

*ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОРИАНДРА  
И НАКОПЛЕНИЕ ЭФИРНОГО МАСЛА ПРИ СВЧ-НАГРЕВЕ*

**Н.В. СОЛОННИКОВА, С.Ю. КСАНДОПУЛО, Д.А. СОЛОННИКОВ**

*Кубанский государственный технологический университет,  
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;  
электронная почта: [solnat@mail.ru](mailto:solnat@mail.ru)*

Рассмотрены технологические особенности кориандра, пользующегося высоким спросом на мировом рынке в качестве сырья для получения кориандрового эфирного масла, потребляемого парфюмерно-косметической промышленностью. Наибольшую технологическую ценность в плодах кориандра представляет эфирное масло. Эфирное масло зрелых плодов – подвижная бесцветная или бледно-желтая жидкость с характерным запахом. Технологически ценная составная часть эфирного масла – линалоол. Содержание линалоола колеблется от 43,0 до 84,1% в зависимости от сорта, района произрастания, погодных условий, вегетации. Эфиромасличность кориандра, поступающего на переработку, всегда ниже эфиромасличности целых плодов. Это происходит из-за наличия расколовшихся плодов. Потери происходят за счет испарения в течение 4-5 суток при естественном хранении. По существующей технологии фракцию расколотых плодов рекомендуется перерабатывать сразу. На производстве фракцию мелких плодов не отделяют от расколотых, а перерабатывают их вместе. Поэтому рекомендовано электромагнитную обработку в переменном электромагнитном поле для этих фракций в день переработки, а фракцию крупных плодов, обработанных в переменном электромагнитном поле, можно хранить не более 8 суток. Изучен вопрос, за счет каких компонентов происходит увеличение эфирного масла. Показано, что наибольшее его увеличение (20,24%), на фоне уменьшения содержания остальных компонентов, наблюдается у свежееубранных плодов по сравнению с дозревшими образцами, где оно менее выражено наряду с сильно колеблющимся содержанием других компонентов. Установлено, что после 5-летнего хранения у плодов кориандра сохранилась способность к накоплению эфирного масла. Максимальное накопление эфирного масла было получено при температуре 87 °С, когда оно достигло 13% от первоначального.

**Ключевые слова:** кориандр, эфирное масло, СВЧ-нагрев.

Кориандр (*Coriandrum sativum* L.) – травянистое однолетнее растение семейства зонтичных (Аpіасеа) (рисунок 1), одно из самых распространенных в мире пряных растений, выращиваемое в странах Азии и Средиземноморья уже около трех тысяч лет. Кориандр добавляют в соусы, колбасы, сыры. Семенами кориандра ароматизируют ликеры, в виде порошка добавляют в выпечку и кондитерские изделия, посыпают хлебобулочные изделия. Плоды кориандра содержат эфирное масло, жирное масло, малое количество алкалоидов, смолы, пектин, крахмал, белковые вещества, стероидное соединение кориандрол,

стерины, холин, аскорбиновую кислоту, дубильные вещества, органические кислоты, сахара (фруктозу, глюкозу, сахарозу).

На заготавливаемое промышленное сырье – плоды кориандра установлен ГОСТ 17081-97 «Плоды кориандра. Требования при заготовках и поставках. Технические условия», определяющий базисные нормы их качества, согласно которому массовая доля влаги составляет 13%, массовая доля расколотых плодов (полуплодиков) – 15%, массовая доля сорной примеси – 2%, массовая доля эфиромасличной примеси данного растения – 10%, эфиромасличная примесь других растений не допускается.

Плод кориандра (рисунок 2) представляет собой двусемянку шаровидной формы диаметром 2,2-3,5 мм желтовато-бурой окраски с ребристой поверхностью. Плод состоит из двух полуплодиков, в каждом имеется по два эфиромасличных вместилища, присоединенных к полуплодикам пористой соединительной тканью [1]. При механическом воздействии плод легко раскалывается, эфиромасличные вместилища обнажаются и повреждаются острыми краями плодов и полуплодиков. При этом происходит частичное испарение эфирного масла [2].



Рисунок 1 – Кориандр (кинза)



Рисунок 2 – Плод кориандра

Наибольшую технологическую ценность в плодах кориандра представляет эфирное масло. Эфирное масло зрелых плодов – подвижная бесцветная или бледно-желтая жидкость с характерным запахом. Оно должно отвечать требованиям стандарта ГОСТ 14618.0-78 «Масла эфирные, вещества душистые и полупродукты их синтеза. Правила приемки, отбор проб и методы

органолептических исследований». Благодаря многообразию душистых веществ кориандровое эфирное масло является ценным сырьевым продуктом. Технологически ценная составная часть эфирного масла – линалоол в правовращающей форме – третичный спирт с одним асимметрическим атомом углерода. Содержание линалоола колеблется от 43,0 до 84,1% в зависимости от сорта, района произрастания, погодных условий вегетации [3]. Из линалоола синтетическим путем получают 12 видов душистых веществ с запахом лимона, апельсина, фиалки, розы и других. Линалоол склонен к реакциям изомеризации и дегидратации под действием органических и минеральных кислот. При этом он частично переходит в гераниол, нерол, терпинеол и терпеновые углеводороды. Содержание линалоола в отечественных сортах должно быть не менее 65%.

Линалоол обладает мощным бактерицидным действием и входит в состав антибактериальных капель, применяемых при катарах верхних дыхательных путей. Эфирное масло кориандра является отправным сырьем для синтеза альдегида цитраля, используемого в глазной практике при кератитах, конъюнктивитах, глаукоме и т.д.

Другие ценные душистые вещества эфирного масла – гераниол (1,3-9,8%), геранилацетат (2,4-6,8%), возможен нерол (0,1-0,4).

Также эфирное масло содержит 20-30% терпенов, состав их изменяется в зависимости от сортовых особенностей. Идентифицированы:  $\alpha$  - пинен, камфен,  $\beta$  - пинен, лимонен, мирцен,  $\gamma$  - терпинен,  $\rho$  - цимол, филандрен, терпинолен, сабинен, оцимен,  $\Delta_3$  – карен, 1,8 – цинеол. Также в эфирном масле встречаются нежелательные компоненты, которые ухудшают органолептическую оценку целевого продукта – камфора (1,0-7,8%) и борнеол (0,02%). Предполагается, что эфирное масло может диффундировать в эндосперме и сорбироваться жирным маслом [4]. При нарушении режимов уборки и при созревании плодов в неблагоприятных условиях в периферических вместилищах может присутствовать дециловый альдегид,

имеющий запах, отличный от линалоола, что понижает ценность эфирного масла [5].

Эфиромасличность кориандра, поступающего на переработку, всегда ниже эфиромасличности целых плодов. Это происходит из-за наличия расколовшихся плодов. Потери эфирного масла из полуплодиков с оболочкой составляют 50%, без оболочки 70%. Потери происходят за счет испарения в течение 4-5 суток при естественном хранении. Раскальваемость плодов кориандра зависит от сорта, погодных условий при созревании и уборке, режимов уборки, размеров плодов [6-8].

Жирное масло в плодах кориандра локализуется в протоплазме клеток эндосперма и лишь 2,2% может находиться в плодовой оболочке. Разные плоды кориандра содержат от 9,0 до 28,5% жирного масла. Плоды кориандра сорта Янтарь, возделываемого у нас в стране, содержат около 28% жирного масла [9].

Извлекают жирное масло экстракцией бензином марки А из обезэфиренного кориандра. Получаемое масло имеет зеленовато-коричневый цвет и из-за этого используется как техническое. Оно относится к группе невысыхающих и термостойких. Также жирное масло используется как смазка (в композиции), заменяющая импортное пальмовое масло, применяется для горячей прокатки металлов, текстильной и полиграфической промышленности [10, 11].

Химический состав жирного кориандрового масла представлен, в основном, олеиновой и петрозелиновой кислотами – от 73,4% до 79,3%, в том числе петрозелиновой 53-54%. Также в масле имеются линолевая – 16,4%, пальмитиновая – 3,1%, стеариновая – 0,5% кислоты, жирные водо-растворимые низкомолекулярные кислоты до 13,7%, неомыляемые вещества до 9,2% [12].

Эфирное масло из предварительно измельченных плодов кориандра извлекают отгонкой с водяным паром или экстракцией с органическими растворителями.

Жирное масло извлекают экстракцией бензином или гексаном из обезэфиренных плодов. После извлечения эфирного и жирного масел получают

кориандровый шрот – кормовой продукт, содержащий до 30,8% сырого протеина, в том числе растворимого в воде 14,4%. Использование шрота на корм животным возможно после удаления остатка эфирного масла.

С начала селекции кориандра в нашей стране были выведен ряд сортов, наиболее эффективным из которых был А-247 с содержанием эфирного масла, в пересчете на абсолютно сухое вещество, 0,91-1,24%. Позже в результате улучшения семеноводства этого сорта был получен сорт Смена, у которого содержание эфирного масла было выше в 1,5 раза. Впоследствии, используя межродовую гибридизацию, многократные скрещивания и индивидуальные отборы, были выведены новые сорта – Луч, Русь и Янтарь с содержанием эфирного масла до 2,2%. С 1976 г. в производство введен сорт Янтарь, выведенный ВНИИМК. Этот сорт высокоурожайный, скороспелый, высокомасличный, устойчивый к полеганию и дроблению. Плоды содержат 2,4 – 2,6% эфирного масла.

Накопление эфирного масла при дозревании плодов кориандра может происходить как за счет истинных синтетических процессов, так и гидролитических. Причем преобладающим путем в накоплении эфирного масла должен быть второй путь. Это обусловлено тем, что при дозревании масличных плодов происходит резкое снижение их дыхания, источника энергии разнообразных жизненных процессов.

Статистический анализ свойств и основы рациональной технологии послеуборочной обработки свежесобраных плодов кориандра, поступающих на хранение и переработку, проведены в работах [13-15].

Одним из перспективных технологических воздействий на плоды кориандра, проходящих послеуборочное дозревание, является воздействие электромагнитным полем. Обработка может быть проведена в переменном и постоянном электромагнитном поле, причем напряженность электромагнитного поля, при которой наблюдается эффект по увеличению всхожести, колеблется от 50 до 750 кА/м. Автором работы [16] были проведены более глубокие исследования по влиянию электромагнитного поля на технологические

показатели плодов кориандра. Учитывая возможность различного поведения выделенных групп плодов кориандра, влияние вида электромагнитного воздействия проверяли на каждой группе отдельно, поэтому автором были выбраны четыре фракции плодов: крупные с содержанием эфирного масла более 1,5%, крупные с содержанием эфирного масла менее 1,5%, мелкие с содержанием эфирного масла более 1,5%, расколотые плоды. Все эти группы были одинаково обработаны постоянным и переменным полями при 50, 400, 750 кА/м. Результаты этих исследований показали, что увеличение эфирного масла отмечалось у плодов кориандра всех фракций. Наибольший эффект накопления эфирного масла - относительное изменение эфиромасличности от 8,1 до 16,9% по отношению к исходному - наблюдается у плодов 1-ой фракции с содержанием эфирного масла более 1,5%, обработанных в переменном электромагнитном поле при напряженности 400-750 кА/м, по сравнению с необработанными плодами (контролем). Для плодов 2-ой фракции с содержанием эфирного масла менее 1,5% эффект накопления эфирного масла меньше - при обработке в переменном электромагнитном поле напряженностью 400-750 кА/м относительное изменение, по отношению к исходному, эфиромасличности увеличивается от 6,3 до 13,9 %; при обработке плодов в переменном электромагнитном поле при напряженности 400-750 кА/м - от 5,8 до 10,6%.

Такой же эффект наблюдался и у плодов двух других фракций, обработанных в переменном электромагнитном поле при напряженности поля 750 кА/м. У мелких плодов относительное изменение эфиромасличности увеличивается до 12,9%, у расколотых - до 14,6% по отношению к исходной. Причем эффект накопления эфирного масла у плодов всех фракций наиболее значительный в первый день обработки и постепенно снижался после 8 суток хранения.

Во всех случаях автор наблюдал также увеличение всхожести семян, обработанных в электромагнитном поле. Наибольшее возрастание всхожести, в среднем на 13-14%, наблюдалось у плодов, обработанных в переменном

максимальном электромагнитном поле напряженностью 750 кА/м. Возможно, под действием переменного электромагнитного поля происходят структурные изменения в цитоплазме клетки, приводящие к активации ферментных систем зародыша семян плодов кориандра, в результате которой увеличивается всхожесть семян.

По существующей технологии фракцию расколотых плодов рекомендуется перерабатывать сразу. На производстве фракцию мелких плодов не отделяют от расколотых, а перерабатывают их вместе. Поэтому рекомендовано электромагнитную обработку в переменном электромагнитном поле для этих фракций в день переработки, а фракцию крупных плодов, обработанных в переменном электромагнитном поле, можно хранить не более 8 суток [16].

Значительный научный и практический интерес представляет вопрос, за счет каких компонентов эфирного масла происходит такое увеличение. В работе [17] эта задача решена следующим образом. Полученные образцы масла исследуемых плодов были проанализированы методом газожидкостной хроматографии. Результаты исследования показаны в таблице 1.

Данные таблицы показывают увеличение содержания линалоола в масле плодов всех исследуемых образцов. Но наибольшее его увеличение (20,24%), на фоне уменьшения содержания остальных компонентов, наблюдается у свежесобраных плодов по сравнению с созревшими образцами, где оно менее выражено наряду с сильно колеблющимся содержанием других компонентов.

Таблица 1

Наименование компонента эфирного масла	Содержание, %					
	1993 г.		1996 г.		1997 г.	
	Контрольный образец	Опытный образец	Контрольный образец	Опытный образец	Контрольный образец	Опытный образец
Геранилацетат	6,47	6,51	4,52	3,76	5,2	4,14
Гераниол	1,82	1,87	1,04	0,62	2,0	1,07
Нерол	1,21	1,08	0,11	0,34	0,37	0,19
Камфора	4,98	5,06	6,21	5,13	5,42	5,37
Линалоол	51,28	55,86	52,54	56,93	54,64	65,70
$\beta$ -терпинеол	0,64	0,54	1,25	1,27	0,89	0,27
$\alpha$ -терпиниол	6,79	6,91	6,24	5,13	7,92	8,61

Лимонен	0,34	0,15	0,49	0,31	0,55	-
Мирцен	3,24	3,26	2,74	2,81	3,71	2,99
ρ-пинен	0,37	0,45	1,34	1,42	0,23	1,2
α-пинен	10,67	11,12	9,51	8,89	11,96	11,43

Дальнейшими исследованиями установлено [15], что после 5-летнего хранения у плодов кориандра сохранилась способность к накоплению эфирного масла. Максимальное накопление эфирного масла было получено при температуре 87 °С, когда оно достигло 13% от первоначального.

Таким образом, повышение содержания линалоола при СВЧ-нагреве способствует не только увеличению накопления эфирного масла, но и повышение его качества в результате увеличения массовой доли линалоола в нем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Москаленко В.С., Сербина Н.М., Резников А.Р. Кориандр // Масличные и эфиромасличные культуры. - Киев. 1984. С. 70-80.
2. Танасиенко Ф.С. О содержании эфирного масла в расколотых плодах кориандра: Сборник научно-исследовательских работ по масличным и эфиромасличным культурам ВНИИЭМК. - Симферополь. 1961. С. 156-162.
3. Кустова С.Д. Справочник по эфирным маслам. - М. Пищепромиздат. 1978. С. 85-91.
4. Тополев П.П., Каличков М. Исследование *Coriandrum sativum* L. и его эфирного и жирного масел. - Научни трудове. - Высш. ин-т похранительна и вкусова промышленост. - Пловдив. 1962. Т. 3. С. 33-36.
5. Лукьянов И.А., Резников А.Р., Самара В.А. Уборка и очистка плодов кориандра // Масложировая промышленность. 1969. № 1. С. 24-25.
6. Шляпникова А.П., Пономарев Е.А., Шляпников В.А., Копейковский М.В. Количественные и качественные изменения эфирного масла при сушке плодов кориандра // Тр. ВНИИЭМК. 1974. Т.VII. С. 151-156.
7. Ракова Н.В. Изменение содержания эфирного масла при хранении кориандрового семени // Спиртовая промышленность. 1961. № 5. С. 13-16.



8. Саад М.М. Изучение влияния условий уборки и хранения кориандра на качество сырья и эфирного масла. - Дис. канд. техн. наук. - Краснодар. 1979. 156 с.

9. Долматов К.Р. О содержании эфирного и жирного масел В лузге плодов кориандра // Тр. ВНИИЭМК. 1940. Вып. 8. - Эфиромасличные культуры в СССР. С. 241-243.

10. Логачев С.А. Повышение эффективности возделывания кориандра на основе интенсификации // Научно-технический реферативный сборник. Парфюмерно-косметическая и эфиромасличная промышленность. - М. 1975. Вып.1. С. 1-8.

11. Осейко М.И., Пасечник М.С., Каменский А.А., Работа А.П. Использование кориандрового жирного масла в металлургической промышленности // Масложировая промышленность. 1968. № 8. С. 33-34

12. Дублянская С.Ф., Панфилова К.Н., Чернышова С.Л. Биохимические свойства плодов кориандра в зависимости от сортовых особенностей // Масложировая промышленность. 1965. № 11. С. 25-27.

13. Ксандопуло С.Ю., Мустафаев С.К., Бажина Т.П. Оценка свойств свежееубранных плодов кориандра // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 1993. № 1-2. С. 37-40.

14. Ксандопуло С.Ю. Теоретические и экспериментальные основы рациональной технологии послеуборочной обработки (послеуборочного дозревания масличных семян и плодов кориандра: Дис.. д-ра техн. наук.- Краснодар, 1993. кн. 1, кн. 2.

15. Ксандопуло С.Ю., Мустафаев С.К., Солонников Д.А. Кориандр. Новое в технологии послеуборочной обработки и хранения // Депонированная рукопись № 274-В2001 31.01.2001.

16. Бажина Т.П. Совершенствование технологии послеуборочной обработки свежееубранных плодов кориандра. - Дис. ... канд. техн. наук. - Краснодар. 1995. 87 с.

17. Мустафаев С.К., Ксандопуло С.Ю., Бажина Т.П., Солонников Д.А. Возможность новообразования эфирного масла в плодах кориандра под влиянием СВЧ-поля // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2000. № 1. С. 95-96.

#### REFERENCES

1. Moskalenko V.S., Serbina N.M., Reznikov A.R. Koriandr // Maslichnye i jefiromaslichnye kul'tury. - Kiev. 1984. S. 70-80.
2. Tanasienko F.S. O sodержanii jefirnogo masla v raskolotyh plodah koriandra: Sbornik nauchno-issledovatel'skih rabot po maslichnym i jefiromaslichnym kul'turam VNIIEMK. - Simferopol'. 1961. S. 156-162.
3. Kustova S.D. Spravochnik po jefirnym maslam. - M. Pishhepromizdat. 1978. S. 85-91.
4. Topolev P.P., Kalichkov M. Issledovanie Coriandrum sativum L. i ego jefirnogo i zhirnogo masel. - Nauchni trudove. - Vyssh. in-t pohranitel'na i vkusova promyshlenost. - Plovdiv. 1962. T. 3. S. 33-36.
5. Luk'janov I.A., Reznikov A.R., Samara V.A. Uborka i ochistka plodov koriandra // Maslozhirovaja promyshlennost'. 1969. № 1. S. 24-25.
6. Shljapnikova A.P., Ponomarev E.A., Shljapnikov V.A., Kopejkovskij M.V. Kolichestvennye i kachestvennye izmenenija jefirnogo masla pri sushke plodov koriandra // Tr. VNIIEMK. 1974. T.VII. C. 151-156.
7. Rakova N.V. Izmenenie sodержanija jefirnogo masla pri hranenii koriandrovogo semeni // Spiritovaja promyshlennost'. 1961. № 5. S. 13-16.
8. Saad M.M. Izuchenie vlijanija uslovij uborki i hranenija koriandra na kachestvo syr'ja i jefirnogo masla. - Dis. kand. tehn. nauk. - Krasnodar. 1979. 156 s.
9. Dolmatov K.R. O sodержanii jefirnogo i zhirnogo masel V luzge plodov koriandra // Tr. VNIIEMK. 1940. Vyp. 8. - Jefiromaslichnye kul'tury v SSSR. S. 241-243.
10. Logachev S.A. Povyshenie jeffektivnosti vozdeľvanija koriandra na osnove intensivnogo // Nauchno-tehnicheskij referativnyj sbornik. Parfjumerno-kosmeticheskaja i jefiromaslichnaja promyshlennost'. - M. 1975. Vyp.1. S. 1-8.

11. Osejko M.I., Pasechnik M.S., Kamenskij A.A., Rabota A.P. Ispol'zovanie koriandrovoogo zhirnogo masla v metallurgicheskoj promyshlennosti // Maslozhirovaja promyshlennost'. 1968. № 8. S. 33-34
12. Dubljanskaja S.F., Panfilova K.N., Chernyshova S.L. Biohimicheskie svojstva plodov koriandra v zavisimosti ot sortovyh osobennostej // Maslozhirovaja promyshlennost'. 1965. № 11. S. 25-27.
13. Ksandopulo S.Ju., Mustafaev S.K., Bazhina T.P. Ocenka svojstv svezheubrannyh plodov koriandra // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaja tehnologija. 1993. № 1-2. S. 37-40.
14. Ksandopulo S.Ju. Teoreticheskie i jeksperimental'nye osnovy racional'noj tehnologii posleuborochnoj obrabotki (posleuborochnogo dozrevanija maslichnyh semjan i plodov koriandra: Dis.. d-ra tehn. nauk. Krasnodar. 1993. kn. 1, kn. 2.
15. Ksandopulo S.Ju., Mustafaev S.K., Solonnikov D.A. Koriandr. Novoe v tehnologii posleuborochnoj obrabotki i hranenii // Deponirovannaja rukopis' № 274-V2001 31.01.2001.
16. Bazhina T.P. Sovershenstvovanie tehnologii posleuborochnoj obrabotki svezheubrannyh plodov koriandra. - Dis. ... kand. tehn. nauk. - Krasnodar. 1995. 87 s.
17. Mustafaev S.K., Ksandopulo S.Ju., Bazhina T.P., Solonnikov D.A. Vozmozhnost' novoobrazovanija jefirnogo masla v plodah koriandra pod vlijaniem SVCh-polja // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaja tehnologija. 2000. № 1. S. 95-96.

*TECHNOLOGICAL FEATURES CORIANDER AND  
ACCUMULATION OF ESSENTIAL OIL IN THE MICROWAVE HEATING*

**N.V. SOLONNIKOVA, S.Ju. KSANDOPULO, D.A. SOLONNIKOV**

*Kuban State Technological University,  
2, Moskovskaya str., Krasnodar, Russian Federation, 350072;  
e-mail: solnat@mail.ru*

Considered technological features coriander, are in high demand in the global market as a raw material for coriander essential oil consumed perfume and cosmetic industry. The greatest technological value in the fruit of coriander essential oil is. Essential oil of ripe fruit - a mobile, colorless or pale yellow liquid with a characteristic odor. Technologically valuable

integral part of the essential oil - linalool. The content of linalool varies from 43.0 to 84.1%, depending on the cultivar, growing area, weather conditions, vegetation. Coriander essential oil to be processed, is always lower aromatic wholes. This is due to the presence of fruit chipped. Losses occur due to evaporation during 4-5 days with natural storage. The existing technology fraction of chopped fruit is recommended to process immediately. In the production of fine fraction is separated from the fruit does not split and process them together. Therefore, the recommended treatment in an alternating electromagnetic field of the electromagnetic fractions per day processing, and a fraction of large fruits, processed in an alternating electromagnetic field can not be stored for more than 8 days. Explored, through which components is an increase in essential oil. It was shown that the largest increase in its (20.24%), a decreased content on other components observed in the freshly harvested fruits ripe, as compared with the sample where it is less strongly expressed, along with an oscillating containing other components. It was found that after 5 years of storage at coriander fruits preserved ability to accumulate essential oil. The maximum accumulation of essential oils was obtained at a temperature of 87 ° C when it reached 13% of the original.

**Key words:** coriander, essential oil, microwave heating.