

М.В. Андрюхова, канд. техн. наук, ассист.  
(БГТУ, г. Минск)

## **ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНГИБИТОРОВ ОКИСЛЕНИЯ ЛЬНЯНОГО МАСЛА**

В настоящее время наблюдается рост интереса к пищевому льняному маслу со стороны не только физиологов и диетологов, разрабатывающих концепцию рационального питания, но и всего населения в целом. Повышенный интерес обусловлен, прежде всего, содержанием в льняном масле полиненасыщенных жирных кислот до 80 % от общего содержания жирных кислот, а именно  $\alpha$ -линоленовой и линолевой, не синтезируемых в организме человека. Кроме богатого жирнокислотного состава льняное масло содержит токоферолы, каротиноиды, фитостеролы, коэнзимы Q, макро- и микроэлементы, что в совокупности и определяет его функциональность.

В то же время высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот в льняном масле способствует его быстрому окислению (полимеризации) в присутствии кислорода воздуха по сравнению с другими растительными маслами, в связи с чем срок хранения пищевого льняного масла составляет 3–6 мес. Окисление масла приводит к накоплению в нем низкомолекулярных соединений (пероксидов, альдегидов, свободных жирных кислот, кетонов и др.), что ведет к резкому ухудшению вкусовых свойств льняного масла и его порче.

Стоит отметить, что ультрафиолетовые лучи ускоряют процесс окисления полиненасыщенных жирных кислот, а повышенная температура, особенно в интервале 40–45 °С, резко увеличивает скорость образования и распада гидроперекисей.

Поэтому проблема увеличения срока годности пищевого льняного масла и, соответственно, сохранения его пищевой ценности является актуальной.

Для повышения стойкости масел к окислению существует ряд технологических решений, а именно:

- защита масел инертными газами от контакта с кислородом в процессе их получения и хранения;
- введение в масла ингибиторов окисления – природных или синтетических антиоксидантов;
- устранение доступа воздуха и металлов переменной валентности при контакте с растительными маслами;
- создание масел-смесей с заданным жирнокислотным составом,

а также масел, обогащенных растительными экстрактами, обладающими антиоксидантными свойствами [1].

Введение в льняное масло ингибиторов окисления – природных или синтетических антиоксидантов – является наиболее эффективным и доступным способом стабилизации масла при хранении, однако при этом необходимо учитывать и собственную защиту масла (токоферолы, каротиноиды (основной – лютеин), коэнзимы Q, фитостеролы, фосфолипиды [2]).

Для оценки эффективности ингибиторов окисления необходимо, во-первых, знать, какие процессы, протекают в масле при его хранении, и, во-вторых, осуществлять контроль качества масла посредством мониторинга соответствующих показателей, значения которых должны соответствовать требованиям технических нормативных правовых актов.

Порча жиров обусловлена гидролитическими или окислительными процессами (окисление, прогоркание, осаливание, высыхание) либо их сочетанием.

Гидролиз жиров ведет к накоплению свободных жирных кислот, что выражается ростом кислотного числа. С накоплением низкомолекулярных кислот (масляной, валериановой, капроновой) и их последующим высвобождением появляются неприятные специфические вкус и запах.

Окисление жиров развивается так, что молекулы кислорода присоединяются к свободным углеводородным радикалам и при этом образуются свободные радикалы, являющиеся источником образования спиртов, кетонов, альдегидов и т. д. [3].

Определение показателей, характеризующих гидролитические и окислительные процессы, – кислотного, перекисного, анизидинового, ТОТОХ (ГОСТ 18848–2019) и тиобарбитурового чисел – позволяет контролировать качество масел и степень их окисления.

*Кислотное число* – это основной показатель качества масел и жиров, так как характеризует степень гидролиза липидов, поскольку в природных маслах и жирах количество свободных кислот незначительно.

Количество перекисей и гидроперекисей характеризует *перекисное число* и показывает, какое количество активного кислорода вступило в реакцию окисления жирных кислот.

*Анизидиновое число* – это мера концентрации вторичных продуктов окисления, содержащихся в масле.

*Тиобарбитуровое число растительных масел* – условная величина, характеризующая содержание в растительном масле диальдеги-

дов, определяемая по цвету продуктов взаимодействия альдегидных групп с 2-тиобарбитуровой кислотой [4]. Именно тиобарбитуровое число считается хорошим индикатором прогорклости растительных масел.

*Число TOTOX* (TOTal OXidation) – общая окисленность растительного масла, равная сумме значения анизидинового числа и удвоенного значения перекисного числа, выраженная в условных единицах (согласно ГОСТ 18848–2019). Этот показатель характеризует «общее окисление жира» и был введен в целях недопущения присутствия обоих продуктов окисления (первичных и вторичных) в максимальных концентрациях.

Устойчивость масел к окислению характеризует также *индукционный период* – время, необходимое для достижения критической точки окисления, соответствующей резкому ускорению этого процесса.

Таким образом, определение и анализ вышеперечисленных показателей позволит оценить эффективность действия антиоксидантов, используемых для оксостабилизации льняного масла. Однако кроме физико-химических показателей следует учитывать и органолептические показатели льняного масла (вкус, цвет, запах), при несоответствии которых требуемым нормам, оно не может быть использовано для пищевых целей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Повышение стойкости растительных масел к окислению / Бутова С. В. [и др.] // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 25-летию фак. технологии и товароведения ВГА им. Императора Петра I, Воронеж, 7–9 ноября 2018 г. / Воронежск. гос. аграрн. ун-т имени императора Петра I; редкол.: Н. И. Бухтояров [и др.]. – Воронеж, 2018. – Ч. 1. – С. 175–180.

2 Сосновская, А. А. Биологически активные добавки на основе льняного масла / А. А. Сосновская, И. П. Едимечева, О. И. Шадыро // Материалы XV Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности», Минск, 5–6 октября 2016 г. – Минск: ИВЦ Минфина. – 2016. – С. 92–95.

3 Химия жиров: тексты лекций для студентов специальности «Биотехнология» специализации «Технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов» / Р. М. Маркевич, Ж. В. Бондаренко. – Минск: БГТУ, 2011. – 218 с.

4 Sreejayan, N. Curcuminoids as potent inhibitors of lipid peroxidation / Sreejayan, N., Rao, M. N. A. // J. Pharm. Pharmacol. – 1994. – Vol. 46 (12). – P. 1013–1016.