

УДК: 547.913:543.544.32

DOI:10.52101/9785870191102\_116

## ЭФИРНЫЕ МАСЛА РАСТЕНИЙ РОДА *PINUS*, КУЛЬТИВИРУЕМЫХ В БЕЛАРУСИ

Коваленко Н. А., Супиченко Г. Н., Нечай Ю. А.

Белорусский государственный технологический университет

Республика Беларусь, г. Минск

автор для переписки — kovalenko@belstu, by

**Аннотация.** Методом газо-жидкостной хроматографии изучен компонентный состав эфирных масел *Pinus sylvestris* L. и *Pinus mugo Turra*, культивируемых в условиях Беларуси. Образцы получены методом гидродистилляции. Основными компонентами являются  $\alpha$ - и  $\beta$ -пинены, камфен,  $\Delta^3$ -карен, лимонен, борнилацетат, кадинен, гермакрен D,  $\beta$ -кариофиллен, концентрации которых зависели от вида сосны. В масле *Pinus sylvestris* доминируют  $\alpha$ -пинен (25–29%),  $\Delta^3$ -карен (14–16%), камфен ( $\approx 4\%$ ), лимонен ( $\approx 4\%$ ),  $\delta$ -кадинен ( $\approx 10\%$ ). Главными компонентами масла *Pinus mugo Turra* являются  $\alpha$ -пинен (15–17%), камфен ( $\approx 4\%$ ),  $\Delta^3$ -карен (20–22%),  $\beta$ -пинен ( $\approx 5\%$ ), борнилацетат ( $\approx 5\%$ ),  $\beta$ -кариофиллен ( $\approx 6\%$ ), гермакрен D ( $\approx 6\%$ ). Изучен характер распределения энантиомеров основных компонентов эфирных масел. Показано, что соотношение энантиомеров  $\alpha$ -пинена и лимонена зависит от вида сосны. Для обоих образцов характерно преобладание (–)-форм  $\beta$ -пинена. Установлено, что (+)-энантиомеры камфена и  $\beta$ -фелландрена преобладают над (–)-формами этих соединений. Лимонен представлен преимущественно в (–)-форме в масле *Pinus sylvestris* и (+)-форме в масле *Pinus mugo Turra*.

**Ключевые слова.** *Pinus*, эфирные масла, энантиомеры.

## ESSENTIAL OILS OF THE PLANTS OF THE GENUS *PINUS* CULTIVATED IN BELARUS

N. A. Kavalenka, G. N. Supichenka, Yu. A. Nechai

corresponding author — kovalenko@belstu, by

**Abstract.** The composition of the essential oils of *Pinus sylvestris* L. and *Pinus mugo Turra* L. cultivated in Belarus has been studied by gas-liquid chromatography. The samples were obtained by hydrodistillation. The main components are  $\alpha$ - and  $\beta$ -pinenes, camphene,  $\Delta^3$ -karene, limonene, bornyl acetate, cadinene, germakren D,  $\beta$ -caryophyllene, the concentrations of which depended on the type of pine. *Pinus sylvestris* oil is dominated by  $\alpha$ -pinene (25–29%),  $\Delta^3$ -karene (14–16%), camphene ( $\approx 4\%$ ), limonene ( $\approx 4\%$ ), and  $\delta$ -cadinene ( $\approx 10\%$ ). The main components of *Pinus mugo Turra* oil are  $\alpha$ -pinene (15–17%), camphene ( $\approx 4\%$ ),  $\Delta^3$ -carene (20–22%),  $\beta$ -pinene ( $\approx 5\%$ ), bornyl acetate ( $\approx 5\%$ ),  $\beta$ -caryophyllene ( $\approx 6\%$ ), germacrene D ( $\approx 6\%$ ). The nature of the distribution of enantiomers of the main components of essential oils has been studied. It was shown that the ratio of enantiomers of  $\alpha$ -pinene and limonene depends on the type of pine. Both samples are characterized by the predominance of (–)-forms of  $\beta$ -pinene. It has been established that the (+)-enantiomers of camphene and  $\beta$ -phellandrene predominate over the (–)-forms of these compounds. Limonene is present predominantly in the (–) form in *Pinus sylvestris* oil and the (+) form in *Pinus mugo Turra* oil.

**Keywords.** *Pinus*, essential oils, enantiomers.

### Введение.

Сосновые эфирные масла содержат ценные биологически активные компоненты и обладают уникальными фармакологическими свойствами. Анализ литературных данных показывает, что количественное содержание основных компонентов и их энантиомеров индивидуально для каждого вида сосны. Важную роль также играют почвенно-климатические и географические условия произрастания растений (Ankney et al, 2022; Sakhno et al, 2021).

В доступной литературе имеются немногочисленные сведения по компонентному составу эфирных масел некоторых представителей рода *Pinus*, произрастающих в Республике Беларусь (Шутова, 2009). Однако данные по распределению энантиомеров основных компонентов в сосновых эфирных маслах разных видов сосен, культивируемых в условиях Беларуси, отсутствуют.

Цель настоящей работы — изучить компонентный состав и характер распределения энантиомеров основных компонентов в эфирных маслах двух видов *Pinus*, культивируемых в Беларуси.

### Материалы и методы.

Объектами исследования являлись эфирные масла, выделенные из охвоенных концов ветвей длиной 20–30 см из растений *Pinus sylvestris* L. (сосны обыкновенной) и *Pinus mugo Turra* L. (сосны горной). Образцы растительного сырья были собраны в Минском районе Республики Беларусь в феврале 2023 г. Эфирные масла *Pinus sylvestris* L. (образец 1) и *Pinus mugo Turra* L. (образец 2) получали из свежесобранного и измельченного растительного сырья методом перегонки с водяным паром. Для установления компонентного и энантиомерного составов образцов эфирного масла сосен использовали газовый хроматографа «Хроматэк-Кристалл», оснащенный пламенно-ионизационным детектором и капиллярной колонкой Cyclosil B (30 м×0,32 мм×0,25 мкм). Разделение осуществляли в следующем температурном режиме: изотерма при 50 °С в течение 5 мин, подъем температуры со скоростью 2°/мин до 170 °С, изотерма в течение 40 мин в токе газа-носителя. Газ-носитель — азот (линейная скорость 13,6 см/с). Для идентификации основных компонентов и их энантиомеров в образцах эфирного масла проводили сравнение относительных индексов удерживания (ОИУ) компонентов со значениями ОИУ стандартных образцов терпеновых соединений. Для количественного определения идентифицированных компонентов эфирного масла применяли метод внутренней нормализации без учета относительных поправочных коэффициентов.

Результаты и обсуждение. Хроматографический анализ эфирных масел позволил обнаружить более 60 компонентов, 24 из которых находились в аналитически значимых концентрациях (более 0,1%) и были идентифицированы (табл. 1).

Таблица 1. Компонентный состав эфирных масел *Pinus*

Соединение	Образец	
	1	2
	Относительное содержание, %	
α-пинен	28,61	16,05
камфен	4,18	3,82
сабинен	0,40	0,24
мирцен	1,75	3,74
β-пинен	2,19	5,07
Δ <sup>3</sup> -карен	15,04	20,23
β-фелландрен	3,00	1,77
лимонен	3,82	1,87
γ-терпинен	0,28	0,52
терпинолен	1,51	2,98
терпинен-4-ол	0,22	0,68
борнилацетат	1,60	5,02
борнеол	0,25	0,22

β-элемен	0,58	0,24
α-терпинеол	0,15	0,24
карвон	0,18	0,30
терпиналацетат	1,09	0,58
β-кариофиллен	2,90	6,04
α-гумулен	0,57	1,03
гермакрен D	2,63	6,36
эвгенол	1,49	1,32
δ-кадинен	9,70	1,46

По данным хроматографического разделения основной вклад в компонентный состав исследованных эфирных масел вносят α- и β-пинены, суммарное содержание которых составляет ≈20–30% и зависит от вида сосны. В образцах отмечено достаточно высокое содержание Δ<sup>3</sup>-карена (≈ 15–20%).

Важную роль в проявлении биологической активности эфирных масел играет характер распределения энантиомеров их основных компонентов. В исследованных образцах были обнаружены оба энантиомера α-пинена, камфена, β-пинена, лимонена и β-фелландрена, однако Δ<sup>3</sup>-карен присутствовал исключительно в виде (+)-энантиомера.

Данные по распределению энантиомеров α-и β-пиненов, камфена, лимонена и β-фелландрена в изученных эфирных маслах приведены на рисунке.

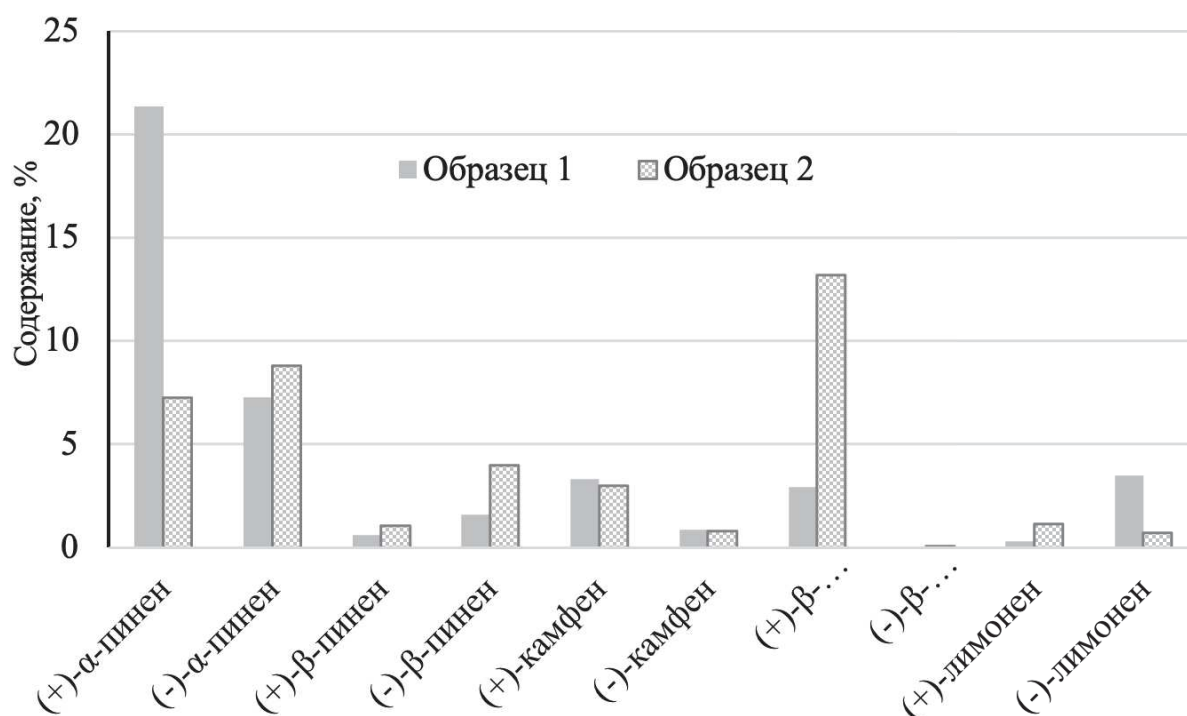


Рисунок — Распределение энантиомеров в эфирных маслах *Pinus L.*

Распределение энантиомеров α-пинена зависит от вида сосны. Масло сосны обыкновенной обогащено (+)-формой α-пинена, в то время как в образце сосны горной зафиксированы близкие концентрации обоих энантиомеров с небольшим преобладанием (-)-формы. β-Пинен в обоих маслах представлен преимущественно в виде (-)-изомера. В обоих образцах (+)-энантиомеры камфена и β-фелландрена преобладают над (-)-формами этих соединений.

По концентрации и характеру распределения энантиомеров камфена оба эфирных масла близки. Исследованные масла различаются по характеру распределения энантиомеров лимонена. Для сосны обыкновенной характерно десятикратное превышение концентрации (-)-лимонена по сравнению с (+)-формой, в то время как масло сосны горной содержит избыток (+)-изомера.

### **Заключение.**

Установлен компонентный состав и характер распределения энантиомеров основных компонентов эфирных масел *Pinus sylvestris* и *Pinus mugo Turra*, культивируемых в Беларуси. Полученные данные могут быть использованы для стандартизации, сертификации и установления подлинности эфирных масел представителей рода *Pinus* и фитопрепаратов на их основе.

### **Список литературы**

1. Ankney, E. Essential oil composition of *Pinus* species / E. Ankney, K. Satyal, W. N. Setzer // *Molecules*. — 2022. Vol.27. P. 5658–5673.
2. Sakhno, T. M. Composition composition of essential oil in the North American *Pinus* L. species introduced to the Southern Coast of Crimea. / T, M. Sakhno, Y. V. Plugatar, O, M, Shevchuk, S. A. Feskov, I, V, Bulavin // *Proc. appl. botan., genet. breed.* — 2021. Vol.182, № 3, P. 44–53.
3. Шутова, А. Г. Эфирные масла представителей рода *Pinus*, интродуцированных в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси / А. Г. Шутова, Е. В. Спиридович, И. М. Гаранович, А. С. Неверо // *Труды БГУ*. — 2009. Т. 4. С. 237–242.