

В статье обозначены проблемы послеуборочного дозревания маслосемян рапса и горчицы, обоснована необходимость разработки технологических мероприятий для активизации биохимических процессов в свежесобранном семене, обеспечивающих получение масложировой продукции с высокими показателями качества.

Ключевые слова: маслосемена, рапс, горчица сарептская, послеуборочное дозревание, биохимические реакции, сушка семян.

К ВОПРОСУ О ПОСЛЕУБОРОЧНОМ ДОЗРЕВАНИИ МАСЛОСЕМЯН РАПСА И ГОРЧИЦЫ

**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь**

К. И. Жакова, кандидат технических наук, ученый секретарь;

В. Н. Бабодей, начальник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции;

***А. В. Пчельникова, научный сотрудник группы по масложировой отрасли отдела
технологий кондитерской и масложировой продукции***

Масложировая отрасль Республики Беларусь, представленная маслособывающими и маслоперерабатывающими предприятиями, играет важную роль в удовлетворении спроса населения на продукты питания и обеспечивает ряд отраслей (рыбную, кондитерскую, хлебопекарную, лакокрасочную, нефтехимическую) сырьем для производства. Организации отрасли специализируются на выпуске растительного масла, майонеза, маргариновой продукции, мыла.

Стратегическим товаром является растительное масло. Его производство создает предпосылки для сокращения импорта в продовольственной сфере и наращивания экспорта (за счет рапсового масла).

В настоящее время работа масложировой отрасли направлена на максимальное самообеспечение республики растительным маслом и готовой продукцией. Отсутствие благоприятных климатических условий для выращивания ряда масличных культур не позволяет полностью отказаться от импортного масла. Экономия валютных средств возможна за счет возделывания и переработки маслосемян рапса, льна, горчицы, экспорта рапсового масла (рис. 1).

Качество получаемой масложировой продукции в первую очередь определяется химическим составом и особенностями перерабатываемых масличных семян, состав которых зависит от многих факторов: сорта, геоклиматических условий, удобрений, степени зрелости.

В Республике Беларусь основной масличной культурой является рапс. В последнее время возрос интерес еще к одной культуре из семейства крестоцветных — горчице сарептской.

Географическое положение и климат Республики Беларусь не всегда способствуют достижению биологической зрелости семян в поле, в результате чего свежесобранное семя характеризуется незавершенностью биохимических процессов, протекающих в нем при созревании. Полная физиологическая зрелость с наивысшей всхожестью и энергией прорастания наступает при хранении через определенное время, которое называется периодом послеуборочного дозревания.

Основные технологические операции послеуборочной обработки семян, поступающих на маслособывающие предприятия, такие как очистка, хранение влажных семян и сушка, не всегда позволяют достичь состояния физиологической зрелости. Как следствие, получаемое масло характеризуется низким качеством, отличаясь высоким содержанием хлорофиллов, затрудняющих его последующую рафинацию, а также повышенными значениями кислотного и перекисного числа.



Рис. 1. Маслосемена — сырье для получения высококачественных растительных масел

Целью послеуборочного дозревания является создание условий, оптимизирующих протекание биохимических процессов, обеспечивая улучшение технологических свойств семян.

Большинство исследований по изучению процессов, происходящих при послеуборочном дозревании масличных семян, проводилось на семенах подсолнечника [1]. Данные по вопросу послеуборочного дозревания семян горчицы сарептской и маслосемян рапса встречаются разрозненные и несистематичные.

Горчица сарептская, или сизая, — травянистое растение семейства капустных, в ее семенах содержатся жирное (20-49%) и эфирное (0,5- 1,7%) масла. Жирное масло применяется в кулинарии, хлебопекарной, консервной, мыловаренной и других отраслях промышленности. Эфирное масло используют в парфюмерно-косметической и консервной промышленности [2]. Рапс также относится к семейству капустных, его семена содержат 40-48% жира и 21-31% сырого протеина, поэтому рапс является источником высококачественного пищевого и технического масла, а рапсовый шрот, жмых и зеленая масса — ценный высокобелковый корм [3].

В процессе формирования и созревания на вегетативной стадии семена проходят четыре основные фазы развития: эмбриональную, растяжения тканей, накопления запасных веществ и фазу созревания [4].

Эмбриональная фаза характеризуется интенсивным делением клеток тканей семян, в фазе растяжения происходит наиболее активный рост тканей с образованием в цитоплазме вакуолей. Фаза накопления запасных веществ формирует аппарат для синтеза резервных компонентов, а фаза созревания завершается переводом зародыша семян в покоящееся состояние.

Окончание фазы накопления запасных веществ соответствует достижению уборочной спелости семян, после чего их можно использовать в качестве масличного сырья. Морфологически созревание семян к этому времени практически завершено. Однако биохимические процессы протекают еще достаточно интенсивно.

В первый период после уборки маслосемена имеют пониженные семенные и технологические качества. Они характеризуются низкой энергией прорастания и всхожести, повышенной влажностью, высокой ферментной активностью. Масло из таких семян получать труднее, потери при производстве выше.

Полная физиологическая зрелость, при которой семена отличаются наивысшей всхожестью и энергией прорастания, наступает через некоторое время в процессе его хранения. По окон-

чании дозревания технологические свойства и жизнеспособность семян улучшаются: уменьшается влажность, увеличивается выход масла, снижается кислотное число, значительно повышается их всхожесть и энергия прорастания [5]. К концу послеуборочного дозревания всхожесть семян приближается к 100%. Кроме изменения посевных и технологических свойств снижается интенсивность дыхания и активность ферментов.

Вопрос о возможности дополнительного синтеза масла в свежесобранных семенах при послеуборочном дозревании до сих пор остается открытым. Установлено, что в семенах, дозревающих в поле без отделения от соцветия, при благоприятных погодных условиях синтез триацилглицеролов продолжается. Возможность дополнительного синтеза триацилглицеролов в семенах уже после отделения от соцветия вызывает скептическую оценку у большинства исследователей [6]. Однако при определенных условиях послеуборочной обработки семян выход извлекаемых липидов увеличивается.

Так, С.К. Мустафаевым с соавторами запатентован способ послеуборочной обработки маслосемян, направленный на увеличение содержания масла в семенах, при котором масличные семена подвергают нагреву микроволновым электромагнитным полем до температуры 60–85°C в течение 30–150 секунд с последующей продувкой воздухом и понижением его температуры в диапазоне 50–5°C в течение 40–70 ч [7]. При этом наблюдается увеличение масличности на 0,5–2,5%. Увеличение выхода масла происходит, по мнению авторов, за счет интенсификации биохимических процессов путем кратковременного воздействия экстремальных (стрессовых) условий на свежесобранные семена.

Возрастание масличности при дозревании исследователи объясняют продолжающимся синтезом триацилглицеролов за счет имеющихся в тканях ядра подвижных углеводов. Этот вывод также подтверждался одновременным снижением кислотного числа масла в семенах [8]. Однако после разработки методов прямого определения группового состава липидов семян возможность прироста триацилглицеролов при послеуборочном дозревании свежесобранных семян была отвергнута [9].

Вместе с тем, дальнейшие исследования показали [6], что при специально создаваемых условиях послеуборочной обработки семян в них протекают ферментативные процессы, приводящие к дополнительному накоплению структурных липидов (фосфолипидов, каротиноидов, стеролов, токоферолов и др).

Поэтому создание условий для скорейшего завершения процессов послеуборочного дозревания — актуальная проблема маслосебяющей отрасли, решение которой способно увеличить не только выход масла из семян, но и повысить его качество.

Послеуборочное дозревание происходит только в том случае, если синтетические процессы в семенах преобладают над гидролитическими. В результате наблюдений за характером изменений в семенах при дозревании установлены факторы, влияющие на этот процесс и ускоряющие его — влажность, температура, степень аэрации семенной массы [5].

В связи с особенностями природно-климатических условий и преобладающего метода прямого комбайнирования, средняя влажность рапса, поступающего на предприятия, варьируется в диапазоне 20–30%. Повышенная влажность является благоприятным фактором для ферментативного гидролиза органических веществ, используемых в дыхании, что приводит не к уменьшению физиологической активности, а к ее дальнейшему росту, поэтому дозревание в таких семенах не происходит.

Граница появления в семенах свободной воды, при которой наблюдается резкий скачок интенсивности дыхательных процессов, получила название критической влажности. Ее величина зависит от вида культуры, анатомического строения и химического состава. В связи с тем, что вода в семенах удерживается только нелипидной частью семени, то чем больше в семенах содержится липидов, тем ниже величина критической влажности.

Таким образом, для успешного завершения послеуборочного дозревания и сохранения качественных характеристик маслосемена должны иметь влажность ниже критической (не более 7–8% — для рапса, для горчицы сарептской — не более 10%) [10].

Большую роль в протекании биохимических реакций играет температурный режим. Повышенные температуры минимизируют дыхание сухих семян, у семян с влажностью выше критической дыхание активизируется, однако при температуре выше 45–50 °С дыхание прекращается и начинают преобладать окислительные процессы, ведущие к их гибели. Такие семена после нескольких месяцев хранения пригодны только для производства низкокачественного масла. С понижением температуры интенсивность дыхания даже у семян с высокой влажностью резко падает.

Семена рапса и горчицы обладают физическими и физиолого-биохимическими особенностями, которые необходимо учитывать при их послеуборочной обработке и хранении.

Развитая удельная поверхность, повышенная сыпучесть и аэродинамическое сопротивление плотного слоя определяют интенсивность нагрева семян и повышенное испарение, что способствует интенсификации процессов прогоркания масла, скоплению на стенках камеры нагрева масляной пыли, переходу эфирного масла в жирное масло семени, что снижает качество последнего. Поэтому сушку маслосемян крестоцветных, особенно современных высокомасличных сортов, необходимо производить при более низких температурах по сравнению с семенами подсолнечника.

Кроме того, в семенах рапса и горчицы содержатся тиогликозиды (глюкозинолаты) в количестве 0,5–6,0%, которые сами по себе, не являясь токсичными веществами, при повышенной влажности и температуре расщепляются с освобождением изотиоцианатов и других серосодержащих веществ, обладающих раздражающим, действием [1]. При отжиме или экстракции масла из семян они полностью остаются в жмыхе или шроте и в больших дозах вызывают не только заболевание, но и гибель животных.

В настоящее время установлены [10] оптимальные режимы сушки семян рапса современных сортов в зависимости от исходной влажности:

- ♦ при исходной влажности семян до 15% температура агента сушки должна быть не более 90–100 °С, нагрева семян — не более 60 °С;
- ♦ в интервале влажности семян 15–20% — температура сушильного агента — 85–95 °С, нагрев семян не выше 55 °С;
- ♦ при влажности семян от 20 % до 25% — температура сушильного агента — 80–90 °С, нагрев семян не выше 50 °С.

Кроме того, тепловую сушку семян желтосемянных сортов необходимо проводить при более низком температурном режиме во избежание растрескивания семян, так как их семенная оболочка тоньше, чем у темноокрашенных сортов [11].

Наиболее интенсивно послеуборочное дозревание протекает при активном доступе воздуха к семенам. Воздух межсеменных пространств способствует сохранению жизнедеятельности семян. Недостаток кислорода и накопление в семенной массе CO_2 , водяных паров, а также выделяемого в процессе дыхания тепла замедляют дозревание. В частности, подобное явление наблюдается при анаэробном дыхании.

Продолжительность периода дозревания у различных культур разная в зависимости от исходного качества, степени зрелости, а также условий окружающей среды (в среднем от 3 недель до 3 месяцев). Однако независимо от сортовых особенностей в этот период семена следует хранить с меньшей высотой насыпи в условиях мягкой сушки или активного вентилирования при влажности меньшей критической. При таких условиях послеуборочное дозревание проходит быстрее и достигает наибольшего эффекта.

К окончанию периода дозревания наиболее важно установление в семенах минимальной интенсивности обмена веществ. Такие семена обладают необходимыми качественными показателями, обеспечивающими получение качественного масла и способствующими их длительному хранению.

Таким образом, управляя процессами послеуборочного дозревания, можно добиться значительного улучшения технологических качеств семян масличных культур. и соответственно по-

лучить продукцию (рапсовое и горчичное масла, горчичный жмых) с высокими показателями качества и потребительскими характеристиками, что в конечном итоге будет способствовать расширению отечественной сырьевой базы масложировой отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Щербаков, В. Г.* Биохимия и товароведение масличного сырья / В. Г. Щербаков, В. Г. Лобанов. — М.: КолосС, 2012. — 392 с.
2. Иллюстрированный определитель растений Средней России / И. А. Губанов [и др.]. — М.: Т-во научных изданий КМК, Ин-т технологических исследований, 2003. — Т. 2. — 266 с.
3. *Пилипюк, В. Л.* Технология хранения зерна и семян / В. Л. Пилипюк. — Саратов: Вузовский учебник, 2009. — 310 с.
4. Маслосемена рапса. Требования при заготовках и поставках. Технические условия: СТБ 1398-2003. — Введ. 01.09.2003. — Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2003. — 12 с.
5. *Акаева, Т. К.* Основы химии и технологии получения и переработки жиров. Ч.1. Технология получения растительных масел: Учеб. пособие / Т. К. Акаева, С. Н. Петрова. — Иваново: ГОУВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т, 2007. — 124 с.
6. *Ксандопуло, С. Ю.* Возможность дополнительного синтеза запасных липидов в семенах подсолнечника при послеуборочном дозревании / С. Ю. Ксандопуло, В. Г. Щербаков // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. — 1994. — № 3–4. — С. 5–9.
7. Способ послеуборочной обработки масличных семян: пат. 2118654 РФ, МПК 6 C11B001/00, A23B009/04 / Мустафаев С.К., Камолинкова М.А., Бажина Т.П.; заявитель НПО «Техноком» — № 97113398; заявл. 07.08.1997; опубл. 10.09.1998 // Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. — 1998.
8. Послеуборочное дозревание и хранение высокомасличного подсолнечника / В. В. Ключкин [и др.] // Масложировая промышленность. — 1980. — № 11. — С. 12–17.
9. *Иваницкий, С. Б.* Исследование комплекса связанных липидов высокомасличного подсолнечника при послеуборочной обработке и хранении в связи с условиями их технологической переработки: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.06 / С. Б. Иваницкий; Краснодар. политехн. ин-т — Краснодар, 1972. — 24 с.
10. Инструкция № 9-7-88 по хранению зерна, маслосемян, муки и крупы: утв. М-вом хлебопродуктов СССР 24.06.88. — М.: ЦНИИТЭИ Минхлебопродукта СССР, 1988. — 33 с.
11. *Шаганов, И. А.* Рапсовое поле Беларуси: практ. рук. по освоению интенсивной технологии возделывания озимого рапса на маслосемена / И. А. Шаганов. — Минск: «Равноденствие», 2008. — 70 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 08.11.2017

K. I. Zhakova, V. N. Babodey, A. V. Pchelnikova

TO THE QUESTION OF POST-TURNING VEHICLE EXPLORATION OF RAPS AND MUSTARD OILS

The problems and questions of post-harvest ripening of rapeseed and mustard seeds in the article are discussed, the necessity of developing technological measures for activating biochemical processes in freshly harvested seeds that support the production of fats and oil products with high quality indices.

Keywords: oilseeds, rape, mustard sareptian, postharvest ripening, biochemical reactions, seed drying.