

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ БИОПРОЦЕССЫ ПОВЫШЕНИЯ НУТРИТИВНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БОБОВЫХ КУЛЬТУР

А.А. Дерканосова, Т.В. Кудаткина, С.В. Скалатский, В.В. Белоусов

Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия

Бобовые (чечевица, нут, соя, фасоль, маш и др.) традиционно используются в качестве компонента высокобелковых диет. Однако в их составе присутствуют такие антинутриентные факторы, как: фитиновая кислота; ингибиторы протеаз; лектины; олигосахариды, вызывающие газообразование; фенольные комплексы, связывающие минералы.

Технологическая обработка способна значительно изменить биодоступность компонентов. Наиболее эффективным комплексным подходом признана двухступенчатая биотрансформация: проращивание + дрожжирование.

Проращивание как биокаталитический этап. Сущность процесса. Проращивание — активация метаболизма семени путём увлажнения, обеспечения доступа кислорода и поддержания умеренной температуры (18–24 °С). В процессе активируются: фитаза → расщепляет фитиновую кислоту; амилаза и протеаза → частично гидролизуют крахмал и белок; β -глюканаза → снижает вязкость и улучшает усвоение волокон.

Биохимические эффекты проращивания. Исследования показывают: снижение фитатов на 40–70 %; увеличение содержания доступного железа, цинка и кальция до 30–50 %; рост содержания витаминов группы В (особенно В₂, В₆, фолата) на 20–300 %; увеличение содержания свободных аминокислот на 25–60 %; частичное разрушение ингибиторов трипсина.

Дрожжирование (ферментация) как завершающий этап. Принцип дрожжирования. Ферментация с использованием дрожжей (чаще *Saccharomyces cerevisiae* и непатогенные штаммы *Candida*, *Kluyveromyces*) или смешанных культур активирует: синтез и высвобождение витаминов В; дополнительный гидролиз белков до пептидов; снижение FODMAP-олигосахаридов; образование антиоксидантных метаболитов.

Выгоды дрожжирования. Ферментация способна: увеличить содержание витамина В₁₂-подобных кобаламинов; повысить растворимость белка до 70–90 %; снизить остаточные фитаты до 5–10 % исходного уровня; разрушить α -галактозиды, уменьшая газообразование; улучшить вкус и аромат продукта за счёт образования органических кислот.

Комплексная технология проращивания и дрожжирования

Этап 1. Подготовка сырья. Очистка от примесей. Интенсивное промывание. Замачивание в воде (1:3) на 8–12 часов. Возможность использования кислой воды (рН 5.5) для подавления нежелательной микрофлоры.

Этап 2. Проращивание: температура: 18–22 °С; влажность: 95–100 %; длительность: 24–48 часов; периодическое промывание каждые 6–8 часов. Семена должны показать «хвостики» ростков 1–2 мм.

Этап 3. Биоферментация (дрожжирование). Подготовка суслу: измельчение проростков или использование целых. Инокуляция дрожжами: доза: 0,5–2 % от массы; температура: 26–30 °С. Ферментация 12–24 часа до образования лёгкой кислинки, СО₂ и изменения консистенции. При необходимости — смешанная ферментация с лактобактериями (синергетический эффект).

Этап 4. Стабилизация: пастеризация при 60–75 °С; сушка до влажности 6–12 % для получения порошка; использование в качестве белкового ингредиента, закваски или функционального компонента.

Изменения нутриентного состава. Белок и аминокислоты. После двухступенчатой обработки: содержание пептидов ↑ на 40–80 %; коэффициент усвоения белка (PDCAAS) может повышаться до 0.85–1.0; снижается антигенность белковых фракций (важно для сои).

Минералы. Комплексная технология увеличивает биодоступность: железа — до 50–150 %; цинка — до 40–80 %; магния — до 20–50 %.

Витамины. Сочетание проращивания и дрожжирования повышает уровни: В₁, В₂, В₆ — до 2–4 раз; фолатов — до 3–7 раз; витаминов К и Е — до 1,5–2 раз; возможна биосинтез В₁₂-подобных соединений дрожжами.

Антинутриенты. Совокупное снижение: фитаты — до 90–97 %; ингибиторы протеаз — до 70–95 %; лектины — почти до нуля; олигосахариды — на 50–80 %.

Промышленное применение технологии: производство белковых концентратов и изолятов; создание ферментированных напитков и паст; производство безглютеновой муки с улучшенным профилем; повышение качества комбикормов; формирование функциональных продуктов для спортивного питания и диетологии.

Комплексная технология проращивания и дрожжирования бобовых представляет собой высокоэффективный биотехнологический метод увеличения пищевой ценности растительного сырья. Благодаря разрушению антинутриентов, биосинтезу витаминов и повышению растворимости белка данный подход открывает значительные перспективы для пищевой промышленности, нутрициологии и разработки функциональных продуктов нового поколения.

УДК 579.64

DOI: <http://doi.org/10.20914/2304-4691-2025-4-7-8>

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ШТАММОВ СТЕРПТОМИЦЕТОВ ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПРИКОРНЕВОЙ ЗОНЫ VITIS VINIFERA СОРТА «ПИНО-НУАР»

И.И. Тулунина, С.Д. Сталева, Крамаренко Д.А.

Московский политехнический университет, Москва, Россия

Корневые системы растений, включая виноград населяют различные виды актиномицетов, многие из них приносят пользу, защищая корни растений от фитопатогенов и стимулируют их рост. Важно отметить, что спектр и количество выделяемых веществ зависят от вида актиномицета, условий окружающей среды и других факторов. На основе этих бактерий созданы биопрепараты, направленные на защиту и стимуляцию роста растений. Расширение спектра потенциальных продуцентов актиномицетов как биологических средств защиты растений и стимуляторов роста может стать эффективной стратегией для повышения урожайности и устойчивости сельскохозяйственных культур разных классов [1].

Целью данной работы является оценка биологической активности штаммов актиномицетов выделенных из проб почв прикорневой зоны винограда сорта «Пино-нуар», отобранных с виноградников Абрау-Дюрсо. Наибольший интерес для работы представляли штаммы рода *Streptomyces* как наиболее частые продуценты БАВ. Для выделения штаммов данного рода использовали пробы почвы, взятые с прикорневого кома на глубине 10-12 см. Землю отобрали и отделили от остатков корневой системы винограда. Далее скрининг проводили стандартными методами серийного разведения на селективных средах: крахмало-амиачной и Гаузе – 2. Выделенные штаммы проверяли на наличие антагонистической активности методом лунок в отношении пектин разрушающих бактерий – патогенов корней Люпина, выделенных ранее из растений, выращенных *in vitro*. Ростостимулирующую активность исследовали на семенах ржи, методом влажных камер. Все исследования проводили используя культуральную жидкость штаммов после 7 суток культивирования и холодной стерилизации для сохранения БАВ, в качестве контроля использовали стерильную воду [2].

В результате скрининга были отобраны 5 изолятов, которые на основании микроскопии, селективного роста и культуральных признаков отнесли к штаммам рода *Streptomyces*. Изучение антагонистической активности изолятов показало, что 2 штамма не проявляют активности, а 3 (ПН3/25, ПН4/25, ПН5/25) штамма подавляют рост патогенов (*Bacillus safensis*, *Bacillus pumilus*). Наибольшие зоны подавления были обнаружены у штамма с присвоенным лабораторным номером ПН4/25 и составили 14 мм. Проведение скрининга метаболитов актиномицетов по способности стимулировать рост семян ржи исследовали в отношении выделенных изолятов ПН3/25, ПН4/25, ПН5/25. Оценку влияния метаболитов штамма определяли по ростовым показателям: энергия прорастания семян на 3-и сутки роста, всхожесть на 7- сутки. Все метаболиты оказывали стимулирующее влияние на прорастание семян. Максимальную энергию прорастания имеют семена, обработанные культуральной жидкостью штамма ПН4/25 и составляют 80%, что в 1,4 раза превышает энергию прорастания семян, обработанных стерильной водой. Анализ всхожести семян ржи так же показал благоприятное влияние обработки метаболитами выделенных изолятов, но наибольший стимулирующий эффект был показан на семенах, обработанных метаболитами штамма ПН4/25 и составил 85 %, что в 1,2 раза выше контрольных значений.