

УДК 631.847.2 + 631.175:633.2/3

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ АКТИВИЗАТОРОВ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПОД АГРОЦЕНОЗОМ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

© 2011 г. Е.Н. Симонович¹, Л.Ю. Гончарова²

¹Научно-исследовательский институт биологии
Южного федерального университета,
пр. Стачки, 194/1, г. Ростов н/Д, 344090

¹Scientific Research Institute of Biology
of Southern Federal University,
Stachki Ave, 194/1, Rostov-on-Don, 344090

²Южный федеральный университет,
ул. Б. Садовая, 105/42, г. Ростов-на-Дону, 344006,
dean2@bio.sfedu.ru

²Southern Federal University,
B. Sadovaya St., 105/42, Rostov-on-Don, 344006,
dean2@bio.sfedu.ru

Выявлен положительный эффект климат-примененных биологических активаторов почвенного плодородия «Весна» и «Белогор» на биологическую активность и агрохимические показатели чернозема обыкновенного под агроценозом многолетних трав. Использование биологических активаторов улучшает условия существования большинства групп микроартропод и активизирует большинство групп микроорганизмов в почве. Это объясняется наличием в биологических активаторах комплекса активных соединений, которые стимулируют развитие большинства групп микроорганизмов и мелких членистоногих, улучшают корневое питание растений и рост надземной массы и в конечном счете способствуют обогащению почвы элементами питания растений в процессе вегетации.

Ключевые слова: активаторы почвенного плодородия, агроценоз многолетних трав, почва, микроартроподы, микроорганизмы.

The positive influence of the bio activity of the soil fertility «Vesna» and «Belogor» application for the biology activity and agrochemical contents of the ordinary chernozem soil was discovered for perennial grass agroecos. The results of produced investigations revealed that the bio activity use makes better the conditions for existence of the most of microarthropods groups and stimulates the most of micro-organisms in the soil. This is explained by the fact that in the the bio activity there is the set of biologically active compounds which stimulate the viability of the most micro-organism and small microarthropods and make better roots nutrition for herbs and overground mass growth and ultimately conducive to feeding the soil with the elements of plants nutrition in the vegetation process.

Keywords: bio activity of the soil fertility, perennial grass agroecos, soil, microarthropods, microorganisms.

В настоящее время одной из наиболее острых проблем является снижение плодородия почв агроценозов. Среди причин этого явления ведущая роль принадлежит дегумификации в результате замены природных биоценозов на агроценозы, для которых характерно снижение биологической активности почвы. Это связано с механической обработкой почвы, сменой растительного покрова, динамикой поступления в почву органических остатков, которые вызывают изменения температурного, водного, воздушного и окислительно-восстановительного режима почвы. Такие условия ускоряют процессы минерализации и возникновения в почвах дефицита свежего органического вещества по сравнению с почвами естественных биоценозов.

Известно, что урожайность сельскохозяйственных культур и интенсивность микробиологических процессов, протекающих в почве, находятся в прямой зависимости, поэтому большое значение приобретают способы активизации биологических процессов в ней [1, 2].

В современных условиях перспективным представляется применение экологически безопасных биологических активаторов почвенного плодородия (БАПП) вещества биологического происхождения, усиливающих процессы стимуляции активности природных компонентов почвенного ценоза (препаратом микробного синтеза и биоудобрений), способных активизировать почвенную биоту и таким образом способствовать оптимизации экологических условий для

поддержания плодородия почв, повышению сельскохозяйственного производства.

Методика исследования

Исследования проводили на территории Ботанического сада ЮФУ в течение 4 лет (2005–2008 гг.) с мая по август включительно на агроценозе многолетних трав, который был создан мозаичным способом посева в 1987 г. на черноземе обыкновенном без внесения удобрений. В состав «мозаичного» шестивидового агроценоза входили люцерна синегридная (*Medicago sativa*), лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus*), клевер луговой (*Trifolium pratense*), овсяница луговая (*Festuca pratensis*), кострец безостый (*Bromopsis inermis*), ежа сберная (*Dactylis glomerata*).

Изучали 2 вида БАПП – биоудобрение «Весна» и концентрат микроорганизмов «Белогор» ООО «Научно-технический центр биологических технологий в сельском хозяйстве» (НТЦ БИО), г. Шебекино Белгородской области.

Основа биоудобрения «Весна» (БУ) – раствор концентрата лизина, в состав которого входят аминокислоты, витамины группы В, микроэлементы, минеральные и органические вещества. В раствор добавлено сложное минеральное удобрение нитроаммофоска (азофоска), содержащее по 16 % азота, фосфора, калия из расчета 100 кг на 1000 л жидкого концентрата лизина.

Концентрат микроорганизмов «Белогор» (КМ) содержит комплекс молочнокислых, пропионово-кислых бактерий, дрожжи и фитопатогенные культуры микроорганизмов родов *Bacillus* и *Pseudomonas*, а также бактериальные продукты метаболизма, макро- и микроэлементы, необходимые для жизнедеятельности микроорганизмов и полезные для развития растений.

Изучение действия БАПП проводили по следующей схеме: 1-й вариант – контроль (без внесения удобрений); 2-й – с внесением БУ; 3-й – с внесением КМ. Повторность вариантов 3-кратная. Внесение БАПП проводили дважды в мае 2005, 2006 г. с интервалом в 2 недели, полив поверх растений раствором (100 мл препарата на 10 л воды) из расчета 400 л/га (эта концентрация рекомендована производителем удобрений как наиболее оптимальная для многолетних кормовых трав). Контрольный вариант поливали таким же количеством воды.

Целлюлазную активность изучали методом компостирования почвы, в которой находился предварительно взвешенный бумажный фильтр. При оптимальной температуре 28°С чашки Петри были помещены в термостат на 2 мес. После компостирования была рассчитана убыль фильтров в процентах [3].

Для учета численности микроартропод почвенные пробы (30 шт.) отбирали в каждом варианте металлической рамкой объемом 125 см³ через 3 мес. после обработки препаратами.

Экстракция микроартропод проводилась по методике Балого без электрического обогрева в течение 7 дней [4], разбивка на группы и подсчет – под бинокляром МБС-1. Одновременно отбирались пробы почвы для микробиологических исследований.

Сравнительный анализ численности различных групп почвенных микроартропод проводили методом оценки существенной разности выборных средних по t-критерию [5].

Плодородие почвы в значительной степени определяется фитосанитарным состоянием почвы, т.е. чистотой почвы от сорняков, вредителей, болезнетворных начал, а также токсических веществ, выделяемых растениями, ризосферной микрофлорой и продуктами разложения. Фитотоксичность почвы обусловлена накоплением физиологически активных веществ, среди которых присутствуют фенольные соединения, органические кислоты, альдегиды, спирты и др. Совокупность этих веществ получила название колинов, состав и концентрация которых зависят от температуры и влажности почвы, микроорганизмов и растений. При низких концентрациях фитотоксических веществ в почве обнаруживается стимулирующий эффект, но при увеличении их содержания наступает сильное угнетение роста растений или прорастания семян.

Источник образования и поступления токсических веществ в почву – корневые выделения растений, послеуборочные растительные остатки и продукты метаболизма микроорганизмов. Наиболее интенсивно фитотоксические вещества накапливаются при возделывании на одном месте однородных или близких по биологии культур и при создании анаэробных условий. Внесение минеральных и особенно органических удобрений приводит к уменьшению в почве численности фитотоксичных микроорганизмов.

Фитотоксичность почвы определяли методом биотеста с использованием семян редиса [3, 6]. Данные по активности прорастания семян переведены в условные кумариновые единицы (УКЕ).

Для изучения функциональной структуры микробных сообществ проводили посев почвенной суспензии на элективные питательные среды по общепринятой методике [7]. Для учета эвотрофной группировки бактерий и актиномицетов использовали сухой питательный агар (СПА), крахмало-аммиачный агар (КАА). Микроскопические грибы, относящиеся к эвотрофной группировке, учитывали на суело-агаре (СА) и среде Чапека для микроскопических грибов [3].

Определение содержания гумуса и подвижных форм NPK проводили в почвенных образцах, отобранных до внесения удобрений, через 1 мес. после внесения и 3 мес. после обработки по общепринятым методикам [6, 8, 9].

Результаты и их обсуждение

Биологическая активность чернозема обыкновенного при внесении БАПП изучалась на примере целлюлазной активности и численности микроартропод, целлюлазная и ее изменения – в аэробных условиях. В природе разложение целлюлозы – сложный и комплексный процесс. В аэробных условиях в почвах под травянистой растительностью в степных и луговых ландшафтах он проходит при участии сообществ микроорганизмов разных систематических групп: истинных бактерий, микобактерий, актиномицетов и грибов. В анаэробном разложении целлюлозы участвуют только бактерии [9]. Разложение целлюлозы – один из самых больших по своим масштабам естественных деструкционных процессов.

Результаты исследований по целлюлазной активности представлены в табл. 1.

Изучаемые БАПП оказывали разное влияние на активность целлюлазы: скорость разложения целлюлозы с использованием БУ оказалась выше в 1,31 раза, чем в варианте с КМ.

Фауна почвы оказывает существенное влияние на образование гумуса, структурные свойства, биологическую активность и в целом на почвенное плодородие [3].

Проведенный анализ полученных данных показал, что общая численность микроартропод в вариантах, где в течение 2 лет производилось внесение БАПП, превышала контрольный в 1,5–1,7 раза. Наибольшую численность среди микроартропод на контрольном участке представляли клещи – 71 %, ногохвостки – 11. Среди клещей гамазовые составляли 44,1 %, панцирные – 30, клещи акародно-тромбидиформного комплекса – 25,9 % соответственно (табл. 2).

Специфика структуры населения микроартропод связана как с развитием корневых систем растений, так и с тем, что в состав БАПП входит комплекс биологически активных соединений, стимулирующих развитие большинства физиологических групп микроорганизмов [10]. Количество микроартропод в варианте с БУ было выше, чем с КМ, в 1,13 раза, что согласовалось с данными по целлюлазной активности.

Таблица 1

Целлюлазная активность чернозема обыкновенного при использовании БАПП (средние данные за 2005–2008 гг.)

Вариант	Начальная масса фильтра, г	Масса остатка фильтра, г	Средняя масса остатка, г	% остатка от начальной массы фильтра	Убыль, %
Контроль (вода)	0,4636	0,1650	0,1657	35,74	64,26
		0,1520			
		0,1802			
БУ+вода	0,4636	0,046	0,057	12,30	87,70
		0,000			
		0,1246			
КМ+вода	0,4636	0,1520	0,1527	32,94	67,06
		0,1420			
		0,1640			
НСР _{0,05}					5,30

Таблица 2

Изменение численности микроартропод при внесении БАПП на черноземе обыкновенном (средние данные за 2005–2008 гг.), тыс. экз./м²

Группа микроартропод	Контроль	БУ «Весна»	БУ «Белогор»	НСР _{0,05}
Панцирные клещи	11,0±0,4	12,5±0,2	14,8±0,2	1,2
Гаммазовые клещи	17,8±0,5	21,3±0,8	16,1±0,8	2,1
Акариодно-тромбидоформные клещи	14,3±0,8	18,6±0,3	17,2±0,3	2,3
Ногохвостки	3,9±0,2	5,7±0,5	4,5±0,2	1,4
Прочие беспозвоночные	5,6±0,3	5,5±0,2	5,7±0,3	0,5
Всего микроартропод	52,6±1,2	63,6±1,8	58,3±1,4	1,9

Микробиологические исследования в течение 3 лет показали, что не все исследуемые физиологические группы микроорганизмов положительно реагировали на внесение БАПП. Наиболее отзывчивы бактерии, использующие органический и минеральный азот, и микроскопические грибы, использующие органический азот. Их численность в опытных вариантах превышала в среднем на 22,2–79,4 % численность в контрольном варианте. Actinomyцеты и азотобак-

тер менее всего реагировали на БАПП. А численность микроскопических грибов (среда Чапека) при внесении БАПП даже уменьшалась в 1,4 раза по сравнению с контролем, что является косвенным показателем снижения токсичности почвы (табл. 3).

Как показали проведенные исследования, БАПП не оказали существенного влияния на содержание общего гумуса в почве в опытных вариантах (–3,35 %) в горизонте 0–20 см в течение вегетационного периода.

Таблица 3

Изменение численности микроорганизмов в черноземе обыкновенном под многолетними травами при внесении БАПП (средние данные 2005–2008)

Вариант	Бактерии, КОЕ млн/г		Азотобактер, % обрастающая комочков	Actinomyцеты, КОЕ, млн/г	Микроскопические грибы, КОЕ тыс./г	
	СПА	КАА			СА	Среда Чапека
Контроль	12,4	17,5	100,0	3,2	140,0	187,0
Удобрение «Весна»	16,1	31,8	104,7	4,0	181,0	142,0
Удобрение «Белогор»	17,8	29,2	101,2	3,5	161,0	157,0
НСР _{0,05}	3,1	2,4	4,5	1,2	8,3	10,6

Внесение БАПП в почву под агроценозом многолетних трав привело к накоплению нитратов и подвижного калия, особенно через 3 мес. после внесения по сравнению с контролем, что связано с усилением микробиологической активности почвы. Содержание подвижного фосфора в опытных вариантах через 1 мес. увеличилось на 66,7 %, а через 3 мес. уменьшалось и становилось ниже контрольного (табл. 4).

Увеличение количества подвижных фосфатов через 1 мес. после внесения БАПП, а затем постепенное снижение обусловлено, в частности, использованием фосфатов микроорганизмами при интенсивном разложении

органического вещества, а также поглощением фосфатов растениями и почвой (карбонатами) [9].

В результате проведенных исследований установлено, что БУ и КМ снижали токсичность чернозема обыкновенного в 1,4–2,8 раза по сравнению с контролем на протяжении всего вегетационного периода, наиболее сильно – КМ, в составе которого содержатся фитопатогенные микроорганизмы (табл. 5).

Применение БАПП положительно повлияло на продуктивность надземной фитомассы лугового агроценоза, которая в среднем в 1,4 раза превышала этот показатель в контрольном варианте. По продуктивно-

сти наиболее отзывчивой культурой на внесение БАПП оказалась люцерна синегибридная, а наименее отзывчивой – лядвенец рогатый. Наибольшая продук-

тивность надземной фитомассы отмечена при внесении КМ (табл. 6).

Таблица 4

Динамика подвижных форм азота, фосфора, калия при внесении БАПП на черноземе обыкновенном под многолетними травами (средние данные 2005–2008 гг.), мг/100 г почвы

Вариант опыта	N-NO ₃			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	Май	Июнь	Август	Май	Июнь	Август	Май	Июнь	Август
Контроль	1,2	1,3	1,2	1,5	1,2	0,9	17,0	16,0	18,4
«Весна»	1,2	1,6	1,7	1,6	2,1	0,8	17,0	19,0	23,0
«Белогор»	1,3	1,5	2,5	1,7	2,0	0,7	17,5	17,0	21,6
НСР _{0,5}	0,4	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,8	0,9	2,8

Таблица 5

Фитотоксичность чернозема обыкновенного при внесении БАПП на кормовом луговом агроценозе (средние данные 2005–2008 гг.)

Вариант	Май		Июнь		Август	
	Количество проросших семян, шт.	УКЕ	Количество проросших семян, шт.	УКЕ	Количество проросших семян, шт.	УКЕ
БУ	82	20	74	25	84	16
КМ	88	15	88	14	80	19
Контроль	64	39	68	34	62	44

Таблица 6

Влияние БАПП на продуктивность надземной фитомассы, воздушно-сухая масса, т/м² (средние данные 2005–2008 гг.)

Вид	Контроль	БУ	КМ	НСР _{0,5}
Кострец безостый	183,3	190,3	192,8	5,5
Овсяница луговая	52,7	127,0	129,9	10,2
Ежа сборная	143,6	168,4	178,8	8,4
Люцерна синегибридная	144,1	256,0	262,4	6,7
Клевер луговой	32,7	58,3	56,3	10,5
Лядвенец рогатый	65,1	60,7	57,8	6,8
Всего на 1 м ²	621,5 ± 2,22	860,7 ± 2,62	878,0 ± 2,65	205,1

Таким образом, эффективность изучаемых БАПП объясняется тем, что при их использовании стимулируется развитие почвенных микроорганизмов и почвенной мезофауны, которые участвуют в минерализации органического вещества в почве. Накопление в почве подвижных форм основных элементов питания (NPK), а также снижение ее фитотоксичности способствует увеличению продуктивности кормовых культур в 1,4 раза по сравнению с контролем, что позволяет рекомендовать использование БАПП в кормопроизводстве Ростовской области.

Литература

1. Казадаев А.А., Пономаренко А.В., Вальков В.Ф. Экологические аспекты применения препаратов микробного синтеза в земледелии // Научная мысль Кавказа. 1997. № 2. С. 55–62.
2. Применение биоудобрения «Весна» на агроценозе многолетних трав как фактор повышения плодородия почв чернозема обыкновенного / Е.И. Симонович [и др.] // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. 2006. Приложение. № 9. С. 66–75.
3. Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. М., 1989. С. 170–189.
4. Balogh J. Lebensgemeinschaften der Landtiere, ihre Erforschung unter besonderer Berücksichtigung der zoonologischen Arbeitsmethoden. В. Budapest, 1958. 260 p.
5. Доспехов Б.А. Оценка существенности разности выборочных средних по t-критерию // Методика полевого опыта. М., 1985. С. 193–196.
6. Минеев В.Г. Практикум по агрохимии. М., 2001. С. 140–160.
7. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов н/Д, 2003. 204 с.
8. Агрохимические методы исследования почв. М., 1975. С. 63–106.
9. Возбуцкая А.Е. Химия почв. М., 1968. 313 с.
10. Лазарев А.П., Абрамян Ю.Н., Горедюк Л.Л. Биологическая активность обрабатываемого чернозема обыкновенного лесостепной зоны Илимской равнины // Почвоведение. 1997. № 10. С. 1230–1234.
11. Биологическая активность почвы под луговыми многолетними агроценозами при внесении биоудобрений / Л.Ю. Гончарова [и др.] // Тр. биол.-почв. ф-та РГУ к 90-летию РГУ. Ростов н/Д, 2005. С. 45–49.