

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ КОМПЛЕКСОНЫ В КАЧЕСТВЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ

Разработаны методы воздействия на сельскохозяйственные культуры различными физическими факторами, оказывающими стимулирующее влияние на рост и развитие растений и, в конечном счете, на урожайность самих культур.

Ключевые слова: экологически безопасные комплексоны, стимуляторы роста растений, биометаллы, агrobiотехнология.

E.S. Loginova, V.M. Nikol'skiy, T.I. Smirnova

ECO-FRIENDLY COMPLEXONES AS PLANTS GROWTH PROMOTERS

The methods of impact on crops by various physical factors having the stimulating impact on growth and development of plants and, eventually, on productivity of cultures was developed

Key words: eco-friendly complexones, plant growth promoters, biometals, biotech farming.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 14 октября 2015 г.

В настоящее время большинство сельхозтоваропроизводителей используют традиционные способы предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур, основанные на использовании химических и биохимических препаратов, но о качестве получаемой продукции можно только догадываться.

Отход от традиционных методов интенсификации роста сельскохозяйственной продукции (внесение минеральных удобрений) может обеспечить качественный скачок в повышении эффективности сельскохозяйственного производства. Методы физико-химического воздействия (магнитные и электрические поля, ультразвук, УФ-излучение) и инновационные биопрепараты в настоящее время не имеют должного распространения в силу малой изученности их воздействия на растения. Предлагаемые нами подходы имеют мировую новизну.

Объяснить улучшение посевных качеств семян при их предпосевной обработке физическими факторами можно тем, что у семян возрастает интенсивность водопоглощения, что приводит к сокращению продолжительности микробиологических фаз прорастания семян.

Авторами разработаны биопрепараты на основе экологически безопасных комплексонов, которые зарекомендовали себя как эффективные стимулирующие препараты для сельского хозяйства.

Кроме эффективной транспортной функции по доставке в растения микроэлементов у таких комплексонов проявляется ещё одно важнейшее свойство – способность этих соединений *на свету* в условиях живой природы распадаться на фрагменты, в состав которых входят аминокислоты в усвояемом виде.

В растениеводстве комплексонаты микроэлементов (меди, цинка, кобальта и железа) с такими *комплексонами, производными дикарбоновых кислот (КПДК)*, как *этилендиаминдиянтарная кислота (ЭДДЯК)* или *иминодиянтарная кислота (ИДЯК)* используются для борьбы с хлорозом. Комплексы цинка с ЭДДЯК и ИДЯК оказывают благотворное влияние на физиологическое состояние, рост и продуктивность растений. Разработан эффективный состав на базе комплексонатов для стимулирования растений картофеля [1].

Накопление урожая зависит от совокупности всех внутренних процессов растительных организмов и соотношения внешних факторов. Ключевая роль в развитии растений принадлежит, несомненно, процессам фотосинтеза.

В состав фотосинтетического аппарата высших растений входят два вида зеленых пигментов: хлорофилл "а" и хлорофилл "в". Основная функция хлорофиллов в растении – поглощение световой энергии и преобразование её в химическую. В состав хлоропластов высших растений входят и желтые пигменты – каротиноиды (каротины и ксантофиллы), помогающие расширить диапазон световых волн, используемых хлоропластами в фотосинтезе.

Растительные пигменты – важнейшие участники процесса фотосинтеза, обеспечивающего биологический урожай агрофитоценозов – посевов сельскохозяйственных растений [2].

Синтез растительных пигментов и функционирование хлоропластов невозможны без участия таких биометаллов, как Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} .

Биометаллы (магний и цинк), соединения которых были использованы в эксперименте, с учётом избыточного содержания железа и марганца в почвах Тверской области, оказывают существенное влияние на синтез растительных пигментов и формирование урожая.

С целью установления механизма воздействия ЭДДЯК, ИДЯК и их комплексов с магнием и цинком на рост и развитие различных культурных растений был поставлен мелкоделяночный опыт, отражающий влияние предпосевной обработки семян зерновой культуры – яровой пшеницы (класс однодольные) и зеленой культуры – шпината (класс двудольные) на ряд физиологических параметров развития этих растений, в частности, на содержание пигментов в листьях.

Обычно используют наименее трудоемкий способ обработки растений микроэлементными препаратами – предпосевное замачивание семян в растворах сульфатов магния и цинка.

Заметное стимулирующее действие на оба вида опытных растений оказывают и свободные ИДЯК и ЭДДЯК. Можно предположить, что продукты их распада в растительном организме идут не только на синтез пептидов, но используются и в других реакциях, например, трансаминирования при биосинтезе глутаминовой кислоты, необходимой для образования хлорофиллов.

В эксперименте были использованы сульфаты магния и цинка, квалификации "х.ч.", *этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТУК)*, ацетон, карбонат магния квалификации "ч.д.а." и оксид цинка квалификации "ч."

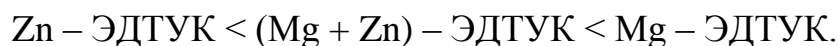
Взаимодействием ЭДДЯК, ИДЯК и ЭДТУК с карбонатом магния и оксидом цинка были получены соответствующие комплексонаты биометаллов.

Семена яровой пшеницы и шпината на сутки замачивали в растворах ЭДДЯК, ИДЯК и их комплексов с магнием и цинком (концентрация всех исходных растворов $1,5 \cdot 10^{-3}$ моль/л). Для сравнения в эксперименте использовали семена этих же культур, замоченные в растворах $MgSO_4$, $ZnSO_4$, а также в растворах комплексов магния и цинка с ЭДТУК той же концентрации. Контрольные образцы семян замачивали в дистиллированной воде. Каждый вариант опыта был заложен в двух параллелях на делянках площадью $1 м^2$.

Для яровой пшеницы наилучшим стимулятором образования хлорофиллов оказалась смесь (Mg + Zn) – ИДЯК ($\Delta W_{хл} = 57\%$ по отношению к контролю). Причём стимулирующее действие комплексонатов ИДЯК и ЭДДЯК (общее обозначение – КПДК) возрастает в ряду



Для действия комплексонатов ЭДТУК характерна другая зависимость:



Очевидно, ионы Mg^{2+} в комплексе с ЭДТУК ($Lg K_{MgL^2} = 8,83$) [3] ещё доступны для растений, тогда как из комплекса Zn – ЭДТУК ($Lg K_{ZnL^2} = 16,44$) [3] ионы Zn^{2+} в физиологическом диапазоне значений pH растениями извлечены быть не могут.

На растения шпината наибольшее воздействие, которое стимулирует образование растительных пигментов (как хлорофилла, так и каротиноидов), оказало замачивание семян в смеси (Mg + Zn) – ЭДДЯК ($\Delta W_{хл} = 50\%$ и $\Delta W_{кар} = 52\%$). Заметное стимулирующее действие на оба вида опытных растений оказывают и свободные ИДЯК и ЭДДЯК. Можно предположить, что продукты их распада в растительном организме идут не только на синтез пептидов, но используются и в других реакциях, например, трансаминирования при биосинтезе глутаминовой кислоты, необходимой для образования хлорофиллов.

Применительно к ЭДДЯК и ИДЯК, экспериментальные данные позволяют заключить, что комплексонаты Zn и Mg положительно сказываются на состоянии пигментной системы, индуцируя увеличения как хлорофиллов "а" и "в", так и суммы каротиноидов, а также оказывают оптимизирующее влияние на процессы водообмена растений вследствие увеличения водоудерживающей способности листьев.

Также были проведены исследования по стимуляции развития растений с использованием слабого магнитного поля, которые дали положительный результат [4].

В качестве опытного растения использовали шпинат. Постоянные магниты изготовлены на кафедре магнетизма Тверского государственного университета.

Одновременно замоченные в аналогичных растворах семена помещались в постоянное магнитное поле с различной индукцией ($B_1 = 0,03 \text{ T}$; $B_2 = 0,8 \text{ T}$).

Через 30 дней после появления всходов содержание растительных пигментов в листьях определяли путем исследования ацетоновых вытяжек спектрофотометрическим методом с использованием фотометра КФК-3.

Обработка магнитным полем семян шпината, замоченных в растворах КПДК без металлов (как ЭДДЯК, так и ИДЯК), существенно сказывается на интенсификации синтеза хлорофилла в листьях растений.

Результаты исследования показывают, что магнитное поле слабой интенсивности ($B = 0,03 \text{ T}$) оказывает в большинстве случаев благотворное влияние на синтез хлорофиллов в растениях, семена которых замачивались и в комплексах биометаллов.

В процессе изучения биологической активности и экологической безопасности КПДК в лабораторных условиях были выполнены исследования уровня деструкции и качественного состава продуктов разложения этих комплексов под действием УФ излучения [5].

Для сравнения в опыте также использовали структурные аналоги ЭДДЯК и ИДЯК, производные уксусной кислоты – ЭДТУК и иминодиуксусную кислоту.

В составе продуктов распада ИДЯК и ЭДДЯК бумажная хроматография и ИК спектроскопические исследования позволили идентифицировать не только набор незаменимых аминокислот, но и янтарную кислоту, которая также благотворно влияет на интенсификацию развития растений.

Все обнаруженные продукты распада КПЯК могут успешно усваиваться зелеными растениями и микроорганизмами.

Катионы аммония представляют одну из форм "подвижного" азота в почве – источника азотного питания растений, почвенных грибов и микроорганизмов [6-8].

Аминокислоты большинством почвенных микроорганизмов и многими растениями могут поглощаться из почвенного раствора в неизменном виде и быть использованы для синтеза пептидов, белков или в других обменных процессах [9].

Янтарная кислота в одноклеточных и многоклеточных организмах выполняет функции универсального метаболита [8].

Следовательно, все обнаруженные продукты деструкции ЭДДЯК и ИДЯК при попадании в почву или водную среду будут с различной скоростью подвергнуты полной биологической утилизации с сохранением химического состава среды и видового состава биоценоза.

Традиционные биопрепараты, например, даже природного происхождения (гуматы), стимулируют рост не только культурных растений, но и сорняков. Авторы предлагают новые мощные биопрепараты точечного (обработка семян) и кратковременного (в нужный период развития растений) воздействия.

Предлагаемые соединения, эффективно выполнив транспортную функцию по доставке биометаллов и бора растению или животному, на свету или в условиях естественного сброса быстро разлагаются на составляющие их аминокислоты и не сдвигают экологического равновесия.

Таким образом, предлагаемые авторами биопрепараты, показывая высокую эффективность действия, в отличие от других стимуляторов роста, не переходят в окружающую среду и не входят в состав сельхозпродукции, а значит, не портят вкуса, диетических и лечебных свойств этой продукции. Так, предложенная агробиотехнология с применением разлагаемых под действием света комплексонов биометаллов и наноструктур позволяет получить продукты здорового питания и высококачественные пищевые ингредиенты без нарушения экологического равновесия.

Литература

1. *Состав* для стимулирования развития растений картофеля / Штефырцэ А.А., Кушниренко М.Д., Тома С.И. и др. // Авторское свидетельство на изобретение РФ №1825610. Оpubл. 07.07.1993. Бюл. № 25.
2. *Сургучева М.П., Попазова А.Д., Кушниренко М.Д., Никольский В.М.* Влияние комплексонов новых комплексонов на снижение цинковой недостаточности у кукурузы // Комплексоны и комплексоны: сб. науч. тр. / ТвГУ. Тверь, 1990. С.39-43.
3. *Дятлова Н.М., Темкина В.Я., Попов К.И.* Комплексоны и комплексоны металлов. М.: Химия, 1988. С. 508.
4. *Никольский В.М., Смирнова Т.И., Пастушенков Ю.Г., Скоков К.П.* Влияние биологически активных комплексонов, производных дикарбоновых кислот, и магнитного поля на содержание растительных пигментов в шпинате // Вестник ТвГУ. Серия "Биология и экология". 2007. № 22. Вып. 6. С. 80-85.
5. *Смирнова Т.И., Халяпина Я.М., Никольский В.М. и др.* Деструкция комплексонов, производных янтарной кислоты, под действием УФ излучения // Вестник ТвГУ. Серия: Химия. 2013. № 15. С. 47-55.
6. *Пильщикова Н.В.* Физиология растений с основами микробиологии. М.: Мир, 2004. С. 142-145.
7. *Нетрусов А.И., Котова И.Б.* Микробиология. М.: Академия, 2007. С. 220.
8. *Веретенников А.В.* Физиология растений. М.: Академический Проект, 2006. С. 286, 231.
9. *Кретович В.Л.* Биохимия растений. М.: Высшая школа, 1980. С. 351-358.