

УДК 636.5.087.26

А. А. СОСНОВСКАЯ¹, О. И. ШАДЫРО¹, И. П. ЕДИМЕЧЕВА¹, В. В. СИМИРСКИЙ¹,
И. В. НАСОНОВ², В. В. ФЕСИНА³, О. Л. ЛОГВИНОВ³

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСТИЛЛЯТА РАПСОВОГО МАСЛА В ПТИЦЕВОДСТВЕ

¹Учреждение Белгосуниверситета «НИИ физико-химических проблем»

²Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышесского НАН Беларуси

³ОАО «Агрокомбинат Дзержинский»

(Поступила в редакцию 06.07.2010)

В последнее время в Республике Беларусь расширяются посевы рапса для производства масла как для пищевых целей, так и для использования его в качестве сырья при получении дизельного топлива [1]. При переработке рапсового и других растительных масел значительное количество токоферолов и других биологически активных веществ (БАВ) переходит в побочные продукты и отходы производства [2, 3], которые имеют кормовую ценность и не используются как кормовые средства в промышленных масштабах [4, 5]. Особенно это относится к летучим погонам дезодорации растительных масел, являющимся наиболее богатым источником токоферолов среди отходов и побочных продуктов производства [5]. С точки зрения практического использования для нашей республики наибольший интерес в качестве источника природного витамина Е и эссенциальных жирных кислот представляют побочные продукты процесса рафинации рапсового масла, образующиеся на последних стадиях процесса рафинации – дистилляции с водяным паром или молекулярной дистилляции.

Цель настоящей работы – исследование состава дистиллята, образующегося при физической рафинации рапсового масла, и установление эффективности его применения для витаминизации кормов в птицеводстве.

Материалы и методы исследования. Для исследований использовали дистиллят, образующийся в качестве побочного продукта на заключительной стадии процесса физической рафинации рапсового масла (СЗАО «ГродноБиопродукт», г. Скидель). Производительность линии для получения пищевого рапсового масла на предприятии – 900 кг/ч. Основными стадиями процесса рафинации являются: кислотная гидратация, адсорбционная очистка (отбеливание) масла, дезодорация и раскисление масла методом молекулярной дистилляции, основанном на разделении жидких смесей свободным их испарением в высоком вакууме при температуре ниже точки их кипения (давление 10–20 Па, температура 225–230 °С). Изучен состав более 30 проб дистиллята, отобранных на предприятии в период 2004–2009 гг.

Для идентификации и количественного определения жирных кислот, содержащихся в дистиллятах рапсового масла (ДРМ), их переводили в метиловые эфиры, после чего анализировали методом ГЖХ на газовом хроматографе «Shimadzu» GC-17A с масс-спектрометрическим детектором QP-5000 и детектором ионизации пламени (ДИП). Условия хроматографирования с использованием ДИП: колонка капиллярная Stabilwax-DA (Restek) длиной 30 м, внутренним диаметром 0,53 мм и толщиной слоя 1,0 мкм; газ-носитель – азот, расход 1,9 мл/мин, температурный режим: 120 °С → 5 °С/мин → 240 °С (20 мин); температура испарителя 230 °С; температура детектора 230 °С. Содержание жирных кислот рассчитывали методом внутренней нормализации.

Идентификацию и количественный анализ токоферолов и стериннов в дистиллятах проводили, как описано в работе [3]. Кислотное и перекисное числа дистиллятов определяли согласно стандартным методикам [6, 7].

Величина относительного стандартного отклонения (RSD), характеризующая точность определения, для разработанных методов химического анализа ДРМ не превышала 3,0%.

Для определения содержания холестерина в сыворотке крови цыплят использовали ферментативный метод [8], в мясе тушек цыплят-бройлеров (после 43 сут откорма) – газохроматографический метод [9]. Уровень общих липидов в сыворотке крови определяли колориметрическим методом [10]. Оценку качества мяса осуществляли по стандартным методикам. Биологическую ценность и безвредность мяса и почек кур исследовали в соответствии с методическими указаниями [11].

Полученные цифровые данные обрабатывали с применением общепринятых методов вариационной статистики (данные считали достоверными при $P < 0,05$).

Результаты и их обсуждение. Выход дистиллята в зависимости от содержания свободных жирных кислот (СЖК) в рапсовом масле составляет 0,9–2,2% от массы масла, поступающего на рафинацию. Величина кислотного числа ДРМ изменялась в интервале 148,4–168,0 мг КОН/г, т. е. суммарное содержание свободных жирных кислот в дистиллятах составляет 74,2–84,0%. Согласно данным хроматографического анализа, дистилляты рапсового масла содержат, % к сумме жирных кислот: миристиновой кислоты (С 14:0) – до 0,3, пальмитиновой (С 16:0) – 4,5–6,5, пальмитолеиновой (С 16:1) – 0,1–0,4, стеариновой (С 18:0) – 1,8–2,3, олеиновой (С 18:1) – 57–65, линолевой (С 18:2) – 16–23, α -линоленовой (С 18:3) – 7–10, арахидиновой (С 20:0) – 0,4–2,5, гондоиновой (С 20:1) – 1,2–2,5, эйкозодиеновой (С 20:2) – до 0,1, бегеновой (С 22:0) – 0,1–0,5, докозеновой (эруковой) (С 22:1) – 0,1–1,5, докозодиеновой (С 22:2) – до 0,2, тетракозановой (С 24:0) – до 0,1, тетракозеновой (С 24:1) – до 0,4. Содержание трех основных жирных кислот – олеиновой, линолевой и линоленовой – составляет примерно 90% от суммы присутствующих в дистиллятах СЖК. На долю витамина F (полиненасыщенных жирных кислот линолевой и α -линоленовой) приходится 25–33% от суммарного количества жирных кислот.

Анализ состава дистиллятов рапсового масла, приведенный в табл. 1, свидетельствует, что при молекулярной дистилляции рапсового масла происходит значительное концентрирование в дистиллятах не только СЖК, но также токоферолов и фитостеринов. Содержание этих компонентов в ДРМ существенно превышает их содержание в масле, поступающем на дистилляцию [3]: СЖК – в 90–160 раз, токоферолов – в 38–80 раз, стеридов – в 15–25 раз. При этом за счет ис-

Т а б л и ц а 1. Состав дистиллятов, полученных методом молекулярной дистилляции рапсового масла

Компонент	Массовая доля, %
<i>Свободные жирные кислоты</i>	
Сумма	74,2–84,0
Олеиновая (С 18:0)	42,2–54,6
Полиненасыщенные (витамин F)	20,2–26,0
в т. ч. линолевая (С 18:2)	13,8–18,0
α -линоленовая (С 18:3)	6,4–8,0
Насыщенные (С 16:0 – С 22:0)	5,8–10,2
Эруковая (С 22:1)	0,3–1,5
<i>Витамин E</i>	
Сумма	1,8–4,0
γ -токоферол	0,8–2,0
α -токоферол	0,7–1,9
δ -токоферол	0,03–0,09
<i>Фитостерины</i>	
Сумма	6–12
β -ситостерин	2,6–5,2
Кампестерин	2,1–3,9
Брассикастерин	1,4–2,7
Стигмастерин	0,1–0,2
<i>Жир</i>	3–8

пользования для выделения концентрата процесса молекулярной дистилляции, который протекает в условиях глубокого вакуума, содержание перекисных продуктов окисления в дистилляте (ПЧ) невелико – 0,5–3,2 мг-экв/кг и практически не изменяется при хранении в течение 24 мес, что позволяет использовать ДРМ в животноводстве без дополнительной очистки и переработки. Высокое содержание в дистиллятах витамина Е (1,8–4,0%) и витамина F (20,2–26,0%), мононенасыщенной олеиновой кислоты, а также таких биологически активных соединений, как фитостерины, обуславливает целесообразность использования ДРМ в качестве витаминного концентрата для улучшения качества кормов сельскохозяйственным животным. Преимуществом концентрата витаминов Е и F из рапсового масла является то, что он представляет собой выделенный из растительного сырья комплекс природных витаминов и других ценных биологически активных веществ. Так, биодоступность природного витамина Е приблизительно вдвое выше, чем синтетического, кроме того, натуральный витамин Е значительно дольше удерживается в тканях организма животных и человека [12]. В связи с этим концентрат витаминов Е и F из рапсового масла, составляющие которого способны усиливать действие друг друга, обладает более высокой биологической активностью по сравнению с синтетическими витаминными препаратами.

Проведены производственные испытания концентрата на ОАО «Агрокомбинат Дзержинский» Дзержинского района Минской области. Испытания проведены на цыплятах-бройлерах кросса «СОВВ–500», содержащихся в моноблоке на глубокой подстилке отдельными группами по 500 гол. в каждой. Контролем служил зал в этом же моноблоке. Изучено влияние добавки концентрата при скормливании его цыплятам-бройлерам на среднесуточный привес, сохранность птицы, выход мяса и расход корма. Для кормления цыплят-бройлеров в опытной и контрольной группах использовали комбикорма на основе кукурузы согласно рецептурам и возрасту птицы. Состав и питательность комбикормов соответствовали требованиям [13]. В период применения концентрата в профилактических целях применяли вакцины, ветпрепараты и витаминные комплексы согласно технологической схеме, разработанной в хозяйстве. Содержание токоферолов в используемых комбикормах составляло 50 г на 1 т корма.

Для проведения испытаний была использована партия ДРМ следующего состава: СЖК (сумма) – 80,5%, полиненасыщенные СЖК (витамин F) – 23,4, токоферолы – 2,8, фитостерины – 8,7, жир – 5,6%. ДРМ вводили в корма в количестве 0,03% от массы комбикорма (возраст птицы 1–7 сут) и 0,06% от массы комбикорма (возраст птицы 8 сут и до завершения периода откорма). Содержание токоферолов в опытных комбикормах при введении ДРМ в количестве 0,03% от массы комбикорма (5Б престаартер) составляло 58,4 г/т, при введении ДРМ в количестве 0,06% от массы комбикорма (5Б и 6Б) – 66,8 г/т. Таким образом, концентрация токоферолов увеличилась по сравнению с базовым кормом на 16,8 и 33,6% соответственно.

За период выращивания в опытной и контрольной партиях проводили еженедельное взвешивание птицы, по 50 гол. в каждой. Период откорма составил в опытной и контрольной группах 43 сут. Результаты взвешивания, приведенные в табл. 2, свидетельствуют, что птица, получавшая в качестве добавки ДРМ, на протяжении всего периода откорма развивалась значительно лучше. Основные показатели откорма птицы в опытной и контрольной группах приведены в табл. 3. Так, среднесуточный привес в опытной партии цыплят выше, чем в контрольной партии, на 5,52 г, сохранность птицы в опытной партии выше на 1,2%, а расход корма на 1 кг привеса ниже на 0,03 к. ед.

Т а б л и ц а 2. Средний вес птицы в опытной и контрольной группах, г

Возраст птицы, сут	Опытная партия	Контрольная партия	Прирост массы к контролю, %
7	160±1,6	160±1,7	0
14	430±6,8	388±6,2	10,8
21	880±17,5	790±15,0	11,4
28	1440±31,7	1350±28,3	6,7
35	2040±46,0	1955±42,1	4,3

Т а б л и ц а 3. Основные показатели откорма птицы в опытной и контрольной группах

Показатель	Опытная партия	Контрольная партия	Прирост к контролю, %
Посажено (гол.)*	500 20	500 20	–
Пало (гол.)*	15 13	21 17	-28,6 –
Санитарный убой, шт.	18	17	–
Сдано на убой, шт.	467	462	
Живой вес, кг	1273	1150	+ 10,7
Средний вес одной головы на убой, кг	2726	2489	+ 9,5
Убойный вес (70% от живого веса), кг	922,6	833,7	+ 10,7
Среднесуточный привес, г	62,40	56,88	+ 9,7
Сохранность, %	97,0	95,8	+ 1,2
Расход корма на 1 кг привеса, к. ед.	1,76	1,79	– 1,7

* Над чертой – шт., под чертой – кг.

Т а б л и ц а 4. Содержание холестерина и общих липидов в сыворотке крови цыплят опытной и контрольной групп

Возраст птицы, сут	Общие липиды, г/л		Холестерин, ммоль/л	
	Опытная группа	Контрольная группа	Опытная группа	Контрольная группа
Фон	8,8±0,6	8,8±0,6	7,5±0,2	7,5±0,2
10	4,8±0,5	4,4±0,2	2,9±0,3	3,1±0,1
20	3,4±0,1	4,8±0,1	2,6±0,15	2,5±0,1
30	3,4±0,4	5,3±0,7	2,8±0,2	3,7±0,1
40	4,8±0,1	6,1±0,3	3,8±0,2	4,9±0,1

На протяжении всего периода эксперимента в контрольной и опытных группах четырехкратно, с интервалом в 10 дней, проводили забор крови для определения биохимических показателей, в том числе и уровня холестерина. Результаты определения содержания холестерина и общих липидов в сыворотке крови цыплят, представленные в табл. 4, свидетельствуют о снижении уровня холестерина и общих липидов в сыворотке крови птицы опытной партии по сравнению с контролем в течение всего периода откорма. Снижение содержания холестерина в сыворотке крови цыплят опытной партии через 40 сут откорма составляет 22,5%. Согласно экспериментальным данным, содержание в сыворотке крови общего белка, АСТ/АЛТ не отличается для контрольной и опытной партий птицы. Содержание холестерина в мясе цыплят опытной партии составило (0,06±0,001) г/100 г, в мясе цыплят контрольной партии – (0,08±0,002) г/100 г, т. е. в мясе цыплят опытной партии уровень холестерина на 25% ниже, чем в контроле.

Определено качество мяса цыплят-бройлеров опытной и контрольной партий по органолептическим, физико-химическим и санитарным показателям. Согласно данным исследований, мясо кур, получавших в качестве кормовой добавки витаминный концентрат из рапсового масла, является доброкачественным, безвредным для тест-организмов – инфузорий *Tetrahymina piriformis* – и по исследованным показателям не отличается от контрольной группы. Показано, что среднее количество тест-организмов в мясе и почках кур опытной группы составляет 102,4 и 102,7% соответственно по отношению к контролю, т. е. относительная биологическая ценность мяса и почек кур опытной группы выше, чем контрольной.

Заключение. Высокое содержание в дистиллятах рапсового масла витаминов Е и F, олеиновой кислоты, фитостероинов и ряда других биологически активных соединений обуславливает целесообразность использования дистиллятов в качестве витаминного концентрата для улучшения качества кормов сельскохозяйственным животным. Использование концентрата при откорме цыплят-бройлеров позволяет существенно увеличить сохранность и среднесуточный прирост

живой массы, снизить содержание холестерина и общих липидов в сыворотке крови и в мясе птицы, при этом снижается расход корма и увеличивается биологическая ценность мяса кур.

Использование концентрата для витаминизации кормов позволит не только сократить закупки синтетического аналога витамина Е за рубежом и сэкономить валютные средства, но и получать пищевые продукты с низким содержанием холестерина для лечебного и диетического питания.

Литература

1. П и л ю к, Я. Э. Рапс в Беларуси: биология, селекция и технология возделывания / Я. Э. Пилюк. – Минск, 2007. – С. 64–72.
2. A l p a s l a n, M. Effect of refining processes on the total and individual tocopherol content in sunflower oil / M. Alpaslan, S. Tere, O. Simsek // *Int. J. Food Sci. Techn.* – 2001. – Vol. 36. – P. 737–739.
3. Ш а д ы р о, О. И. Влияние физической рафинации на содержание токоферолов и фитостероидов в рапсовом масле / О. И. Шадыро, А. А. Сосновская, И. П. Едимечева // *Масложировая промышленность*. – 2008. – № 6. – С. 20–22.
4. Использование некоторых отходов переработки растительных масел в качестве источника кормового витамина Е в животноводстве и птицеводстве / Н. К. Надилов [и др.] // *Витамины VIII. Биохимия витамина Е и селена*. – Киев, 1976. – С. 150–154.
5. Г р и г о р ь е в а, В. Использование жировых отходов масложировой промышленности в кормовых целях / В. Григорьева, В. Мачигин // *Вестн. ВНИИЖ*. – 2005. – № 2. – С. 19–21.
6. Масла растительные. Методы определения перекисного числа: ГОСТ 26593–85. – Введ. 1986–01–01. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1985. – 5 с.
7. Масла растительные. Методы определения кислотного числа: ГОСТ 5476–80. – Введ. 1981–07–01. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1980. – 12 с.
8. Набор реагентов для определения холестерина в биологических жидкостях ферментативным методом: ТУ РБ 02071814.099–2000. – Введ. 2000–09–15. – Минск: Белорус. гос. ун-т, 2000. – 13 с.
9. Методика газохроматографического определения жирных кислот и холестерина в продуктах питания и сыворотке крови: МВИ. МН 1364–2000. – Введ. 2000–07–05. – Минск: РНПЦ по экспериментальной оценке качества и безопасности продуктов питания, 2000. – 12 с.
10. К а м ы ш н и к о в, В. С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике: в 2 т. / В. С. Камышников. – Минск, 2000. – Т. 2. – С. 111.
11. Методические указания по токсико-биологической оценке мяса, мясных продуктов и молока с использованием инфузорий Тетрахимена пириформис (экспресс-метод) / М-во сел. хоз-ва и прод. Респ. Беларусь. Витеб. гос. акад. вет. мед. – Витебск, 1997. – 13 с.
12. К r i s h n a m u r t h y, S. The Intriguing biological role of vitamin E / S. Krishnamurthy // *J. Chem. Ed.* – 1983. – Vol. 60. – P. 465–467.
13. Комбикорма для сельскохозяйственной птицы. Общие технические условия: СТБ 1842–2008. – Введ. 2008–03–19. – Минск: Госстандарт, 2008. – 16 с.

*A. A. SOSNOVSKAYA, O. I. SHADYRO, I. P. EDIMECHEVA, V. V. SIMIRSKI,
I. V. NASONOV, V. V. FESINA, O. L. LOGVINOV*

THE USE OF RAPE OIL DISTILLATE IN POLTRY KEEPING

Summary

While studying the composition of distillate to be formed in the course of physical refining of rape oil it's determined that the content of tocopherols in distillate is 1.8–4.0%, phytosterols – 6–12%, free fatty acids – 74–84%, including 42.2–54.6% of oleic acid, and Vitamin F (linoleic and α -linolenic acids) – 20.2–26.0%. It is shown that the use of distillate as a vitamin-containing concentrate for broiler chicken fattening allows to increase poultry safety and average daily weight gain, as well as decrease cholesterol and total lipid content in blood serum and meat of poultry, at the same time feed consumption is reduced and nutritive quality of poultry meat is increased.