

АЛЕКСЕЕВА Е.И.

*ГНУ Центральный ботанический сад НАН Беларуси,
Беларусь, 220012, г. Минск, ул. Сурганова, 2В, helena_aleks@mail.ru*

ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА АМАРАНТА НА КРАХМАЛ

Производство и потребление крахмала в мире непрерывно растет и занимает одно из ведущих мест в экономике промышленно развитых стран. Для Белоруссии восстановление и увеличение объемов выработки крахмала становится проблемой, так как импорт этого продукта в последние годы составил более 70% его общего потребления. Поэтому вовлечение в переработку на крахмал отечественного зернового сырья — пшеницы, ржи и ячменя, а также нетрадиционных видов крахмалоносов является актуальной народно-хозяйственной задачей.

К наиболее перспективным видам нетрадиционного растительного сырья для получения крахмала и крахмалопродуктов относится амарант, содержащий уникальные по химическому составу полисахаридные, липидные, витаминные компоненты, микро и макроэлементы, биологически активные вещества.

Основные исследования и были направлены на возделывание, выведение новых сортов амаранта, перспективных для выращивания по климатическим условиям, создания экологически безопасных и прогрессивных технологий его переработки, реализуемых с минимальными производственными и энергетическими затратами.

Материалы и методы

В качестве объекта исследований и разработки технологии выделения крахмала были выбраны белосемянные сорта амаранта, вида *A. hypochondriacus*: Сэм, Крепыш и Кизлярец.

Сорт **Кизлярец** — растение высотой 117–161 см. Стебель ребристый. Кустистость слабая. Лист яйцевидно-эллиптический, светло-зеленый. Соцветие — метелка, амарантовой формы, прямая, средней плотности, желто-зеленая, при созревании — красная. Семена округлые, светло-желтые. Средняя урожайность сухого вещества — 77,2 ц/га. Vegetационный период от всходов до уборки на корм — 57–72 дня, на семена — 80–114 дней.

Сорт **Крепыш** — скороспелый сорт. Период от всходов до потребительской спелости 70–80 дней. Высота растения 120–140 см. Лист зеленый, нежный, сочный. Соцветие прямостоячее, плотность средняя, окраска от светло- до темно-коричневой с вкраплением красного цвета. В листьях содержится 14–15% белка. Урожайность зеленой массы 2,5–3 кг/кв.м, сухой массы — 0,25–0,3 кг/кв.м.

Сорта разработаны в ГНУ ВНИИССОК, Россия.

Сорт **Сэм** разработан в Харьковском Государственном аграрном университете им. В.В. Докучаева. Создан путем индивидуального отбора из образца

A. hypochondriacus (Panishmen). Занесен в Реестр сортов растений Украины в 2002 г.

Растение высотой до 128 см, стебель и листья красные. Метелка красная, развесистая, длиной 47 см. Среднеспелый — 110 дней. Содержимое белка в семенах — 19,5%, масла — 6,7%. Урожайность семян до 25 ц/га. Установлена противовоспалительная активность и протеактивный эффект масла относительно развития экспериментальной инсулинорезистентности.

Получение крахмала из зерна сорта Крепыш проводили на лабораторной установке “завод на столе”, с применением сернисто-кислотного и щелочного способов. Отличие сернисто-кислотного способа от щелочного заключалось в замочном реагенте. При сернисто-кислотном способе в качестве реагента для замачивания зерна использовался пиросульфит натрия, при щелочном — едкий натр.

Замачивание навески зерна (75 г) в 0,4%-ном растворе пиросульфита натрия в течение 48 часов при температуре 45–50 °С в стеклянных банках. Для поддержания стабильной температуры замочного реагента банки помещали в сушильный шкаф. В процессе замачивания содержимое банок периодически встряхивали для равномерного распределения замочного



Рис. 1. Принципиальная схема переработки зерна амаранта на лабораторной установке “завод на столе” по сернисто-кислотному способу

реагента между зёрнами. Соотношение массы зерна и раствора пиросульфита натрия составляло 1:3.

От замоченного зерна отделяли экстракт на капроновом сите №70. Затем зерно в измельчалось в блендере “Mulinex”, модель BS-7537, продолжительность составила 8 мин. В блендер к навеске замоченного зерна вводили 100 мл тёплой воды. Выделение из измельчённой массы мезги и промывку мезги от свободных зёрен крахмала осуществляли на капроновом сите №70 (размер ячеек 93 ± 9 мкм) восьмикратно, используя на каждую промывку 100 мл воды с температурой 35–40 °С. Промытую мезгу высушивали в сушильном шкафу при температуре 60 °С. Высушенную мезгу взвешивали и определяли в ней массовую долю сухих веществ и крахмала. Белково-крахмальную суспензию разливали в цилиндры и ставили в холодильник для отстаивания. Отделение белка и растворимых веществ от крахмала осуществляли на центрифуге К-70 Janetzki, частота вращения ротора которой составляет от 1000 до 6000 об/мин, а максимальный фактор разделения — 7300.

Исследовали процесс отделения белка и растворимых веществ от крахмала при частоте вращения ротора 1500, 3000 и 4000 об/мин.

Продолжительность обработки суспензии крахмала и белка в поле центробежных сил составляла 5 мин при 4000 и 3000 об/мин и 8 мин при 1500 об/мин.

Верхний слой (глютен) отделяли от слоя крахмала с помощью шпателя. Крахмал разводили тёплой водой в суспензию и повторно центрифугировали. От слоя осевшего крахмала шпателем отделяли верхний слой (глютен), крахмал разводили тёплой водой в суспензию и опять центрифугировали.

После третьего отделения глютена от крахмала, осадок крахмала разводили тёплой водой до концентрации сухих веществ 25 °Бр и обезживали под вакуумом на воронке Бюхнера до влажности 45–50% с целью отделения от крахмала растворимых веществ.

Обезвоженный крахмал высушивали в сушильном шкафу при температуре 45–48 °С, взвешивали и определяли в нём массовую долю сухих веществ и белка.

Концентрация сухих веществ в суспензии, поступающей на три ступени центрифугирования, составляла 9–10°Бр; рН суспензии — 4,1–4,3; температура — 35–40 °С.

Глютен, полученный при каждой очистке крахмала, находящегося в пробирке, объединяли и высушивали при температуре 60 °С, взвешивали и определяли в нём массовую долю сухих веществ и крахмала. Жидкий экстракт взвешивали, по рефрактометру УРЛ-1 определяли содержание сухих веществ в нём и находили количество сухих веществ этого продукта. Процессовую воду замеряли по объёму и по рефрактометру определяли в ней количество сухих веществ.

Отношение массы абсолютно сухих веществ крахмала, мезги, глютена, экстракта и процессовой воды к массе абсолютно сухих веществ навески

зерна, поступающего на замачивание, выраженное в процентах, называется выходом сухих веществ продуктов.

$$B = (P \cdot 100) / H, \%, \quad (1)$$

где В — выход продукта из сырья, %; П — масса сухих веществ полученного продукта (г, кг, т); Н — масса сухих веществ навески сырья, взятого для переработки (г, кг, т).

Для проведения морфологического анализа зерен крахмала были сделаны микрофотографии крахмала при увеличении 1: 5000 раз.

Результаты и обсуждение

При 1500 об/мин разделения суспензии на крахмальную и белковую фракции не наблюдалось, суспензия также не сгущалась; при 3000 об/мин осадок был неплотным, фильтрат имел высокую концентрацию сухих веществ.

При 4000 об/мин происходило сгущение суспензии и разделение осадка на белковую и крахмальную фракции.

Результаты переработки по сернисто-кислотному и щелочному способам приведены в таблицах 1 и 2.

Установлено, что при переработке зерна амаранта по сернисто-кислотному способу выход крахмала составил 41,9%, белка 0,78%, при переработке по щелочному способу — 37,6%, белка — 0,61%.

Таблица 1

Результаты переработки зерна амаранта по сернисто-кислотному способу

Продукты переработки зерна амаранта по сернисто-кислотному способу								
Экстракт	Мезга		Глютен		Крахмал		Процессовая вода	
выход, % к СВ зерна	выход, % к СВ зерна	массовая доля крахмала, % на СВ мезги	выход, % к СВ зерна	массовая доля крахмала, % на СВ глютена	выход, % к СВ зерна	массовая доля крахмала, % на СВ крахмала	выход, % к СВ зерна	массовая доля крахмала, % на СВ
11,6	17,6	24,9	24,5	51,8	41,9	0,78	4,4	27,3

Таблица 2

Результаты переработки зерна амаранта по щелочному способу

Продукты переработки зерна амаранта по щелочному способу									
Экстракт	Мезга		Щелочно-белковая жидкость		Глютен		Крахмал		Процессовая вода
выход, % к СВ зерна	выход, % к СВ зерна	массовая доля крахмала, % на СВ мезги	выход, % к СВ зерна	массовая доля крахмала, % на СВ	выход, % к СВ зерна	массовая доля крахмала, % на СВ глютена	выход, % к СВ зерна	массовая доля крахмала, % на СВ крахмала	выход, % к СВ зерна
9,4	16,8	23,7	17,6	59,0	15,3	49,7	37,6	0,61	3,3

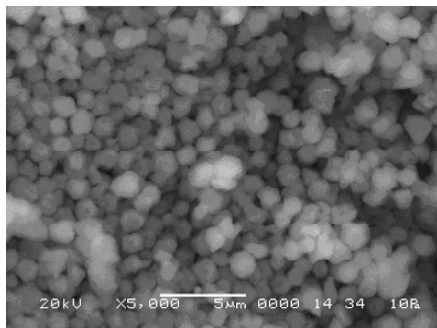


Рис. 2. Микрофотография крахмала амаранта при увеличении в 5000 раз

Выводы

Для промышленного производства крахмала большое значение имеет морфологические особенности крахмальных зерен перерабатываемого крахмалсодержащего сырья. Форма и размеры крахмальных зерен существенно влияют на выбор способов извлечения крахмала из растительного сырья. Результаты переработки семян амаранта на крахмал подтверждают закон Стокса, что чем крупнее зерна крахмала, тем быстрее они осаждаются.

Анализ микрофотографий при увеличении 1:5000 позволяет рассмотреть форму крахмальных зерен и характеризовать крахмал по принятой классификации как третий тип мелкозернистого крахмала третьего подтипа, так как содержание амилозы составляет менее 10%. Как видно, это крахмал с самыми маленькими гранулами среди всех изученных. Кроме того что гранулы амарантового крахмала очень маленькие (0,5–1,5 мкм, средний размер 1,1), они очень однородны по размерам и по форме, которая напоминает многогранники, за редким исключением гранул неправильной округлой формы.

Резюме

Зерна крахмала амаранта очень маленькие, поэтому получение крахмала из семян амаранта возможно при скорости вращения центрифуги 4000 об/мин в течении 8 мин и восьмикратной промывки. Потенциальная область использования — в качестве загустителя и структурообразователя в пищевых продуктах, таких как соусы, приправы, кетчупы, майонезы.

The grains of amaranths starch are very small, because that the process of starch izolation require high speed — 4000 rhm, during 8 min and eightfold flushing of water. The range of application of amaranth starth — stabilizer and gel-forming in food products, such as sauces, dressings, ketchups and mayonnaises.

АРТЮХОВА А.В., ГРИШИН С.Ю., ЗАЯКИН В.В., НАМ И.Я.

*Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского
Россия, 241000, Брянск, ул. Бежицкая, 14. e-mail: nasteva@list.ru*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ISSR-PCR ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОЛИМОРФИЗМА РАЗНЫХ ВИДОВ РОДА *LUPINUS*

Паспортизация и маркирование сортов растений имеет большое значение для селекции и семеноводства хозяйственно ценных культур. Для этих целей применяются различные методы: морфологические, биохимические, генетические. Фенологические и морфологические характеристики не всегда позволяют оценить необходимые для селекции признаки и параметры.

Анализ генотипов и сортов разных культур с помощью белковых маркеров часто сопряжен с трудностями, прежде всего связанными с недостаточным количеством разработанных белковых маркерных систем. Кроме того, для растений с низким уровнем межсортового полиморфизма использование белковых маркеров для сортовой идентификации не представляется возможным [1].

В настоящее время для изучения генетического полиморфизма разных видов растений применяются методы молекулярного маркирования генома [2]. Для этого разработаны методы полимеразно-цепной реакции с использованием различными типами праймеров. Хорошие результаты при работе с сельскохозяйственными культурами показало использование RAPD- и ISSR-праймеров [1, 2].

Люпин представляет собой важную зернобобовую культуру кормового и сидерального направления, с высоким содержанием запасных белков. В доступных литературных источниках удалось найти данные о маркировании и паспортизации лишь его видов [5], но не сортов. Методы молекулярной генетики могут помочь в селекционной работе, в проведении контроля качества семян. В Брянской области ведется селекция люпина 3 видов [3, 4].

Цель нашей работы заключалась в выявлении с использованием ISSR-праймеров полиморфизма внутри трех видов люпина, селекционная работа с которыми ведется в Брянской области.

Материалы и методы

Объектом исследования служили образцы трех видов малины — *Lupinus albus*, *Lupinus angustifolius*, *Lupinus luteus*. Все образцы предоставлены ВНИИ люпина.

ДНК выделяли из 300 мг свежих незрелых семян или из 100 мг сухих семян в трехкратной повторности. Сухие семена предварительно замачивали в воде в течение 20 минут для того, чтобы плотная оболочка разбухла и лучше удалялась. Выделение проводили фенольным методом [6] с некоторыми изменениями.

Полимеразную цепную реакцию (ПЦР) проводили в четырехканальном ДНК-амплификаторе “Терцик” (“ДНК-технология”, Москва). Использовали