

Станислав Александрович Биргер¹, Жанна Александровна Кох²,
Анатолий Николаевич Халипский^{3✉}, Сергей Сергеевич Савенков⁴

^{1,2,3,4}Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

¹birger_s@mail.ru

²jannetta-83@mail.ru

³halipskiy@mail.ru

⁴Hempicorus@gmail.com

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭФИРНОГО МАСЛА ИЗ СОЦВЕТИЙ И ЛИСТЬЕВ *CANNABIS SATIVA* СОРТА МАРИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ РАЗНЫМИ СПОСОБАМИ ФЕРМЕНТАЦИИ

Цель исследования – оценка образцов растения рода *Cannabis sativa* на возможность использования их в качестве источника эфирных масел. Задачи: установить способы гидродистилляции эфирного масла из образцов *Cannabis sativa* сорта Мария, полученных разными способами ферментации, для определения наиболее эффективного метода получения эфирного масла, соответствующего требованиям по массовой доле эфирного масла и физико-химическим показателям; определить качественные и количественные характеристики эфирного масла изучаемых объектов исследования. Объекты исследования – свежие листья и соцветия *Cannabis sativa* сорта Мария, собранные в сентябре 2023 г. с плантации Сухобузимского района Красноярского края, и ферментированные листья и соцветия *Cannabis sativa* сорта Мария, собранные с плантации Ермаковского района Красноярского края в 2021 г. Для ферментации использовали два метода – естественный и с заданными параметрами. Исследован процесс гидродистилляции на стандартном аппарате типа Клевенджера в течение 5 ч, полученные образцы эфирных масел были изучены по объему выхода в соответствии с методом выделения эфирных масел, определены показатели качества и массовая доля эфирных масел. Объем полученного эфирного масла в экспериментальных образцах напрямую зависит от времени процесса дистилляции и условий ферментаций *Cannabis sativa*. Наибольшее количество конопляного эфирного масла получено из свежих листьев и соцветий *Cannabis sativa* сорта Мария (0,42 %) из среднего значения образцов. Органолептические и физико-химические показатели эфирного масла, полученные в результате ферментации, соответствуют требованиям, предъявляемым к эфирным маслам. Использование разных способов ферментации листьев и соцветий *Cannabis sativa* оказывает влияние не только на выход эфирного масла, но и в значительной степени на его качество.

Ключевые слова: *Cannabis sativa*, эфирное масло, ферментация, гидродистилляция, выход эфирного масла, показатель преломления, массовая доля, относительная плотность

Для цитирования: Количественные и качественные характеристики эфирного масла из соцветий и листьев *Cannabis sativa* сорта Мария, полученных разными способами ферментации / С.А. Биргер [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2024. № 3. С. 77–82. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-77-82.

Stanislav Aleksandrovich Birger¹, Zhanna Alexandrovna Koch²,
Anatoly Nikolaevich Khalipsky^{3✉}, Sergey Sergeevich Savenkov⁴

^{1,2,3,4}Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

¹birger_s@mail.ru

²jannetta-83@mail.ru

³halipskiy@mail.ru

⁴Hempicorus@gmail.com

QUANTITATIVE AND QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF ESSENTIAL OIL FROM FLOWERS AND LEAVES OF CANNABIS SATIVA VARIETY MARIA, OBTAINED BY DIFFERENT FERMENTATION METHODS

The purpose of the study is to evaluate samples of the *Cannabis sativa* plant for the possibility of using them as a source of essential oils. Objectives: to establish methods for hydrodistillation of essential oil from samples of *Cannabis sativa* variety Maria, obtained by different fermentation methods, to determine the most effective method for obtaining essential oil that meets the requirements for the mass fraction of essential oil and physicochemical parameters; to determine the qualitative and quantitative characteristics of the essential oil of the studied objects of research. The objects of the study are fresh leaves and inflorescences of *Cannabis sativa* variety Maria, collected in September 2023 from a plantation in the Sukhobuzimsky district of the Krasnoyarsk Region, and fermented leaves and inflorescences of *Cannabis sativa* variety Maria, collected from a plantation in the Ermakovo District of the Krasnoyarsk Region in 2021. Two methods were used for fermentation: natural and with specified parameters. The hydrodistillation process was studied on a standard Clevenger-type apparatus for 5 hours, the obtained samples of essential oils were studied by volume of output in accordance with the method of isolating essential oils, quality indicators and the mass fraction of essential oils were determined. The volume of essential oil obtained in experimental samples directly depends on the time of the distillation process and the conditions of *Cannabis sativa* fermentation. The largest amount of hemp essential oil was obtained from fresh leaves and inflorescences of *Cannabis sativa* variety Maria (0.42 %) from the average value of the samples. The organoleptic and physicochemical characteristics of the essential oil obtained as a result of fermentation meet the requirements for essential oils. The use of different methods of fermentation of leaves and inflorescences of *Cannabis sativa* affects not only the yield of essential oil, but also to a large extent its quality.

Keywords: *Cannabis sativa*, essential oil, fermentation, hydrodistillation, essential oil yield, refractive index, mass fraction, relative density

For citation: Quantitative and qualitative characteristics of essential oil from flowers and leaves of *Cannabis sativa* variety Maria, obtained by different fermentation methods / S.A. Birger [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2024;(3): 77–82 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-77-82.

Введение. В настоящее время наблюдается растущая тенденция использования растительного сырья в качестве альтернативы возобновляемым источникам продуктов с содержанием биологически активных веществ. Растения рода *Cannabis* считаются основными природными фитоканнабиноидами. Род *Cannabis* является широко известным благодаря его повсеместному выращиванию во всем мире. Это экологически чистая культура, которая дополняет систему устойчивого роста и может выращиваться в самых разных агроэкологических условиях, даже без гербицидов, фунгицидов или пестицидов [1, 2].

Промышленная конопля (*Cannabis sativa* L.) синтезирует и накапливает ряд вторичных метаболитов, таких как терпены и каннабиноиды. В основном они откладываются в виде смолы в железистых трихомах, расположенных на листьях и, в большей степени, на прицветниках цветков. *Cannabis sativa* – однолетнее, ветроопыляемое двудомное растение (отдельные мужские и женские растения), хотя в природе могут встречаться и однодомные формы, принадлежит к растениям семейства *Cannabaceae* [2].

Эфирное масло характеризуется богатым содержанием биологически активных соединений, ответственных за потенциальную биологическую активность. Эфирное масло – один из многих продуктов, который можно получать из конопли (*Cannabis sativa* L.). Это сложная смесь многих летучих соединений, главным образом монотерпенов, сесквитерпенов и других терпеноидоподобных веществ. Монотерпеноиды в основном ответственны за различия в аромате сортов конопли. Сесквитерпеноиды также являются характерными компонентами, но они содержатся обычно в меньших количествах по сравнению с монотерпенами. Эфирное масло конопли биосинтезируется в эпидермальных железах или железистых волосках, где также производятся каннабиноиды. Кроме того, каннабиноидные соединения можно подвергать гидродистилляции вместе с терпеновыми компонентами эфирного масла. В процессе экстракции эфирного масла используются различные методы, но наиболее часто выбирается гидродистилляция из-за ее низкой стоимости и простоты реализации. Гидродистилляция – са-

мый популярный классический метод получения эфирных масел, и время дистилляции может играть решающую роль в определении качества эфирного масла [1, 3, 4].

Процесс ферментации является основным способом, который изменяет внешний вид и качество травяных продуктов. Метод ферментации может подавить рост микроорганизмов и минимизировать биохимические изменения за счет снижения содержания воды в растительных тканях до 15 % и менее, но может сохранить аромат и цвет, а также сохранить активные ингредиенты и качество конечного продукта. Традиционный метод естественной ферментации по-прежнему широко используется для получения высушенных продуктов с применением минимального количества оборудования и устройств. Ферментация при различных температурах, в основном между 40 и 60 °С, оказывает положительное влияние на растительные ткани. Во время ферментации различные факторы, такие как влажность, время, температура и вид растения, могут влиять на конечный продукт, изменения одного из метаболитов, таких как эфирное масло [4].

Цель исследования – оценка образцов растения рода *Cannabis sativa* на возможность использования их в качестве источника эфирных масел.

Задачи: установить способы гидродистилляции эфирного масла из образцов *Cannabis sativa* сорта Мария, полученных разными способами ферментации для определения наиболее эффективного метода получения эфирного масла, соответствующего требованиям по массовой доле эфирного масла и физико-химическим показателям; определить качественные и количественные характеристики эфирного масла изучаемых объектов исследования.

Объекты и методы. Объекты исследования – свежие листья и соцветия *Cannabis sativa* сорта Мария, собранные в сентябре 2023 г. с плантации Сухобузимского района Красноярского края, и ферментированные листья и соцветия *Cannabis sativa* сорта Мария, собранные с плантации Ермаковского района Красноярского края в 2021 г.

Схема опыта:

Вариант 1. Свежие листья и соцветия (Сухобузимский район 2023 г.).

Вариант 2. Ферментированные листья и соцветия в естественных условиях 2021 г. (Ермаковский район).

Вариант 3. Ферментированные листья и соцветия в заданных условиях (продолжительность дистилляции – 1, 2, 3, 4, 5 ч).

Для ферментации использовали два метода: естественный и с заданными параметрами. При естественной ферментации свежие листья и соцветия *Cannabis sativa* подвергали прямому воздействию естественных условий в октябре при температуре 10–12 °С днем и минус 3–5 °С в ночное время в течение 5 сут с последующим подсушиванием при температуре 30–35 °С в течение 2–3 сут. Ферментация с заданными параметрами проводилась почти так же, как и в естественных условиях, за исключением того, что свежие листья и соцветия помещались в помещение с хорошей вентиляцией, низкой влажностью 25–28 % при температуре 65–72 °С в течение 3–5 ч с последующим ферментированием при температуре 30–35 °С в течение 3 сут.

Извлечение эфирного масла проводили методом гидродистилляции на стандартном аппарате типа Клевенджера в течение 5 ч. В полученных образцах эфирного масла определяли массовую долю масла, относительную плотность и показатель преломления. Таким образом, анализировали не только количественные показатели, но и показатели качества. 100 г исследуемого образца измельчали и помещали в круглодонную колбу, в которую добавляли 600 мл дистиллированной воды, колбу подсоединяли к конденсатору. Дистилляцию продолжали в течение 5 ч. Выход эфирного масла выражался как 1 мл масла /100 г сухого растительного материала. Для определения показателя преломления согласно ГОСТ ISO 280-2014 «Масла эфирные. Метод определения показателя преломления» использовали рефрактометр. Для определения относительной плотности эфирного масла использовали ГОСТ ISO 279-2014 «Масла эфирные. Метод определения относительной плотности при температуре 20 °С. Контрольный метод» [5–8, 9].

Результаты и их обсуждение. На основании полученных экспериментальных данных по изучению процесса гидродистилляции эфирных масел из свежих и ферментированных листьев и соцветий *Cannabis sativa* сорта Мария было установлено, что метод ферментации растительного сырья влияет на объем выделенного эфирного масла.

В таблице 1 приведены сравнительные данные по выходу эфирного масла из исследуемых образцов *Cannabis sativa* сорта Мария по объему при гидродистилляции.

**Выход эфирного масла из *Cannabis sativa* сорта Мария
в зависимости от времени дистилляции и места сбора образца**

Продолжительность дисциляции, ч	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Разница к контролю
1	0,11	0,05	0,10	Контроль
2	0,18	0,08	0,20	0,067
3	0,29	0,16	0,41	0,200*
4	0,60	0,35	0,50	0,397*
5	0,94	0,58	0,72	0,660*
Среднее	0,42	0,24	0,38	–
Разница к 1	Контроль	–0,18*	–0,04	–

*Разница превышает НСР (5 %).

Анализ таблицы 1 показывает, что объем полученного эфирного масла в экспериментальных образцах не зависит от метода ферментации, а определяется главным образом продолжительностью дистилляции. Так, увеличение продолжительности дистилляции привело к повышению выхода эфирного масла, при этом установлено, что наибольший выход эфирного масла достоверно получен из свежего сырья и

ферментированного в заданных условиях при дистилляции всех образцов *Cannabis sativa* сорта Мария в течение 3, 4, 5 ч. Наибольший выход эфирного масла был получен у всех вариантов при дистилляции 5 ч.

Данные статистической обработки показывают, что на выход эфирного масла большую долю влияния (86 %) оказывает продолжительность дистилляции, чем сам способ (9 %) (рис.).



Доля влияния факторов на выход эфирного масла

Полученные образцы эфирного масла были исследованы на основные качественные показатели в соответствии с требованиями ГОСТ 30145-94 «Масла эфирные и продукты эфиромасличного производства», ГОСТ ISO 280-2014 «Масла эфирные. Метод определения показателя преломления» (табл. 2). Исследование относительной плотности эфирного масла проводили по ГОСТ ISO 279-2014 при температуре 20 °С.

Данные таблицы 2 показывают, что способ ферментации влияет на органолептические и физико-химические показатели эфирного масла, относительная плотность исследуемых образцов составила для свежих листьев и соцветий 0,887 г/см³; ферментированных листьев и соцветий в естественных условиях – 0,892; ферментированных листьев и соцветий в заданных условиях – 0,946 г/см³, что соответствует требованиям, предъявляемым к эфирным маслам.

Органолептические и физико-химические показатели качества эфирных масел из образцов *Cannabis sativa* сорта Мария

Показатель	Свежие листья и соцветия	Ферментированные листья и соцветия в естественных условиях	Ферментированные листья и соцветия в заданных условиях
Внешний вид	Легкоподвижная жидкость		
Запах	Аромат характерный <i>Cannabis</i>		
Цвет	Желто-зеленый	Желтый	От желтого до коричневого
Вкус	Горький		
Относительная плотность при 20 °С	0,887	0,892	0,946
Показатель преломления при 20 °С	1,4725	1,4568	1,4955
Растворимость в 95 % водно-спиртовом растворе этанола при 20 °С	Полная (0,1 см ³ масла в 1 см ³ этанола, не более)		

Эффективность исследуемых способов дистилляции эфирного масла из свежих и ферментированных листьев и соцветий *Cannabis sativa* сорта Мария определялась согласно ГОСТ 17082.5-88 «Методы определения массовой доли эфирного масла», результаты определения массовой доли эфирного масла приведены в таблице 3. Анализ данных таблицы 3 показыва-

ет, что массовая доля эфирного масла из среднего значения образцов имеет наибольший выход из свежих листьев и соцветий *Cannabis sativa* сорта Мария при использовании метода гидродистилляции и составляет 0,42 %. Наибольший выход эфирного масла был из свежих листьев и соцветий.

Таблица 3

Массовая доля эфирного масла

Исследуемые образцы	Массовая доля эфирного масла из среднего значения образца, %
Свежие листья и соцветия	0,42
Ферментированные листья и соцветия: в естественных условиях	0,24
в заданных условиях	0,38

Использование разных способов ферментации листьев и соцветий *Cannabis sativa* оказывает влияние не только на выход эфирного масла, но и в значительной степени на его качество, поэтому при выборе способа ферментации необходимо обязательно учитывать его влияние на содержание в эфирном масле основных наиболее ценных компонентов, которыми являются терпеновые соединения.

Заключение. Выполненные исследования показали, что массовая доля полученного эфирного масла в экспериментальных образцах достоверно зависит от времени процесса дистилляции. Эфирные масла, полученные из листьев и соцветий *Cannabis sativa* сорта Мария, представляют собой ценный продукт, пригод-

ный для использования в медицинской, фармацевтической, косметической и пищевой промышленности.

Список источников

1. The History of Hemp. In Hemp: Industrial Production and Uses Hemp / S. Allegret [et al.] // CAB international: Bar sur Aube, France, 2013. P. 4–25.
2. Grigorev S.V. The potential of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) // Melhoramento. 1999. Vol. 36. P. 183–193.
3. Essential oil of *Cannabis sativa* L.: Comparison of yield and chemical composition of 11 hemp genotypes / Y. Pieracci [et al.] // Molecules. 2021. T. 26, № 13. P. 4080.

4. Терешина Н.С., Самылина И.А., Костенникова З.П. Ферментация и получение лекарственных препаратов // Фармация. 2012. № 3. С. 53–56.
5. ГОСТ 17082.5-88. Методы определения массовой доли эфирного масла. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2015. 13 с.
6. ГОСТ 30145-94. Масла эфирные и продукты эфиромасличного производства. М.: Стандартинформ, 1996. 10 с.
7. ГОСТ ISO 279-2014. Масла эфирные. Метод определения относительной плотности при температуре 20 °С. Контрольный метод. М.: Стандартинформ, 2015. 8 с.
8. ГОСТ ISO 280-2014. Масла эфирные. Метод определения показателя преломления. М.: Стандартинформ, 2019. 7 с.
9. Ткаченко К.Г., Зенкевич И.Г., Коробова М.М. Особенности переработки растительного сырья для увеличения выхода эфирных масел // Растительные ресурсы. 1998. Т. 34, Вып. 3. С. 129–137.
2. Grigorev S.V. The potential of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) // *Melhoramento*. 1999. Vol. 36. P. 183–193.
3. Essential oil of *Cannabis sativa* L.: Comparison of yield and chemical composition of 11 hemp genotypes / Y. Pieracci [et al.] // *Molecules*. 2021. Т. 26, № 13. P. 4080.
4. Tereshina N.S., Samylina I.A., Kostennikova Z.P. Fermentaciya i poluchenie lekarstvennyh preparatov // *Farmaciya*. 2012. № 3. S. 53–56.
5. GOST 17082.5-88. Metody opredeleniya massovoj doli `efirnogo masla. Tehnicheskie usloviya. M.: Standartinform, 2015. 13 s.
6. GOST 30145-94. Masla `efirnye i produkty `efiromaslichnogo proizvodstva. M.: Standartinform, 1996. 10 s.
7. GOST ISO 279-2014. Masla `efirnye. Metod opredeleniya otnositel'noj plotnosti pri temperature 20 °C. Kontrol'nyj metod. M.: Standartinform, 2015. 8 s.
8. GOST ISO 280-2014. Masla `efirnye. Metod opredeleniya pokazatelya prelomleniya. M.: Standartinform, 2019. 7 s.
9. Tkachenko K.G., Zenkevich I.G., Korobova M.M. Osobennosti pererabotki rastitel'nogo syr'ya dlya uvelicheniya vyhoda `efirnyh masel // *Rastitel'nye resursy*. 1998. Т. 34, Vyp. 3. S. 129–137.

References

1. The History of Hemp. In *Hemp: Industrial Production and Uses* / S. Allegret [et al.] // CAB international: Bar sur Aube, France, 2013. P. 4–25.
2. Grigorev S.V. The potential of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) // *Melhoramento*. 1999. Vol. 36. P. 183–193.
3. Essential oil of *Cannabis sativa* L.: Comparison of yield and chemical composition of 11 hemp genotypes / Y. Pieracci [et al.] // *Molecules*. 2021. Т. 26, № 13. P. 4080.
4. Tereshina N.S., Samylina I.A., Kostennikova Z.P. Fermentaciya i poluchenie lekarstvennyh preparatov // *Farmaciya*. 2012. № 3. S. 53–56.
5. GOST 17082.5-88. Metody opredeleniya massovoj doli `efirnogo masla. Tehnicheskie usloviya. M.: Standartinform, 2015. 13 s.
6. GOST 30145-94. Masla `efirnye i produkty `efiromaslichnogo proizvodstva. M.: Standartinform, 1996. 10 s.
7. GOST ISO 279-2014. Masla `efirnye. Metod opredeleniya otnositel'noj plotnosti pri temperature 20 °C. Kontrol'nyj metod. M.: Standartinform, 2015. 8 s.
8. GOST ISO 280-2014. Masla `efirnye. Metod opredeleniya pokazatelya prelomleniya. M.: Standartinform, 2019. 7 s.
9. Tkachenko K.G., Zenkevich I.G., Korobova M.M. Osobennosti pererabotki rastitel'nogo syr'ya dlya uvelicheniya vyhoda `efirnyh masel // *Rastitel'nye resursy*. 1998. Т. 34, Vyp. 3. S. 129–137.

Статья принята к публикации 09.02.2024 / The article accepted for publication 09.02.2024.

Информация об авторах:

Станислав Александрович Биргер¹, аспирант кафедры растениеводства, селекции и семеноводства

Жанна Александровна Кох², доцент кафедры технологии, оборудования бродильных и пищевых производств, кандидат технических наук, доцент

Анатолий Николаевич Халипский³, заведующий кафедрой растениеводства, селекции и семеноводства, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Сергей Сергеевич Савенков⁴, студент кафедры технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств

Information about the authors:

Stanislav Aleksandrovich Birger¹, Postgraduate student at the Department of Plant Growing, Selection and Seed Production

Zhanna Alexandrovna Koch², Associate Professor at the Department of Technology, Equipment for Fermentation and Food Production, Candidate of Technical Sciences, Docent

Anatoly Nikolaevich Khalipsky³, Head of the Department of Plant Growing, Selection and Seed Production, Doctor of Agricultural Sciences, Docent

Sergey Sergeevich Savenkov⁴, student at the Department of Technology of Bakery, Confectionery and Pasta Production