

УДК 635.92:631.53(476)

**РОЛЬ РОСТОВЫХ ВЕЩЕСТВ ГОРМОНАЛЬНОЙ ПРИРОДЫ
В РЕГУЛЯЦИИ АКТИВНОСТИ КАТАЛАЗЫ
ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА
ГОЛОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ**

Ю.Н. Коршаковская, В.С. Тарасенко

УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 21.07.2014 г.)

Аннотация. Каталаза является одним из важнейших ферментов растительного организма, регулирующим биохимические реакции. Управление активностью данного гемопroteина позволяет оказывать влияние на процессы роста и развития растения. Существующие исследования по данному вопросу малочисленны, а полученные экспериментальные данные неоднозначны. В отношении декоративных культур подобные испытания практически отсутствуют.

Для изучения влияния росторегулирующих веществ на активность каталазы при получении посадочного материала декоративных голосеменных растений в 2013-2014 гг. были проведены соответствующие опыты в условиях защищённого и открытого грунта, сопровождающиеся лабораторными исследованиями.

В результате было установлено, что активность каталазы изменялась под действием физиологически активных веществ, зависела от вида культуры и возраста растений, а также времени экспозиции. В среднем, через 6 часов после обработки посадочного материала активность каталазы под действием изучаемых вариантов возрастала в 1,36-2,70 раза по сравнению с контролем.

Summary. The catalase is one of the most important enzymes of the vegetable organism regulating the major biochemical reactions. Direction of this enzyme activity allows to influence the growth and development processes. Existing researches on the matter are not numerous and the obtained experimental data are ambiguous. Regarding ornamental plants corresponding researches are practically absent.

For investigating the influence of the growth regulating substances on activity of catalase aiming to receive a sowing material of ornamental gymnosperms plants the corresponding experiments in conditions of the protected and open ground accompanied by the laboratory researches were made in 2013-2014.

It was established that activity of catalase changed under the influence of physiologically active agents, depended on types of ornamental plants and their age as well as the exposition time. On average, activity of catalase under the influence of studied variants increased by 1,36...2,70 times in comparison with control in 6 hours after plants processing.

Введение. Крупные населённые пункты в настоящее время являются основными потребителями декоративных растений. Как за рубе-

жом, так и в нашей стране всё большую популярность приобретают хвойники, обладающие не только эстетическими, но и экологическими свойствами. Однако, получение качественного посадочного материала голосеменных растений, в отличие от лиственных, является более длительным и трудоёмким процессом. К тому же растения, используемые для озеленения городов, кроме природных стрессов подвергаются различным антропогенным воздействиям. Совокупность неблагоприятных факторов городской среды оказывает влияние на различные звенья обмена веществ растительности. Некоторыми исследователями [1] на примере декоративных растений было показано, что одними из наиболее чувствительных к изменению различных факторов среды и загрязнению воздуха являются ферменты, принимающие участие в окислительно-восстановительных процессах. Нарушение их деятельности может вызывать изменения в метаболизме важнейших органических соединений: углеводов, органических кислот, аминокислот, белков, жиров и т. д. Поэтому важным физиологическим показателем любого растительного организма, особенно произрастающего в городских условиях, является изменение ферментативной активности.

В процессе жизнедеятельности в клетках растений образующиеся активные формы кислорода могут приводить к накоплению свободных радикалов и ускорению окислительного стресса. Молекулы перекиси водорода способны реагировать с липидами, белками и ДНК, повреждая структуру мембран и макромолекул. Это является одним из проявлений неблагоприятных биотических и абиотических воздействий на растительный организм. Данные соединения весьма опасны с точки зрения их негативного воздействия на весь ход обмена веществ [2].

В процессе адаптации растения формируют защитные реакции на биохимическом, физиологическом и морфологическом уровнях, позволяющие сохранить относительное равновесие в их росте и развитии. Ключевым компонентом группы ферментов-антиоксидантов является каталаза, функция которого сводится к разрушению токсичного пероксида водорода, образующегося в ходе различных окислительных процессов в организме. Кроме того, весьма существенна роль каталазы в снабжении кислородом тех участков ткани, куда доступ его в силу тех или иных причин затруднён.

Активность каталазы в растениях непостоянна и зависит от вида растения, возраста клеток, типа ткани, условий произрастания и других факторов, в том числе и от использования физиологически активных веществ (ФАВ).

В последнее время регуляторы роста всё чаще используются в сельскохозяйственном производстве. Внедрение в практику возделывания

вания различных культур биологически активных препаратов обусловлено широким спектром их действия, возможностью направленно регулировать отдельные этапы развития с целью мобилизации потенциальных возможностей растительного организма, и, следовательно, для повышения продуктивности. Сейчас и в декоративном садоводстве употребление ФАВ приобрело большее значение благодаря полученным положительным практическим результатам, теоретически обоснованным научными исследованиями [3, 4, 5].

Следует отметить, что исследования по изменению ферментативной активности в растительных организмах крайне малочисленны, их результаты неоднозначны, а в отношении декоративных растений практически отсутствуют. Поскольку в условиях Республики Беларусь данный вопрос изучен недостаточно, были проведены исследования по изучению влияния ФАВ в регуляции активности каталазы. Экспериментально определялась эффективность проведения некорневых обработок биологически активными препаратами при формировании посадочного материала ели колочей (*Picea pungens*), ели обыкновенной (*Picea abies*) и сосны горной (*Pinus mugo var. mughus*).

Цель работы – изучить влияние физиологически активных веществ на изменение активности каталазы при возделывании голосеменных растений.

Материал и методика исследований. Исследовательская работа проводилась в 2012-2014 гг. в ФХ «Зелёный горизонт» Гродненского района.

Объектом исследования являлись семена ели колочей второго года жизни, а также трёхмесячные семена ели обыкновенной и сосны горной, которые подвергались некорневой обработке регуляторами роста по схеме:

1. Контроль (обработка водой);
2. «Экосил»;
3. «Оксидат торфа»;
4. «Гидрогумат торфа»;
5. «Активатор почвы «Эрид Гроу».

В качестве росторегуляторов использовали препараты гормональной природы в концентрации: «Оксидат торфа» – 0,2%, «Гидрогумат» – 0,2%, «Экосил» – 0,02%, «Активатор почвы «Эрид Гроу» – 0,1%.

Посадочный материал ели колочей был получен следующим образом. Семена высевали в третьей декаде февраля в условиях плёночной теплицы в субстрат, содержащий верховой торф (рН в KCl – 3,5) и речной песок в соотношении 2:1. С первой декады мая по вторую декаду июня посева трёхкратно опрыскивали водными растворами регуляторов

роста согласно схеме опыта в утренние или вечерние часы. Контрольный вариант обрабатывали водой. В данной процедуре использовался опрыскиватель фирмы «Квазар», норма расхода рабочего раствора составляла 30 мл/м² (300 л/га) и контролировалась весовым методом.

В первой декаде июля, через 3 дня после пересадки растений в пластиковые контейнера объёмом 0,8 л, наполненные субстратом из верхового торфа той же кислотности и кокосового волокна (3:1), проводили очередную некорневую обработку семян. Влажность субстрата во время исследования поддерживали в пределах 60% полной влагоёмкости.

В третьей декаде июля контейнера с посадочным материалом переносили из теплицы на открытую площадку. Через 3 дня после этого проводили очередную обработку семян растворами ФАВ. Агротехника дальнейшего ухода за растениями заключалась в периодическом поливе, прополках и подкормках комплексом микро- и макроудобрений.

На втором году жизни растений некорневые обработки регуляторами роста происходили троекратно в период с третьей декады апреля по первую декаду июня с 20-дневным интервалом. Во второй декаде июня сеянцы были высажены в открытый грунт, через неделю после чего было проведено очередное опрыскивание.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, развивающаяся на песчанистой связной супеси, подстилаемой с глубины 0,5 м моренным суглинком, характеризовалась средним содержанием обменного калия и подвижного фосфора, недостаточным содержанием гумуса, слабокислой реакцией почвенного раствора. Схема посадки растений – 1,2 x 0,8 м. Повторность опыта четырёхкратная с рендомизированным расположением вариантов. Площадь делянки 9,1 м² (26 растений).

В течение вегетации ели производили прополки, рыхление и полив по мере необходимости. Для защиты растений от инфекций проводили профилактическое опрыскивание противогрибковыми препаратами каждые 10-14 дней попеременно: «Фоликур БТ» (0,25%), «Альто Супер» (0,25%) и «Скор» (0,1%).

Методика выращивания сеянцев ели обыкновенной и сосны горной следующая. Семена высевали в третьей декаде мая в условиях плёночной теплицы линией для посева семян «Urbinati» в пластмассовые мультитраты (включающие 260 ячеек), наполненные субстратом, содержащим верховой торф (рН в КС1 – 3,5) и речной песок в соотношении 2:1. Семена высевали с небольшим заглублением, в хорошо увлажненный субстрат, затем присыпали вермикулитом и опрыскивали водой до насыщения почвы.

Засеянные ёмкости накрывали плёнкой с целью поддержания постоянной температуры в пределах 18-24°C и защиты всходов от прямых солнечных лучей. После всходов основной массы семян плёнку снимали.

В течение вегетации растений полив производили по мере необходимости. Для защиты посевов от инфекций проводили профилактическое опрыскивание противогрибковыми препаратами каждые 10-14 дней попеременно: «Фоликур БТ» (0,25%), «Альто Супер» (0,25%) и «Скор» (0,1%). Во время проведения исследований ни в одном из вариантов не использовали удобрения.

Со второй декады июня по третью декаду июля посевы трёхкратно опрыскивали водными растворами физиологически активных веществ согласно схеме опыта при помощи ручного опрыскивателя фирмы «Квазар». Контрольный вариант обрабатывали водой. Норма расхода рабочего раствора контролировалась весовым методом и составляла 14 мл на мультиплату.

Повторность опыта четырёхкратная при рендомизированном расположении вариантов. Количество опытных растений одного варианта – 520 (две мультиплаты). Для анализа отбирали по десять типичных растений с каждого варианта. В работе применяли методики проведения наблюдений и учётов, соответствующие основным положениям «Методики опытного дела» [6].

Активность каталазы в вегетативных частях исследуемых растений определяли газометрическим методом. О деятельности фермента судили по объёму кислорода, выделяющегося в результате разложения перекиси водорода по формуле:

$$A.K. = A/(H*t),$$

где: A.K. – активность каталазы, мл O₂/1 г*1 мин.

A – объём выделившегося кислорода, выделившегося за определённый временной период, мл.

H – навеска, г.

t – время с момента начала реакции до отсчёта, мин.

Для анализа использовались свежесрезанные растения. Отбор растений происходил через 6 часов после их обработки растворами ФАВ.

Полученные экспериментальные данные подвергались соответствующей статистической обработке.

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ полученных результатов показывает, что обработка растений ели колючей ФАВ способствовала увеличению показателя активности каталазы. В целом для вариантов, подвергшихся обработке, показатель увеличился

в 1,2-2,6 раза по отношению к контролю. Минимальное повышение значения (на 16%) наблюдалось при использовании «Гидрогумата торфа» (рис. 1). Применение «Оксидата торфа» и «Экосила» усилило активность каталазы ещё на 82 и 101% соответственно. Максимальным влиянием на результат характеризовался препарат «Эрид Гроу». Опрыскивание им растений обеспечило прибавку 160% по сравнению с контрольным вариантом.

Самой низкой в среднем за 3 минуты активность каталазы была в контрольном варианте. В вариантах с применением регуляторов роста действие фермента было выше на 33-190%. Причём, самый высокий уровень прибавки был отмечен при использовании «Эрид Гроу». Наименьшее увеличение дало использование препарата «Гидрогумат торфа».

Во всех случаях контролируемый показатель достигал максимальной величины в первую минуту. Следует отметить, что в последующем увеличение активности каталазы происходило не столь стремительными темпами. В течение второй и третьей минут исследований смещение сдвига показателя в меньшую сторону в контрольном варианте произошло на 59 и 61% соответственно. В среднем для вариантов произошло уменьшение роста значения показателя на 40% по сравнению с изменением за первую минуту. В случаях с применением регуляторов роста изменение активности фермента замедлилось и составляло 40-50% по отношению к прогрессу активности каталазы в первую минуту. В целом средний сдвиг параметра составил 30-33%. При этом существенных различий между «Экосилом» и «Эрид Гроу» на второй минуте, а также между «Оксидатом торфа» и «Эрид Гроу» на третьей минуте не установлено.

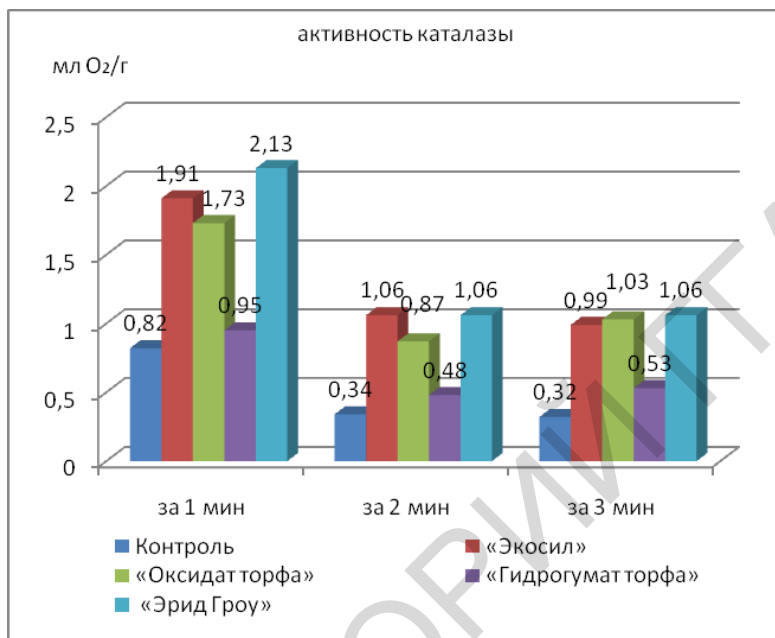


Рисунок 1 – Влияние ФАВ на активность каталазы в растениях ели колючей, мл O_2/g , 2013-2014 гг., среднее

Помимо ели колючей второго года жизни обработке ФАВ подвергались семена ели обыкновенной и сосны горной трёхмесячного возраста. Это позволило получить данные и проанализировать изменения, происходящие в молодом организме голосеменных растений под влиянием биологически активных препаратов.

В проведённых исследованиях было установлено, что все используемые регуляторы роста существенно влияли на активность каталазы в семенах ели обыкновенной. По сравнению с контрольным вариантом исследуемый показатель увеличился в среднем на 106% (рис. 2).

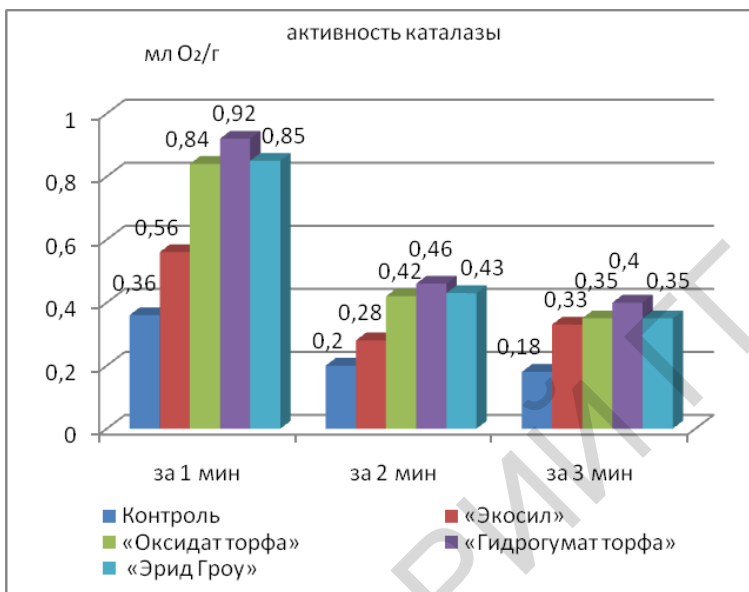


Рисунок 2 – Влияние ФАВ на активность каталазы в сеянцах ели обыкновенной, мл O₂/г, 2013-2014 гг., среднее

Так, наибольшая прибавка (136 %) была отмечена при применении «Гидрогумата торфа», наименьшая – при обработке «Экосилом» (56%), а опрыскивание препаратами «Оксидат торфа» и «Эрид Гроу» обеспечило возрастание значения на 116%. Следует заметить, что существенных различий между последними не наблюдалось.

Максимальная активность каталазы во всех вариантах была достигнута в течение первой минуты, возрастая при этом в 1,6 («Экосил») и 2,6 («Гидрогумат торфа») раза в случаях, когда имело место применение ФАВ по отношению к необработанным растениям. Влияние «Оксидата торфа» и «Эрид Гроу» можно считать равнозначным.

По сравнению с резким скачком активности фермента в первую минуту, далее происходило замедление темпов прироста показателя на 30-36%, причём наибольшим значением характеризовались варианты, прошедшие обработку «Оксидатом торфа», «Гидрогуматом торфа» и «Эрид Гроу». Менее всего на изменение параметра, по сравнению с контролем, оказал влияние препарат «Экосил».

Что касается сосны горной, то применение на этих сеянцах физиологически активных веществ повысило активность каталазы, в среднем, на 0,40, 0,25 и 0,18 мл O₂/г для первой, второй и третьей минут соответственно (рис. 3).

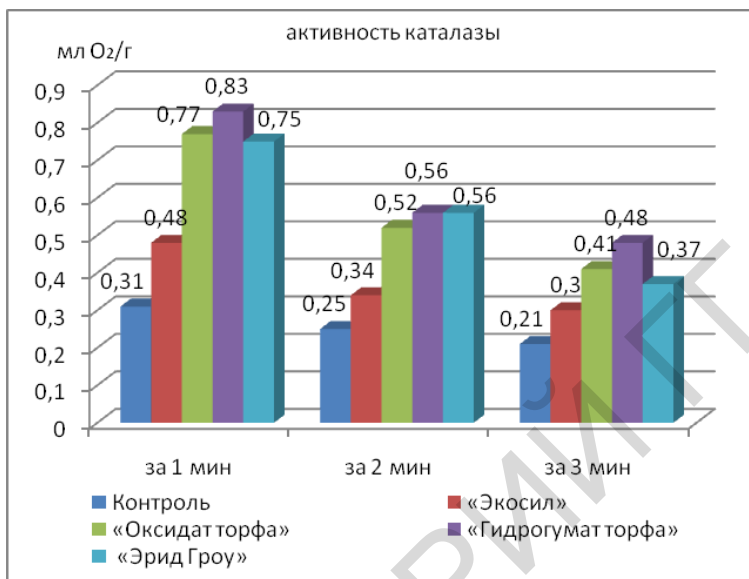


Рисунок 3 – Влияние ФАВ на активность каталазы в семенах сосны горной, мл O_2/g , 2013-2014 гг., среднее

В течение первой минуты максимальной эффективностью в области повышения активности каталазы характеризовался препарат «Гидрогумат», минимальной – «Экосил». Прибавка к контролю составила 2,7 и 1,5 раза соответственно. На второй и третьей минутах общие закономерности сохранились, хотя отличия между контрольным и обработанными вариантами сократилась до 1,36-2,24 и 1,42-2,29 раза соответственно.

Поскольку содержащаяся в растениях каталаза вступала в реакцию не одновременно, а в течение всего времени эксперимента, причём интенсивность реакции различалась как по вариантам, так и по объектам исследования, наиболее объективной характеристикой будет являться её усреднённое значение за весь период наблюдения.

Максимальной активностью каталазы характеризовались двулетние растения ели колючей – 1,02 мл O_2/g (рис. 4).

В семенах активность этого фермента была значительно ниже – 0,46 и 0,48 мл O_2/g для ели обыкновенной и сосны горной соответственно.

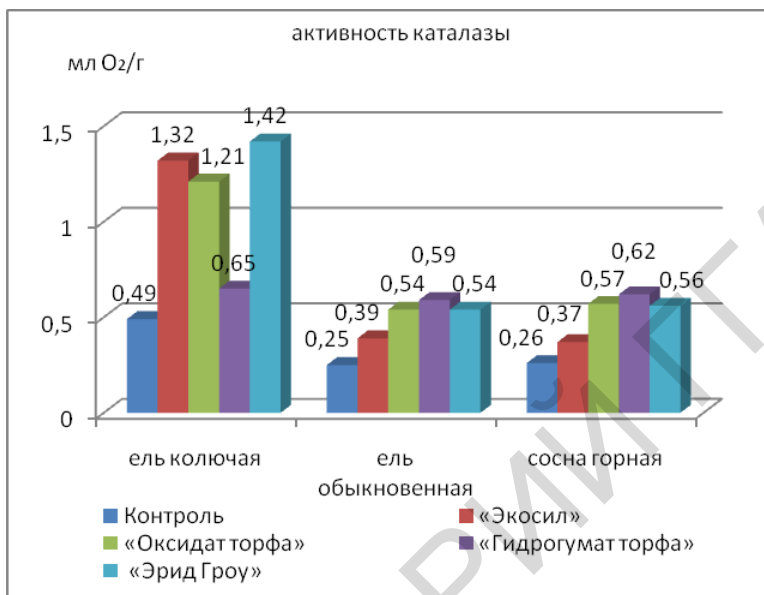


Рисунок 4 – Влияние ФАВ на активность каталазы в голосеменных, мл O₂/г, 2013-2014 гг., среднее

Что касается вида физиологически активных веществ, то для каждого вида растений их действие на контролируемый параметр было различно. В среднем для всех испытываемых голосеменных обработка ФАВами повысила активность каталазы на 0,4 мл O₂/г, причём максимальной эффективностью характеризовался препарат «Эрид Гроу». Но если для ели колючей указанный препарат действительно в максимальной степени оказывал положительное влияние на активность фермента, то для сеянцев более эффективным было применение «Гидрогумата торфа».

Заключение. Таким образом, по результатам двухлетних исследований установлено, что:

1. Обработка голосеменных растений ФАВ существенно способствовала увеличению показателя активности каталазы;
2. Наибольшая величина контролируемого параметра была зафиксирована в первую минуту во всех случаях, в том числе и в контрольном;
3. Максимальной активностью каталазы характеризовались двухлетние растения ели колючей – 1,02 мл O₂/г;
4. В среднем для всех испытываемых голосеменных обработка ФАВами повысила активность каталазы на 0,4 мл O₂/г;

5. Максимальной эффективностью характеризовался препарат «Эрид Гроу»;

6. Для сеянцев более эффективным было применение «Гидрогумата торфа», что свидетельствует о неодинаковой отзывчивости растений разного возраста на изучаемые препараты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Некоторые аспекты устойчивости туи западной в городских экосистемах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://marsu.ru/science/libr/resours/thuja/gl4.html> – Дата доступа: 12.08.2014.
2. Тарасенко, С.А. Физиолого-биохимические основы высокой продуктивности лекарственных растений в агроценозах: монография / С.А. Тарасенко, С.В. Брилева, О.А. Белоус. – Гродно: ПГАУ, 2008. – 191 с.
3. Коршаковская, Ю.Н., Тарасенко, В.С. Проблемы и перспективы применения регуляторов роста растений в декоративном садоводстве / Ю.Н. Коршаковская, В.С. Тарасенко // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XVI Международ. науч.-практ. конф., Гродно, 2013. / Издат.-полиграф. отдел УО «ГТАУ». – 470 с.
4. Тарасенко, М.Т. Зелёное черенкование садовых и лесных культур. М.: ТСХА, 1991. – 272 с.
5. Торчик, В. И. Биологические основы формирования и использования ассортимента древесных растений для контейнерного озеленения городов Беларуси: автореф. дисс. докт. биол. наук: 03.02.01, 06.03.03 / В.И. Торчик; Центральный ботанический сад НАН Беларуси. – Минск, 2012. – 39 с.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

УДК 631.861:631.87

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОУДОБРЕНИЯ «ЭФФЛЮЕНТ» ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

Д.В. Ляшук¹, В.А. Сатишур², С.К. Михайлова¹

¹ – УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь

² – ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси»,
г. Брест, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 30.06.2014 г.)

Аннотация. В статье представлены результаты изучения эффективности применения биоудобрения «Эффлюент» при возделывании кукурузы сорта Рикордино на дерново-подзолистой супесчаной почве. Полевыми исследованиями, установлено, что применение данного органического удобрения существенно повышает урожайность и качественные показатели зеленой массы кукурузы. Максимальная продуктивность кукурузы 140,9 ц корм. ед. получена в результате применения 26,1 т/га биоудобрения «Эффлюент» ($N_{4,6}P_{2,9}K_{2,1}$), при этом выход обменной энергии в сухом веществе составил 11,9 мДж/кг.