

Влияние микробного препарата АгроМик на агрономически полезные группы микроорганизмов почвы в посевах кукурузы

И.И. КОНЦЕВАЯ, Н.М. ДАЙНЕКО, А.В. МИНИНА

Полученные результаты свидетельствуют о сукцессионных различиях в микробиологических процессах исследуемых подтипов почвы. Препарат АгроМик в конце периода вегетации способствует активизации процессов минерализации и переходу в неустойчивое состояние микробиоценоза дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы. В тоже время микробиоценоз мелкозалежного минерализованного торфяника характеризуется интенсивным процессом иммобилизации и переходом в более устойчивое состояние, стремящееся к состоянию климаксовой системы.

Ключевые слова: микробный препарат, АгроМик, микроорганизмы, микробиоценоз почвы, превращение органического вещества.

The results of the research demonstrate succession differences in the microbiological processes of the studied soil subtypes. At the end of the vegetation period the AgroMik preparation at the end of the vegetation period enhances the activation of mineralization processes and the transition to an unstable state of microbiocenosis of sod-podzolic light loamy soil. At the same time, the microbiocenosis of a shallow mineralized peat bog is characterized by intensive immobilization process and transition to a more stable state tending to the state of the climax system.

Keywords: microbial preparation, AgroMik, microorganisms, soil microbiocenosis, transformation of organic matter.

Введение. Известно, что продуктивность сельскохозяйственных земель определяется составом и спектром микробиоценоза почвы, поскольку протекающие в ней процессы микробиологического превращения вещества отражаются на условиях роста и питания растений. Плодородие почвы в существенной мере зависит от содержания гумусовых веществ в почве и их качественного состава [1], [2]. Однако гумус и его сопутствующие компоненты относятся к трудно-минерализуемой части органического вещества, которая становится доступной для растений только после трансформации микроорганизмами почвы [3], [4]. Поэтому вопросы изучения микробиологического превращения органического вещества почвы в легкодоступные для растений формы, а также вопросы преобразования гумусовых веществ в результате применения новых видов удобрений, включая биоудобрения, несомненно, заслуживают особого внимания.

Микробный препарат АгроМик был разработан для стимуляции роста и развития тритикале в Институте Микробиологии НАН Беларуси. Микробиологическая характеристика препарата приведена в [5].

Цель исследования: изучить влияние микробного препарата АгроМик на основные агрономически ценные группы микроорганизмов разных подтипов почвы Гомельского региона и контролируемый ими процесс превращения органического вещества в посевах кукурузы.

Материал и методы исследования. Исследования выполняли на землях агрокомбината «Южный» вблизи н.п. Поколюбичи Гомельского района Гомельской области Беларуси. Объектом исследований являлась биологическая активность разных подтипов почвы под посевами кукурузы сорта «Полесский 212».

Опыт I был заложен на минерализованном мелкозалежном торфянике.

Опыт II был заложен на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Под посевы кукурузы согласно технологической карте вносились следующие дозы удобрений: $N_{90}P_{30}K_{90}$ кг/га.

Варианты опытов были заложены 5 мая 2017 г. в 4-х кратной повторности на учетной площадке 14 м^2 по следующей схеме:

- 1) контроль – без обработки семян и вегетирующих листьев;
- 2) обработка препаратом АгроМик семян и растений в фазах «3-й лист» и «появление очередных листьев».

Норма высева кукурузы – 100 000 семян на гектар. Ширина междурядий – 70 см. Семена кукурузы были обработаны с помощью ручного опрыскивателя, перемешаны и сразу засыпаны в семенные бункера сеялки.

Для определения микробиологических показателей почвы отбирали для каждого варианта опыта смешанный образец из трех повторностей с глубины пахотного горизонта 0-20 см. Отбор образцов почвы проводили в следующие фазы роста кукурузы: всходы, 3-й лист, появление очередных листьев, выметывание метелки, молочная спелость зерна кукурузы, и после уборки.

Микробиологическую индикацию почвы выполняли согласно общепринятых в почвенной микробиологии методов [6], [7].

Для оценки влияния препарата АгроМик на микробонаселение почвы (зимогенную, олиготрофную, автохтонную группы) использовали чашечный метод Коха, с помощью которого определяли численность аммонифицирующих, амилалитических, олигонитрофильных, олигокарбофильных, автохтонных микроорганизмов на селективных питательных средах: мясопептонном (МПА), крахмало-аммиачном (КАА), среда Эшби, голодном (ГА), нитритном (НА) агарах, соответственно. Все посеы проводили в трехкратной повторности.

Численность микроорганизмов определяли в колониеобразующих единицах (КОЕ), пересчитывали на 1 г абсолютно сухой почвы.

Расчет эколого-физиологических индексов и коэффициентов выполняли по [8].

Полученные данные обработаны статистически с использованием пакета прикладного программного обеспечения «Statsoft (USA) Statistica v.7.0» [9].

Результаты и их обсуждение. По данным Гомельского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за 2017 г. среднемесячная температура осадков за вегетационный сезон была на 94,4 мм меньше по сравнению со средней многолетней. Отметим, что наибольшая температура и максимальное количество осадков выдалось на июль месяц и также эти показатели были выше, чем средние многолетние.

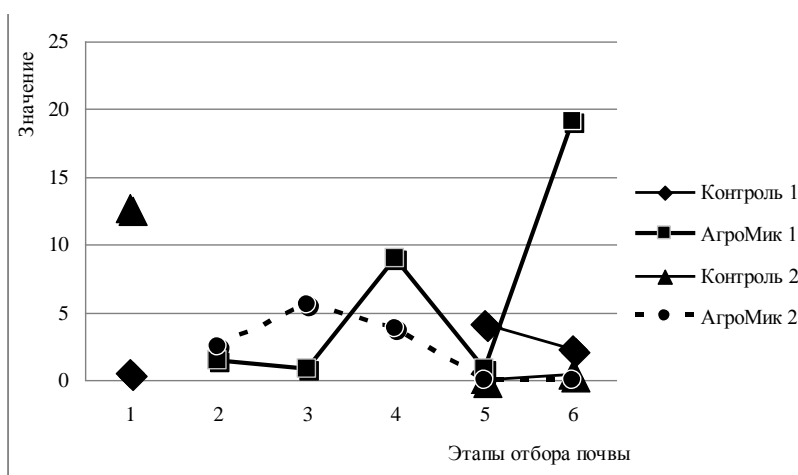
В июле на растениях кукурузы отмечали выметывание метелки.

Таким образом, метеорологические условия исследуемого периода вегетации являлись оптимальными для микробного сообщества почвы. Как известно, почвенная засуха негативно влияет на численность и активность микроорганизмов, в увлажненной почве минерализационные процессы активируются [10], [11].

Одним из важных показателей активности биологических процессов в почве является соотношение численности микроорганизмов, развивающихся на крахмало-аммиачном (КАА) агаре и характеризующих процесс преобразования аммиачного азота, к численности микроорганизмов, учтенных посевом на мясо-пептонном агаре (МПА) и контролирующим превращение белковых веществ почвы. Рассчитанный по данной формуле коэффициент минерализации и иммобилизации Мишустина показывает интенсивность разложения легкодоступного вещества и активизацию начальной стадии процесса гумусообразования. Увеличение коэффициента минерализации выше единицы свидетельствует о преобладании в почве процессов иммобилизации и интенсивном использовании азота почвы микроорганизмами с включением в биомассу, а его снижение – об усилении гумификационных процессов [12].

В контроле значение коэффициента минерализации в фазе всходы для дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы составило 12,75 (рисунок 1). В конце вегетационного периода этот показатель снизился до 0,004–0,41. В то же время следует отметить, что минимальному значению коэффициента минерализации на стадии молочной спелости соответствовало резкое увеличение в почве численности аммонификаторов до 8 200 млн. КОЕ/г абсолютно сухой почвы. В варианте опыта с применением препарата АгроМик также наблюдали подобную тенденцию постепенного возрастания процессов минерализации к концу периода вегетации кукурузы.

Для исходного микробонаселения мелкозалежного минерализованного торфяника значение коэффициента минерализации колебалось от 0,47 на этапе всходы до 4,09–2,23 в конце вегетации, что свидетельствует о протекании, соответственно, умеренных процессов минерализации в почве и о возрастании процессов связывания азота микроорганизмами к концу периода вегетации.



1 – мелкозалежный минерализованный торфяник; 2 – дерново-подзолистая легкосуглинистая почва
 Этапы отбора почвы на фазах роста кукурузы: 1 – всходы, 2 – 3-й лист, 3 – появление очередных листьев, 4 – выметывание метелки, 5 – молочная спелость зерна; 6 – после уборки

Рисунок 1 – Коэффициент микробной минерализации органического вещества почвы

Под действием препарата АгроМик интенсивность процессов минерализации и биологической иммобилизации азота в минерализованном торфянике колеблется, значение коэффициента минерализации Мишустина на фазах «3-й лист» и «выметывание метелки» превышает единицу. Полученные результаты свидетельствуют о достаточно развитой амилотической части почвенного микробиоценоза, что, в свою очередь, повышает ее активность в трансформации углеводов почвы и связывании свободного азота. После уборки коэффициент минерализации резко возрос до 19,14, что косвенно свидетельствует о повышении скорости разложения гумуса. О подготовке органического вещества к процессу гумификации с последующим его разложением, трансформацией и продуцированием гумусовых веществ почвы также говорит развитие олиготрофной и автохтонной групп исследуемого микробиоценоза, что в итоге влечет за собой повышение численности амилотиков по причине высвобождения олиготрофами в почвенный раствор определенного количества аммиака. Число представителей вышеуказанных групп возросло по причине появления в почве бедного азотом органического вещества – соломы кукурузы.

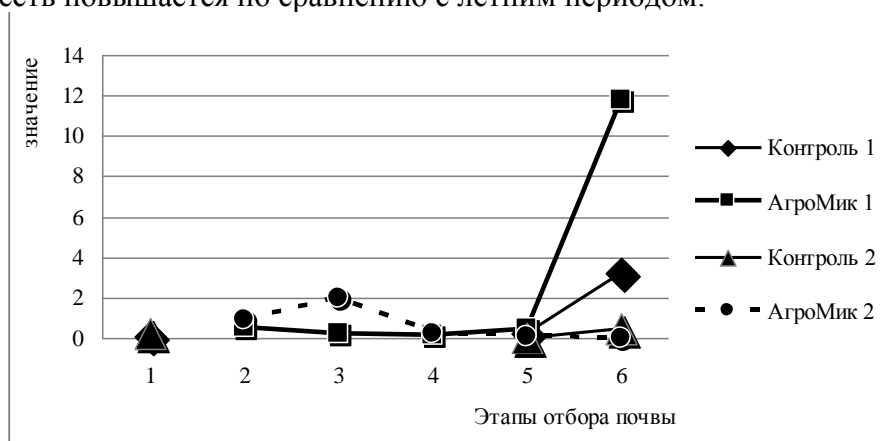
По сравнению с началом вегетационного периода для осеннего времени года связывание азота микроорганизмами и включение его в свою биомассу – положительный процесс, поскольку таким путем нитрат и аммиак связываются и не теряются в результате выщелачивания зимой.

Таким образом, для дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы микробиологическое превращение азотсодержащих органических соединений в варианте обработки препаратом АгроМик на протяжении периода вегетации колеблется, показывая более значимые глубинные процессы минерализации на этапе отбора почвы «после уборки». На минерализованном торфянике наблюдали обратную картину преобразования азотсодержащего органического вещества почвы.

Если коэффициент минерализации Мишустина характеризует начальный этап процесса превращения органического вещества, то индекс педотрофности Никитина показывает степень развития микроорганизмов, как относящихся к автохтонной экологической нише (коренному микробонаселению), так и участвующих в новообразовании гумусовых соединений [3], [4], [8].

Для дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в контроле отмечали колебания значений коэффициента педотрофности от 0,238 до 0,002 на протяжении вегетационного периода и повышение до 0,45 в конце сезона вегетации. При использовании биоудобрения изменение значений коэффициента педотрофности свидетельствует о его существенном повышении на этапе «появление очередных листьев» в результате возрастания в почве количественного содержания подвижных органических веществ. К окончанию периода вегетации данный показатель уменьшается (рисунок 2). При таком низком значении индекса педотрофности можно утверждать, что в осенний период биоценоз находится в неустойчивом состоя-

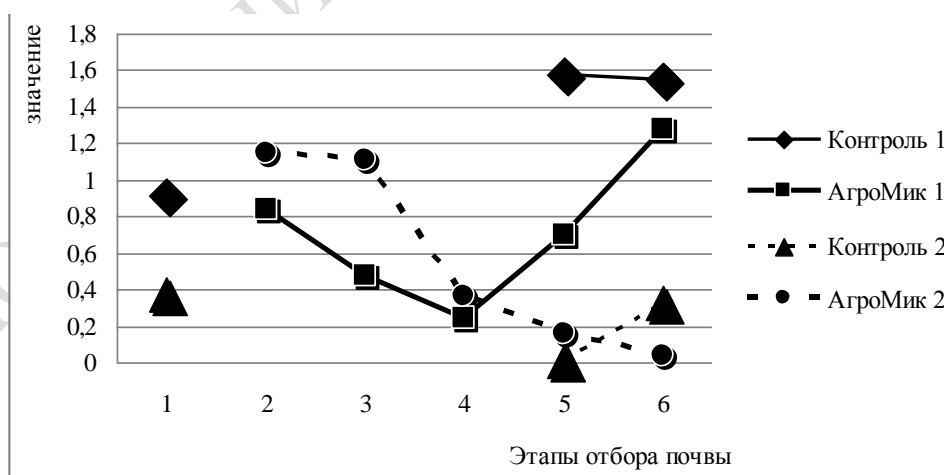
нии и подвержен негативным воздействиям. При этом количество в почве подвижных органических веществ повышается по сравнению с летним периодом.



1 – мелкозалежный минерализованный торфяник; 2 – дерново-подзолистая легкосуглинистая почва
Этапы отбора почвы на фазах роста кукурузы: 1 – всходы, 2 – 3-й лист, 3 – появление очередных листьев, 4 – выметывание метелки, 5 – молочная спелость зерна; 6 – после уборки

Рисунок 2 – Коэффициент педотрофности Никитина органического вещества почвы

При анализе мелкозалежного минерализованного торфяника в контроле значение коэффициента педотрофности Никитина на тестируемых фазах роста кукурузы колеблется умеренно от 0,11 до 0,204 и после уборки составляет 3,19 (рисунок 2), что указывает на то, что содержание в почве подвижных органических веществ находится на определенном невысоком уровне на протяжении вегетационного периода и возрастает после уборки растений. В опыте похожее колебание по содержанию в почве подвижных органических соединений отмечали на протяжении всего периода вегетации. Коэффициент педотрофности резко возрос на стадии «после уборки». Такое повышение индекса педотрофности показывает высокую степень сродства неспецифической органической части почвы исконному почвенному веществу – гумусу. Можно утверждать, что после окончания периода вегетации в опыте биогеоценоз был приближен к естественным ценозам изучаемой почвенно-климатической зоны и обладал большей устойчивостью к негативным воздействиям со стороны антропогенного вмешательства.



1 – мелкозалежный минерализованный торфяник; 2 – дерново-подзолистая легкосуглинистая почва
Этапы отбора почвы на фазах роста кукурузы: 1 – всходы, 2 – 3-й лист, 3 – появление очередных листьев, 4 – выметывание метелки, 5 – молочная спелость зерна; 6 – после уборки

Рисунок 3 – Индекс олиготрофности Аристовской органического вещества почвы

Для исходной дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы значение индекса олиготрофности колебалось, уменьшаясь от 0,37 до 0,005, и затем повышаясь до 0,33 (рисунок 3). Это свиде-

тельствует о том, что в начале и в конце периодов вегетации замедляются процессы деструкции органического вещества и изучаемый биоценоз находится в более-менее устойчивом состоянии.

В опыте индекс олиготрофности на начальных фазах вегетации был равен 1,15, снижаясь на следующих стадиях роста кукурузы до минимального значения на этапе отбора почвы «после уборки» до 0,04. Таким образом, в конце периода вегетации изучаемый биоценоз дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы находился в неустойчивом состоянии, обусловленном продолжением процессов деструкции органического вещества.

В контроле изменение индекса олиготрофности мелкозалежного минерализованного торфяника свидетельствует, что на фазе всходы процессы деструкции органического вещества были выше, чем к концу периода вегетации, когда они, наоборот, замедлялись, и биоценоз характеризовался более устойчивым состоянием. В опыте для данного подтипа почвы установлено сначала повышение процессов деструкции органического вещества, а затем замедление к концу периода вегетации, и, соответственно, переход биоценоза в более устойчивое состояние, стремящееся к состоянию климаксной системы.

Таким образом, в варианте обработки препаратом АгроМик наблюдали на протяжении вегетационного периода возрастающую стимуляцию развития олиготрофной части микробоценоза дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы, в то время как на мелкозалежном минерализованном торфянике отмечали зигзагообразное колебание численности представителей данной экологической ниши.

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют о сукцессионных различиях в микробиологических процессах в исследуемых подтипах почвы. Препарат АгроМик в конце периода вегетации способствует активизации процессов минерализации и переходу в неустойчивое состояние микробоценоза дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы. В тоже время микробоценоз мелкозалежного минерализованного торфяника характеризуется интенсивным процессом иммобилизации и переходом в более устойчивое состояние, стремящееся к состоянию климаксной системы.

Работа выполнена при поддержке ГПНИ (№ темы М16-28).

Литература

1. Вальков, В.Ф. Плодородие почв и сельскохозяйственные растения: экологические аспекты / В.Ф. Вальков [и др.]. – Ростов н/Д. : Изд-во ЮФУ, 2008. – 416 с.
2. Зайдельман, Ф.Р. Генезис и экологические основы мелиорации почв и ландшафтов: учебник / Ф.Р. Зайдельман. – М. : КДУ, 2009. – 720 с.
3. Звягинцев, А.Г. Биология почв / А.Г. Звягинцев, И.П. Бабьева, Г.М. Зенова. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Издательство Московского университета, 2005. – 448 с.
4. Белюченко, И.С. Микроорганизмы почв и их роль в функционировании аграрных ландшафтов / И.С. Белюченко // Наука, технологии и инновации в современном мире. – 2016. – № 1(3). – С. 18–25.
5. Микробный препарат АгроМик для стимуляции роста и развития тритикале / Е.А. Соловьева [и др.]. – М. : Беларус. навука, 2013. – 178 с.
6. Основные микробиологические и биохимические методы исследования почв / под ред. Ю. Возняковской. – М.-Л. : ВНИИСХМ, 1987. – 47 с.
7. Теппер, Е.З. Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1987. – 239 с.
8. Титова, В.И. Методы оценки функционирования микробоценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества: науч. метод. пособие / В.И. Титова, А.В. Козлов. – Н. Новгород : Нижегород с.-х. акад., 2012. – 192 с.
9. Доспехов, Б.А. Практикум по земледелию : учеб. для ун-тов / Б.А. Доспехов, И.П. Васильев, А.М. Туликов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1987. – 58 с.
10. Наплекова, Н.Н. Аэробное разложение целлюлозы микроорганизмами в почвах западной Сибири / Н.Н. Наплекова. – Новосибирск : Наука, 1974. – 250 с.
11. Шулико, Н.Н. Влияние длительного применения удобрений на агрохимические и биологические свойства чернозема выщелоченного и продуктивность ячменя в южной лесостепи Западной Сибири : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.04 / Н.Н. Шулико. – Омск, 2017. – 169 с.
12. Надежкин, С.М. Подвижные формы органического вещества в полевых агроценозах / С.М. Надежкин // Системы воспроизводства плодородия почв в ландшафтном земледелии : материалы Всерос. науч.-практ. конф., Белгород, 27–29 июня 2001 г. – Белгород : Крестьянское дело, 2001. – С. 139–141.

Гомельский государственный
университет им. Ф. Скорины

Поступила в редакцию 21.04.2018

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ