Литературы

1. Аксенова, Н.А. Деревья и кустарники для любителей садоводства и озеленения / Н.А. Аксенова, А.А. Флорова. - М.: Изд-во МГУ, 1989. - 160с.

2. Гурский А.В. Основные итоги интродукции древесных растений в СССР/ А.В.Гурский. - М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1957. - 203с.

3. Коновалов, И.Н. О физиологии морозоустойчивости интродуцируемых древесных растений / И.Н. Коновалов // Успехи интродукции растений.- М., 1973. - С.257-266.

4. Лапин, П.И. Определение перспективности растений для интродукции по данным фенологии / П.И. Лапин, С.В. Сиднева // Бюл. Гл. ботан. сада АН СССР, 1968. - Вып.69. - С.14-21.

5. Мамаев, С.А. Феноритмика и зимостойкость древесных растений в условиях Нижнего Поволжья / С.А. Мамаев, В.А. Таренков. // Экология и физиология основных лесообразующих видов Урала: Сб. науч. трудов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986.- С.25-31.

ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЙ ПРЕПАРАТ ДЛЯ ИНКРУСТАЦИИ СЕМЯН

Воробьев Александр Львович,
доктор биологических наук, профессор
Восточно-Казахстанского государственного технического университета,
г. Усть-Каменогорск
Сейткамзина Аяулым Достыккызы,
учащаяся Назарбаев интеллектуальной школы
химико-биологического направления, г. Усть-Каменогорск
Тунгушпаева Алма Нурлановна,
магистр биологических наук,
преподаватель Назарбаев интеллектуальной школы
химико- биологического направления,
г. Усть-Каменогорск

В современном растениеводстве регуляторы роста рассматриваются как экологически чистый и экономически выгодный способ повышения урожайности сельскохозяйственных культур, позволяющий полнее реализовывать потенциальные возможности как отдельных растительных организмов, так и агроценозов.

Природные регуляторы роста (фитогормоны и их аналоги) обладают регуляторным влиянием на большинство физиологических процессов, в первую очередь на рост и морфогенез растений, поэтому активно используются в сельском хозяйстве и биотехнологии. При размножении растений семенным и вегетативным путем используют следующие свойства регуляторов роста: способность гиббереллина увеличивать всхожесть семян; усиление процесса корнеобразования в результате обработки гетероауксином; антистрессовое и стимулирующее корнеобразование действие гидроксикоричных кислот [1].

Стимуляторы роста комплексно влияют на физиологические и биохимические процессы, которые протекают в растении. Проявление их действия в исключительно малых концентрациях позволяет широко применять их в практике сельскохозяйственного производства, и в настоящее время их применение приобретает особую актуальность [2].

Стимуляторы роста и развития можно разделить на две основные группы: эндогенные - природные (гиббереллины, ауксины, этилен, кинины и др.) и экзогенные - синтетические, полученные в результате органического соединения. Природные стимуляторы действуют совместно и строго согласованно. Они участвуют в обмене веществ на всех этапах жизни растения, влияют на процессы роста и формирование новых органов, цветение, плодоношение, старение, переход к покою и выход из него. Синтетические стимуляторы роста и развития являются физиологическими аналогами эндогенных фитогормонов или их антагонистами, которые воздействуют на общий гормональный статус растений [3].

В сельском хозяйстве, конкретно в растениеводстве, применение стимуляторов роста растений оправдано их высокой эффективностью и результативностью. Стимуляторы сокращают вегетационный период, а также помогают корректировать состояние посевов, в связи с неблагоприятными условиями среды, обработка посевов стимуляторами роста положительно сказывается на темпах среднесуточного прироста и высоте растений. Растения лучше переносят непогоду, перепады температур, повреждения, болезни, негативное воздействие вредителей на органы растения. Применение стимуляторов для развития культур дает возможность в отдельных случаях снизить количество вносимых минеральных удобрений, пестицидов, что влияет на качество продукции [4].

Создаваемые в последние годы экологически безопасные и нетоксичные для человека и окружающей среды стимуляторы роста на основе природного сырья, обладающие одновременно несколькими видами стимулирующей активности, открывают новые подходы к управлению процессами метаболизма растений и позволяют шире решать задачи практического растениеводства [5].

В связи с изложенным нами разработан органоминеральный препарат для предпосевной обработки семян в целях улучшения их посевных качеств, роста и развития растений.

Основными элементами предлагаемой органо-минеральной композиции являются бентонит, автолизат и продукты метаболизма пекарских дрожжей Saccharomyces cerevisiae.

Автолизат дрожжей - продукт, полученный из исходного биологического сырья в результате процесса автолиза, когда под действием определенной температуры (обычно 55-80°С) происходит расщепление содержимого клеток дрожжей под влиянием собственных ферментов на моносоединения: белки превращаются в свободные аминокислоты, нуклеиновые кислоты - в нуклеотиды и амины, полисахариды - в моносахара.

В состав автолизата входят аминокислоты, полный набор витаминов группы В, витамины РР, А, К, высшие и низшие пептиды, полисахариды, макро- и микроэлементы, ростовые вещества, биосорбенты. Живых дрожжей в автолизате нет. Есть только полностью и частично разрушенные клетки, а это значит, что при полной сохранности всего минерального и витаминного состава дрожжей, белки становятся более легкоусваиваемыми (пептиды более короткие, т.е. аминокислотные цепочки более удобны для усвоения), и весь подбор витаминов находится в свободном состоянии. Биомасса пекарских дрожжей S. cerevisiae содержит все витамины группы В: B_1 – 0,8-3,0 мкг; B_2 – 25-30 мкг; B_3 – 118-198 мкг; B_5 – 200-500 мкг; B_6 - 50 мкг (на 1 г СВ), фолиевую кислоту – 0,4-6,0 мг%, пантотеновую кислоту – 11,3-24,8 мг%. В состав дрожжей входят жизненно необходимые микро- и макроэлементы (мг%): Na – 94,7; K – 3196,3; Ca – 296,0; Mg – 130,2; Fe – 1,42; Zn – 47; Cu – 0,47; Mn – 1,78, а также хром, селен, йод и другие биологически активные вещества [7].

Продукты метаболизма дрожжей, находящиеся в культуральной жидкости, служат источниками белка, аминокислот, витаминов, биогенных минеральных веществ, являясь экологически безопасными сырьевыми ресурсами [8].

Показано широкое распространение фитогормональной активности среди дрожжей. Исследование выявило, что штаммы дрожжей синтезируют 3-индолилуксусную кислоту (ауксин), зеатин (цитокинин), и гиббереллин. Некоторые штаммы способны к синтезу трех гормонов одновременно, что стимулируют рост и развитие проростков культурных растений [9].

В современном земледелии актуальным является поиск путей повышения продуктивности агробиогеоценоза при оптимизации объемов использования минеральных удобрений и внедрении в систему «почва-растение» веществ, позволяющих стабилизировать урожайность, сохраняя высокое качество растительной продукции и ее безопасность для животных и человека.

Одним из таких факторов является использование кремнийсодержащих материалов природного происхождения, в частности, бентонитов, цеолитов и диатомитов, которые являются не только носителем одного из макро- и микроэлементов, необходимых растению для продуктивного органогенеза, но и реальной возможностью улучшения экологического состояния биогеоценоза за счет высокой способности этих материалов к сорбции различного рода веществ. В свою очередь, закрепление в твердой фазе этих материалов отдельных биологически активных элементов позволяет снижать их миграционную способность по профилю почвы и избыточное накопление растениями, что весьма актуально не только для тяжелых металлов, но и для соединений, быстро и массово вымывающихся из почвы, например, некоторых форм биогенных элементов.

Кремний – один из биогенных элементов, определяющих структуру соединительной ткани и играющий существенную роль в метаболизме растений не только как ресурсный фактор, но и как важнейшее условие жизни. С учетом этого в современных технологиях выращивания культур, наравне со многими удобрительными материалами, в последние годы все активнее используются вещества, которые можно отнести к биопрепаратам нового поколения – активизированные наночастицами препараты, содержащие кремний.

На основе проведенных исследований доказано, что физиологически активные вещества естественного происхождения оптимизируют переход семян от состояния покоя к вегетации, пролонгируют свое действие на формирование морфоструктуры растений на различных этапах онтогенеза и повышают их экологическую пластичность в течение вегетации [10].

Бентонит - это минерал, в котором содержится не менее 70 % монтмориллонита (высокодисперсный слоистый алюмосиликат). Общими свойствами бентонитовых глин являются: дисперсность, коллоидность, набухаемость, адсорбция. Избыточный отрицательный заряд, компенсирующий обменные катионы межслоевого пространства монтмориллонита, обуславливают его высокую гидрофобность. При растворении бентонита водой она проникает в межслоевое пространство монтмориллонита, гидратирует его и вызывает набухание. При дальнейшем разбавлении водой бентонит образует устойчивую вязкую суспензию с выраженными тиксотрофными свойствами.

Сорбированные бентонитом молекулы воды всасываются белками клетки и являются катализатором для интенсификации обмена веществ. Происходит регуляция водного и питательного баланса растений. На первом этапе – этапе гидратации – гидрофобные частицы спонтанно притягивают воду. Этот процесс сопровождается переходом в активное состояние ферментов, витаминов, регуляторов роста, что обеспечивает мобилизацию запасных питательных веществ путем их гидролиза и поступление растворимых веществ к точкам роста. Поэтому быстрота и степень набухания семян связаны с пробуждением зародыша к активной жизнедеятельности [11].

Предполагаемый механизм воздействия бентонита на скорость прорастания семян заключается в улучшении водного режима (поглощение бентонитом избытка воды, которая не становится прочно

связанной и остается доступной для растений), а также в снабжении прорастающих семян необходимыми биогенными элементами. Известно, что 20-30% находящегося в растении кремния, может участвовать в процессе поддержки внутреннего резерва воды, и это является одним из механизмов, который позволяет растениям выжить в условиях острого недостатка воды.

Анализ химического состава показывает, что бентониты характеризуются высоким (56,1% и более) содержанием окиси кремния и другими жизненно необходимыми для растений микро- и макроэлементами (таблица 1).

Таблица 1.
Химический состав бентонитовой глины Таганского месторождения Восточно-Казахстанской области

№	Наименование элементов	Количество, %
1	Оксид кремния	56,1
2	Оксид алюминия	17,8
3	Оксид железа	1,85
4	Оксид титана	0,20
5	Оксид фосфора	0,17
6	Оксид марганца	0,13
7	Оксид кальция	1,43
8	Оксид магния	0,90
9	Оксид натрия	1,60
10	Оксид калия	2,5
11	Влага	10,36
12	Примеси	5,76

Одной из важных функций активных форм кремния является стимуляция развития корневой системы. Исследования показали, что при улучшении кремниевого питания растений увеличивается количество вторичных и третичных корешков на 20–100% и более. Дефицит кремниевого питания служит одним из лимитирующих факторов развития корневой системы растений.

Кремний повышает уровень сопротивляемости растений к любым стрессам и не оказывает токсичного влияния на организм. Установлено, что кремний играет определенную роль в процессах защиты растений от грибковых заболеваний и вредителей. Например, сопротивляемость растений зависит от содержания кремния в листьях и может быть повышена добавлением кремнезема в среду для выращивания. Сопротивляемость растений к поражению различными вредителями увеличивается с увеличением содержания в них кремния. Защитные свойства кремния в растениях, вероятно, объясняются тем, что кремний содействует укреплению стенок эпидермальных клеток [12].

Кремний нужен не только для растений, но и для нормального протекания почвообразовательного процесса (в частности, для образования гумуса), улучшения физико-химических свойств почвы. Он увеличивает доступность для растений фосфора, калия, кальция и ряда других элементов питания и в то же время снижает поступление тяжелых металлов.

Следовательно, основной функцией кремния в растении может быть увеличение устойчивости организма к неблагоприятным условиям, выражающееся в утолщении эпидермальных тканей (механическая защита), ускорении роста и развития корневой системы (физиологическая защита), связывании токсичных соединений (химическая защита) и увеличении биохимической устойчивости к стрессам (биохимическая защита) [13].

Использование бентонитов часто сдерживается низким качеством исходного сырья, которое необходимо подвергать активированию. В качестве метода активирования использовали направленную физико-химическую модификацию и активацию – механоактивацию.

Механоактивация – высокоэнергетический процесс измельчения и наноструктурирования исходных порошков в вибрационных измельчителях. Механоактивация позволяет уменьшить размеры частиц порошков в среднем от 60 до 0,25 мкм с наличием значительной доли частиц с размерами до 50 нм. Активация кристаллических минералов в процессе механоактивации подтвердила, что их сорбционная способность увеличивается не только под влиянием увеличения свободной поверхности в результате измельчения, но также из-за измененного состояния вещества, в зоне остаточного напряжения, происходящего вследствие механического воздействия [14].

Технологический процесс получения органо-минерального препарата реализуется следующим образом.

Дрожжи выращивают в питательной среде, приготовленной по рецепту, г%: мука – 32,8, сахар – 0,13, вода – остальное.

Прессованные дрожжи смешивают с водой (температура воды 30ºС), затем добавляют сахар, размешивают до его полного растворения и вносят муку. Температура смеси для активации дрожжей должна составлять 30-32ºС. Влажность смеси — 75-78%.

Активация прессованных дрожжей длится 30-90 мин. На поверхности смеси с правильно активированными дрожжами появляется обильная пена, пузыри и характерный запах.

Сушеные дрожжи перед активацией размачивают в воде (30ºС) в течение 30-50 мин. Затем добавляют рецептурное количество сахара и муки. Активация сушеных дрожжей длится 2-3 часа.

Автолиз активированных дрожжей (10-15 % сухого вещества в дрожжевой суспензии) осуществляют при температуре от 55 до 80°С в течение 2-4 часов. В результате получают промежуточный целевой продукт – автолизат дрожжей с культуральной жидкостью.

Для приготовления геля бентонитовую глину просушивают в целях удаления свободной воды при температуре 120-130 ^{0}С – 10 мин. Затем 50 г высушенного порошка бентонита и 950 мл дистиллированной воды вносят в емкость вибромельницы ВМ-1 и подвергают механохимической активации в течение 15 мин.

В дальнейшем смешивают приготовленные компоненты (автолизат, культуральную жидкость дрожжей и гель бентонита) в различных разведениях и получают органоминеральный препарат гелеобразной консистенции сероватого цвета.

Эксперименты по определению энергии прорастания и лабораторной всхожести семян, а также биометрических показателей начального роста проводят в лабораторных условиях (температура - 20-25^0 С, влажность – 60%, освещенность – 4000 люкс).

Объектом исследования являются семена гороха сорта «Детский сладкий», которые обрабатывают полученной органоминеральной композицией в течение 15 мин при следующих соотношениях ингредиентов (автолизат дрожжей : гель бентонита) – 1:10, 1:100, 1:1000 и 1:2000. Затем семена подвергают сушке при 18-20 ^{0}С - 1 сут, с последующим высаживанием обработанных семян в грунт.

Продолжительность опыта – 30 дней. Для каждого разведения препарата используют по 100 семян в 3-кратной повторности.

Контролем служат: гель бентонита, неразведенная бентонитово-дрожжевая суспензия, нативные дрожжи и дистиллированная вода.

Действие различных концентраций предлагаемого препарата на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян гороха представлены в таблице 2.

Таблица 2.
Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян гороха после инкрустации органоминеральным препаратом

№	Опыт											Всхожесть, %
1	Разведение дрожжей в бентонитовом геле	Время появления всходов, сутки										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	13	
2	1 :10			31	39	8			13			91
3	1 :100				48	12	27	11				98
4	1 :1000					26	40	12	8			86
5	1 :2000			10	32	28		6	14			90
6	Контроль											
7	Гель бентонита			15	32	26		7	13			93
8	Бентонитово-дрожжевая суспензия				18	22	24	6			10	80
9	Вода			6	24	23	22					75
10	Дрожжи			-	-	-	-	-	-	-	-	-

Из данных таблицы 2 видно, что первые всходы при разведении органоминеральной композиции 1:10 появились на 3 сутки после посадки, весь период появления проростков занял 8 суток, всхожесть семян равна 91%. Наилучшие результаты получены в разведении 1:100. Всходы наблюдали на 4 сутки, все семена взошли в течение 4 суток, процент всхожести равен 98. Следовательно данное разведение предлагаемого препарата является более эффективным по оказываемому действию на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян. В контроле хорошо показал себя гель бентонита – проросло 93 % семян.

В дальнейшем провели изучение некоторых биометрических параметров выросших растений (таблица 3).

Таблица 3.

Биометрические показатели растений гороха после инкрустации семян органоминеральным препаратом

№	Опыт				
1	Разведение дрожжей в бентонитовом геле	Общее количество проростков, шт	Средняя длина стебля, см	Среднее количество листьев, шт	Среднее количество ответвлений, шт
2	1 :10	91	11,8	11	2
3	1 :100	98	14,5	14	2
4	1 :1000	86	13,2	13	2
5	1 : 2000	90	12,6	14	2
6	Контроль				
7	Гель бентонита	93	13,9	15	2
8	Бентонитово-дрожжевая суспензия	80	9,0	12	3
9	Вода	75	3,3	5	1
10	Дрожжи	-	-	-	-

На основе полученных данных (таблица 3) следует отметить существенное увеличение средней длины стебля в разведении органоминерального препарата 1:100 – 14,5 см, что больше на 0,6 см (9,5%), чем при использовании геля бентонита и на 1,3 см (9,1 %) при обработке предлагаемым препаратом в разведении 1: 1000.

Наибольшее количество листьев зарегистрировали в вариантах применения геля бентонита – 15 штук и в разведениях 1:100 и 1:2000 – по 14.

Следовательно, наиболее оптимальные критерии лабораторной всхожести семян и биометрических показателей растений гороха получены после обработки органоминеральным препаратом в разведении 1:100.

Таким образом, в результате проведенных исследований, нами создан экологически чистый органоминеральный препарат на основе бентонита, автолизата и культуральной жидкости пекарских дрожжей S. cerevisiae, используемый для повышения посевных свойств семян и в качестве эффективного регулятора роста и развития растений. Данный препарат способен прочно закрепляться на поверхности семян, набухать во влажной среде, проводить обмен ионами макро- и микроэлементов, сорбировать тяжелые металлы и радионуклеиды из почвы, не допуская их попадание в растения.

Список литературы:

1. Физиология растений: учебник для студ. вузов / Н.Д. Алехина [и др.]; под. ред. И.П. Ермакова. - М. : «Академия», 2005.-640 с.

2. Евдокимова М. А. и др. Стимуляторы роста на посевах ярового ячменя // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Мосоловские чтения: материалы междунар. научно-практич. конф. / Мар. гос. ун-т. Йошкар-Ола, 2015. Вып. XVII. С. 16-18.

3. Попов С. Я., Дорожкина Л. А., Калинин В. А. Основы химической защиты растений.- М.: Арт-Лион, 2003.- С. 144.

4. Васин А. В., Васина Н. В., Трофимова Е. О. Эффективность применения стимуляторов роста при возделывании зернофуражных кормосмесей // Вклад молодых ученых в аграрную науку: мат. междунар. научно-практич. конф. Кинель: РИЦ СГСХА, 2015. - С. 96-103.

5. Перегудов С. В., Таланова Л. А., Перегудова С. В. Оценка действия препарата Эпин-Экстра и Циркона на рост и продуктивность моркови // Агрохимический вестник. -2010.- № 2. -С. 30-31.

6. Корзинников Ю.С., Тагаева Е.Ю., Троязыков Д.Д. Химические средства предпосевной подготовки семян // Интеллектуальные и материальные ресурсы Сибири. ИрО АН ВШ. Иркутск, 2001. - С.46-51.

7. Кудряшова А.А. Секреты хорошего здоровья и активного долголетия.-М.: Пищепромиздат, 2000.-320 с.

8. Беликов В.М., Латов В.К. и др. Биомасса дрожжей как источник аминокислот // Микробиол. промышленность.-1976.-Вып. 3 (134).- С.1-6.

9. Стрелецкий Р.А. Эколого-таксономические аспекты распространения фитогормональной активности среди дрожжей: автореф. … дисс. канд. биол. наук.-М., 2017.- 26 с.

10. Забегалов Н.В. Оценка возможности использования природных и модифицированных кремнийсодержащих материалов в агроэкосистеме: дисс. … канд. биол. наук. Балашиха, 2012.- 151 с.

11. Антонова Т.А. Формирование урожая, зимостойкость и качество зерна озимой ржи при использовании мелафена в условиях лесостепи Поволжья. автореф. дисс. ... канд. сельсхоз. наук. - 2004. 19 с.

12. Алешин, Н.Е. О биологической роли кремния у риса // Вестник с.-х. науки.- 1988.- №10.- С. 77-85.

13. Матыченков В. В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и системе почва-растение: автореф. дис. ... докт. биол. наук.-Пущино, 2008.-42 с.

14. Авакумов Е.Г. Механохимические методы активации химических процессов.- Новосибирск, 1980.- 297 с.