

УДК 631.53.04

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СМЕШАННЫХ  
ПОСЕВОВ В АГРОЛАНДШАФТАХ КУБАНИ**

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

Создание совместных посевов весьма сложная современная экологическая проблема, решение которой невозможно без всестороннего изучения взаимоотношений между особями разных видов, складывающихся на уровне растительного сообщества. Изучение биотических отношений между таксонами, используемыми в таких посевах, весьма актуально; совместные посевы включают совмещенные (посев культур рядами) и смешанные посевы (семена культур смешиваются и высеваются совместно); большое значение в смешанных и совмещенных посевах придается подбору и сочетанию культур

Ключевые слова: СМЕШАННЫЕ ПОСЕВЫ, СОВМЕЩЕННЫЕ ПОСЕВЫ, БИОТИЧЕСКИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ, ЗЛАКИ, БОБОВЫЕ РАСТЕНИЯ, КРЕСТОЦВЕТНЫЕ

UDC 631.53.04

**ECOLOGICAL BASIS OF FUNCTIONING OF  
MIXED SOWINGS**

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

Creation of joint sowings is very complicated modern environmental problem and the solution is impossible without a comprehensive study of the relationship between individuals of different species that are emerging at the level of a plant community. Studying biotic relationships between taxa used in these crops is very important; joint crops include combinations (sowing crops in rows) and mixed crops (crop seeds mixed and sown together); great attention in the mixed and combined sowings has been paid to selection and combination of cultures

Keywords: MIXED CROPS, COMBINED CROPS, BIOTIC RELATIONSHIPS, GRAINS, LEGUMES, CRUCIFEROUS

Современное земледелие обусловило значительный рост производства сельскохозяйственной продукции на основе преобладания чистых посевов, вызвавших немало проблем в земледелии. Одновидовые агроэкосистемы высокопродуктивны, но потенциально нестабильны, поскольку полностью зависят от весьма значительных ресурсов извне. В отличие от природных систем они слабо адаптивны, в них меньше возможностей трансформации питательных веществ, энергии и т.д.; они больше подвержены также стрессам, вызванными изменениями погодных условий. Кроме того, они более уязвимы к воздействию вредных и болезнетворных организмов, сильнее страдают от эрозии и весьма активно истощают плодородие почв [6, 16].

Создание условий для саморегулирования агроэкосистем строится на основе взаимодействия между их отдельными компонентами [3, 4, 5, 9]. Достигнуть этого можно при условии, что агроэкосистема, подобно природной, будет отличаться разнообразием в видовом и трофическом отно-

шениях. Полагают, что биологическое и структурное разнообразие агроэкосистем и будет поддерживать многие циклические процессы, характерные для природных экосистем.

Тенденция к разнообразию (диверсификация) – ключ к пониманию перспектив создания устойчивых, продуктивных и экономичных агроэкосистем. Концепция диверсификации становится одной из стратегических в разрешении экологических и социальных проблем сельского хозяйства. Существует несколько путей диверсификации агроэкосистем. Одним из весьма перспективных направлений считается введение в практику совместных посевов [2, 16, 25].

Агрофитоценоз, состоящий из нескольких видов культурных растений, имеет ряд преимуществ перед чистым посевом [2, 3, 4, 5, 6]: 1) формирует фотосинтетический аппарат большей площади, в разных ярусах, а с увеличением количества ярусов повышается эффективность перехвата растениями солнечной радиации и участия их в фотосинтезе; 2) вследствие размещения корневых систем других видов в разных слоях почвы полнее используются минеральные вещества и влага [29, 30]; 3) благодаря несовпадению максимума потребления влаги и питательных веществ видами, входящими в агрофитоценоз, удается избежать резко выраженных пиковых ситуаций и обеспечить удовлетворение потребностей посева в основных жизненных факторах [3, 4]; 4) введение в посев видов с отличающимися биологическими признаками ведет к более полному использованию гидротермических ресурсов отдельных лет и формированию относительно стабильных урожаев [4]; 5) в совместных посевах создается более плотный травостой, который позволяет успешно подавлять сорные растения [16]; 6) ассоциация растений с разными видами реже страдает от вспышек вредителей и болезней, чем чистые посевы [2]; 7) введение в агроценоз бобовых культур улучшает азотное питание посева [5]; 8) плотный растительный

покров замедляет развитие водной и ветровой эрозии, способствует сохранению почвенного плодородия [6].

С экономической точки зрения такие посевы относительно выгодно, благодаря более эффективному, по сравнению с чистыми посевами, использованию площади земель, равномерному распределению во времени труда рабочих и максимальному использованию возможностей комплексных сельскохозяйственных машин [25].

Создание совместных посевов – это достаточно сложная современная экологическая и хозяйственная проблема. Для их создания используются культуры, выращиваемые обычно в чистых посевах. Успешное решение этой проблемы невозможно без всестороннего изучения взаимоотношений между особями разных видов, складывающихся на уровне растительного сообщества. В связи с этим изучение биотических отношений, складывающихся в чистых и совместных посевах сельскохозяйственных культур, является весьма актуальным.

Совместные посевы включают совмещенные (высеваются культуры отдельными рядками) и смешанные (семена разных культур перемешиваются и высеваются совместно). Совмещенные посевы известны в земледелии с давних времен, а примеры смешанных травостоев нам показывает природа. С возрождением "нормального" земледелия (без излишества минеральных удобрений и пестицидов) совмещенные посевы снова начинают получать прописку на полях. Большое значение в смешанных и совмещенных посевах придается подбору и сочетанию культур. При создании такого типа агроландшафтов рациональнее используются земельная площадь и 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 посевы, ввиду их меньшей специали-

зации и приближения по свойствам к естественным угодьям, 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 [2, 16].

В органическом земледелии посев рассматривается как единое целое, представляющий собой 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 [9].

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. С этой целью используется внесение сложного компоста [11, 12, 21]. При возделывании озимой пшеницы применяется внедрение фосфогипса в органические компосты с целью борьбы с мышевидными грызунами [12]. Внесение фосфогипса существенно улучшает азотное питание посевов.

Для того чтобы посев стал единым организмом, в его структуре должны сочетаться по возможности большее число видов (или сортов) растений: зерновые, травы (эфироносы, лекарственные и лучше аборигены), а также небольшое количество сорняков. 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 высушивание почвы и т.д. [8, 13].

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 [14].

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, крестоцветные), 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  $\text{CO}_2$ , соотношение свободной и связанной воды) и хозяйственной ценностью (урожайность кормовой массы, её поедаемость и переваримость, соотношение в корме листья: стебли, затраты на производство кормов и т.д.).

Высокой урожайностью характеризуются травосмеси, в структуре которых удачно подобрано сочетание и соотношение видов растений, разли-

чающихся развитием по укосам, сезонам и годам вегетации и равномерным размещением по ярусам. Такие различия обеспечивают интенсивный фотосинтез травостоя в целом в течение всей вегетации, что способствует повышению использования солнечной энергии и поливов. При подборе видов для травосмесей важнейшим требованием являются 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 водно-физические и химические свойства почвы и не создающие сильной конкуренции для роста и развития других компонентов травостоя [18].

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 [28, 29, 30]. В качестве доминант для летнего периода, когда колебания между показателями температуры дня и ночи небольшие, отбираются виды с  $C_4$ -типом фотосинтеза (например, сорго, трава Колумба 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 т.д.). 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. [1, 17].

При создании травосмесей весьма важно определить состав видов, их размещение в пространстве, доленое участие каждого вида, сроки и способы посева однолетних видов, технологию посева, ухода и использования травостоев. С нашей точки зрения, на юге 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 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 наиболее полно дополняли бы друг друга по своим биологическим, экологическим и биохимическим характеристикам и чтобы их взаимоотношения не носили антагонистический характер [24].

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 периода 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, поглощении 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 за 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 эдафотопы) 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 [6, 23].

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 горизонтам почвы обеспечивают травосмесям более полное освоение эдафотопы, лучшее снабжение травостоя водой и элементами питания [26].

Энергетические взаимоотношения в травосмеси определяются способностью одних видов использовать выделяемые вещества другими видами. Чем теснее энергетические взаимоотношения между видами в травосмеси, тем её работа эффективнее. Известно, что отдельные виды или разновозрастные группы одного вида выделяют в почву в разном количестве различные 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 [27].

Учитывая характер взаимоотношений между растениями и их консортами, можно правильно подобрать основные компоненты для травосмеси,



которая по своей продуктивности будет выше любого отдельно взятого компонента в чистом посеве. Например, двойная травосмесь (голубое просо + люцерна) в первый год, а во второй год это проявляется особенно отчетливо в условиях Таджикистана, формирует более высокий урожай, чем любой из составляющих компонентов, выращиваемых отдельно [6].

Подбираемые для травосмеси растения должны различаться по конкурентоспособности во времени и пространстве, которая определяется степенью выраженности вегетативной подвижности особей отдельных видов, мощностью и пространственным размещением их подземной массы (корней, корневищ), эффективностью работы листового аппарата и его распределением по горизонтам, скоростью и продолжительностью роста вегетативных структур, эффективностью использования занимаемого объема агро- и эдафотопа по сезонам года. При составлении травосмесей, включаемых в севооборот 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 alatum* погибает, а также виды, как *Panicum antidotale*, *Aristida spp.*, *Bothriochloa spp.* и др. теряют надземные структуры, но сохраняют подземные (корневища, зону кущения и т.д.) и с наступлением дождливой весны отрастают и развиваются по многолетнему циклу [28, 30].

В районе Явана (Таджикистан) нами испытывались различные виды травосмесей, убираемых в фазы выметывания – начала цветения. Хорошие результаты показала травосмесь голубого проса, люцерны и овсяницы

травостоевой, как постоянных компонентов, с добавлением мешанки в составе 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 к.е. Введение в мешанку 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 пастбищ.

Нет сомнения, что состав злаково-бобовых травостоев в южных районах нашей страны не будут ограничены видами, упомянутыми выше. На наш взгляд, заслуживают внимания для усложнения мешанок в отдельных районах пелюшка и вика туркестанская, шабдар и берзинь; для многолетних осенне-весеннего развития - житняк, мягкоколосник, мятлик луковичный, а для летней вегетации 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 [27].

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, а в осенне-весенний сезон – овсяницу тростниковую. Их совместные посевы позволят создавать зеленый конвейер с конца марта – начала апреля до ноября.

В летний период основная нагрузка ложится на злаки летнего развития. Их основной сдерживающий фактор – медленное развитие растений в первые два месяца после посева, 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 их площадей занята под злаково-люцерновыми травосмесями. Средний урожай люцерны в США составляет 5–7 т/га сева.

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

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 высевом. Предложены способы создания травосмесей путем размещения отдельных компонентов в обособленные полосы или рядки [25].

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 N и его использование злаками. Полосные и мозаичные злаково-бобовые травосмеси сводят к минимуму воздействие на рост злаков бобовых растений через обогащение ими почвы азотом [3].

Важным звеном в создании травосмесей является правильное сочетание в их структуре бобовых с оптимизацией обеспечения фиксируемым ими азотом злаковых компонентов. В опытах в США (Техас) с использованием N<sup>15</sup> 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 злаков. Так, в опытах в Индии в чистых посевах злаков в их корме 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 содержание клетчатки в надземной массе составило 28,4 %, а при выращивании в смеси с люцерной протеина в корме содержалось 8,9 %, а клетчатки – 25,9 % [4].

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 строчками и в разные сезоны и др. 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 высевает однолетнюю травосмесь ("мешанка" в составе двух-четырех компонентов). Положительные стороны этой травосмеси следующие: 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 их 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 сё чистыми посевами); 6) пространственное обособление отдельных ком-

понентов травосмеси, способствующее более полному проявлению ими потенциальных возможностей, обеспечивает получение максимального урожая надземной массы и корней, лучшую балансировку в кормах питательных 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, 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 [2, 4, 5, 16].

***Поведение растений в совместных посевах.*** Посевы, состоящие из нескольких видов растений, возделываемых при определенном загущении в сравнении с чистым травостоем, известны в качестве уплотненных, которые делятся на три группы: уплотненные в пространстве – одноукосные смеси (сюда относятся смешанные и совместные посевы), дающие за вегетационный период один урожай (укос); различие между смешанными и совместными посевами определено ГОСТом 16265-89, согласно которому смешанным называется посев компонентов в один рядок или в одно гнездо, а совместным размещение компонентов в разных рядах или гнездах; уплотненные во времени – промежуточные посевы, которые размещают в полях севооборота, незанятых основными культурами; уплотненные в пространстве и времени – многоукосные посевы, состоящие из двух или нескольких видов растений, формирующих несколько укосов; такие посевы занимают площадь в течение всего вегетационного периода и позволяют наиболее полно использовать почвенное плодородие. Предметом изучения в настоящей части являются совместные посевы [5].

Перечисленные виды посевов, несмотря на разницу в технологиях их формирования и различия их функциональных задач, объединяет то, что продукционный процесс в них в значительной степени определяется межвидовыми взаимоотношениями и эколого-биологические принципы их создания основываются на одних предпосылках. Классики русской биологической и сельскохозяйственной науки неоднократно обращали внимание на необходимость изучения совместных посевов, ссылаясь при этом на более высокую продуктивность естественных фитоценозов, состоящих из многих видов.

В последние десятилетия широкое развитие получила идея сродства естественных и искусственных фитоценозов, а отсюда и необходимость применения методов фитоценологии к исследованию полевых сообществ [24, 27]. Фитоценоз нельзя свести к сумме его частей, а сами части нельзя познать вне их взаимодействия с фитоценозом как целым [1, 26]. Отсюда возникает необходимость существования двух взаимодополняющих направлений в изучении популяций культурных растений в совместных посевах: онтогенетического, рассматривающего биологические особенности онтогенеза и механизмы функционирования популяций как систем особей, и ценотического, рассматривающего популяции как элементы фитоценоза, а также механизмы адаптаций их к условиям последних [23]. В состав агроценоза помимо культурных растений входят сорные растения, микориза на корнях культурных и сорных растений, почвенные микроорганизмы, клубеньковые бактерии и т.д. [25]. Агрофитоценоз существует, пока сохраняется один севооборот и одна система технологий культур.

*Взаимоотношения между культурами в совместных посевах.* Сопоставляя и анализируя признаки, которые должны быть присущи агрофитоценозу для лучшей реализации им ресурсов плодородия, можно сделать вывод, что их объединяет некое общее свойство, заключающееся в расхождении видов по экологическим нишам. Концепция экологической ни-

ши определяет место вида в биоценотической системе, его отношения с другими членами сообщества и приспособленностью к определенным условиям среды. Различия экологических ниш являются отправным организующим элементом стабильности агроэкосистем [6]. Развитие многовидового сообщества сводится к процессу дифференциации экологических ниш. Дифференциация реализуется за счет подбора видов различных по своим биологическим особенностям, прежде всего отличающихся неодинаковым отношением к температуре и влаге – факторам наиболее подверженным колебаниям по годам и менее всего поддающимся регулированию [24]. Соединение в посевах тепло- и холодостойких, влаголюбивых и засухоустойчивых культур позволяет в разные по погодным условиям годы получать стабильно высокие урожаи вегетативной массы и зерна за счет активизации компонента, для которого условия года оказались наиболее подходящими.

Подбор видов и сортов, у которых смещены критические фазы роста, позволяет использовать одни и те же факторы среды в определенной последовательности, в результате чего каждый вид в критический период лучше обеспечен необходимыми условиями, а посев в целом более успешно утилизирует доступные ресурсы. Напряженность пищевого режима в совместном посеве также может быть уменьшена за счет подбора компонентов с различным ритмом суточного поглощения питательных веществ.

При прочих равных условиях продуктивность растительной ассоциации тем больше, чем больше в ней ярусов. С увеличением числа ярусов повышается вероятность более полного перехвата растениями солнечной радиации и участия ее в фотосинтезе. Для использования солнечной энергии с максимальной эффективностью ориентация листьев и расположение их по вертикали должны предотвращать взаимное затенение, что может быть достигнуто за счет использования в верхнем ярусе посева культур с



вертикально расположенными листьями. Кроме того, в совместных посевах компоненты могут подбираться таким образом, что одни формируют рабочую поверхность листьев в первую половину вегетации, а другие - во вторую. Эффективное использование ФАР в большинстве случаев приводит к повышению урожайности совместных посевов, по сравнению с чистыми. Оптимальная площадь листьев составляет 5–6 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>2</sup> поверхности почвы. Дальнейшее увеличение рабочей фотосинтезирующей поверхности ведет к взаимному затенению и снижению эффективности фотосинтеза [6, 16].

В совместных посевах складываются условия, позволяющие более рационально использовать основные условия: элементы минерального питания и влагу. Такое положение достигается увеличением суммарной мощности корневой системы в сравнении с чистыми посевами и распределением корневых систем отдельных видов по разным слоям почвы.

В практике сельского хозяйства совместные посевы несут, прежде всего, функциональную нагрузку. Чаще всего их роль связана с изменением качества урожая. Так, введение в посев бобового компонента преследует в первую очередь повышение содержания протеина в биомассе и увеличение его сбора с единицы площади. Кроме того, культуры с прочным неполегающим стеблем часто вводятся в посев в качестве опоры для полегающих или стелющихся культур.

В процессе отправления физиологических функций, связанных с потреблением питательных веществ и влаги, выделением через надземные и подземные части продуктов метаболизма, растения изменяют окружающую среду и являются, таким образом, экологическим фактором для произрастающих рядом растений и ассоциированных с ними прочих живых организмов. Поэтому, в смешанном посеве для каждого компонента создаются условия, отличные от чистого посева. Это отражается на характере поступления питательных веществ и влаги в растения и влияет не толь-

ко на количество образуемой биомассы, но и на ее химический состав. Установлено, что в бобово-злаковых смесях улучшается фосфорное и калийное питание злакового компонента и ухудшается питание бобового. По данным ряда исследователей у бобовых снижается активность поглощения фосфора под действием метаболитов злаков. В то же время некоторые бобовые растения способны усваивать фосфор из труднодоступных соединений и улучшать через корневые выделения питание произрастающих с ними компонентов. В совместных посевах наблюдается и прямой обмен метаболитами между растениями через корневые выделения [2, 10].

Улучшение азотного питания злаков в смешанных посевах может происходить за счет частичного отмирания клубеньков. Это является одной из причин обогащения небобового компонента, произрастающего совместно с бобовыми, протеином, в сравнении с чистой культурой.

Согласно представлениям других исследователей не следует переоценивать значения бобовых как источника азота для злаковых в совместных посевах. Не всегда участие бобовой культуры в агрофитоценозе влечет за собой обогащение протеином небобового компонента в сравнении с чистым его посевом [15].

Таким образом, расхождение культурных растений по экологическим нишам в совместных посевах дает растительному сообществу ряд преимуществ перед чистыми посевами культур. Однако взаимоотношения между растениями в совместных посевах сложны и многообразны, и поэтому не могут быть описаны только дифференциацией экологических ниш. Растения в процессе роста и развития вступают в сложные внутри- и межвидовые взаимоотношения: между сельхозкультурами, между ними и сорными растениями, насекомыми, патогенами и т.д. В целом эти отношения можно разделить на симбиотические и антагонистические [6]. Большинство авторов сходятся во мнении, что основным фактором определяющим развитие агроценоза являются конкурентные взаимоотношения.

*Конкурентные взаимоотношения.* Они возникают, прежде всего, тогда, когда экологические ниши организмов по каким-либо факторам перекрываются [6, 18]. Внутривидовая и межвидовая конкуренция отрицательно влияет на организменные единицы (приводит к снижению выживаемости, скорости роста и размножения отдельных особей) и оказывает противоположное действие на толерантность популяции. Внутривидовая конкуренция может приводить к увеличению разнообразия используемых популяцией ресурсов. Межвидовая конкуренция способствует ограничению диапазона местообитаний и ресурсов, используемых популяцией, поскольку виды, как правило, имеют различную способность осваивать местообитания и потреблять ресурсы.

В принципе, различают две формы конкурентных взаимоотношений: прямая (интерференция) и косвенная (эксплуатация). При прямой конкуренции между видовыми популяциями в фитоценозе складываются направленные антагонистические отношения, выражающиеся в формах взаимного угнетения: перекрытие доступа к ресурсу, химическое подавление конкурента и т.п. Фактически при интерференции реализуются различные формы антибиоза. Косвенная конкуренция выражается в том, что один из видов монополизирует ресурс или местообитание, ухудшая при этом условия существования другого вида, обладающего сходными требованиями к среде и ресурсам. При этом не наблюдается прямых форм влияния видов друг на друга; успех в конкурентной борьбе при этом определяется биологическими особенностями вида: интенсивностью размножения, скоростью роста, активностью использования ресурсов.

В двух или трех видовом посеве можно вычленить конкуренцию какой-то пары видов. При этом различают конкуренцию симметричную, когда конкурентоспособность видов одинакова, и асимметричную, когда виды по этому показателю неравнозначны. В отношении однолетних совместных посевов основное значение приобретает межвидовая конкуренция

в процессе онтогенеза растений. Для этого случая применима трактовка, согласно которой конкуренция – это любое взаимодействие между популяциями двух и более видов, которое неблагоприятно сказывается на их росте и выживаемости. Чем большее число видов произрастает на данной территории, тем более напряженные конкурентные отношения складываются между ними. Причем, со стороны группы конкурентов одного вида конкурентное давление может быть сравнительно небольшим, а суммарное влияние нескольких видов может быть таким же сильным или сильнее, чем гораздо более интенсивное удельное конкурентное давление меньшего числа конкурирующих видов [1].

Конкурентные отношения очень лабильны и в значительной степени зависят от природных условий. Малейшее изменение условий местообитания влечет за собой изменение качественных и количественных параметров в пределах конкурирующих видов.

В совместных посевах острые конкурентные отношения складываются при использовании в качестве компонентов культур с одинаковым периодом вегетации и сходными потребностями в основных жизненных факторах. Абсолютно идентичное потребление ресурсов или использование других элементов среды встречается редко. Если же таковой факт имеет место, то в результате более конкурентоспособный вид вытеснит (элиминирует) менее конкурентоспособный, либо оба вида будут сосуществовать при неполном использовании общих ресурсов. Наиболее конкурентоспособные виды уже на ранних этапах роста становятся доминантными и к концу вегетации они формируют больше биомассы и урожай их выше. Когда роль компонента агрессора становится преобладающей, совместный посев может оказаться малочувствительным к различным технологическим приемам, и наличие ресурсов начинает оказывать все большее влияние на урожай обоих компонентов. Наиболее напряженные отношения в совмест-

ном посеве складываются при конкуренции за свет, воду и элементы минерального питания.

*Конкуренция за свет.* В отличие от других факторов среды, таких как вода, элементы минерального питания или углекислый газ, свет не аккумулируется ни в почве, ни в атмосфере, ни в растениях. Световая энергия либо преобразуется в энергию химических соединений, либо рассеивается в виде тепла. Конкуренция за свет влияет на способность культурных и сорных видов растений использовать воду и минеральное питание, снижая производство продуктов фотосинтеза, необходимых для поддержания роста корневых систем. Затененные растения обычно имеют более низкое соотношение корни/крона, чем растения того же генотипа, произрастающие при полной освещенности [19, 21].

Кроме того, полог растительности изменяет спектральный состав падающего света, в связи с чем изменяется соотношение инфракрасного и красного излучений. Это изменение качества света влияет на затеняемые растения через физиологические процессы, связанные с фитохромом. Изменение количества фитохрома в растениях включает механизм, позволяющий растениям избегать затенения вплоть до отклонения от объекта затенения еще до того как затенение будет иметь место. Инфракрасное излучение влияет на морфогенез, понижая высоту растений, снижая рассеянное ветвление, кущение и уменьшая диаметр стебля.

Многочисленные исследования показывают, что высота стебля и расположение листьев на растении на разных стадиях могут определять успех / неуспех в конкуренции за свет. Соотношение между площадью листьев компонентов и высота или ярус расположения основной массы листьев - основные факторы, влияющие на конкуренцию за свет. Угол расположения листьев так же очень важен: виды с горизонтально расположенными листьями перехватывают большее количество солнечной радиации по сравнению с видами, у которых листья расположены вертикально, что

повышает их конкурентоспособность в борьбе за свет. На исход конкуренции за свет большое влияние оказывают различия в физиологии и особенностях роста растений, носящие характер адаптаций. Эти адаптации включают низкий уровень дыхания и точку световой компенсации, а также большую площадь листьев или относительно большую площадь листового аппарата у затеняемого компонента.

При полевых исследованиях нами установлено, что быстро развивающиеся культуры (например, кукуруза или картофель) могут подавлять другие виды при конкуренции за свет, затеняя их. Так, при совместном возделывании кукурузы и сои в смешанных посевах индекс листовой поверхности сои снижался в среднем на 13,5–17,0 %, коэффициент светопередачи – на 0,5–2,3 %, а уровень чистой ассимиляции на 61,0–73,1 %.

Затенение может отрицательно сказаться на урожае, если растениям не хватает света для фотосинтеза. Так, при возделывании сои совместно с подсолнечником в результате затенения урожай семян сои снижался с 15,5 до 9,91 ц/га. Обычно в бобово-злаковых смесях бобовый компонент подвергается затенению. Затенение может вести к вытягиванию и ослаблению растений, и они легче подвергаются повреждению со стороны вредителей и болезней. Для других видов затенение может быть благоприятно, поскольку в этих условиях они меньше повреждаются высокими температурами и меньше страдают от недостатка влаги. В этом случае может оказаться, что урожай компонента из нижнего яруса выше, чем его урожай в чистом посеве. В целом, высокие и энергично растущие компоненты посева доминируют над медленно растущими и низкорослыми, а вьющиеся над прямостоячими [12].

*Конкуренция за воду.* Вода или ее недостаток наиболее часто оказывается фактором, лимитирующим рост и развитие растений даже в областях с достаточным увлажнением. Недостаток воды имеет место, когда потери воды при транспирации превышает всасывание корнями. Снижение

тургора уменьшает проницаемость цитоплазмы и захват углекислого газа. Недостаток воды снижает фотосинтез, лимитируя синтез хлорофилла, карбоксильных ферментов и их активность, процесс фосфорелляции и т.д. Из-за зависимости от тургора и транспорта ассимилятов рост листьев также чувствителен к недостатку влаги. Виды конкурируют за воду, снижая уровень доступной влаги для соседних видов. Эффективность использования воды, транспирационный коэффициент, устойчивость к затоплению и засухе специфичны для многих видов и влияют на исход межвидовой конкуренции. В большинстве случаев успех в конкуренции за доступную влагу определяется мощностью и глубиной проникновения корневой системы. Исследования динамики продуктивности видов с  $C^3$  и  $C^4$  типами фотосинтеза показали, что продуктивность  $C^4$  видов снижается при максимальной доступности почвенной влаги, в то время как  $C^3$  виды наименее продуктивны в засушливых условиях [20, 22, 23].

Наиболее напряженные конкурентные отношения складываются при недостатке воды между культурными и сорными растениями. Большинство сорных видов являются “растратчиками” воды благодаря тому, что их питание меньше зависит от водного потенциала листьев, чем у культур, с которыми они конкурируют. Если к этому еще прибавить более мощную корневую систему или физиологическую устойчивость к засухе, то понятно, что сорные виды быстро осуществляют перехват доступной влаги, лишая культурные растения этого важного ресурса. Конкуренция за влагу приводит к снижению урожайности менее конкурентоспособного вида. Если потенциальный урожай культуры уже снижен за счет недостатка воды, то конкуренция за остальные ресурсы (свет и минеральное питание) имеет малый эффект. Недостаток или избыток влаги может влиять на длительность критического по отношению к засорению периода.

*Конкуренция за элементы минерального питания.* Доступность элементов минерального питания и реакция почвенного раствора также влия-

ют на конкурентные отношения в совместных посевах. Наиболее важными элементами, определяющими исход конкуренции, являются азот, фосфор и калий. Обеспеченность этими элементами в значительной степени определяет отношения между бобовыми и злаками в посевах. Бобовые особенно чувствительны к недостатку калия, но они успешнее, чем злаки усваивают фосфор из труднодоступных соединений, к тому же за счет симбиотической азотфиксации они не нуждаются в дополнительном обеспечении азотом. Для злаков наиболее важным элементом минерального питания, лимитирующим конкурентоспособность вида, является. При внесении азотных удобрений конкурентоспособность злаков сильно возрастает, а конкурентоспособность бобового компонента, напротив, снижается в результате подавления синтеза азота клубеньковыми бактериями. Однако наибольший успех в конкуренции за фосфор злаки имеют при низком уровне азота в почве. Некоторые авторы указывают на более высокий потенциал роста злаков с  $C_4$  типом фотосинтеза в сравнении с бобовыми, имеющими  $C_3$  тип фотосинтеза, на фоне удобрений; при достаточном азотном питании злаки более успешно усваивают азот из удобрений. Бобовые имеют более интенсивный катионный обмен в зоне корней, по сравнению со злаками [3, 5, 20].

Почвенное плодородие влияет на успех конкуренции между культурными и сорными видами. Внесение высоких доз удобрений смещает успех конкуренции в сторону сорных растений, так как в силу биологических причин удобрения стимулируют их рост гораздо интенсивнее, чем рост культурных.

Помимо обеспеченности растений водой, светом и минеральным питанием на исход конкуренции в значительной степени влияет температурный режим, являющийся одним из главных факторов регулирующих фенологическое развитие растений и видовой состав растительных сообществ. Температурный фактор регулирует, в частности, отношения между



культурными и сорными видами. Например, в Японии низкие температуры в начальный период вегетации благоприятствуют росту культурных растений, причем в большей степени злакам (кукуруза), и в меньшей степени бобовым (соя, арахис), обеспечивая им превосходство над сорными видами; в последующий период повышение температуры усиливает рост сорных и угнетает развитие культурных растений. Было также замечено, что повышение температуры от 15 до 25 °С в 8 раз увеличивает число клубеньков на растении сои, при этом, их сухая масса увеличивалась в 4 раза, а сырая в 5 раз, что в определенной степени смещает успех конкуренции в сторону бобового компонента [24, 26].

Содержание углекислого газа в атмосфере также некоторым образом влияет на исход конкурентных отношений. Концентрация углекислого газа влияет на эффективность использования воды растениями, площадь листьев, содержание хлорофилла и активность ряда ферментов. Известно, что растения с  $C_3$  типом фотосинтеза более зависимы от концентрации углекислого газа, чем растения с  $C_4$  типом фотосинтеза. Такое различие – важный фактор в конкуренции между культурными и сорными растениями, так как наиболее распространенные сорные растения имеют  $C_4$  тип фотосинтеза, в то время как большинство культурных имеет  $C_3$  тип фотосинтеза [27].

Помимо вышеперечисленных факторов на конкурентные отношения влияют и так называемые трансбиотические отношения. Эта форма влияния проявляется через действие третьего организма. Проводниками этих отношений могут быть животные, избирательно выедающие растения, вредители и болезнетворные микроорганизмы, также избирательно поражающие определенные виды растений и человек, которому принадлежит особая роль в регулировании конкурентных отношений. В ходе реализации хозяйственной деятельности человек изменяет ряд параметров изначально присущих обрабатываемым территориям. Это влияние проявляется через

применение различных технологических приемов, включающих способы обработки почвы, применение удобрений и средств химической защиты, орошение, а также через регуляцию численности растений на единице площади путем регулирования норм высева, сроков сева и прямое уничтожение при прополках и прореживании.

Агротехника может повысить доступность ресурсов или обеспечить их приток извне. Например, путем уничтожения сорной растительности человек может высвободить для культурных растений ресурсы, сконцентрированные в нишах первоначально занятых сорными видами. Однако, уничтожение сорняков ради получения высоких урожаев приводит к недополучению почвой органического вещества в количестве 6,6–34,9 т/га в пересчете на сухое вещество.

Сорняки являются обязательным компонентом агроценоза и кроме общеизвестного вреда, причиняемого культурам, оказывают ряд положительных действий. При контролируемой численности они не снижают урожая и нормализуют экологическую обстановку в агроценозе. Сорняки, обладая более глубокой корневой системой, интенсифицируют кругооборот минеральных элементов между при поверхностным и более глубокими горизонтами почвы, защищают ее от эрозии в регионах с ливневым характером выпадения осадков, повышают биологическую активность почвы. Минеральные вещества, использованные сорняками для питания, остаются на поле. При заделке в почву их органическое вещество минерализуется и питательные вещества включаются в общий круговорот. Есть еще несколько аспектов пользы, которую можно получить от сорняков: аллелопатическое ингибирование или угнетение некоторых, особо вредных, сорных видов; предоставление крова и пищи полезным организмам, главным образом насекомым; отпугивание или угнетение вредных организмов, а также, создание видового и структурного разнообразия агроэкосистем.

При оценке конкурентных отношений внутри сообщества большое значение имеют взаимоотношения на генотипическом уровне. Сорты различаются по конкурентоспособности. Снизить конкуренцию в посевах можно, используя виды и сорта, дополняющие друг друга в плане утилизации ресурсов. Раскрытие механизмов конкуренции необходимо для создания продуктивных и устойчивых систем, в которых заданные параметры будут определять конечный результат в большей степени, чем случайные факторы.

Трудность познания конкуренции и управления ею состоит в необходимости расчленения сложного многофакторного процесса на элементарные действия за овладение отдельными факторами. С другой стороны, реальную картину можно получить только при целостном рассмотрении процесса на уровне ценоза. Объективно измерить и выразить конкуренцию как особый процесс взаимодействия растений еще никому не удалось. Тем не менее, существуют попытки качественной и количественной оценки конкурентных отношений. В таких исследованиях за основу принимаются густота стояния и урожайность видов в чистых и совместных посевах [5, 8, 16, 18, 25].

#### Список литературы

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., Мокрецов Г.Г. Изменение свойств коричневой карбонатной почвы под влиянием травостоев // Докл. ВАСХНИЛ. – 1991. – № 3. – С. 62–66.
3. Белюченко И.С. Поиски новых технологий выращивания зерновых культур // Междунар. агропромышл. журнал. – 1991. – № 6. – С. 42–45.
4. Белюченко И.С. Сложные травосмеси круглогодичного использования на юге Таджикистана // Вестник с.-х. науки. – 1991. – № 7. – С. 94–96.
5. Белюченко И.С. Создание травосмесей - перспективное направление в развитии кормопроизводства на юге Таджикистана // Изв. АН Тадж. ССР. – 1991. – № 3–4. – С. 65–77.
6. Белюченко И.С. Динамика запасных веществ и устойчивость злаков различного происхождения к экстремальным условиям // Бюл. МОИП, отд. биол. – 1993. – Т. 98. – Вып.1. – С. 78–96.

7. Белюченко И.С., Каримов И.А. Экологические аспекты выращивания многолетних кормовых злаков в чистых посевах и в травосмесях // Изв. АН Таджикистана, отд. биол. – Душанбе, 1994. – № 1. – С. 61–63.
8. Белюченко И.С. Стратегия развития и экологический потенциал природных систем Восточного Приазовья // В сб.: Разработка нефти и газа в Прибрежном регионе. – Краснодар, 1995. – С. 93–102.
9. Белюченко И.С. Введение в общую экологию. – Краснодар: Изд-во КГАУ, 1997. – 544 с.
10. Белюченко И.С. Эволюционная экология. – Краснодар: изд-во КГАУ, 2001. – 504 с.
11. 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.
12. Белюченко И.С. Использование фосфогипса для рекультивации чернозема обыкновенного в степной зоне Кубани // I Всероссийская Научная конференция. – Краснодар, 2009. – С. 54–59.
13. 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.
14. Белюченко И.С. Экология Краснодарского края (Региональная экология): учебное пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – 354 с.
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. Белюченко И.С., Смагин А.В., Гукалов В.Н., Мельник О.А., Славгородская Д.А., Калинина О.В. Экологические аспекты совершенствования функционирования агроландшафтных систем Краснодарского края // Тр. / КубГАУ. – 2010. – Т. 1. – № 26. – С. 33–37.
17. Белюченко И.С. Введение в экологический мониторинг: учебное пособие. – Краснодар, 2011. – 297 с.
18. 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.
19. Белюченко И.С. К вопросу о механизмах управления развитием сложных компостов // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С. 88–113.
20. Белюченко И.С. Сложный компост и его роль в улучшении почв // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 2. – С. 75–86.
21. Белюченко И.С. Дисперсные и коллоидные системы отходов и их коагуляционные свойства // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2013. – Т. 9. – № 1. – С. 13–38.
22. 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.
23. Куркин К.А. Фитоценотическая конкуренция. Системная взаимосвязь между парциальными давлениями конкуренции за различные ресурсы // Ботанический журнал. – 1986. – №6. – С. 723–732.
24. Миркин Б.М. Экология естественных и сеяных лугов. – М.: Знание, 1991. – 61 с.
25. Мокрецов Г.Г., Белюченко И.С. Особенности развития и формирования урожая кормовых растений в чистых посевах и травосмесях на юге Таджикистана // Растительные ресурсы. – 1991. – Вып. 3. – С. 95–120.

26. Работнов Т.А. Фитоценология. – М.: Изд-во московского ун-та. – 1978, 292 с.
27. Часовенная А.А. Основы агрофитоценологии. – Л, 1975. – 188 с.
28. Beluchenko I.S. Dynamica of development of tropics and temperate grasses in wet subtropical grassland associations of the USSR // Beitrage trop., subtrip. Landw., Veterin. – 1985. – V. 23. – № 3. – P. 83–89.
29. Beluchenko I.S. Seasonal growth and development of tropical and subtropical fodder crops // Studia i mater, Krakov, 1977. – №. 2. – P. 5–25.
30. Beluchenko I.S. The yield structure of forage grasses in monodominant stands // Beitrage trop., subtr. Landw., Veterin., DDR, Leipzig. – 1978. – № 2. – P. 121–135.

### References

1. Belik N.L. Agrofитоценозы, их строение и биологические основы повышения продуктивности // Биология и экология культурных растений. – Тамбов, 1994. – С. 1-9.
2. Beljuchenko I.S., Mokrecov G.G. Изменение свойств коричневой карбонатной почвы под влиянием травостоев // Докл. VASHNIL. – 1991. – № 3. – С. 62-66.
3. Beljuchenko I.S. Poiski novyh tehnologij vyrashhivaniya zernovyh kul'tur // Mezhdunar. agropromyshl. zhurnal. – 1991. – № 6. – С. 42-45.
4. Beljuchenko I.S. Slozhnye travosmesi kruglogodichnogo ispol'zovaniya na juge Tadzhikestana // Vestnik s.-h. nauki. – 1991. – № 7. – С. 94-96.
5. Beljuchenko I.S. Sozdanie travosmesej - perspektivnoe napravlenie v razvitii kormoproizvodstva na juge Tadzhikestana // Izv. AN Tadh. SSR. – 1991. – № 3-4. – С. 65-77.
6. Beljuchenko I.S. Dinamika zapasnyh veshhestv i ustojchivost' zlakov razlichnogo proishozhdenija k jekstremal'nym uslovijam // Bjul. MOIP, otd. biol. –1993. – T. 98. – Vyp.1. – С. 78-96.
7. Beljuchenko I.S., Karimov I.A. Jekologicheskie aspekty vyrashhivaniya mnogoletnih kormovyh zlakov v chistyh posevah i v travosmesjah // Izv. AN Tadzhikestana, otd. biol. – Dushanbe, 1994. – № 1. – С. 61-63.
8. Beljuchenko I.S. Strategija razvitija i jekologicheskij potencial prirodnyh sistem Vostochnogo Priazov'ja // V sb.: Razrabotka nefi i gaza v Pribrezhnom regione. – Krasnodar, 1995. – С. 93-102.
9. Beljuchenko I.S. Vvedenie v obshhuju jekologiju. – Krasnodar: Izd-vo KGAU, 1997. – 544 s.
10. Beljuchenko I.S. Jevoljucionnaja jekologija. – Krasnodar: izd-vo KGAU, 2001. – 504 s.
11. Beljuchenko I.S. Vlijanie fosfogipsa na transformaciju azota v chernozeme obyknovennom stepnoj zony Kubani // Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza. – 2008. – T. 4. – № 2. – С. 144-147.
12. Beljuchenko I.S. Ispol'zovanie fosfogipsa dlja rekul'tivacii chernozema obyknovenного v stepnoj zone Kubani // I Vserossijskaja Nauchnaja konferencija. – Krasnodar, 2009. – С. 54-59.
13. Beljuchenko I.S. Problemy rekul'tivacii othodov byta i proizvodstva (po materia-lam I Vserossijskoj nauchnoj Konferencii po problemam rekul'tivacii othodov) // Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza. – 2009. – T. 5. – № 3. – С. 72-77.
14. Beljuchenko I.S. Jekologija Krasnodarskogo kraja (Regional'naja jekologija): uchebnoe posobie. – Krasnodar: KubGAU, 2010. – 354 s.
15. Beljuchenko I.S., Dobrydnev E.P., Murav'ev E.I. Jekologicheskie osobennosti fosfogipsa i celesoobraznost' ego ispol'zovaniya v sel'skom hozjajstve // II Vserossijskaja Nauchnaja konferencija. – Krasnodar, 2010. – С. 13-22.
16. Beljuchenko I.S., Smagin A.V., Gukalov V.N., Mel'nik O.A., Slavgorodskaja D.A., Kalinina O.V. Jekologicheskie aspekty sovershenstvovaniya funkcionirovaniya agro-

- landshaftnyh sistem Krasnodarskogo kraja // Tr. / KubGAU. – 2010. – T. 1. – № 26. – S. 33-37.
17. Beljuchenko I.S. Vvedenie v jekologicheskij monitoring: uchebnoe posobie. – Krasnodar, 2011. – 297 s.
  18. 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.
  19. Beljuchenko I.S. K voprosu o mehanizmah upravlenija razvitiem slozhnyh kompostov // Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza. – 2012. – T. 8. – № 3. – S. 88-113.
  20. Beljuchenko I.S. Slozhnyj kompost i ego rol' v uluchshenii pochv // Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza. – 2012. – T. 8. – № 2. – S. 75-86.
  21. Beljuchenko I.S. Dispersnye i kolloidnye sistemy othodov i ih koaguljacionnye svojstva // Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza. – 2013. – T. 9. – № 1. – S. 13-38.
  22. 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'skohozjajst-vennogo proizvodstva». – Krasnodar, 2013. – S. 26-30.
  23. Kurkin K.A. Fitocenoticheskaja konkurencija. Sistemnaja vzaimosvjaz' mezhdou parcial'nymi davlenijami konkurencii za razlichnye resursy // Botanicheskij zhurnal. – 1986. – №6. – S. 723 - 732.
  24. Mirkin B.M. Jekologija estestvennyh i sejanyh lugov. – M.: Znanie. – 1991. – 61 s.
  25. Mokrecov G.G., Beljuchenko I.S. Osobennosti razvitija i formirovanija urozhaja kormovyh rastenij v chistyh posevah i travosmesjah na juge Tadzhi-kistana // Rastitel'-nye resursy. – 1991. – Vyp. 3. – S. 95-120.
  26. Rabotnov T.A. Fitocenologija. – M.: Izd-vo moskovskogo un-ta. – 1978. – 292 s.
  27. Chasovennaja A.A. Osnovy agrofitocenologii. – L, 1975. – 188 s.
  28. Beluchenko I.S. Dynamica of development of tropics and temperate grasses in wet subtropical grassland associations of the USSR // Beitrage trop., subtrip. Landw., Veterin. – 1985. – V. 23. – № 3. – R. 83-89.
  29. Beluchenko I.S. Seasonal growth and development of tropical and subtropical fodder crops // Studia i mater, Krakov, 1977. – №. 2. – R. 5-25.
  30. Beluchenko I.S. The yield structure of forage grasses in monodominant stands // Beitrage trop., subtr. Landw., Veterin., DDR, Leipzig. – 1978. – № 2. – R. 121-135.