

$$\tau_m = \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_2) = k \quad (\sigma_1 > \sigma_2) \quad (1)$$

здесь $\tau_m = k$ - максимальное касательное напряжение (предел пластичности на сдвиг),

σ_1 и σ_2 - главные напряжения.

Данный предел пластичности можно установить опытным путем на приборе Литвинова [2].

Геометрической интерпретацией условия пластичности Треска, как известно, является шестигранная призма в пространстве главных напряжений

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$. При этом может быть два типа пластического состояния: точки в пространстве главных напряжений $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ лежат либо на гранях, либо на ребрах призмы. Тогда для любого ребра призмы выполняется

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 \pm 2k \quad (2)$$

В задачах взаимодействия сельскохозяйственного деформатора с почвой обычно рассматривается плоская задача для которой условие (1) запишется в виде

$$(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2 = 4k^2 \quad (3)$$

В случае статической задачи необходимо рассмотреть условие равновесия

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} &= 0 \\ \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ - компоненты тензора напряжений.

Если обозначить через φ угол между σ_1 и осью X , то условие изотропии будет

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y} = \frac{2\varepsilon_{xy}}{\varepsilon_x - \varepsilon_y} \quad (5)$$

здесь $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_{xy}$ - компоненты скорости относительной деформации.

При этом

$$\varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x}; \quad \varepsilon_y = \frac{\partial V}{\partial y}; \quad \varepsilon_{xy} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right) \quad (6)$$

где u и V - компоненты скорости перемещения вдоль осей X и Y .

Добавив к данным соотношениям условие несжимаемости

$$\varepsilon_x + \varepsilon_y = 0 \quad (\varepsilon_z = 0) \quad (7)$$

получим систему пяти уравнений (3), (4), (5), (6), (7) относительно пяти неизвестных $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}, u, V$.

Данная система уравнений при добавлении к ней граничных условий может быть применена для решения задач о качении катка по почвогрунтам. С помощью метода сопряжения можно определить σ_x, σ_y и τ_{xy} в зоне контакта.

Литература

1. Ивлев Д.Д. Теория идеальной пластичности – М.Наука, 1966, с.166.
2. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М.Агропромиздат, 1986, с.343.

УДК 633.85:631.361

РАЗВИТИЕ МАСЛОДОБЫВАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

Виноградов Д.В., д.б.н., проф., Вертелецкий И.А., Кунцевич А.А.

(Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Россия)

Культивирование масличных растений и получение из них растительных масел относится к древнейшему периоду развития человечества. Египтяне в долине Нила около 2 тыс. лет до н. э. разводили лен для выработки из него волокна и получения масла. В глубокой древности для извлечения масла из масличного сырья применяли камни и чаши. В II веке до н. э. появились оливковые пресс и бегун (для измельчения). Рычажный пресс приводился в действие грузом. На Руси аналогичные устройства имели винтовой привод рычага.

Для переработки масличных материалов, требующих для отжима масла больших давлений и содержащих меньше масла, потребовалась более совершенная техника. Около 1600 г. в Европе появились клиновые прессы (клинья забивали, отсюда термин «маслобойное» производство). В 1750 г. изобретен вальцовый станок. В 1795 г. изобретен гидравлический пресс с ручным приводом, в 1818 г. он был использован в производстве растительных масел с подготовкой материала на огневых жаровнях, а в 1830 г. - с паровой жаровней. В 1819 г. появился гидравлический насос и в 1843 г. гидравлический грузовой аккумулятор для сглаживания толчков напорной жидкости.

Вспомогательное оборудование - вальцы, гидронасосы, аккумуляторы, жаровни – мало изменялись в следующее столетие, в то время как основное оборудование - пресса - менялись существенно. В 1880 г. стали применять этажные прессы. В 1932 г. появились закрытые зерновые прессы.

Все виды гидравлических прессов имели много недостатков: периодичность действия; большой расход прессового сукна; сложность гидравлической напорной системы; большие потери масла со жмыхом; антисанитария; тяжелые условия труда.

Непрерывно действующие пресса со шнековым рабочим органом разработаны в начале века. Принцип действия и основные узлы прессы сохранены и в современных конструкциях. В СССР выпуск шнековых прессов освоен в 1930 г. Основным недостатком прессового способа производства растительных масел - высокая масличность жмыхов и, соответственно, большие потери масла [4,7,9].

Примерно к 1800 г. относится начало использования экстракционного способа производства растительных масел. В это время открыто производство дешевого растворителя - сероуглерода. Решающим для развития данного способа явилось предложение Д.И. Менделеева (1867) применить для экстракции «легкие погони нефти». Однако в России того времени этот способ получения масла не нашел широкого распространения, его массовое использование относится к середине тридцатых годов двадцатого века [4,9].

Производство растительных масел в дореволюционной России было полукустарным и раздробленным (к моменту национализации по РСФСР было 12 800 маслозаводов, 377 наиболее крупных вырабатывали свыше 50% всего масла); затем началось укрупнение и реконструкция действующих заводов и строительство новых. В 1928 г. вступил в строй первый в стране маслоэкс-тракционный завод (МЭЗ) в Кропоткине; в Краснодаре МЭЗ пущен в 1936 г. Всего до войны построено 31 предприятие. В годы Великой Отечественной войны заводы на оккупированной территории были разрушены, и в 1945 г. выработка масла в стране упала почти в 3 раза по сравнению с 1940 г. Восстановление промышленности сопровождалось техническим перевооружением (перевод на непрерывно действующие шнековые прессы и внедрение непрерывной экстракции). К 1975 г. удельный вес экстракционного метода производства вырос до 85,5%, а производство масла по сравнению с довоенным периодом выросло в 4 раза [4,7].

В современной технологии производства масла можно выделить два направления: извлечение масла механическим способом - прессованием, а также с помощью экстракции. Совмещение этих способов позволяет довести выход масла до 87-93%. На практике это выглядит следующим образом: после однократного прессования (выход масла 70-75%) полученный жмых подвергают экстракции, извлекая оставшееся масло. При двойном прессовании - окончательное обезжиривание (второе прессование) производится на экспеллерных прессах [5,8].

Стремление к максимальному обезжириванию семян привело к возникновению экстракционного способа производства растительного масла. Ценность этого способа в более полном извлечении масла из сырья. Остаточная масличность шрота после экстракции составляет менее 1%. Экстракция позволяет извлекать масло из низкомасличных материалов, что невозможно при применении самых совершенных прессов. Полученная продукция обладает лучшими качественными показателями, из-за отсутствия интенсивного термомеханического воздействия на перерабатываемые семена.

По состоянию на 2010 г. растительные масла в России производятся на более чем 800 высокопроизводительных предприятиях, где перерабатывается более 85% всего масличного сырья, а остальное сырье – в цехах малой мощности местного значения (их свыше 1000).

Многообразие масложировой продукции, которое мы наблюдаем в наших магазинах, было бы невозможным без сырьевой базы, формирование которой стало возможным, в том числе расширению интродукции растений. В последнее десятилетие интерес к масличным не только в Нечерноземной зоне, но и в целом в России возрос, что связано с довольно устойчивым рынком сбыта выращенной продукции и ее многофункциональным использованием. Возможности Нечерноземной зоны в этом направлении используются недостаточно, хотя посевные площади масличных культур из года в год расширяются, в Рязанской области ежегодно это 30-35 тыс. га, урожайность остается низкой 1,4-1,6 т/га. Чтобы обеспечить внутренние потребности и сделать возделывание этих культур экономически эффективным необходимо повысить урожайность свыше 2,2 т/га.

Агроклиматические условия Рязанской и соседних областей благоприятны для выращивания масличных культур, прежде всего, ярового рапса и подсолнечника, а также сои, льна масличного, яровой сурепицы, горчицы, рыжика. Рынок маслосемян неограничен, кроме того, данные культуры являются хорошими предшественниками для многих сельскохозяйственных растений, обладают фитосанитарным и сороочищающим действием, являются высокобелковым кормом для животных, незаменимы для обеспечения животноводства зелеными кормами до поздней осени в системе зеленого конвейера [1-3]. Немаловажным

Секция 2: Управление качеством в АПК

фактором является и то, что короткий период вегетации значительно сокращает природные риски недобора урожая, а денежная выручка от реализации яровой сурепицы, рапса и льна может поступать уже в июле-первой половине августа.

В Рязанской области в 2012 г. посевная площадь отданная под масличные культуры достигла максимальных 45 тыс. га, из них почти половина под рапсом и сурепицей. Успешно занимаются возделыванием масличных культур сельскохозяйственные предприятия Михайловского, Пронского, Милославского, Новодеревенского, Скопинского, Ухоловского и Шацкого районов Рязанской области.

Расширение ассортимента масличных культур, кроме всего прочего, позволяет обеспечить население разнообразными весьма полезными растительными маслами местного производства. Биохимический анализ семян масличных культур проведенных в лабораториях Рязанского государственного агротехнологического университета, Рязанского НИИСХ, Веневского и Ефремовского маслозаводов Тульской области, показали высокое достоинство всех растительных масел, возделываемых масличных культур в регионе (таблица 1).

Таблица 1. Урожайность и качественные показатели масличных культур в условиях Рязанской области.

Культура	Урожайность, ц/га	Масличность, %	Кислота, %			Эруко-вость, %
			ненасыщенные		насыщенные	
			всего	в т.ч. олеиновая		
Рапс яровой	18,1	43,8	94,5	64,0	5,5	следы
Сурепица яровая	15,8	39,9	94,5	61,9	5,5	отсутствует
Горчица белая	11,9	34,7	60,6	26,4	3,8	35,6
Лен масличный	17,1	43,3	90,1	16,8	9,9	отсутствует
Рапс озимый	19,8	46,6	90,0	61,0	7,0	2,7
Сурепица озимая	14,4	41,1	91,0	60,0	7,5	1,5
Горчица сизая	13,1	39,0	-	-	-	-

Растительные масла, содержащие большое количество ненасыщенных кислот (олеиновая, линолевая, линоленовая), не образующихся в организме человека, биологически более ценны, чем жиры животного происхождения с увеличенным содержанием насыщенных кислот (пальмитиновая, стеариновая) [1,9].

Качественный анализ жирнокислотного состава растительных масел возделываемых сортов в Рязанской области показывает, что по содержанию наиболее ценной олеиновой кислоты яровой рапс (в среднем – 60,5 %) и яровая сурепица (63%) занимают лидирующее положение. В маслосеменах льна масличного (как впрочем, и в подсолнечнике) содержание данной жирной кислоты на порядок ниже и не превышает 21 %; 28,5 % соответственно. Для сравнения отметим, что в рафинированном оливковом масле содержание олеиновой кислоты составляет более 65% и неслучайно оливковое масло рекомендуется применять для профилактики сердечно-сосудистых, желудочно-кишечных и других заболеваний. Кроме того, растительное масло с высоким содержанием олеиновой кислоты является незаменимым компонентом для консервной промышленности.

Продолжительность срока хранения растительных масел зависит от содержания линолевой кислоты, которая повышает стойкость к окислению. Такое масло богато природными антиокислителями-токоферолами, которые также оказывают благоприятное воздействие на организм человека. С этой точки зрения, среди исследуемых масличных культур нет равных льну (содержание линолевой кислоты достигает более 50 %).

Таким образом, в условиях юга Нечерноземья доказана возможность возделывания многих масличных культур, а повышенный интерес к продовольственному рапсу, подсолнечнику, сурепице и льну масличному, обусловлен высокой экономической эффективностью производства, хорошей приспособленностью к умеренному климату, высокой урожайностью маслосемян, высокой масличностью.

Литература

1. Виноградов Д.В. Биохимическая оценка семян масличных культур юга Нечерноземья / Молодежь и инновации – 2009: матер. межд. научно-практической конференции – Горки: БГСХА, 2009. – Ч. 1. – С.28-30.
2. Виноградов Д.В., Жулин А.В. Особенности и перспективы возделывания масличных культур в условиях юга Нечерноземья // Перспективные направления исследований в селекции и технологии возделывания масличных культур: V Международной конф. молодых ученых и спец. – Краснодар: ВНИИМК, 2009. – С.51-54.
3. Виноградов Д.В. Этапы развития маслосебяющей техники и технологии в России Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы: материалы III всерос. науч.-практ. конф. – Саратов, 2009. – С.78-80.
4. Гавриленко И.В. Оборудование для производства растительных масел. - М.: Пищевая пром-сть, 1972. - 241с.
5. Кошевой Е. П. Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел. - СПб.: ГИОРД, 2001. - 368 с.
6. Сухочева Н.А., Сухочев В.Н. Организационно-экономические отношения в процессе производства, хранения и переработки рапса // Проблемы совершенствования механизма управления экономическими системами на продовольственном рынке: сб. ст. Всероссийской научной конф. с межд. участием - Казань: Изд-во Казанского ГУ, 2008. – С.35-38.
7. Масликов В.А. Технологическое оборудование производства растительных масел. - М.: Пищ. пром-сть, 1974.- 439 с.
8. Шванская И.А. Современные технологии и оборудование для переработки масличных культур. - М: ФГНУ «Росинформагротех», 2001.- 88 с.
9. Щербаков В.Г., Лобанов В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья. – 5-е изд.–М.:КолосС, 2003.–360с.