

МИКРОБИОЦЕНОЗ КУКУРУЗЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БЕЗВОДНОГО АММИАКА В КАЧЕСТВЕ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ

Дегтярева И.А.^{1,2} – д.б.н., доцент, гл. н.с., Прищепенко Е.А.¹ – к.с.-х.н., руководитель, Газизов Р.Р.¹ – к.с.-х.н., вед. н.с., Медведев В.В.³ – к.с.х.н., генеральный директор

¹Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН

²ФГБУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

³ООО «Центрсельхозхимии»

Ключевые слова: микробный ценоз, кукуруза, безводный аммиак, почва, микроорганизмы

Keywords: microbial cenosis, maize, anhydrous ammonia, soil, microorganisms

В мировом сельскохозяйственном производстве приоритетным является тренд снижения доз применяемых минеральных удобрений [1, 8, 11]. По экономическим и экологическим соображениям возрастает роль интегрированного использования минеральных удобрений с агротехническими приемами, направленными на поддержание естественного плодородия почв.

В земледелии используются различные удобрения, в частности безводный аммиак (NH_3), который выступает альтернативой аммиачной селитре в обеспечении азотного питания сельскохозяйственных культур. Преимуществ использования безводного аммиака над сухими минеральными удобрениями много, вот лишь некоторые: это концентрированное безбалластное удобрение, содержащее 82 % азота [10]; равномерность внесения; затраты ресурсов при внесении в почву на 20-40 % ниже по сравнению с твердыми удобрениями; производство значительно дешевле (погрузка и внесение в почву полностью механизированы); применение с осени под урожай следующего года снижает напряженность весенне-полевых работ; его использование снижает расходы на единицу продукции, повышая уровень рентабельности производства [4, 6, 9].

Вместе с тем безводный аммиак является одним из самых опасных

химикатов, используемых в земледелии. Экологические риски связаны с усиленным воздействием этого удобрения и технологии его внесения на качество почвы и природных вод. Многие исследователи считают, что для предотвращения нитратного загрязнения при определении доз внесения безводного аммиака необходимо учитывать тип почвы, ее гранулометрический состав и емкость поглощения, количество осадков в осенне-весенний период и глубину залегания грунтовых вод, а во избежание ухудшения почвенного плодородия при применении этого удобрения рекомендуется контролировать обменную кислотность, содержание лабильного гумуса и обменного аммония. Отмечают также, что эффективность безводного аммиака зависит от биологических особенностей культуры, продолжительности вегетации и погодных условий в этот период [6, 8].

Почвенные микроорганизмы являются обязательным компонентом любой агроэкосистемы. При использовании различных удобрений особая роль отводится микробиологическому мониторингу по выявлению биоразнообразия почвенной микрофлоры. Поэтому необходимы удобрения не только эффективные, но и безопасные для почвенной экосистемы.

Цель исследований – оценить влияние безводного аммиака на микробиоценоз ризосферной зоны

кукурузы.

Материал и методы исследований.

Полевой опыт был заложен в хозяйстве «Шапкино» Камско-Устьинского района Республики Татарстан на серой лесной тяжелосуглинистой почве со следующей агрохимической характеристикой: гумус – 4,0%; $pH_{\text{сол.}}$ – 6,1; гидролитическая кислотность – 1,1 мг-экв/100 г почвы; сумма поглощенных оснований – 21,0 мг-экв/100 г почвы; $N_{\text{цел.}}$ – 96 мг/кг почвы; P_2O_5 и K_2O – 101 и 90 мг/кг почвы соответственно. Безводный аммиак вносили в дозе 90 кг д.в.

Схема опыта: 1 – контроль; 2 – безводный аммиак 1; 3 – безводный аммиак 2. В вариантах 2 и 3 агрегат, вносивший безводный аммиак, прошел в зоне 0-50 см. Именно поэтому пробы (0-20 см) отбирали через 25 см. Отбор проб почвы проводили три раза: до внесения, спустя 7 и 21 сут после обработки почвы безводным аммиаком. Возделываемая культура – кукуруза сорта Машук 220.

Исследование микробного ценоза включало определение численности жизнеспособных микроорганизмов различных эколого-трофических групп методом посева соответствующих разведений на селективные среды: аммонифицирующих бактерий – на мясо-пептонном агаре, азотфиксирующих – на среде Эшби, фосфатмобилизирующих – на среде Муромцева, актинобактерий – на крахмало-аммиачном агаре, микромицетов – на среде Чапека и др. [2, 3, 5, 7].

Статистическую обработку результатов проводили с помощью электронных таблиц Excel.

Результат исследований.

Благодаря деятельности почвенных микроорганизмов, в природе осуществляется непрерывный круговорот биогенных элементов, интенсивность которого зависит от численности микроорганизмов конкретной физиологической группы и их биологической активности. Такой прием, как внесение безводного аммиака в качестве азотного удобрения, является необходимым для оценки реакции на него микробного сообщества.

При изучении микробиоценоза до внесения безводного аммиака установлено, что исследованная почва богата представителями фосфатмобилизирующих ($23,2 \times 10^6$ КОЕ/г почвы) и diaзотрофных ($5,9 \times 10^6$ КОЕ/г почвы) микроорганизмов. В меньшем количестве присутствуют бактерии, использующие минеральные формы азота ($2,7 \times 10^6$ КОЕ/г почвы) и актинобактерии ($0,9 \times 10^6$ КОЕ/г почвы). Интересен факт большого количества кислотоустойчивых бактерий ($0,4 \times 10^6$ КОЕ/г почвы). Численность микромицетов невысокая ($23,3 \times 10^3$ КОЕ/г почвы), а их диагностика по качественному составу свидетельствует, что доминирующим является род *Penicillium*.

Спустя 7 суток, в контрольном варианте существенных изменений в численности аммонификаторов, азотфиксаторов, фосфатмобилизирующих микроорганизмов, актинобактерий не отмечено. Только количество плесневых грибов увеличивается почти втрое ($65,0 \times 10^3$ КОЕ/г почвы).

Более очевидны изменения в микробном составе почвы в этот период после обработки ее безводным аммиаком. Так, в вариантах 2 и 3 снижается количество аммонификаторов и фосфатмобилизирующих микроорганизмов (в 1,6 и 1,3 раза по сравнению с контролем соответственно). Наиболее выраженное увеличение отмечено у бактерий, использующих минеральные формы азота – их количество значительно возрастает ($12,7 \times 10^6$ КОЕ/г почвы). Однако численность diaзотрофов и актинобактерий не изменяется, они толерантно реагируют на изучаемое удобрение. Интересен факт появления в почвенных пробах представителей родов *Mucor*, *Aspergillus*, *Trichoderma*. При этом локализация грибов не зависит от места внесения безводного аммиака.

Итак, внесенный в почву безводный аммиак, спустя 7 суток, может вызвать кратковременный эффект подавления численности аммонифицирующих и фосфатмобилизирующих микроорганизмов из-за изменения химических показателей состояния почвенной системы, который со

временем нивелируется вследствие, как биотических, так и абиотических факторов (связывание с веществами почвы, выветривание, испарение и т.п.).

Спустя 21 сутки, в контрольном варианте вдвое меньше становится аммонификаторов ($3,8 \times 10^6$ КОЕ/г почвы) и азотфиксаторов ($3,3 \times 10^6$ КОЕ/г почвы). Снижается количество бактерий-минерализаторов ($2,3 \times 10^6$ КОЕ/г почвы) и микромицетов ($37,5 \times 10^3$ КОЕ/г почвы).

Через три недели в вариантах с БА численность практически всех изучаемых групп микроорганизмов сопоставима с контрольным вариантом. Следует выделить лишь фосфатмобилизующие микроорганизмы, количество которых становится в 1,6 раза выше контроля. В этот период выявлено заметно меньше кислотоустойчивых бактерий ($0,1 \times 10^6$ КОЕ/г почвы). Изменения в численности почвенного бактериального сообщества, по-видимому, связаны с онтогенезом растений кукурузы и влиянием погодных условий. Относительно микроскопических грибов необходимо отметить, что наибольшее увеличение их численности выявлено в опытных вариантах.

Заключение. Внесение любых минеральных удобрений резко интенсифицирует микробиологические процессы в почвах, способствуя в итоге повышению урожая сельскохозяйственных культур. Однако чрезмерная активизация почвенной микробиоты может быть и вредной, так как процессы, направленные на восстановление нарушенного равновесия, приводят к потерям минеральных удобрений, ухудшению физико-химических и биологических свойств почвы, а также другим серьезным экологическим последствиям.

Суммируя вышеизложенное, считаем применение безводного аммиака одним из путей решения дефицита азота в земледелии, так как его использование для обогащения почвы азотом в начальный период роста кукурузы не приводит к каким-либо существенным, в том числе негативным, изменениям состава почвенного микробного ценоза.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Завалин, А.А. Современное состояние проблемы азота в мировом земледелии / А. А. Завалин, Г. Г. Благовещенская, Н. Я. Шмырева [и др.] // *Агрохимия*. – 2015. – № 5. – С. 83-95.
2. Зенова, Г. М. Практикум по биологии почв: учебное пособие / Г. М. Зенова, А. Л. Степанов, А. А. Лихачева, Н. А. Манучарова. – Москва: Изд-во МГУ, 2002. – 120 с.
3. Колешко, О. И. Экология микроорганизмов в почве / О. И. Колешко. – Минск: Высш. шк., 1981. – 345 с.
4. Кротов, Д. Г. Изменение свойств почвы при внесении жидкого аммиака / Д. Г. Кротов, В. П. Самсонова // *Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сб. трудов науч. чтений / под ред. Ю.А. Можайского*. – Рязань: ВНИИиГ им. А.Н. Костякова, 2017. – Вып. 13. – С. 167-171.
5. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д. Г. Звягинцева. – Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1991. – 304 с.
6. Мирошниченко, Н. Н. Сравнительная эффективность безводного аммиака и аммиачной селитры в звене полевого севооборота / Н. Н. Мирошниченко, А. В. Ревтье, Е. Ю. Гладких, Е. В. Панасенко // *Почвоведение и агрохимия*, 2015. – № 1 (54). – С. 150-160.
7. Нетрусов, А. И. Экология микроорганизмов: учеб. пособие / А. И. Нетрусов, Е. А. Бонч-Осмоловская, В. М. Горленко. – Москва: Академия, 2004. – 272 с.
8. Торикив, В. Е. Урожайность и качество клубней картофеля при использовании безводного аммиака / В. Е. Торикив, С. Ю. Соболев // *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2020. – № 3 (79). – С. 20-26.
9. Фомин, В. Н. Эффективность различных видов азотных удобрений под кукурузу / В. Н. Фомин, В. В. Медведев //

Сборник научных статей «Продовольственная самодостаточность региона в условиях импортозамещения: вопросы теории и практики». – 2016. – С. 271-273.

10. Чекаев, Н. П. Азотный режим чернозема выщелоченного в зависимости от применения безводного аммиака

/ Н. П. Чекаев // Сурский вестник, 2020. – № 1 (9). – С. 28-34.

11. Kovacs, P. Anhydrous ammonia timing and rate effects on maize nitrogen use efficiencies / P. Kovacs, G. E. Van Scoyoc, T. A. Doerge, J. J. Cambera-to, T. J. Vyn // Agronomy Journal, 2015. – № 107 (4). – P. 1205-1214.

МИКРОБИОЦЕНОЗ КУКУРУЗЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БЕЗВОДНОГО АММИАКА В КАЧЕСТВЕ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ

Дегтярева И.А., Прищепенко Е.А., Медведев В.В., Газизов Р.Р.

Резюме

При использовании безводного аммиака в качестве азотного удобрения необходима оценка реакции на него микробного сообщества. При изучении микробиоценоза до внесения безводного аммиака установлено, что исследованная почва богата представителями фосфатмобилизующих, diaзотрофных микроорганизмов, актинобактерий. Численность микромицетов невысокая, доминирующим является род *Penicillium*. Спустя 7 сут после обработки почвы безводным аммиаком в контрольном варианте существенных изменений в численности аммонификаторов, азотфиксаторов, фосфатмобилизующих микроорганизмов, актинобактерий не отмечено. Только количество плесневых грибов увеличивается почти втрое. В этот период в вариантах с внесением безводного аммиака снижается лишь количество аммонификаторов и фосфатмобилизующих микроорганизмов (в 1,6 и 1,3 раза по сравнению с контролем соответственно). Численность diaзотрофов и актинобактерий не изменяется. Наиболее выраженное увеличение отмечено у бактерий, использующих минеральные формы азота – их количество возрастает в 4,6 раза. В почвенных пробах появляются представители родов *Mucor*, *Aspergillus*, *Trichoderma*. Внесенный в почву безводный аммиак, спустя 7 суток, может вызвать кратковременный эффект подавления численности аммонификаторов и фосфатмобилизующих микроорганизмов, который со временем нивелируется, вследствие, как биотических, так и абиотических факторов (связывание с веществами почвы, выветривание, испарение и т.п.). Более очевидны изменения в микробном составе почвы спустя 21 сутки после обработки ее безводным аммиаком. В контрольном варианте вдвое меньше становится аммонификаторов и азотфиксаторов, снижается количество бактерий-минерализаторов и микромицетов. Спустя три недели, в вариантах с безводным аммиаком численность практически всех изучаемых групп микроорганизмов сопоставима с контролем или выше (фосфатмобилизующие бактерии). Эти изменения, по-видимому, связаны с онтогенезом растений кукурузы и влиянием погодных условий. После внесения безводного аммиака, спустя 21 сутки, почвенная микрофлора изменяется несущественно. Его использование в начальный период роста кукурузы не приводит к каким-либо существенным, в том числе негативным, изменениям состава почвенного микробиоценоза. Считаем применение безводного аммиака одним из путей решения проблемы азота в земледелии.

MAIZE MICROBIOCENOSIS AFTER USING ANHYDROUS AMMONIA AS A NITROGEN FERTILIZER

Degtyareva I.A., Prishchepenko E.A., Gazizov R.R., Medvedev V.V.
Summary

When using anhydrous ammonia as a nitrogen fertilizer, it is necessary to evaluate the reaction of the microbial community to it. Studying microbiocenosis before the introduction of anhydrous ammonia, we have found that the studied soil rich in phosphates, diazotrophic pathogens, and actinobacteria. The number of micromycetes is low, the genus *Penicillium* is dominant. Seven days after soil treatment with anhydrous ammonia in the control variant, no significant changes in the number of ammonifiers, nitrogen fixers, phosphate mobilizing microorganisms, and actinobacteria were noted. Only the number of mold fungi almost triples. During this period, in the variants with the introduction of anhydrous ammonia, only the number of ammonifiers and phosphate-mobilizing microorganisms decreases (by 1.6 and 1.3 times compared with the control, respectively). The number of diazotrophs and actinobacteria does not change. The most pronounced increase was noted in bacteria that use mineral forms of nitrogen - their number increases by 4.6 times. Representatives of the genera *Mucor*, *Aspergillus*, *Trichoderma* appear in soil samples. Anhydrous ammonia introduced into the soil after 7 days can cause a short-term effect of suppressing the number of ammonifiers and phosphate-mobilizing microorganisms, which is leveled over time due to both biotic and abiotic factors (binding with soil substances, weathering, evaporation, etc.). More obvious are the changes in the microbial composition of the soil 21 days after its treatment with anhydrous ammonia. In the control variant, ammonifiers and nitrogen fixers become half as much, the number of mineralizing bacteria and micromycetes decreases. Three weeks later, in the variants with anhydrous ammonia, the number of almost all studied groups of microorganisms is comparable to the control or higher (phosphate mobilizing bacteria). These changes seem to be associated with the ontogeny of maize plants and the influence of weather conditions. After the introduction of anhydrous ammonia, after 21 days, the soil microflora changes insignificantly. Its use in the initial period of corn growth does not lead to any significant, including negative, changes in the composition of soil microbiocenosis. We consider the use of anhydrous ammonia as one of the ways to solve the problem of nitrogen in agriculture.