



---

**ИК-спектроскопия,  
как быстрый аналитический инструмент  
для масличной промышленности**

---



## Введение

Продукция масличного производства является наиболее часто используемыми пищевыми маслами в мире. Но экономическая значимость этой большой отрасли не ограничивается только в качестве ингредиента для жареных продуктов. Поскольку в процессе извлечения масла имеются и важные белки, и клетчатка, это относит продукцию и к пищевым, и сельскохозяйственным, и промышленным рынкам. Основным побочным продуктом переработки масличных – это отходы отжима, которые, благодаря высокому содержанию белка, являются жизненно важными компонентами пищевой промышленности животноводства и домашних питомцев. Кроме того, в зависимости от региона произрастания масличных, они также могут использоваться и для непосредственного потребления в пищу человеком, во многих частях мира.

Мировое производство масел и жиров ожидается на уровне 200 миллионов тонн к концу 2014 года. В прошлом 2013 году этот показатель составлял около 185 миллионов тонн, что демонстрирует рост на 8% – весьма значительное изменение для коммерческого рынка.

Отрасль пищевых масел находится в постоянном развитии, в связи с постоянными изменениями предпочтений в еде, медицинских исследований по улучшению питания и поиске новых, более прибыльных рынков. Растительные масла также являются основным сырьём при производстве биодизеля, с важной положительной ролью энергосбережения, но с отрицательным влиянием на пищевые масла, повышение цен на энергоносители и снижение рентабельности.



## Аналитика в производстве масел

Темпы производства масел требуют решений для быстрого анализа различных типов образцов. Процесс требует постоянного сбора твёрдых и жидких фаз образцов, на разных этапах производства, от сырья до готовой продукции перерабатывающих заводов, а также производителей биодизеля. Для достижения привлекательных результатов отжима, требуется большее количество исходного сырья, при этом необходимы быстрые, гибкие и экономически эффективные аналитические решения.

Как и в других отраслях, производство масла требует определённых аналитических эталонных методов, которые могут послужить основой в случае коммерческих разногласий или вопросов ответственности. Контрольные методы для пищевого масла и масличных продуктов регулируются Американским обществом химиков (AOCS) и Ассоциацией официальных химиков-аналитиков (AOAC). И физические, и химические методы, стандартизированные этими организациями, требуют больших затрат времени, специальных технических специалистов и лабораторий, что делает их неэффективными при стремительном развитии производства. Кроме того, многие из используемых методов и связанных с ними приборов, могут отображать результаты только для какого-то одного конкретного параметра, необходимого для контроля качества конечной или промежуточной продукции. Некоторые методы состоят из сложных химических реакций и процедур экстракции, которые сложны и небезопасны, другие же требуют дорогостоящего аналитического оборудования, такого как ядерного магнитного резонатора или газового хроматографа. В любом случае, время, необходимое для получения достоверных результатов классическими химическими методами, не может идти в ногу со скоростью роста рынка и производства.





## ИК-спектроскопия в масличной промышленности

ИК-спектроскопия в ближнем ИК-диапазоне, известная также как NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy), обеспечивает необходимую гибкость и скорость, позволяющая справиться с бешеными темпами производства. Способность этой технологии анализировать органические молекулы, которые являются строительными блоками пищевых продуктов, делает её пригодной для количественного определения важных питательных и технологических показателей, таких как: белок, масло, клетчатка и влажность, как в сырых материалах, так и в производных продуктах. Этот же инструмент может использоваться со специально разработанными аксессуарами, позволяющими анализировать жидкие масла на различных стадиях производства, от сырого продукта отжима до рафинированного масла, и должен быть достаточно точным, позволяя анализировать важные параметры, таких как: свободные жирные кислоты, йод, влажность, пероксид и фосфор.

NIRS – это быстрый «непрямой» метод химического анализа. Это означает, что результаты генерируются путём корреляции с методами прямого классического анализа. Такая корреляция выполняется при помощи математических моделей, известных как «калибровки» или «прикладные модели». Эти калибровки основаны на результатах классического анализа большого количества образцов. Для такого метода очень важно, чтобы характеристики образцов охватывали как можно больший диапазон значений составляющих. Широкий спектр образцов также должен быть собран из различных источников, с вариацией характеристик, с целью развития хемометрических уравнений на основе вариативного статистического анализа, в результате чего формируются калибровки, требующие в дальнейшем минимальных корректировок. Вариации, необходимые для создания правильных корректировок, включают в себя: географическое положение, агрономические методы, сезонные условия, санитарное состояние семян, стадии созревания, условия уборки, методы и продолжительность хранения, технологии обработки, и пр.



## Анализатор FOSS DA1650 для масличных

Анализатор FOSS DA1650 для масличных был специально разработан для удовлетворения потребностей сферы производства масла.

Это специализированное решение было разработано в качестве единого инструмента для обеспечения быстрого, надёжного и экономически эффективного анализа отжима соевых и рапса, предлагая гибкий и прочный инструмент, использующий глобальные ANN-калибровки с NIRS-анализом, позволяющий анализировать как жидкие образцы масла, так и цельные зерновые. Этот простой в эксплуатации инструмент может использоваться в различных предприятиях, как в лабораториях, так и в небольших коммерческих структурах.

### **Калибровки и их производительность**

Целый ассортимент калибровок был разработан для этого прибора, и детализация их всех выходит за рамки настоящего документа. Однако это имеет отношение к ряду ключевых особенностей калибровок и их производительности. Следует отметить, что при разработке NIRS-калибровки обычно используется два набора образцов – калибровочный набор и проверочный набор. Эти два набора имеют общие особенности, которые охватывают диапазон составляющих и содержат определённый уровень вариативности. Однако образцы из проверочного набора, используемые для контроля и проверки производительности прибора, ни в коем случае не должны использоваться в калибровочном наборе, т.е. это образцы, которые прибор и разрабатываемая калибровка никогда «не видели». Набор для проверки, как правило, содержит намного меньшее количество образцов по сравнению с калибровочным набором.

### **Соевые: белок, масло и влажность**

Калибровки для цельных соевых разработаны для анализа цельных, не молотых, образцов сои и используются для предварительного определения качества продукта, тестирования до использования в производстве.

Соевые бобы	Образцы, использованные для калибровки			Образцы, использованные для проверки				
	Кол-во	Мин.	Макс.	Кол-во	Мин.	Макс.	Акк.	Корр.
Влажность	8254	8,0	16,0	45	10,5	15,5	0,21	0,96
Белок	1240	30,0	44,7	50	32,5	43,8	0,64	0,83
Масло	875	14,0	24,0	46	16,0	20,9	0,42	0,91

Кол-во: количество образцов в тестовом наборе.

Акк.: точность тестового набора, выраженная в стандартной ошибке предсказания (SEP), с поправкой на смещение.

Мин.: минимальное значение в наборе образцов.

Макс.: максимальное значение в наборе образцов.

Корр.: линейная корреляция между результатами NIRS DA1650 и эталонными значениями.

Приведённая выше таблица показывает результаты тестирования на DA1650. Из этой таблицы можно увидеть, что возможно достичь очень высоких уровней производительности анализа целых соевых бобов. Очевидно, что полученные результаты не имеют того уровня точности, который может быть достигнут NIRS-приборами с жидкими образцами масла, однако это показывает работоспособность калибровки и возможность использования цельных зёрен для предварительного анализа.

Соевый шрот	Образцы, использованные для калибровки			Образцы, использованные для проверки				
	Кол-во	Мин.	Макс.	Кол-во	Мин.	Макс.	Акк.	Корр.
Влажность	6826	7,0	16,0	194	8,7	14,9	0,29	0,91
Белок	3022	41,8	51,6	99	41,9	48,1	0,3	0,97
Масло	2295	0,2	1,8	68	0,55	1,47	0,09	0,57
Клетчатка	1092	3,5	7,5	15	4,3	6,5	0,52	0,62
Зола	1254	4,5	7,5	62	5,3	6,3	0,11	0,36

Следующая таблица показывает аналогичные результаты, проведённые на соевом шроте с помощью DA1650. В то время как диапазоны значений белка и влажности остаются в хороших интервалах, отжим оставляет небольшое количество масла в образцах, понижая при этом корреляцию. Точность, достигаемая на этой независимой проверке, демонстрирует функциональную калибровку, что позволяет использовать такой метод для быстрого тестирования и управления производством. При необходимости, для коммерческих целей, можно получить сертифицированный анализ с помощью эталонных методов.

Соевое масло	Образцы, использованные для калибровки			Образцы, использованные для проверки				
	Кол-во	Мин.	Макс.	Кол-во	Мин.	Макс.	Акк.	Корр.
Влажность	202	0,001	0,23	378	0,01	0,13	0,017	0,78
Фосфор	175	0,7	817	278	1	525	64	0,92
Йод	156	106	136	141	126	136	1,5	0,48
Пероскид	421	0,1	8,2	361	0,2	3,7	0,47	0,75
Свободные жирные кислоты	375	0,02	1,6	474	0,02	1,10	0,09	0,81

Следующая таблица предоставляет информацию о характеристиках соевого масла, проанализированного на DA1650 с помощью специализированных ёмкостей с золотыми отражателями. В связи с меньшим количеством образцов, используемых для калибровки и проверки, в данном случае лучше подходит PLS-калибровка. Линейные корреляции низкие, по сравнению с другими калибровками, и соответствуют значениям аналогичных методик, утверждённых AOCS для быстрого анализа масла. При использовании большего количества образцов и вариативности параметров возможно создать более сильную ANN-калибровку. Референтные, классические методы определения этих параметров являются очень трудоёмкими и имеют относительно низкую точность, вследствие допускаемых ошибок при тестировании, которые, в конечном итоге, влияют на корреляцию данных измерений. Тем не менее, эта прикладная модель может использоваться для быстрого анализа проб масла на различных этапах переработки масличных культур.

## Заклучение

Для любого режима анализа важно быть точным, чтобы быть полезным в производственной среде, т.к. это неотъемлемая часть любой аналитической методики. Точность, однако, недостаточна, в случае если метод является сложным, трудоёмким, грязным или просто неприятным. Чтобы быть полезной, методика должна быть простой, быстрой, надёжной и экономически эффективной, в дополнение к достигнутому уровню точности. Для масличной промышленности доступен целый ряд аналитических методов анализа, однако используя ИК-спектроскопию в таком инструменте как, например, FOSS DA1650, можно предоставить единое универсальное решение, удовлетворяющее потребности данной отрасли.

### Будем рады сотрудничеству!

FOSS представительство в РК  
 ТОО «LabTraid»  
 010000 Астана, Коргалжынское шоссе 19,  
 Бизнес-центр «Коргалжын», офис 506  
 Тел./факс: +7 (7172) 725930  
 E-mail: info@carlex.kz  
 Web-сайт: <http://www.carlex.kz>