

BUPLEURUM AUREUM (APIACEAE): КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА СТЕБЛЕЙ, ЦВЕТКОВ И ЛИСТЬЕВ

I.D. Zyкова, L.V. Naimushina

BUPLEURUM AUREUM (APIACEAE): COMPONENT COMPOSITION OF ESSENTIAL OIL OF STALKS, FLOWERS AND LEAVES

Зыкова И.Д. – канд. техн. наук, доц. каф. химии Политехнического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: IZykova@sfu-kras.ru

Наймушина Л.В. – канд. хим. наук, доц. каф. технологии и организации общественного питания Торгово-экономического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: naimlivi@mail.ru

Zykova I.D. – Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Chemistry, Polytechnical Institute, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: IZykova@sfu-kras.ru

Naymushina L.V. – Cand. Chem. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technology and Organization of Public Catering, Trade and Economic Institute, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: naimlivi@mail.ru

Володушка золотистая (*Bupleurum aureum*), по данным Всемирной организации здравоохранения, относится к числу популярных лекарственных растений. Физиологическую активность растения связывают с наличием в ней тритерпеновых гликозидов, получивших название сайкосапонинов, или буплейрозидов, и эфирных масел, содержащихся в различных органах как надземной части, так и в корнях растения. Имеющиеся сведения по его компонентному составу приводятся в основном для растений, произрастающих за пределами России. Целью исследования явилось изучение компонентного состава эфирного масла стеблей, цветков и листьев *B. aureum*, произрастающей в окрестностях г. Красноярска. Эфирное масло получали методом исчерпывающей гидропародистилляции в течение не менее 9 часов. Проба воздушно-сухого сырья составляла 1200 г. По данным хромато-масс-спектрометрического анализа в эфирном масле стеблей, листьев и цветков *B. aureum* содержится более 40 компонентов, многие из которых являются известными соединениями и легко идентифицируются. Показано, что в фазе цветения *B. aureum* в составе эфирного масла преобладают сесквитерпеновые углеводороды, причем наибольшее их количество содержит эфирное масло листьев и цветков растения, кислородсодержащие соединения

содержатся в основном в эфирном масле листьев *B. aureum*, а в составе эфирного масла стеблей *B. aureum* преобладают монотерпены и углеводороды. Основные компоненты эфирного масла стеблей – β -пинен (9,0 %), кариофиллен (18,7 %) и ундекан (12,4 %), эфирного масла листьев – кариофиллен (19,6 %) и бицикросесквифелландрен (8,5 %). Кариофиллен (28,0 %), β -пинен (10,6 %) и *n*-ундекан (8,4 %) – основные компоненты эфирного масла цветков *B. aureum*.

Ключевые слова: *Bupleurum aureum*, эфирное масло, компонентный состав, хромато-масс-спектрометрия.

Golden thoroughwax (*Bupleurum aureum*), according to World Health Organization, is among popular herbs. Physiological activity of the plant is connected with the existence in it of triterpen glycosides which received the name of saikosaponins, or bupleyrozids, and the essential oils containing in such bodies as elevated part, and in plant roots. The available data on its component structure are provided on the whole for the plants growing outside Russia. The research objective was studying the component composition of essential oil of stalks, flowers and leaves of *Bupleurum aureum*, growing in the vicinities of Krasnoyarsk. Essential oil was received by the method of an exhaustive hydrovapourdistillation within not less than 9 hours.

The test of air and dry raw materials made 1200. By the data of chromat mass and spectrometer analysis in essential oil of stalks, leaves and flowers of B. aureum are more than 40 components; many of them are known connections and are easily identified. It was shown that in the phase of blossoming B. aureum as a part of essential oil sesquiterpenic hydrocarbons prevailed, and their greatest number were in essential oil of leaves and flowers of the plant, oxygen-containing connections in the basic in essential oil of leaves B. aureum, and as a part of essential oil of stalks B. aureum monoterpenes and hydrocarbons prevail. The main components of essential oil of stalks – β -pinene (9.0 %), caryophyllene (18.7 %) and n-undecane (12.4 %), essential oil of leaves – caryophyllene (19.6 %) and bicyclosesquiphellandrene (8.5 %). Caryophyllene (28.0%), β -pinene (10.6 %) and n-undecane (8.4 %) – the main components of essential oil of flowers B. aureum.

Keywords: *Vupleurum aureum*, essential oil, component structure, chromat mass spectrometry.

Введение. Володушка золотистая (*Vupleurum aureum* L.) – растение семейства Зонтичные (*Ariaceae*), широко распространена в лесах европейской части России (северо-восток и восток), на Урале, в Сибири, в Иркутской и Читинской областях, Монголии, в горах Джунгарского Алатау и Тянь-Шаня, Восточном Казахстане [1].

В Сибири *B. aureum* (Hofftn.) Fisch. ex Spreng., рассматриваемая по современной классификации в качестве подвида володушки длиннолистной – *B. longifolium* L. subsp. *aureum* (Fisch.) Soo., встречается на территории Красноярской, Канской и Ачинской лесостепей [2].

По данным Всемирной организации здравоохранения представители рода *Vupleurum* L. относятся к числу популярнейших лекарственных растений. В странах Юго-Восточной Азии официальны такие виды рода *Vupleurum* L., как *B. scorzionerifolium* L., *B. chinense* L. и *B. falcatum* L. [2].

Российские ученые объясняют фармакологическую активность видов рода *Vupleurum* L. действием флавоноидов, содержащихся в различных органах растения [3]. За рубежом биологическую активность володушек связывают с наличием в ней тритерпеновых гликозидов, по-

лучивших название сайкосапонинов, или буплейрозидов, и эфирных масел, содержащихся в различных органах как надземной части, так и в корнях растения [4–7].

Имеющиеся сведения по компонентному составу эфирных масел растений рода *Vupleurum* касаются в основном растений, произрастающих за пределами России [4–7]. Эфирные масла володушек, произрастающих в Сибири, практически не изучены. Анализ литературных данных показывает, что сведения об их составе ограничиваются только результатами, полученными в работах [8, 9].

Цель исследования: изучение компонентного состава эфирного масла стеблей, цветков и листьев *B. aureum*, произрастающей в окрестностях г. Красноярска, с использованием метода хромато-масс-спектрометрии.

Задачи исследования: получение образцов эфирного масла стеблей, цветков и листьев *B. aureum* и сравнительное исследование их компонентного состава.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили в 2013 г. в естественных популяциях *B. aureum* окрестностей г. Красноярска вдали от селитебных территорий. Опытный материал (надземную часть володушки золотистой: листья, стебли, цветки) собирали в сухую погоду в фазу цветения растения. Собранные образцы сушили на воздухе при температуре окружающей среды в затененном месте.

Эфирное масло получали методом исчерпывающей гидропародистилляции из воздушно-сухого сырья в течение не менее 9 часов до прекращения выделения эфирного масла. Продолжительность процесса гидропародистилляции была установлена экспериментально на основании изучения динамики изменения выхода эфирного масла во времени. Проба воздушно-сухого сырья составляла 1200 г.

Хромато-масс-спектрометрический анализ проводили на хроматографе Agilent Technologies 7890 А с квадрупольным масс-спектрометром MSD 5975 С в качестве детектора с использованием 30-метровой кварцевой колонки HP-5 (5 % – дифенил – 95 % – диметилсилоксан) с внутренним диаметром 0,25 мм. Температура испарителя – 280 °С, температура источника ионов – 173 °С, газ-носитель – гелий – 1 мл/мин. Температура колонки – 50 °С (2 мин), программируе-

мый нагрев 50–270 °С со скоростью 4 °С в минуту, изотермический режим – при 270 °С в течение 10 мин.

Содержание компонентов оценивали по площадям пиков, а идентификацию отдельных компонентов производили на основе сравнения линейных индексов удерживания, рассчитанных для каждого компонента, и полных масс-спектров с соответствующими данными компонентов эталонных масел и индивидуальных соединений, представленных в работах [10–12]. Идентификацию считали окончательной в случае полного совпадения масс-спектров и линейных индексов удерживания идентифицируемых компонентов с библиотечными данными.

Физико-химические показатели определяли на плотномере и рефрактометре фирмы Mettler Toledo (США).

Результаты исследования и их обсуждение. Ранее авторами работы [8] был изучен состав эфирного масла надземной части *B. aureum*, произрастающей в Сибирском регионе, и установлено, что его основными компонентами являются кариофиллен (24,3 %), β-пинен (10,4 %) и бицикросесквифелландрен (7,4 %).

Нами были получены образцы эфирных масел стеблей, цветков и листьев *B. aureum*. Эфирные масла исследуемых частей растения представляют собой жидкости от бирюзового до темно-желтого цвета, с характерным запахом, легче воды. Выход масла составил: для стеблей – 0,07 %, для листьев – 0,12 и для цветков – 0,22 %. Физико-химические характеристики образцов эфирных масел представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели эфирного масла разных частей *B. aureum*

| Часть растения | Плотность, г/см ³ | Показатель преломления |
|----------------|------------------------------|------------------------|
| Стебель | 0,8745 | 1,4523 |
| Листья | 0,8544 | 1,4652 |
| Цветки | 0,8578 | 1,4687 |

По данным хромато-масс-спектрометрического анализа в эфирном масле стеблей, листьев и цветков *B. aureum* содер-

жится более 40 компонентов, многие из которых являются известными соединениями и легко идентифицируются (табл. 2).

Таблица 2

Компонентный состав эфирного масла различных органов *B. aureum*

| Линейный индекс удерживания | Компонент | Содержание, % от цельного масла | | |
|-----------------------------|----------------|---------------------------------|--------|--------|
| | | Стебли | Листья | Цветки |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Монотерпены | | | | |
| 932 | α-Пинен | 2,6 | 0,2 | 1,8 |
| 945 | α-Фенхен | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 947 | β-Пинен | 9,0 | 6,2 | 10,6 |
| 991 | β-Мирцен | 5,0 | 0,2 | 0,2 |
| 1028 | Лимонен | 5,8 | 2,8 | 3,7 |
| 1048 | транс-β-Оцимен | 0,2 | 0,3 | 0,2 |
| 1058 | γ-Терпинен | 0,2 | 0,4 | 0,8 |
| Всего | | 23,0 | 10,3 | 17,5 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | |
|-------------------------------|------------------------------|------|------|------|
| Сесквитерпены | | | | |
| 1328 | α -Копаен | 0,8 | 0,6 | 0,3 |
| 1422 | Кариофиллен | 18,7 | 19,6 | 28,0 |
| 1423 | β -Иланген | 1,1 | 1,7 | 1,9 |
| 1444 | (Z)- β -Фарнезен | 1,2 | 0,9 | 0,9 |
| 1456 | Гумулен | 3,0 | 2,5 | 0,2 |
| 1458 | (E)- β -Фарнезен | 1,2 | 0,8 | 2,5 |
| 1465 | цис-Мурола-4(14),5-диен | 2,1 | 2,2 | 3,8 |
| 1484 | Гермакрен Д | 0,2 | 0,6 | 0,6 |
| 1494 | Бициклосесквифелландрен | 6,0 | 8,5 | 6,5 |
| 1496 | (Z,E)- α -Фарнезен | 0,9 | 4,0 | 4,2 |
| 1510 | (E,E)- α -фарнезен | 0,5 | 2,0 | 2,0 |
| 1517 | γ -Кадинен | 2,8 | 2,5 | 0,9 |
| 1527 | δ -Кадинен | 1,4 | 4,0 | 1,2 |
| 1536 | транс-Кадина-1,4-диен | 2,2 | 1,4 | 0,2 |
| 1541 | α -Кадинен | 0,5 | 0,6 | 1,2 |
| 1546 | α -Калакорен | 0,6 | 0,8 | 0,3 |
| Всего | | 43,2 | 52,7 | 54,7 |
| Углеводороды | | | | |
| 900 | n-Нонан | 1,8 | 2,5 | 1,4 |
| 1100 | n-Ундекан | 12,4 | 0,2 | 8,4 |
| 1300 | n-Тридекан | 3,0 | 2,4 | 0,8 |
| 1500 | n-Пентадекан | 1,4 | 7,2 | 6,3 |
| 1700 | n-Гептадекан | 0,2 | 0,2 | 0,4 |
| Всего | | 18,8 | 12,5 | 17,3 |
| Кислородсодержащие соединения | | | | |
| 1033 | Бензиловый спирт | 0,9 | 2,6 | 1,0 |
| 1196 | Дигидрокарвеол | 0,8 | 0,4 | 0,6 |
| 1287 | Борнилацеат | 1,8 | 2,0 | 0,3 |
| 1288 | Дигидроэдулан | 0,8 | 1,4 | 0,6 |
| 1488 | β -(E)-Ионон | 0,2 | 0,2 | 0,3 |
| 1554 | (4S)-Дигидрокариофиллен-5-он | 0,6 | 0,4 | 0,4 |
| 1565 | (E)-Неролидол | 0,3 | 0,5 | 0,8 |
| 1586 | Кариофиллен оксид | 1,6 | 1,8 | 0,2 |
| 1598 | Салвиол-4(14)-ен-1-он | 1,1 | 0,9 | 0,7 |
| 1613 | Тетрадеканаль | 1,1 | 2,6 | 0,2 |
| 1625 | (Z)-Азарон | 2,6 | 2,4 | 0,3 |
| 1643 | τ -Кадинол | 0,7 | 0,5 | 0,5 |
| 1658 | α -Кадинол | 0,2 | 2,4 | 1,7 |
| 1684 | (E)-Азарон | 0,8 | 1,9 | 2,2 |
| 1686 | α -Бисаболол | 0,5 | 0,5 | 0,3 |
| Всего | | 14,0 | 20,5 | 10,1 |
| Итого | | 99,0 | 96,0 | 99,6 |

Из данных, представленных в таблице 2, видно, что в составе эфирного масла стеблей *V. aureum* преобладают монотерпены и углеводо-

роды, сесквитерпенами богато эфирное масло листьев и цветков растения, а кислородсодержащие соединения содержатся в основном в

эфирном масле листьев *B. aureum*. Основные компоненты эфирного масла стеблей – β-пинен (9,0 %), кариофиллен (18,7 %) и ундекан (12,4 %), эфирного масла листьев – кариофиллен (19,6 %) и бицикросеквифелландрен (8,5 %). Кариофиллен (28,0 %), β-пинен (10,6 %) и *n*-ундекан (8,4 %) – основные компоненты эфирного масла цветков *B. aureum*.

Заключение. Результаты исследования компонентного состава эфирного масла стеблей, листьев и цветков *B. aureum*, произрастающей в Сибирском регионе, показали, что в фазе цветения в составе эфирного масла преобладают сесквитерпеновые углеводороды. Причем из основных компонентов кариофиллен и β-пинен локализованы в основном в цветках, а бицикросеквифелландрен – в листьях.

Литература

1. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР / ВНИИ лекарств. растений. – М., 1983. – 340 с.
2. Махлаук В.П. Лекарственные растения в народной медицине. – М., 1992. – 477 с.
3. Кучеров Е.В., Никитина В.С., Оразов О.Э. и др. *Bupleurum longifolium* L. в Башкирии и содержание флавоноидов в ее надземных органах // Растительные ресурсы. – 1993. – Вып. 4. – С. 71–75.
4. Akin M., Hatice T., Demirci B. et al. Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils from Different Parts of *Bupleurum rotundifolium* L. // Records of natural products. – 2012. V. 6, № 3. – P. 316–320.
5. Ashour M., El-Readi M., Youns M. et al. Chemical composition and biological activity of the essential oil obtained from *Bupleurum marginatum* (Apiaceae) / The Journal of pharmacy and pharmacology. – 2009. – V. 61, № 8. – P. 1079–1087.
6. Ashour M., Wink M. Genus *Bupleurum*: a review of its phytochemistry, pharmacology and modes of action // Journal of pharmacy and pharmacology. – 2011. – V. 63, № 3. – P. 305–321.
7. Hatice T., Akin M., Demirci B. et al. Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from different parts of endemic *Bupleurum* L. species // Ankara universitesi veteriner fakultesi dergisi. – 2012. – V. 59, № 4. – P. 265–270.
8. Зькова И.Д., Ефремов А.А. Изучение компонентного состава эфирного масла и минерального состава володушки золотистой Сибирского региона // Химия растительного сырья. – 2013. – № 1. – С. 119–124.
9. Зькова И.Д., Ефремов А.А. Володушка козелецелистная: компонентный состав эфирного масла надземной части // Сиб. мед. журнал. – № 2. – С. 89–90.
10. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений. – Новосибирск, 2008. – 969 с.
11. Adams R.P. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. 4th ed. Carol Stream, IL, 2006. – 804 p.
12. McLafferty F.W. The Wiley. NBS Registry of Mass Spectral Data; Wiley. – London, 1989. – 563 p.

Literatura

1. Atlas arealov i resursov lekarstvennyh rastenij SSSR / VNIИ lekarstv. rastenij [i dr.]. – М., 1983. – 340 с.
2. Mahlajuk V.P. Lekarstvennye rastenija v narodnoj medicine. – М., 1992. – 477 с.
3. Kuchеров E.V., Nikitina B.C., Orazov O. Je. i dr. *Bupleurum longifolium* L. v Bashkirii i sodержание flavonoidov v ee nadzemnyh organah // Rastitel'nye resursy. – 1993. – Vyp. 4. – S. 71–75.
4. Akin M., Hatice T., Demirci B. et al. Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils from Different Parts of *Bupleurum rotundifolium* L. // Records of natural products. – 2012. V. 6, № 3. – P. 316–320.
5. Ashour M., El-Readi M., Youns M. et al. Chemical composition and biological activity of the essential oil obtained from *Bupleurum marginatum* (Apiaceae) / The Journal of pharmacy and pharmacology. – 2009. – V. 61, № 8. – P. 1079–1087.
6. Ashour M., Wink M. Genus *Bupleurum*: a review of its phytochemistry, pharmacology and modes of action // Journal of pharmacy and pharmacology. – 2011. – V. 63, № 3. – P. 305–321.
7. Hatice T., Akin M., Demirci B. et al. Chemical composition and antibacterial activity of essen-

- tial oils from different parts of endemic *Bupleurum L. species* // Ankara universitesi veteriner fakultesi dergisi. – 2012. – V. 59, № 4. – P. 265–270.
8. *Zykova I.D., Efremov A.A.* Izuchenie komponentnogo sostava jefirnogo masla i mineral'nogo sostava volodushki zolotistoj Cibirskogo regiona // Himija rastitel'nogo syr'ja. – 2013. – № 1. – S. 119–124.
9. *Zykova I.D., Efremov A.A.* Volodushka kozelecelistnaja: komponentnyj sostav jefirnogo masla nadzemnoj chasti // Sib. med. zhurnal. – № 2. – S. 89–90.
10. *Tkachev A.V.* Issledovanie letuchih veshhestv rastenij. – Novosibirsk, 2008. – 969 s.
11. *Adams R.P.* Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. 4 th ed. Carol Stream. IL, 2006. – 804 p.
12. *McLafferty F.W.* The Wiley. NBS Registry of Mass Spectral Data; Wiley. – London, 1989. – 563 p.



УДК 582.71 (571.54)

М.В. Баханова, А.Н. Шелкунов

**ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ
ЯБЛОНИ ЯГОДНОЙ (*MALUS BACCATA* (L.) BORKH.) В ЗАБАЙКАЛЬЕ**

M.V. Bakhanova, A.N. Shelkunov

**ECONOMIC AND BIOLOGICAL CHARACTERISTIC
OF *MALUS BACCATA* (L.) BORKH. COENOPULATIONS IN TRANSBAIKALIA**

Баханова М.В. – канд. биол. наук, доц. каф. ботаники Бурятского государственного университета, г. Улан-Удэ. E-mail: milada2015@bk.ru

Шелкунов А.Н. – инженер по охране труда и технике безопасности Городской поликлиники № 6, г. Улан-Удэ. E-mail: alexeyshelkunov@sibnet.ru

Bakhanova M.V. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Botany, Buryat State University, Ulan-Ude. E-mail: milada2015@bk.ru

Shelkunov A.N. – Safety Engineer, City Polyclinic No. 6, Ulan-Ude. E-mail: alexeyshelkunov@sibnet.ru

В 2010–2012 гг. проведены исследования 10 природных ценопопуляций *M. baccata* на территории Республики Бурятия и Забайкальского края. Изучены хозяйственно-биологические признаки: общая степень подмерзания дерева, общее состояние дерева, степень повреждения насекомыми-вредителями, степень плодоношения, качество плодов. Минимальная средняя степень подмерзания обнаружена у деревьев Нюковской и Романовской ценопопуляций Кабанского района. У четырех особей восточнозабайкальской ценопопуляции (Нижнецасу-чейская) летом 2010 г. было поражено более 50 % листьев, побегов и плодов вредителями семечковых культур: яблонной плодовой тлей и зеленой тлей. Это объясняется сухостью

климата: максимальной средней температурой воздуха и минимальной средней относительной влажностью воздуха в сентябре 2010 г. по сравнению с другими районами исследования. Эти факторы способствовали увеличению численности насекомых-вредителей. Наибольший средний урожай дали особи яблони Курдюмовской и Романовской ценопопуляций (1399,0 и 1708,1 г соответственно). На деревьях Гусиноозерской ценопопуляции *M. baccata* располагалось всего от 180 до 274 плодов. Глазомерный урожай здесь варьировал от 31 до 143 г с дерева. Выявлена форма с хорошими вкусовыми качествами (Бурлаковская, Нюковская и Сотниковская ценопопуляции). Плоды данных ценопопуляций имеют хороший столо-