

## **РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ**

***С.Н. НАЙДУН<sup>1</sup>, Э.В. КУДЕЛЬКО<sup>1</sup>, А.П. КУДРЯШОВ<sup>2</sup>, В.П. КОТОРАЖУК<sup>1</sup>***

*<sup>1</sup>Научно–исследовательский институт физико–химических проблем*

*г. Минск, Республика Беларусь, kudelia1989@mail.ru*

*<sup>2</sup>Белорусский государственный университет*

*г. Минск, Республика Беларусь*

**Введение.** В перечень приоритетных направлений фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь в области биотехнологии входит использование технологий и препаратов для пищевой промышленности, сельского и лесного хозяйства и др. Разработка теоретических основ и внедрение инновационных разработок биотехнологии должны быть направлены на получение высококачественной сельскохозяйственной продукции, безопасных лекарственных средств и экологически чистого продовольствия, в том числе и продуктов, используемых в производстве детского и диетического питания.

Несмотря на значительный прогресс в повышении качества урожая с использованием трансгенных растений и развитием общего уровня сельского хозяйства, в большинстве развивающихся стран обеспечение пищевой продукцией является недостаточным. Проблема обеспечения продуктами питания может быть решена путем улучшения традиционных методов культивирования с применением высокоэффективных удобрений или регуляторов роста растений пролонгированного действия с контролируемым выделением биологически активных соединений, что обеспечивает достижение оптимальных доз в течение всего требуемого периода. Кроме того, это снижает возможность побочных эффектов для организма человека и животных.

По мнению ряда ведущих ученых, проблема повышения продуктивности и качества сельскохозяйственных культур и обеспечения населения безопасной и доступной растениеводческой продукцией будет решена за счет использования новых, эффективных регуляторов роста и развития растений.

На сегодняшний день применение природных или синтетических регуляторов роста растений (РРР) признано одним из перспективных для повышения урожайности сельскохозяйственных растений и улучшения качества продукции растениеводства. Также в современной литературе под РРР следует понимать, что это экзогенные природные и синтетические органические соединения, стимулирующие либо ингибирующие жизненные процессы растений, не оказывающие в используемых концентрациях токсического действия.

В сельскохозяйственной практике регуляторы роста растений используются сравнительно недавно. В начале их использовали только в садоводстве. Затем начался широкий скрининг природных и синтетических соединений с целью поиска эффективных регуляторов роста для сельскохозяйственных культур, и началось их массовое производство.

Высокая физиологическая активность большего числа регуляторов роста и развития растений, как правило, определяется их структурным сходством с соответствующими фитогормонами. Несмотря на то, что РРР используются сравнительно недавно, разработка способов получения эффективных, регулирующих рост растений препаратов осуществляется быстрыми темпами. Предполагается, что именно использование РРР позволит в первой четверти XXI столетия повысить урожайность сельскохозяйственных культур. Об этом свидетельствуют данные о их применении в странах западной Европы: к 1999 году РРР обрабатывались в Германии до 80%, в Англии – до 70% площадей посевов озимой пшеницы, на Украине биостимуляторами обрабатываются около 50% семян сахарной свеклы.

В странах с высокоразвитым сельским хозяйством, прикорневая обработка поликомпонентными удобрениями, содержащими РРР пролонгированного действия, является одним из основных элементов научно–обоснованной системы питания продовольственных культур, направленной на формирование высокопродуктивных посевов. Достоверно установлено, что подкормка растений макро– и микроэлементами во время вегетации увеличивает урожайность растений на 12–15%, в то время как растительный продукционный потенциал составляет 20–25% [1], стимулировать который становится возможным в том числе благодаря применению экзогенных регуляторов роста. В связи с этим, поиск новых подходов в технологии получения и комбинирования физиологически активных соединений природного происхождения с органическими и неорганическими компонентами питания растений длительного действия, способствующих стимуляции внутреннего потенциала растений весьма актуален.

Идея разработки поликомпонентных препаратов пролонгированного действия на основе физиологически активных соединений биомассы кормовых дрожжей возникла в связи с тем, что они являются недорогим источником сбалансированного состава макро– и микроэлементов и значительного числа физиологически активных соединений. Например, их клеточная стенка состоит в основном из хитина, глюкана и маннана. Установлено, что хитин относится к регуляторам роста и индукторам устойчивости растений. Росторегулирующее и элиситорное действие хитиновых хитозановых фиторегуляторов связано с их проникновением в клеточное ядро, образованием устойчивых комплексов с ДНК и влиянием на экспрессию соответствующих генов. При воздействии на растения данные полисахариды, как и другие физиологически активные соединения кормовых дрожжей усиливают и ускоряют ризогенез, каллусо– и морфогенез, а также регенерацию ткани поврежденной патогеном. Кроме того, они обладают способностью активно индуцировать в растениях образование фитоалексинов, вызывать продолжительную, локальную и системную устойчивость растений к заболеваниям. На рынке присутствуют препараты, содержащие хитин и хитозан («Фитохит» и «Хитофос»), называемые веществами XXI века. Но эти препараты не содержат другие важные компоненты питания растений. Тогда как комплексное воздействие хитина и других

биологически активных соединений кормовых дрожжей позволит не только повысить устойчивость к воздействию биотических и абиотических факторов, но и увеличить продуктивность растений.

**Методика и объекты исследования.** В качестве объектов исследований были использованы семена, проростки и растения ярового тритикале сорта «Мікола».

Предпосевную обработку семян производили путем их замачивания в растворах гидролизата *Saccharomyces cerevisiae* в концентрации 0,1; 0,5; 1; 2 и 5 % в течении 1–3 суток, или методом инкрустации с составом, содержащим 10 % натриевый раствор жидкого стекла. Проростки в лабораторных условиях выращивали в стаканах рулонным методом при 14 часовом фотопериоде и температуре  $22 \pm 3$  °С и в вегетационных сосудах на экспериментальной площадке ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси».

Исследовали морфометрические (среднюю массу проростков; среднюю массу корней; количество листьев; длину стебля; среднюю длину корней) и физиологические (интенсивность дыхания семян; концентрацию фотосинтетических пигментов; скорость реакции Хилла) показатели.

**Энергию прорастания и всхожесть семян** определяли путем проращивания их при оптимальных условиях, установленных ГОСТ 12038—66, в процентном соотношении нормально проросших семян за определенный срок [3,4].

Определение интенсивности дыхания семян основывалось на методе учета углекислого газа, выделяемого дышащим объектом в замкнутом пространстве. Также определяли активность протеиназы и  $\alpha$ -амилазы. Содержание фотосинтетических пигментов листьев определяли спектрофотометрически в ацетоновом экстракте (спектрофотометр Cary Varian bio). Активности реакции Хилла определяли по скорости восстановления акцептора электронов [2, 5, 6].

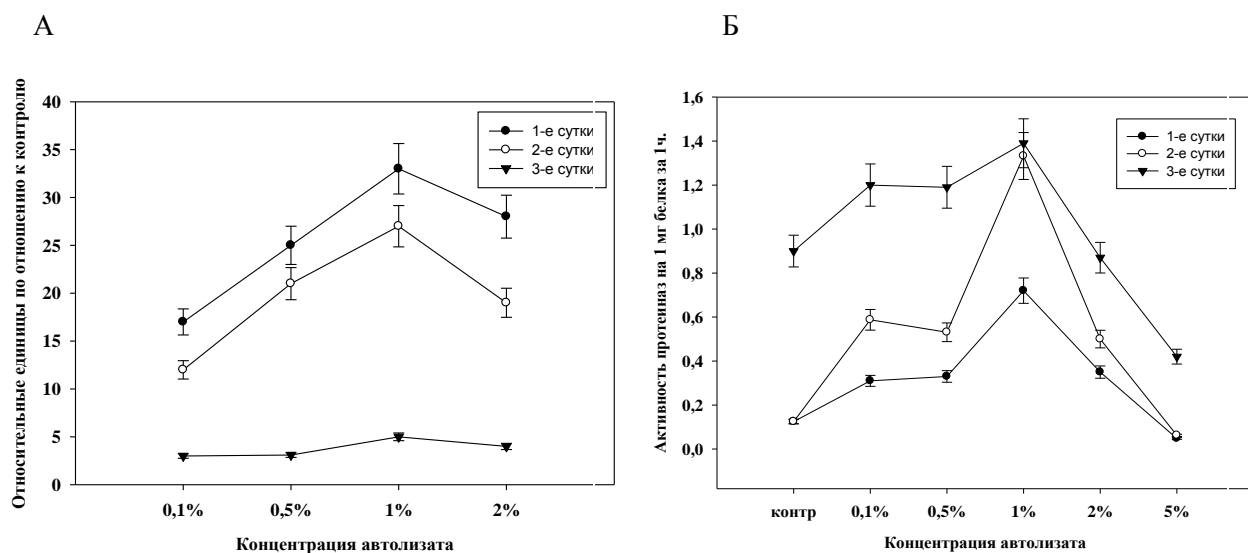
**Результаты и их обсуждение.** Семена и растения ярового тритикале обрабатывали различными концентрациями гидролизата *Saccharomyces cerevisiae* путем замачивания и инкрустации семян, либо опрыскивания листовой поверхности. При этом было показано, что различные концентрации гидролизата как индуцируют, так и ингибируют прорастание семян, рост и развитие растений. Предпосевная обработка семян 1 % гидролизатом *Saccharomyces cerevisiae* наиболее увеличивала основные морфометрические показатели: энергию прорастания на 15%, длину проростков (на 18–22 %), увеличение сырой массы надземной части (на 21–25 %), количество фотосинтетических пигментов (на 22–29 %) и др., в то время как 5 % гидролизат максимально снизил исследуемые показатели на 8–15 % – таблица.

Таблица – Влияние гидролизата *S. cerevisiae* на энергию прорастания семян и длину проростков тритикале

Показатель	Контроль	Гидролизат <i>Saccharomyces cerevisiae</i>				
		0,1%	0,5%	1%	2%	5%
Энергия прорастания семян, %	83±1,66	87±2,6	90±2,70	96±2,88	81±1,62	77±1,54
Длина проростков (7 сут.), см	3,7±0,29	3,9±0,28	4,2±0,32	4,6±0,39	4,0±0,3	3,1±0,28

Особо следует обратить внимание на влияние гидролизата *Saccharomyces cerevisiae* на интенсивность дыхания семян. Обработка семян 0,5% гидролизатом оказывала максимальный стимулирующий эффект. Изучаемый показатель увеличивается на 25,4% по отношению к контролю. При обработке семян гидролизатом в концентрации 1% – на 13,5%; 2% – на 9,5%; при обработке 5% интенсивность дыхания семян ярового тритикале снизилась на 34% по отношению к контролю.

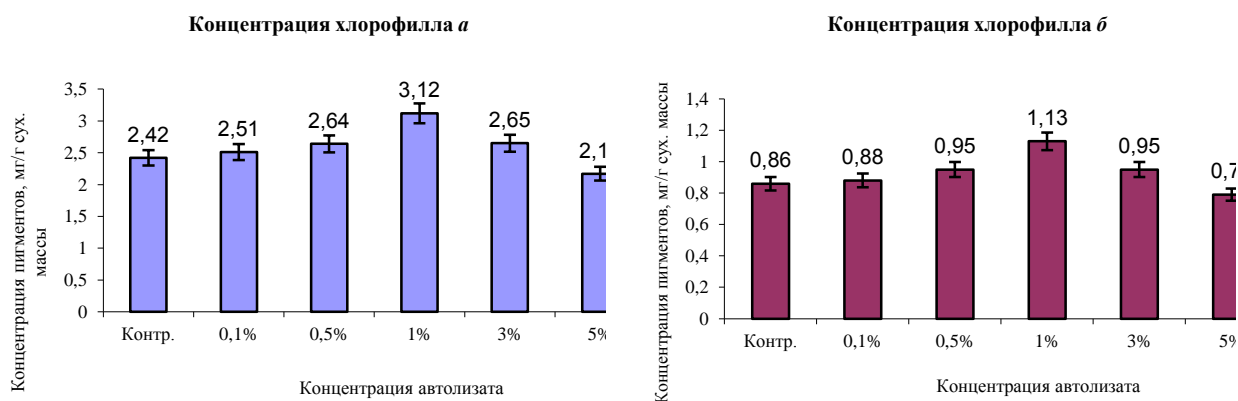
В процессе прорастания семян в результате гидролиза запасные углеводы (крахмал) и белки распадаются на более простые соединения. Гидролитический распад запасного крахмала может протекать при участии следующих ферментов:  $\alpha$ -амилазы,  $\beta$ -амилазы, глюкоамилазы и амилопектин-1,6-глюкозидазы. По мере набухания сухих семян в период прорастания возрастает активность вышеперечисленных гидролитических ферментов, при этом содержание крахмала падает, а олиго-, ди- и моносахаридов возрастает. Так как было показано, что гидролизат дрожжей влияет на всхожесть семян, возникла необходимость установить его эффект на активность амилазы и протеиназы. Данные представлены на рисунке 2.

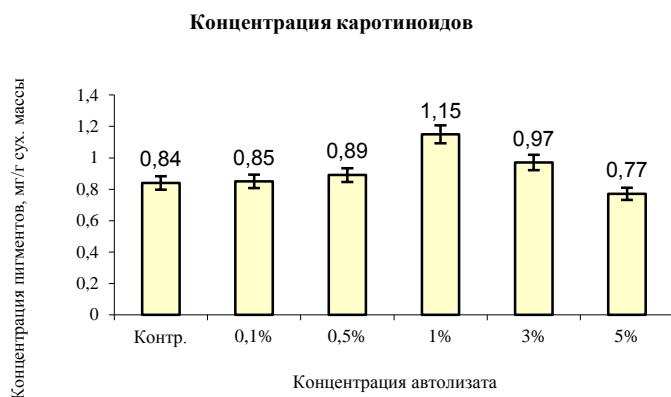


**Рисунок 1 – Влияние гидролизата *S. cerevisiae* на активность амилаз (А) и протеиназ (Б) семян ярового тритикале**

Как видно из данных, представленных на рисунке 2, наибольший стимулирующий эффект на активность амилаз оказывал гидролизат *S. cerevisiae* в концентрации 1 % на 1–2 сутки с начала обработки семян (на 27–32 %). В свою очередь 2% и 0,5% гидролизат увеличивали активность амилаз примерно на 20 %. При этом наименьший стимулирующий эффект оказывал гидролизат *S. cerevisiae* в концентрации 0,1 % – рисунок 1 (А).

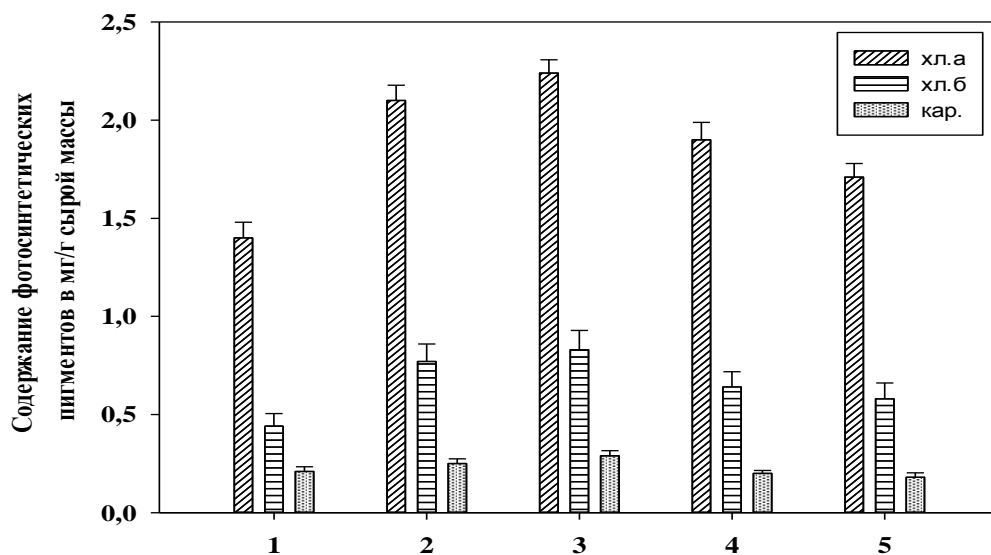
В процессе прорастания семян расщепляются также запасные белки. Из множества протеолитических ферментов в семенах лишь некоторые участвуют в процессе гидролиза запасных белков при прорастании. Протеиназы, присутствующие в прорастающих семенах, органоспецифичны. Активность их возрастает по мере набухания и прорастания семян, а после уменьшения количества белков в эндосперме вновь снижается. Определяли влияние гидролизата *S. cerevisiae* на активность протеиназ семян ярового тритикале – рисунок 1 (Б).



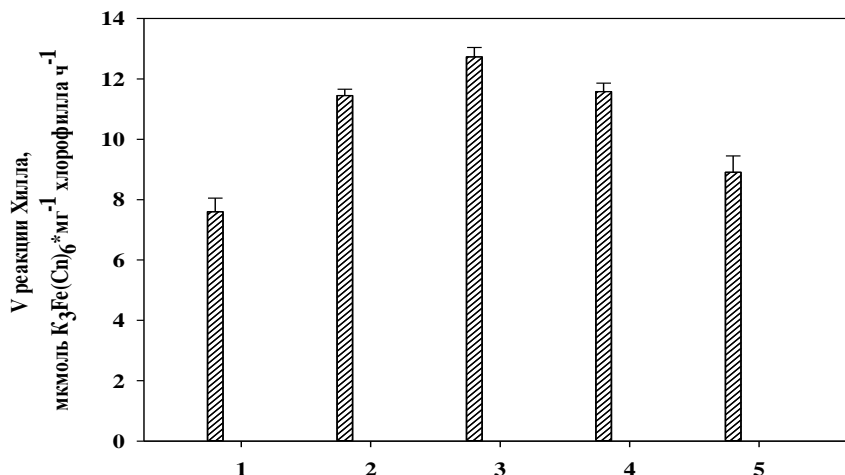


**Рисунок 2 – Влияние гидролизата *S. cerevisiae* на концентрацию фотосинтетических пигментов в проростках тритикале (7 сут.)**

В ходе исследований нами было установлено, что предпосевная обработка ярового тритикале гидролизатом *S. cerevisiae* в концентрации 1 % индуцирует увеличение фотосинтетических пигментов (хлорофилла *a* на 30 %; хлорофилла *b* на 36 %; каротиноидов на 30 %). Обработка семян тритикале 5 % гидролизатом *S. cerevisiae* приводила к уменьшению концентрации хлорофилла *a* на 11 %; хлорофилла *b* на 6 %; каротиноидов на 7 %. Обнаруженные в ходе проведения исследований закономерности о влиянии гидролизата *S. cerevisiae* на основные морфометрические и физиологические показатели семян и проростков ярового тритикале были в дальнейшем воспроизведены на растениях исследуемой культуры в вегетационных сосудах. Яровой тритикале выращивали из семян, инкрустированных гидролизатом *S. cerevisiae*, содержащим 10 % натриевый раствор жидкого стекла для увеличения времени его воздействия. Исследовалось влияние гидролизата *S. cerevisiae* пролонгированного действия на длину проростков на разных стадиях вегетации растений, содержание фотосинтетических пигментов и скорость реакции Хилла – рисунки 3, 4.



**Рисунок 3 – Влияние гидролизата *S. cerevisiae* на концентрацию фотосинтетических пигментов в растениях тритикале (стадия колошения)**  
 1 – контроль; 2 – 0,5 %; 3 – 1 %; 4 – 2 %; 5 – 5 %



**Рисунок 4 – Влияние гидролизата *S. cerevisiae* на скорость реакции Хилла в растениях тритикале (стадия колошения)**  
**1 – контроль; 2 – 0,5 %; 3 – 1 %; 4 – 2 %; 5 – 5 %**

Таким образом, проведенные нами исследования показали, что как и в случае замачивания, инкрустация семян 1% раствором гидролизата *S. cerevisiae* приводел к увеличению концентрации фотосинтетических пигментов и скорости реакции Хилла, а 5% раствор гидролизата обладал ингибирующим эффектом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Боронин А.М. Ризосферные бактерии рода *Pseudomonas*, способствующие росту и развитию растений // Соросовский образовательный журнал, №10, 1998.
2. Елинов Н.П. Основы биотехнологии: Для студентов институтов, аспирантов и практических работников. СПб.: Наука, 1995. 600с.
3. Международные правила анализа семян. – Москва: Колос, 1984. 270 с.
4. Семена сельскохозяйственных культур: Методы определения качества. – Москва: Стандарт, 1991. Ч. 2. – 415 с.
5. Практикум по физиологии растений: Учеб. пособие для студ. высших. пед. учеб. заведений / И.В. Плотникова, Е.А. Живухина, О.Б. Михалевская и др.; Под ред. В.Б. Иванова. – М.: Издательский центр «Академия», 2001. – 144 с.
6. Малый практикум по физиологии растений. /Под ред А.Т. Мокроносова. – М.: Издательство Московского университета, 1994. 183 с.