

УДК 631.95.

UDC 631.95.

03.00.00 Биологические науки

Biological sciences

**ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННЫМИ КУЛЬТУРАМИ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ПОСЕВОВ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ КРАЯ****RELATIONSHIP BETWEEN AGRICULTURAL CROPS IN VARIOUS TYPES OF SOWINGS IN THE STEPPE ZONE OF THE KRASNODAR REGION**Белюченко Иван Степанович  
д.б.н., профессорРИНЦ SPIN-код=[3768-8950](#)*ФГБОУ «Кубанский государственный аграрный университет», Краснодар, Россия*

Belyuchenko Ivan Stepanovich

Dr.Sci.Biol., professor

Russian Science Citation Index (RSCI)

SPIN-code = 3768-8950

*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

В травостоях однолетних культур повсеместно преобладают чистые посевы, которые, как правило, выделяются высокой продуктивностью, но, в отличие от природных систем, весьма слабо адаптированы, отличаются слабой трансформацией вещества и энергии и сильнее подвергаются стрессовым ситуациям. В агросистемах только структурное многообразие способно поддерживать многие процессы на весьма выровненном уровне. В агроландшафтных системах создаются смешанные посевы, которые практикуются в кормопроизводстве многих районов. Большое значение приобретает подбор культур для совместных посевов, поскольку взаимоотношения видов в создаваемых системах изучены слабо и изложены в литературе мало. Исследования проводились нами на опытных участках в колхозе «Заветы Ильича» Ленинградского района и учхозе Кубань г. Краснодара. Формирование совместных посевов в различных условиях увлажненности, уровня плодородия, химического и физического состояния почвы задача достаточно трудная. Возделывание различных культур в совместных посевах заметно влияет на сроки наступления основных фаз вегетации у отдельных видов. Например, размещение сорго в междурядьях сои заметно удлиняло её период вегетации (на 5–7 дней), а для амаранта, наоборот, отмечено ускорение межфазных периодов; заметно менялась высота растений, варьировала площадь листовой поверхности, различались также показатели конкурентной особенности отдельных видов. Отмечается существование взаимосвязи между способом посева культур, их агротехники и составом видового и популяционного состава микрофлоры почвы, её мезофауны, а также урожаем сухого вещества и их зерна

In herbaceous communities of annual crops dominate clean sowings, which are characterized by high productivity. However, it is very poorly adapted, different weak transformation of matter and energy and stronger exposed to stressful situations as compared to natural systems. In agroecosystems only structural diversity can supporting many processes on a much aligned level. In agrolandscape system creates mixed sowings that are practiced in forage production of many areas. Great importance is the selection of crops for joint sowing because the relationship of species in created systems are poorly investigated and documented in the literature is not enough. Investigations were carried out on experimental plots on the farm called "Zavety Ilyicha" of the Leningrad district and training farm called "Kuban" in Krasnodar. Formation of joint sowings in different moistening conditions, level of fertility, chemical and physical condition of the soil is a very big problem. Cultivation of different cultures in joint sowings significantly influences the terms the onset of main phases of vegetation in certain species. For example, the placement of sorghum between rows of soybean noticeably extended the period of its vegetation (5-7 days); acceleration of interphase periods was marked for amaranth; height of plant noticeably was changed, leaf area was varied, indicator of competitive features of individual species was differed. The existence of the relationship between the method of sowing crops, their farming practices and composition of species and population of microflora, mesofauna of soil, yield of dry matter and grain was observed

Ключевые слова: ЧИСТЫЕ ПОСЕВЫ; СОВМЕСТНЫЕ ПОСЕВЫ, УРОЖАЙ ЗЕРНА, СПОСОБ ПОСЕВА, РИЗОСФЕРА СОВМЕСТНЫХ ПОСЕВОВ, РИЗОПЛАН, МИКРОБНЫЕ СУКЦЕССИИ

Keywords: PURE SOWINGS, JOINT SOWINGS, YIELD OF GRAIN, METHOD OF SOWING, RHIZOSPHERE OF JOINT SOWINGS, RIZOPLANA, MICROBIAL SUCCESSION

На основной площади культивируемых земель во всем мире преобладают чистые посевы; они высокопродуктивны, но в отличие от природных систем слабо адаптированы, у них меньше возможностей трансформации веществ и энергии, они больше подвержены стрессам. Только биологическое и структурное разнообразие может поддерживать в агросистемах многие процессы, свойственные природным экосистемам. Важным направлением агроландшафтного производства является создание совместных смешанных посевов [1,2,3], которые практикуются в кормопроизводстве некоторых хозяйств нашей страны. Вопросы подбора культур для совместных посевов и взаимоотношения видов в создаваемых сообществах изучены весьма слабо и потому в научной литературе освещены мало. Настоящая статья посвящается изучению биотических взаимоотношений в чистых и совместных посевах некоторых полевых культур степной зоны края.

*Методика наших исследований.* Целью постановки опытов было изучение особенностей биотических взаимоотношений в чистых и совместных посевах сои, сорго и амаранта в условиях степной зоны Кубани. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи, включающие изучение особенностей роста и развития культур в чистых и совместных посевах на основе анализа особенностей развития конкурентных отношений между отдельными видами растений. Изучение особенностей отношений между культурными растениями и микробным комплексом, а также выяснение особенностей взаимоотношений между растениями и почвенной мезофауной в различных типах посевов проводилось на основе оценки урожайности в чистых и совместных посевах конкретных видов с учетом влияния отходов химического производства на загрязнение окружающих ландшафтов [9]. В условиях Кубани дана оценка совместного посева как фитоценоза со сложными межвидовыми отношениями, а также изучена специфика трофических групп микрофлоры и мезофауны при раз-

личных способах размещения культур. На основании проведенных опытов установлено преимущество совместных посевов по урожайности надземной массы и формированию ими полноценных в трофическом отношении микробных и зоофаунистических сообществ и т.д. На основании полученных данных разработан метод управления относительной конкурентоспособностью отдельных видов в совместных посевах.

Опытное поле, на котором проводились исследования, расположено на территории учхоза "Кубань", в 10 км от г. Краснодара. Климат умеренно-континентальный, сумма эффективных температур (более 10С°) составляет 3350–3450°С. Количество осадков широко варьирует по годам – от 510 до 858 мм. Наибольший дефицит влаги наблюдается в середине лета (июль-август). Почвы учхоза "Кубань" представлены черноземом выщелоченным малогумусным сверхмощным, содержание гумуса в пахотном слое колеблется в пределах 2,5–2,9 %; объемная масса в слое 0–100 см составляет 1,3–1,5 г/см<sup>3</sup>, а количество доступной растениям влаги составляет 40–45 % от ПВ. Погодные условия в годы проведения опытов заметно варьировали по температурному режиму и условиям увлажнения: два года были засушливые (в среднем за год выпало менее 450 мм осадков), один год был умеренно влажным, два года выпадение осадков было крайне неравномерным. При проведении исследований использовали лабораторный и полевой методы, с помощью которых изучали биотические отношения, складывающиеся в чистых и совместных посевах сои, сорго и амаранта при следующих способах размещения культур: 1) чистые посева культур с нормой высева сои – 250 000 растений /га, сорго – 100 000 растений/га, амаранта – 100 000, ширина междурядий – 45 см; 2) совместные посева с размещением сорго 50 000 растений/га и амаранта – 50 000, в междурядьях сои – 250 000, ширина междурядий 45 см; 3) совместные посева с размещением сои – 125 000, в междурядьях сорго – 100 000, ширина междурядий 45 см; 4) совместные посева сои 125 000 растений/га и сорго – 50 000

растений/га) чередующимися рядами 1+1, и 2+2, ширина междурядий 45 см.

В опытах использовалась соя среднепозднего сорта Ходсон (вегетационный период 125-130 дней), сорго сорта Хазине 1 (среднеспелый, вегетационный период 120-125 дней), амарант багряный - образец Кубанского ГАУ. Общая площадь каждой делянки составляет 63 м<sup>2</sup>, учетная площадь делянки – 36 м<sup>2</sup>. Повторность четырехкратная. Делянки были размещены на участке рендомизированным методом, под основную обработку вносили органические удобрения из расчета 20 т/га. Учеты и наблюдения в полевых опытах проводили по методикам ВНИИМКа. В течение вегетационного периода наряду с фенологическими наблюдениями определяли густоту стояния растений, динамику формирования надземных структур, динамику накопления сухого вещества и показатели чистой продуктивности фотосинтеза. В растительных образцах определяли: общий азот по Кьельдалю, сырую клетчатку по Геннебергу в модификации ЦИНАО, сырую золу методом сухого озоления. Отбор проб для качественного и количественного учета микрофлоры в почве, ризосфере и ризоплане проводили в соответствии с методикой Егорова, посев на плотные среды проводили методом Коха, прямой счет клеток на фиксированных окрашенных мазках – методом Виноградского, Шульгиной, Брида. Отбор проб производился при посеве, в период формирования генеративных органов и на момент уборки. Учет клубеньков на корнях сои оценивали в период цветения-образования бобов. Статистическая обработка данных выполнена методом дисперсионного анализа.

### ***Результаты исследований и их обсуждение***

*Взаимоотношения между растениями в чистых и совместных посевах.* Формирование совместных посевов – достаточно сложная биологическая и хозяйственная проблема, так как для их создания используются культуры, обычно возделываемые в чистых посевах. В совместных посевах

для таких культур создаются несколько иные условия, которые сказываются на их росте и развитии. В годы проведения исследований нами было установлено, что возделывание в совместных посевах влияет на сроки наступления основных фаз вегетации у сравниваемых культур. Данный показатель в значительной степени зависит от способа размещения растений в посевах и плотности стеблестоя. При размещении сорго в междурядьях сои фаза выметывания наступала в среднем на 5–7 дней позже, чем в чистых посевах сорго и сои и сорго чередующимися рядами. Для амаранта, напротив, характерно ускорение процессов развития при посеве в междурядьях сои. Длительность периода до фазы выметывания у амаранта сократилось в совместном посеве в среднем на 4 дня. Применение органических удобрений приводило к увеличению периода вегетации у сои и амаранта в среднем на 2–4 дня [2].

*Формирование надземных структур растений.* При анализе взаимовлияния культур в совместных посевах наибольший интерес представляют биометрические показатели растений, способствующие более полному перехвату солнечной энергии и формированию полноценного урожая отдельными культурами [3,4,5].

1. *Высота растений.* Совместное выращивание культур влияло на линейные размеры растений. В среднем за годы исследований высота растений сои в чистом посеве составила  $81,7 \pm 1,7$  см на неудобренном фоне и  $84,2 \pm 2,2$  см при применении органических удобрений. В совместных посевах высота растений сои увеличивалась. При расположении сорго в междурядьях сои его высота составляла  $86,2 \pm 2,2$  см при естественном плодородии и  $83,1 \pm 1,8$  см при применении органического вещества. Высота растений сорго и амаранта в совместных посевах снижалась. Линейные размеры растений сорго в чистом посеве составили  $135,7 \pm 6,2$  см, а амаранта –  $144,1 \pm 7,4$  см, в то время как при размещении их в междурядьях сои эти показатели составляли  $122,5 \pm 13,5$  см и  $79,0 \pm 12,3$  см соответственно [2].

2. *Фотосинтетический аппарат.* У сои и сорго интенсивное образование фотосинтетического аппарата происходило до начала периода образования генеративных органов. Затем темпы листообразования снижались. В среднем за 5 лет максимальная площадь листовой поверхности у сои в чистом посеве составляла 34,7 тыс. м<sup>2</sup>/га при естественном уровне плодородия и 37,4 тыс. м<sup>2</sup>/га при применении органических удобрений; у сорго 29,1 тыс. м<sup>2</sup>/га и 33,4 тыс. м<sup>2</sup>/га соответственно. Для амаранта характерен медленный рост в период от всходов до формирования соцветия. По мере развития генеративных органов темпы роста значительно возрастают, достигая пика при цветении. В этот период площадь листьев у амаранта в чистом посеве составляла 24,0–29,1 тыс. м<sup>2</sup>/га. За счет усыхания и опадения части листьев в дальнейшем площадь ассимиляционной поверхности культур закономерно снижалась [2].

В совместных посевах динамика роста и развития культур была сходна с таковой в чистых посевах. Наибольшей площадью листовой поверхности была в совместных посевах с размещением сорго в междурядьях сои – 43,4 и 40,8 тыс. м<sup>2</sup>/га на удобренном и неудобренном фоне соответственно. Площадь листьев отдельных компонентов в совместном посеве была снижена по сравнению с этим показателем в чистых посевах. Наибольшее угнетение в совместных посевах испытывал амарант. При размещении в междурядьях сои площадь листьев амаранта снизилась в 1,7 раза по сравнению с чистым посевом.

Чистая продуктивность фотосинтеза культур была наибольшей в первую половину вегетационного периода до фазы цветения (до 3,79–4,8 г/м<sup>2</sup>сут., у сои и до 6,8–7,7 /м<sup>2</sup>сут., у сорго). В фазу цветения чистая продуктивность фотосинтеза уменьшалась, а затем по мере формирования и созревания зерна снова повышалась. В конце вегетации чистая продуктивность фотосинтеза закономерно снижалась. В совместных посевах чистая продуктивность фотосинтеза была ниже, чем в чистых посевах сорго и

амаранта. Применение органических удобрений способствовало снижению продуктивности фотосинтеза.

3. *Конкурентные отношения между культурами в посевах.* По конкурентоспособности изучаемые нами виды неравнозначны. Наибольшей конкурентной способностью в посевах выделяется сорго. Коэффициент конкурентоспособности отдельных культур меняется в зависимости от способа посева. В ходе исследований отмечено, что при посеве в междурядья сои уменьшается относительная конкурентоспособность сорго, но повышается конкурентоспособность сои, что весьма выгодно с хозяйственной точки зрения. Способ взаимной регуляции отношений между культурами путем уменьшения площади питания более конкурентоспособного компонента может стать весьма перспективным использования в практике [6,7]. Наибольший коэффициент конкурентоспособности сорго был определен в его посеве с размещением в междурядьях сои (величина составила 2,77). Наименьшей конкурентоспособностью при накоплении сухого вещества у сорго отмечена при посеве в междурядья сои (0,43), максимальное значение коэффициента конкурентоспособности было получено в посевах с амарантом (3,5), а минимальное при размещении сои в междурядьях сорго (0,36). Самой низкой конкурентоспособностью обладает амарант, о чем свидетельствует низкое значение соответствующего коэффициента (0,78).

Самые высокие показатели конкурентоспособности были характерны для сорго. Во всех вариантах посева соя характеризовалась отрицательным значением показателя конкурентоспособности. Наибольшим показателем агрессивности у сои выделялся при её размещении в междурядьях сорго, а также при размещении амаранта в междурядьях сои. Показатель действительных потерь или прибавок урожая (ДПУ) у всех культур при всех способах посева был отрицательным, что говорит о снижении продуктивности растений в совместных посевах по сравнению с чистыми.

Наибольшее снижение продуктивности характерно для загущенных посевов, где одна культура располагалась в междурядьях другой.

*4. Взаимоотношения в совместных посевах между растениями и микрофлорой.* Известно, что совместные посевы изменяют ряд параметров окружающей среды (содержание органического вещества в почве, ее влажность и плотность), что ведет к изменению видового и количественного состава организмов, приуроченных к определенным местообитаниям. Ряд авторов указывают на существование взаимосвязи между способом посева культур, их агротехникой и составом микробонаселения почвы. Выявление этой взаимосвязи важно с точки зрения повышения видового разнообразия в агроценозах и стабилизации системных процессов в почвах. В связи с этим мы поставили задачу выяснить влияние совмещения культур в посевах на симбиотический аппарат сои [10].

На количественные характеристики клубеньков в большей степени влияют погодные условия и плотность почвы. Так, засушливые условия обусловили значительное снижение количества и массы клубеньков по сравнению с влажным годом. Отмечена также положительная взаимосвязь количественных характеристик симбиотических азотфиксаторов с влажностью почвы [10].

Характерным для совместных посевов является то, что при размещении сорго и амаранта в междурядьях сои, когда корневые системы особей разных культур размещаются в непосредственной близости друг к другу большее количество клубеньков располагается на боковых корнях. Масса клубеньков на корнях сои в совместных посевах ниже, а их количество выше, чем в чистых посевах. В вариантах с размещением растений на расстоянии 45 см эффект от присутствия культуры иного вида практически не заметен. Аналогичная тенденция была выявлена при изучении экологотрофических групп микроорганизмов почвы, ризосферы и ризопланы растений сорго и сои в чистых и совместных посевах. Между вариантами

опыта имеются существенные отличия в количественном и качественном составе эколого-трофических групп микроорганизмов. Количественный и качественный состав эколого-трофических групп микроорганизмов в ризосфере чистых и совместных посевов сои и сорго заметно варьировали [10].

Количественный учет микрофлоры почвы чистых посевов сои и сорго свидетельствует о достаточно высоком содержании различных физиологических групп микроорганизмов. Коэффициент минерализации, определяемый как отношение числа аминоавтотрофов к аммонификаторам данных образцов почв достаточно высок и составил 9,06 для посевов сои и 9,59 для посевов сорго. Интенсивное развитие популяций *Corynebacterium sp.*, *Pediococcus sp.*, *Nitrobacter sp.*, *Streptomyces albus* соответствует выше указанной тенденции направленности микробиологических процессов.

Численность аммонификаторов в совместных посевах возрастает в среднем в 4–6 раз, а коэффициент минерализации при этом резко снижается до значений 0,03 в варианте совместного посева с размещением сорго в междурядьях сои и до 0,23 в варианте с размещением культур чередующимися рядами. Эти данные могут свидетельствовать о достаточно высоком содержании легко утилизируемых органических веществ в почве. Микробиологические исследования ризосферы растений сои и сорго в чистых и совместных посевах свидетельствуют о наличии ризосферного эффекта и об увеличении численности аммонификаторов и гумусоразлагающих микроорганизмов в ризосфере по сравнению с почвой. Количество свободноживущих азотфиксаторов в ризосфере растений совместных посевов достоверно превышает тот же показатель у растений чистых посевов [4].

Таким образом, совместные посевы способствуют активизации более ранних стадий микробных сукцессии, что, очевидно, связано с притоком органических веществ за счет увеличения массы корней и корневых выделений, а также за счет разнообразия последних. При сравнении двух вариантов •совместных посевов между собой можно предположить, что под-

держание микробных сообществ на более ранних стадиях сукцессии, развитие беспоровых псевдомонод и почвенных дрожжей (*Lipomyces*) обеспечивает вариант посева с размещением сорго в междурядьях сои.

5. *Взаимоотношения между культурами и почвенной мезофауной.* Некоторыми исследованиями установлено, что на численность и активную биомассу почвенных микробных сообществ прямо и косвенно влияют почвенные беспозвоночные, что проявляется через изменение представителями мезофауны некоторых агрофизических и агрохимических характеристик почв. Нами установлено, что соотношение между численностью почвенной микрофлоры и мезофауны наибольшее среди исследованных вариантов в чистом посеве сорго (2,5 млрд. экз.). В чистом посеве сои и при совместном посеве ее с сорго этот показатель значительно ниже (1,3 и 1,5 млрд. экз. соответственно). Соотношение между аммонифицирующими микроорганизмами и почвенными беспозвоночными составляет 1,7 тыс. экз., в чистом посеве сои; 4,5 тыс. экз., в чистом посеве сорго и 10,9 тыс. экз., в совместном посеве сои и сорго. Коэффициент корреляции между количеством почвенной аммонифицирующей микрофлоры и мезофауны составляет 6,4, что свидетельствует о наличии взаимосвязи между этими показателями.

Все выделенные виды и роды являются типичными представителями почвенной мезофауны выщелоченных черноземов. В ходе исследований не было выявлено организмов, которые были бы приурочены к определенным видам растений или определенным типам посевов. В период формирования генеративных органов во всех вариантах посевов преобладали представители класса *Insecta* (отряд *Collembola*), класса *Nematoda* и класса *Myriapoda* (отряд *Lithobiomorpha*). В период созревания культур состав почвенного фаунистического сообщества несколько изменился и преобладали классы *Arachnida*, *Insecta* (отряд *Collembola*) и *Myriapoda*; класс *Myriapoda* в этот период представлен подклассом *Syrophyla* и отрядами *Diplura* и *Hy-*

*menoptera*. В период активной вегетации культур наблюдалось некоторое увеличение видового разнообразия и количества беспозвоночных в совместных посевах сои и сорго (1,5 экз./кг почвы), по сравнению с чистым посевом сои (1,25 экз./кг почвы) и чистым посевом сорго (0,98 экз./кг почвы) [2].

В период созревания культур количество представителей почвенной мезофауны в слое 0–30 см возросло в 2–4 раза, по сравнению с вегетативным периодом, что объясняется снижением температуры почвы, увеличением ее влажности и притоком большого количества органических веществ за счет отмирания подземных и надземных частей растений. В чистом посеве сои и совместном посеве сои и сорго количество беспозвоночных было примерно одинаковым (6,52 и 6,77 экз./кг почвы соответственно), а в чистом посеве значительно ниже – 2,33 экз./кг почвы. Иными словами, совместные посевы способствуют повышению видового разнообразия и количественных характеристик фаунистических сообществ почвы.

*б. Урожай сухого вещества и зерна в чистых и совместных посевах.* Совместные посевы в большинстве случаев несут значительную функциональную нагрузку с точки зрения формирования урожая сухой массы и зерна (табл. 1, 2). В годы проведения исследований совместные посевы формировали больший урожай сухого вещества по сравнению с чистыми посевами сои и амаранта (4,9 и 4,2 т/га соответственно). Наибольший урожай был получен при размещении сои в междурядьях сорго –  $11,08 \pm 0,7$  т/га. Самый низкий урожай сухого вещества в совместных посевах был сформирован при размещении амаранта в междурядьях сои –  $5,50 \pm 0,24$ . Урожайность других вариантов находилась в пределах  $7,43 \pm 0,04$  т/га –  $7,95 \pm 0,44$  т/га. Способ посева влиял на урожайность отдельных компонентов совместных посевов. Наибольшее угнетение испытывал амарант при посеве в междурядья сои. Его урожайность снижалась до 49% по сравнению с чистым посевом. При применении органических удобрений урожай-

ность сухого вещества амаранта в чистом посеве возросла на 14,3 %, а сорго – на 12,6%. При размещении в междурядьях сои этот показатель составил 10,0% у амаранта и 11,1% – у сорго [2].

Таблица 1. Урожайность сухого вещества в чистых и совместных посевах, т/га (среднее за 6 лет)

Вариант	Соя	Сорго	Амарант	Сумма
Соя	4,95±0,23	-	-	4,95±0,23
Сорго	-	10,77±0,5	-	10,77±0,5
Амарант	-	-	4,2±0,19	4,2±0,19
Соя + сорго	1,59±0,11	9,59±0,54		11,08±0,7
Соя + амарант	4,43±0,23		1,07±0,11	5,50±0,24

В годы проведения исследований на величину урожая зерна в значительной степени влияли погодные условия отдельных лет, способ посева и применение органических удобрений. Совместные посевы формировали урожай зерна равный или незначительно превышающий урожай зерна в чистых посевах. Наибольший суммарный урожай зерна формировался в варианте с размещением сои в междурядьях сорго (3,27±0,15 т/га), а наименьший при размещении амаранта в междурядьях сои (2,23±0,09 т/га). При формировании урожая зерна в вариантах с применением удобрений отмечались аналогичные закономерности, что и в неудобрённых вариантах. Следует отметить, что в удобрённых вариантах увеличивалось соотношение между накоплением сухого вещества и зерновой продуктивности.

Таблица 2. Урожайность зерна в чистых и совместных посевах, т/га (среднее за 6 лет)

Вариант	Соя	Сорго	Амарант	Сумма
Соя	2,24±0,09	-	-	2,24±0,09
Сорго	-	3,1610,16	-	3,1610,16
Амарант	-	-	1,82±0,08	1,82±0,08
Соя + сорго	0,6±0,04	2,61±0,14		3,27±0,15
Соя + амарант	1,95±0,09		0,32±0,02	2,23±0,09

На основании полученных данных нами сделаны следующие выводы. Процессы роста и развития культур в совместных и чистых посевах весьма

сильно различаются. Линейные показатели сои в совместных посевах увеличиваются, у сорго и амаранта снижаются. В совместных посевах общая чистая продуктивность фотосинтеза выше, чем в чистых посевах сои, но ниже, чем в посевах сорго и амаранта. С увеличением густоты стояния усиливается конкурентное влияние видов растений друг на друга. Среди исследованных культур при разных способах посева наибольшие коэффициенты конкурентоспособности отмечены у сорго, наименьшие – у амаранта. Конкурентоспособность сорго в совместных посевах может быть снижена в пользу сои путем уменьшения площади питания сорго [2].

Способ посева культур влияет на видовой состав микробных сообществ. В большей степени влияние проявлялось при размещении сорго в междурядьях сои. При этом в ризосфере совместных посевов возрастает количество свободноживущих азотфиксаторов и снижается количество условно патогенных микромицетов. Численность прочих микроорганизмов в почве и ризосфере совместных посевов увеличивается по сравнению с чистыми посевами. Совместные посевы эффективнее поддерживают микробные сообщества на более ранних стадиях их формирования, что подтверждается видовым набором *Pseudomonas* и *Lipomyces*. Отмечена положительная корреляция ( $r=0,64$ ) популяций аммонифицирующих групп организмов в почве. Не обнаружено тесной связи между видовым и количественным составом населения почвенных беспозвоночных и способом посева культур: отмечено некоторое увеличение видового разнообразия и количественных параметров фаунистических сообществ под совместными посевами культур. Наибольшие популяции в посевах сои и совместных посевах формируют *Collembola* семейства *Entomobriidae* и *Hymenoptera* семейства *Enchytraeidae*. Остальные группы организмов в почвенном зооценозе представлены численно небольшими популяциями [8].

Совместные посевы сои, сорго и амаранта формируют большие урожаи сухого вещества и зерна, чем чистые посевы сои и амаранта. Так,

средняя урожайность сухого вещества надземной массы совместного посева сорго и сои составляла  $11,08 \pm 0,7$  т/га, а в чистых посевах сои, сорго и амаранта  $10,77 \pm 0,5$  т/га,  $4,95 \pm 0,23$  т/га и  $4,20 \pm 0,19$  т/га соответственно. Средняя урожайность зерна в совместных посевах сои и сорго при их размещении в междурядьях культур урожайность в чистых и совместных посевах повышалась [2].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И.С., Перебора Е.А., Гукалов В.Н. Физико-географическая характеристика Ленинградского района // Экологические проблемы Кубани. – 2002. – № 16. – С. 7–38.
2. 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.
3. Белюченко И.С. Экология Краснодарского края (Региональная экология): учебное пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – 354 с.
4. Белюченко И.С., Мустафаев Б.А. Интродукция растений как метод расширения видового состава культурных фитоценозов в южных районах СНГ // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2013. – Т. 9. – № 4. – С. 73–89.
5. Белюченко И.С., Мельник О.А. Сельскохозяйственная экология: учебное пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – 297 с.
6. Белюченко И.С., Славгородская Д.А. Изменение плотности и аэрации пахотного слоя чернозема обыкновенного под влиянием сложного компоста // Доклады РАСХН. – 2013. – № 2 – С. 40–43.
7. Белюченко И.С., Славгородская Д.А. Изменение агрегатного состава чернозема обыкновенного при внесении органоминерального компоста // Доклады РАСХН. – 2013. – № 4. – С. 23–25.
8. Муравьев Е.И., Белюченко И.С., Гукалов В.В., Мельник О.А. Влияние фосфогипса на развитие растений сахарной свеклы в степной зоне Краснодарского края // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 4. – С. 112–114.
9. Муравьев Е.И. Белюченко И.С. Влияние отходов химического производства на загрязнение окружающих ландшафтов // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2007. – Т. 3. – № 4. – С. 77–86.
10. Kurakov AV., Than H.T.H., Belyuchenko I.S. Microscopic fungi of soil, rhizosphere, and rhizoplane of cotton and tropical cereals introduced in southern Tajikistan / Микробиология, 1994. – Т. 63. – № 6. – С. 1101.

#### References

1. Beljuchenko I.S., Perebora E.A., Gukalov V.N. Fiziko-geograficheskaja harakteristika Leningradskogo rajona // Jekologicheskie problemy Kubani. – 2002. – № 16. – S. 7–38.
2. Beljuchenko I.S. Primenenie organicheskix i mineral'nyh othodov dlja podgotovki slozhnyh kompostov s cel'ju povyshenija plodorodija pochv // Tr. / KubGAU. – Krasnodar, 2012. – № 39. – S. 63–68.
3. Beljuchenko I.S. Jekologija Krasnodarskogo kraja (Regional'naja jekologija): uchebnoe posobie. – Krasnodar: KubGAU, 2010. – 354 s.

4. Beljuchenko I.S., Mustafaev B.A. Introdukcija rastenij kak metod rasshirenija vi-dovogo sostava kul'turnyh fitocenzov v juzhnyh rajonah SNG // Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza. – 2013. – T. 9. – № 4. – S. 73-89.
5. Beljuchenko I.S., Mel'nik O.A. Sel'skoho-zajstvennaja jekologija: uchebnoe posobie. – Krasnodar: KubGAU, 2010. – 297 s.
6. Beljuchenko I.S., Slavgorodskaja D.A. Izmenenie plotnosti i ajeracii pahotnogo sloja chernozema obyknovenogo pod vlijaniem slozhnogo komposta // Doklady RASHN. – 2013. – № 2 – S. 40-43.
7. Beljuchenko I.S., Slavgorodskaja D.A. Izmenenie agregatnogo sostava chernozema obyknovenogo pri vnesenii organomineral'nogo komposta // Doklady RASHN. – 2013. – № 4. – S. 23-25.
8. Murav'ev E.I., Beljuchenko I.S., Gukalov V.V., Mel'nik O.A. Vlijanie fosfogipsa na razvitie rastenij saharnoj svekly v stepnoj zone Krasnodarskogo kraja // Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza. – 2008. – T. 4. – № 4. – S. 112-114.
9. Murav'ev E.I. Beljuchenko I.S. Vlijanie othodov himicheskogo proizvodstva na zagraznenie okruzhajushhh landshaftov // Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza. – 2007. – T. 3. – № 4. – S. 77-86.
10. Kurakov AV., Than H.T.H., Belyuchenko I.S. Microscopic fungi of soil, rhizosphere, and rhizoplane of cotton and tropical cereals introduced in southern Tajikistan / Mikrobiologija, 1994. – T. 63. – № 6. – S. 1101.