



УДК 634.1:634.037.104

DEVELOPMENT OF A GROWTH-STIMULATING PREPARATION BASED ON YEAST PRODUCTION WASTE AND HYDRATED FULLERENES РАЗРАБОТКА РОСТСТИМУЛИРУЮЩЕГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ДРОЖЖЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА И ГИДРАТИРОВАННЫХ ФУЛЛЕРЕНОВ

Lysak P.Y./Лысак П.Ю.,
graduate student

Krichkovskaya L.V./Кричковская Л.В.,
д.б.н., prof/ Senior Lecturer

Dubonosov V.L./Дубоносов В.Л.

Kharkiv National Technical University "KhPI" Kirpicheva 2

Харьковский национальный технический университет «ХПИ», ул.Кирпичева 2

Аннотация. Анализ литературных источников показал, что приоритетным направлением развития сельскохозяйственного производства в целях выращивания экологически чистых продуктов питания при существенном уменьшении пестицидной нагрузки путем активизации собственных защитных сил организма является использование регуляторов роста нового поколения, получаемых методом био- и нанотехнологии. Значительное число научных публикаций и патентов, свидетельствуют о большом интересе и практической значимости биологически активных препаратов на основе регуляторов роста растений, их получения и применения как в качестве самостоятельных препаратов, так и совместно с традиционными органоминеральными удобрениями (в виде биодобавок для роста растений).

Нами исследовалась ростстимулирующая активность препарата на основе отходов дрожжевого производства (*Saccharomyces cerevisiae*) и гидратированных фуллеренов (H_nF_n); $(C_{60}(H_2O)_n$), на примере выращивания семян пшеницы в лабораторных условиях. Введение этих компонентов в технологию растениеводства требует тщательного изучения свойств препаратов на различных видах семян. Полученные в эксперименте данные показали эффективность применения ростстимулирующего препарата на основе отходов дрожжевого производства и гидратированных фуллеренов.

Ключевые слова: дрожжи, отходы пищевых дрожжей, гидратированные фуллерены.

В настоящее время создано много новых природных и химических соединений, обладающих рострегулирующей активностью, к которым предъявляются повышенные требования. В них не должно быть токсичных метаболитов и мутагенных свойств, вредного влияния на грунтовую микрофлору и обитателей водоемов, не должно создаваться экологической нагрузки на окружающую среду. Нами впервые обоснованно технологические параметры удобрений с использованием фуллеренов. НТК «Институт монокристаллов» НАН Украины и признанные в мире специалисты в области изучения систем «фуллерены - вода» и исследований взаимодействия фуллеренов с биологическими объектами - биомолекул, клеток и живыми организмами, разработали метод получения водных растворов чистых фуллеренов - FWS, который запатентован в Украине и России. Технологические принципы обеспечения функциональных свойств напитков базируются на внедрении молекулярно-коллоидных растворов фуллеренов, в которых основной структурной единицей является молекула фуллерена, окруженная симметричной сеткой воды - $C_{60} @ nH_2O$.



Мы использовали концентрированные водные растворы гидратированного (РГФ) С60, сокращенно С60FWS, что является молекулярно-коллоидными системами сферических фрактальных кластеров, структурной единицей которых является прочный, высокогидрофильный молекулярный комплекс, состоящий из молекулы фуллерена С60, заключенного в первую гидратную оболочку, которая содержит 24 молекулы воды: гидратированный фуллерен С60 (С60Н_уFn), с концентрацией 144 мг/л (200 микро/л). Актуальна разработка экспериментальных методов для определения гидратированных фуллеренов в растворе. Изучение акустической эмиссии (АЭ) [1] проводилось с применением современного акустико-эмиссионного комплекса А-Line32. Этот метод использовался для доказательства существования структурных образований в воде с гидратированными фуллеренами на основе раствора дрожжевых отходов и исследования динамики их преобразований.

Акустическая эмиссия легко регистрируется при растворении в воде различных солей, смешивании гомогенных жидкостей, плавлении льда, химических реакциях и в других аналогичных процессах (табл.1)

Таблица 1.

Параметры акустической эмиссии при добавлении 0,4 мл различных растворов в дистиллированную воду

Параметры АЭ	Вещество, которое добавляли в воду		
	Дистиллированная вода, 0,4 мл	Лед/талая вода, 0,4 мл	Раствор гидратированных фуллеренов, 0,4 мл
Длительность генерации акустических импульсов	1,5	89	150
Сумма импульсов	6	150	300
Активность АЭ, количество импульсов	до 6	до 200	до 400
Амплитуда, дБ	35	94,5	324,5
Энергия, дБ	71	85	98
Длительность сигнала, мкс	557	до 5000	До 10000
Время нарастания, мкс	102	95	84

Раствор с гидратированными фуллеренами отличается от обычного преобладанием надмолекулярных комплексов — «эмулонов» с малыми размерами. Процесс протекает через промежуточное метастабильное состояние, в котором значительная часть мономерных молекул Н₂О активирована. Построенная по фрактальным принципам в водной среде сеть с эмулонами очень существенно влияет на активность воды и ее свойства. Это экспериментально подтверждает присутствие в растворе с гидратированными фуллеренами надмолекулярных комплексов - эмулонов 1-3μ, поэтому логично предположить, повышенное содержание мономерных молекул воды. Вероятно, с этим связано то, что она ускоряет все биологические процессы в живых организмах - мелкие структурные образования быстрее и с меньшими



затратами энергии проникают через клеточные мембраны. Существенно и то, что пониженная вязкость и более редкая пространственная сетка из надмолекулярных комплексов в РФФ значительно увеличивает растворяющую способность и скорость диффузии. Постоянно присутствуют в воде гидратированных ионов водорода и гидроксила играют решающую роль в создании новой структуры воды.

По интенсивности сигналов спин-спиновой релаксации исследуемых образцов делали выводы о степени структурирования воды в системах, а также определяли степень скорости структурирования водных растворов в течение всего исследуемого периода. Установлено, что во время хранения интенсивность сигнала ЯРМ (T_0) для всех систем уменьшается при практически неизменной массе образцов. Это позволяет сделать вывод, что с добавлением гидратированных фуллеренов часть влаги переходит в более структурированное состояние. С введением в систему РФФ увеличивается влагоудерживающая способность системы. Анализируя полученные результаты можно констатировать, что добавление к дрожжевым отходам раствора гидратированных фуллеренов, приводит к молекулярной структурированности воды при производстве ростостимулирующих препарата.

Теплота испарения воды в значительной степени констатирует прочные связи воды и частиц вещества на молекулярном уровне. ВРФФ - $C_{60}H_nF_n$ имеют возможность связывать воду или водные растворы, то есть происходят перестройка внутренней структуры веществ, за счет концентрации ионов $[H]$ и $[OH^-]$ в РФФ составляет $1,4-5,0 \cdot 10^{-10}$ моль / л, а в обычной воде равновесная концентрация при $20^\circ C$ - $0,35 \cdot 10^{-7}$ моль / л, то есть на три порядка больше.

Для создания перспективного ростостимулирующего препарата на основе отходов дрожжевого производства, богатого микроэлементами и биологически активными веществами добавляли раствор гидратированных фуллеренов и испытывали его свойства в лабораторных условиях при выращивании пшеницы двух сортов.

Отходы дрожжевого производства богаты азотом, фосфором, калием и другими микро- и макроэлементами в доступных для почвы формах.

При попадании в почву таких отходов в нее вносятся неспецифические органические вещества негумусовой природы, определяющие функциональные свойства почв: развитие микрофлоры, дыхание почвы, биогеохимические циклы углерода и зольных элементов. Кроме органического вещества, богатого биологически активными веществами, в почву вносятся макро- и микроэлементы, необходимые для роста и развития растений (кальций, фосфор, натрий, железо, цинк, медь) в незначительных количествах, что обеспечивает условия нормирования по данным веществам в почве.

Фосфор в форме фосфатных соединений чрезвычайно важен для энергетического обмена всех клеток (высокоэнергетическая фосфатная связь). Калий важен как осмотически активный ион в плазме и других органеллах клетки, также играет важную роль при передаче веществ через клеточные мембраны, особенно - мембраны митохондрий. Сера - важная составляющая некоторых аминокислот и трипептида глутатиона, важный компонент многих



окислительно-восстановительных систем через окислительное превращение SH групп в SS группы и наоборот, также участвует в образовании и распаде связей между различными молекулами, или между парами полимерных цепей (т.е. третичной структуры белков). Магний играет существенную роль как активатор для многих ферментов, и в некоторой степени действует как кофермент. Такие элементы, как Na, Si, Ca, Cl относительно не важны. Абсорбция этих веществ клетками дрожжей, судя по всему, зависит от состава питательной составляющей. Железо и другие элементы очень важны для клеточного метаболизма, также как и магний, действующие как коферменты. Железо является неотъемлемой частью цитохромов и других геминов.

Химический состав опытного образца органо-минерального удобрения на основе отходов дрожжевого производства

Компонент (параметр)	Единицы измерения	Содержание
Влага	%	81,9
Азот нитратный	мг/кг	34,0
Фосфор	мг/кг	2,9
РН	ед. рН	10,5
Калий	мг/кг	165,9
Натрий	мг/кг	1350,0
Стронций	мг/кг	6,2
Цинк	мг/кг	6,7
Свинец	мг/кг	0,3
Медь	мг/кг	1,7
Кадмий	мг/кг	0,05
Марганец	мг/кг	10,1
Ртуть	мг/кг	< 0,005

Раствор остаточных дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*) способствует разрыхлению почвы, улучшается микробиологическую структуру почвы, повышается количество удерживаемой влаги и питательных веществ и десорбция фосфатов, регулируется рН почвы, повышаются прочность стеблей и устойчивость выросших растений к различным заболеваниям, увеличивается урожайность.

Дрожжи - богатый источник витаминов группы В. По содержанию их дрожжи превосходят все белковые продукты, в том числе и корма животного происхождения.

Готовили ростстимулирующие препараты на основе структурированной фуллеренсодержащей воды и отходов дрожжевого производства а биологическую активность препарата проверяли методом взвешивания

7-дневных проростков озимой пшеницы сортов, выращенных в чашках Петри на одинаковой смеси для выращивания. Контрольный образец смеси для выращивания готовили на водопроводной кипяченой воде. Полученные данные достоверно подтверждают определенное ростстимулирующее влияние исследованных образцов.



Таблица 2

Химический состав хлебопекарных дрожжей.

Исследуемые вещества	Процентный состав в сухом веществе дрожжей	
	Чистая культура дрожжей	Товарные дрожжи
Жиры	4,1±0,12	7,0±0,21
Нейтральный жир	3,2±0,08	4,3±0,09
Стерол	0,2±0,01	0,5±0,04
Фосфатиды	0,3±0,04	2,3±0,04
Зола	6-10	
P ₂ O ₅	2,3-5,8	
K ₂ O	1,5-4,4	
Mg	0,06-0,4	

Семена обоих сортов пшеницы проявили практически одинаковую силу всхожести, которая превышала этот показатель в контроле. Более эффективным оказалось не просто выращивание а замачивание семян сортов пшеницы в препаратах на основе структурированной воды. Полученные проростки были высеяны в грунт. Анализ результатов полученного урожая показал некоторое увеличение массы колоса чаще за счет увеличения количества качественных зерен в нем.

При исследовании продуктивности зерен пшеницы разных сортов, обработанных образцами препарата было отмечено увеличение урожайности обоих сортов по сравнению с контрольными как минимум на 10% (табл.2) Препараты, приготовленные на основе структурированной фуллеренсодержащей воды (ФСВ) испытывали при разведении воды в 2,3,4 и 5 раз (табл.3).

Таблица 3

Исследование урожайности пшеницы при применении ростстимулирующего препарата при разном разведении

Условия	Кол-во зерен в колосе	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га
Контроль	32 ± 0,5	36,4 ± 3,1	47,9 ± 3
Фуллерен - 2 раза	36±1,4	37,0 ± 2,5	54,7 ± 3
Фуллерен – в 3 раза	35 ± 1,5	36,7 ± 2,3	58,3 ± 3
Фуллерен –в 4 раза	36 ± 1,6	36,5 ± 1,7	55,9 ± 3
Фуллерен - в 5 раз	35 ± 1,8	36,2 ± 1,9	57,8 ± 3

Данные, представленные в табл.. 3 показывают, что прибавление раствора фуллерена в разведении в 3 раза в отходы дрожжевого производства достаточно для повышения урожайности.

**Вывод:**

Исследованная биологическая активность комплексного препарата на основе раствора отходов дрожжевого производства (*Saccharomyces cerevisiae*) и раствора гидратированных на семенах пшеницы показала увеличение урожайности более 10%

Литература

1. Безуглова О.С., Горюнов А.В., Полиенко Е.А., Лыхман В.А. О МЕХАНИЗМАХ ВЛИЯНИЯ ВНЕКОРНЕВОЙ ОБРАБОТКИ РАСТЕНИЙ ГУМАТАМИ НА ПРОЦЕССЫ МОБИЛИЗАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ПОЧВЕ... / Материалы XIV Международной научно-практической конференции. «БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ – РЕКОМЕНДАЦИИ – ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ» Минск, 3–8 июля 2018 г. - С. 32-35.

2. Бурый Г.Л., Евсеева Н.В., Красова Ю.В., Каргаполова К.Ю. ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ НА РАСТЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ КЛЕТОК БАКТЕРИЙ РОДА *AZOSPIRILLUM* / Материалы XIV Международной научно-практической конференции. «БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ – РЕКОМЕНДАЦИИ – ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ» Минск, 3–8 июля 2018 г. - С. 47-49.

3. Physiological Response of Wheat to Foliar Application of Zinc and Inoculation with some Bacterial Fertilizers. Ebrahim, Mohsen K. H.; Aly, Magda M. Botany Department, Faculty of Science, Tanta University, Tanta, Egypt. *Journal of Plant Nutrition* (2014), 27(10), 1859-1874.

4. Власенко Н.Г., Сазанович С.В., Егорычева Т.М. Эффективный регулятор роста на посевах яровой пшеницы // *Агро XXI*. - 2012. - №3. - С. 16.

5. Васильев А.Н. Действие гумата на плодородие и продуктивность ячменя / А.Н. Васильев, Е.Г. Ватазин, Е.С. Виноградова // *Агрехим. вестн.* - 2012. - X21. - С.17.