacii othodov byta, promyshlennogo i sel'skohozjajstvennogo proizvodstva». – Krasnodar, 2013. – S. 12-14.

15. Beljuchenko I.S., Dobrydnev E.P., Murav'ev E.I. Jekologicheskie osobennosti fosfogipsa i celesoobraznost' ego ispol'zovanija v sel'skom hozjajstve // II Vserossijskaja Nauchnaja konferencija. – Krasnodar, 2010. – S. 13-22.

16. Benc V.A. Polividovye posevy v kormoproizvodstve: teorija i praktika. - Novosibirsk, 1996. – 228 s.

17. Dobrovol'skaja T.G., Chernov I.Ju., Zvjagincev D.G. O pokazateljah struktury bakterial'nyh soobshhestv // Mikrobiologija. - 1997. - t.66. - №3. - S. 408-414.

18. Enkina O.V., Korobskoj N.F. Mikrobiologicheskie aspekty sohraneniya plodorodija chernozemov. – Krasnodar, 1999. – 150 s.

19. Epifanov V.S., Malysheva L.I. Luchshie kormovye smesi na poljah Rossii // Hozjain. - № 1-2. - 1994. - S. 9-10.

20. Nazar'ko M.D., Beljuchenko I.S. Vzaimootnoshenija mezhdru polevymi kul'turami i mikrobnym kompleksom pochvy // Jekologicheskie problemy Kubani. – 2000. – № 7. – S. 71-88.

21. Shugaj N.V., Beljuchenko I.S. Urozhaj i himicheskij sostav nadzemnoj massy v chistykh i sovmestnyh posevah // Jekologicheskie problemy Kubani. – 2000. – № 7. – S. 93-98.

22. Shugaj N.V., Beljuchenko I.S. Formirovanie kornevyh sistem polevyh kul'tur v sovmestnyh posevah // Jekologicheskie problemy Kubani. – 2000. – № 7. – S. 63-66.

23. Amador M., Glissman S.R. On ecological approach to reducing external inputs

through the use of intercropping //Agroecology. - 1990. - P. 146-159.

24. Belyuchenko I.S., Gorchakova A. Yu. Ecological aspects of practical plnt introduction in the botanicl garden of Kuban agrarian university (Russia) // Bothalia journal. 2014. – Vol.44. – №10. – R. 15-25.

25. Billore S.D., Singh K., Bargale M., Nahatkar S.B. Economics of pigeonpea (*Cajanus cajan*) and soybean (*Glycine max*) intercropping at varying fertility levels //Indian J. Agron. - September 1993. - Vol. 38, №3. - P. 365-369.

26. Clement A., Chalifour F.P., Bharati H.P., Gendron Ch. Nitrogen and light partitioning in a maize/soybean intercropping system under a humid subtropical climate //Can. J. Plant Sci. - Jan. 1992. - Vol. 72, №1 - P. 69-82.