

УДК: 547.597:[543.42+543.544]

Калиева С.С.¹, Мамаева Е.А.², Нурпейис Е.Е.², Бакибаев А.А.³,
Ташенов А.К.¹, Заманова М.К.⁴, Кургачев Д.А.³, Понарин Н.В.³

Спектральные и хроматографические характеристики бетулина и некоторых его производных

¹ Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан,

² Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия,

³ Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия,

⁴ Academia Sinica, Institute of Chemistry, National Chiao Tung University, Department of Applied Chemistry, Taipei, Taiwan)

Проведено системное спектральное и хроматографическое исследование некоторых пентациклических тритерпеноидов – наиболее важных представителей лупанового и олеанового рядов. С привлечением современных физико-химических методов анализа (ИК, ПМР, ГХМС) детально рассмотрены структуры бетулина, диацетата бетулина и аллобетулина. Подобраны условия, обеспечивающие пригодность ТСХ анализа для качественного обнаружения перечисленных соединений, а также найдены и описаны условия проведения ВЭЖХ анализа для качественного и количественного определения бетулина.

Ключевые слова: пентациклические тритерпеноиды, бетулин, диацетат бетулина, аллобетулин, спектральные характеристики, хроматографические методы.

Введение

Вещества растительного происхождения находят широкое применение в качестве биологически активных добавок и лекарственных средств [1]. В последнее время неуклонно возрастает внимание специалистов к тритерпеноидам – соединениям, сочетающим доступность с ценной биологической активностью [2–5]. Один из естественных источников лупановых тритерпеноидов – внешняя часть коры березы – береста. Так, известно, что в бересте может содержаться до 40% бетулина – самого распространенного представителя пентациклических тритерпеноидов лупанового ряда. Бетулин и его производные проявляют широкий спектр биологической активности: противовирусную, противовоспалительную, противоопухолевую, капилляроукрепляющую и другие виды активности [6–8].

Структура бетулина и его производных, а также качественный и количественный состав сухих и жидких экстрактов устанавливают с использованием современных физико-химических методов анализа: ТСХ, ИК-спектроскопии, ПМР и ЯМР ¹³С спектроскопии, хромато-масс-спектрометрии. Так, в работе [9] проведена идентификация продукта превращения – диацетата бетулина – методом ЯМР-спектроскопии. Авторами работы [10] изучен состав экстракта бересты, при этом, количественное содержание бетулина определяли с использованием метода хромато-масс-спектрометрии. Обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографией (ВЭЖХ) проведена одновременно экстракция и определение бетулина и бетулиновой кислоты из белой коры берёзы [11]. Из экстракта высушенного карпофора *Xanthoceras sorbifolia* Bunge хроматографическими методами выделен и на основании спектральных данных идентифицирован бетулин [12].

Однако, до сих пор не приведено системное спектральное и хроматографическое исследование бетулина и его наиболее известных производных.

В связи с этим, целью настоящей работы является систематизация полученных нами спектральных (ИК, ЯМР, ГХМС) и хроматографических (ТСХ, ВЭЖХ) данных о физико-химических свойствах наиболее важных представителей лупанового и олеанового рядов – бетулина (1), диацетата бетулина (2) и аллобетулина (3). Структуры указанных соединений представлены на рис. 1.

Экспериментальная часть

Бетулин – 3β,28-дигидрокси-20(29)-лупен или луп-20(29)-ен-3β,28-диол – выделяли из предварительно измельченной бересты *Betula pendula* по методу [13]. Субстанции диацетата бетулина и аллобетулина получали по методам, описанным в работах [10] и [14] соответственно.

Температуру плавления образцов определяли с помощью прибора для автоматического определения точки плавления Melting Point System MP50 Mettler Toledo.

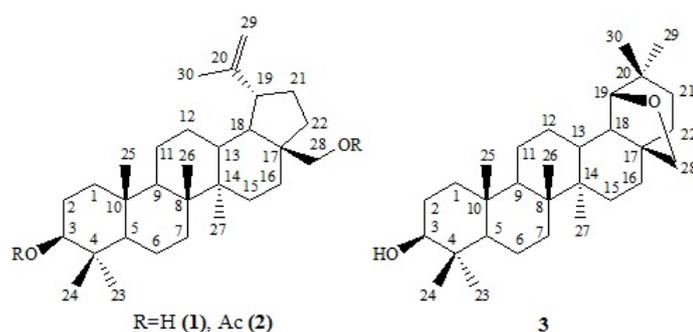


Рисунок 1 – Структурные формулы бетулина 1, диацетата бетулина 2 и аллобетулина 3.

Регистрацию ИК-спектров проводили на спектрометре фирмы Agilent Technologies марка Cary 600 Series FTIR Spectrometr в таблетках бромиды калия. Измерение проводили в диапазоне от 4000 до 400 см^{-1} .

Спектры ^1H ЯМР образцов регистрировали на приборе ЯМР Фурье-спектрометр AvanceAV 400 Bruker в растворах CDCl_3 .

Хромато-масс-спектрометрическое (ХМС) исследование проб проводили на газохроматографическом комплексе Agilent 7820 с масс-селективным квадрупольным детектором Agilent 5975 при температуре источника ионов 230°C , температуре квадрупольа 150°C , энергии ионизации 70 эВ и диапазоне сканирования масс m/z 46 ÷ 1050.

Контроль индивидуальности веществ проводили методом ТСХ на пластиках Sorbfil с использованием элюирующих систем: этилацетат : гексан = 1 : 1 (А), гексан : этилацетат = 4 : 1 (Б), хлороформ : этанол = 40 : 1 (В). Детектирование пятен осуществляли модифицированным реактивом Эрлиха (п-диметиламинобензальдегид : H_2SO_4 : CH_3COOH) с последующим нагреванием пластин в течение 2–3 мин (Г).

ВЭЖХ исследование образцов проводили с помощью жидкостного хроматографа «Agilent 1260 Infinity» с диодно-матричным детектором.

На первом этапе нашей работы были изучены спектральные характеристики (ИК, ЯМР, ГХМС) сухих субстанций бетулина 1, диацетата бетулина 2 и аллобетулина 3. Полученные данные сведены в таблицу.

3 β ,28-Дигидрокси-20(29)-лупен (1):

В ИК-спектре бетулина 1 имеется широкая полоса поглощения при 3359 см^{-1} , принадлежащая валентным колебаниям гидроксильных групп (Таблица). Валентные колебания $=\text{CH}_2$ группы наблюдаются при 3078 см^{-1} , алкильных фрагментов C–H групп – в виде серии полос при 2944 и 2870 см^{-1} , деформационные колебания кратной C=C связи обнаруживаются при 1695 и 1644 см^{-1} , деформационные колебания CH_2 групп отнесены к 1457 см^{-1} , деформационные колебания CH_3 групп – к полосе при 1374 см^{-1} , валентные колебания C–O группы наблюдаются в виде сильной полосы при 1029 см^{-1} .

В спектре ^1H ЯМР бетулина 1 присутствуют два синглетных пика в области 4.58 и 4.68 м.д., принадлежащие химическому сдвигу протонов $=\text{CH}_2$ кратной связи (Таблица). Также в спектре характерно присутствие двух дуплетных сигналов при 3.32 и 3.79 м.д., относящихся к протонам – CH_2 связи при 28-положении углеродного атома, протон в 3-положении отмечается наличием квадрупленного сигнала при 3.18 м.д., также появляется сложный пик при 2.38 м.д., принадлежащий протону при 19 углеродном атоме. В области 0.65–2.15 м.д. расположен комплекс протонов CH_3 , CH_2 , CH групп.

В масс-спектре бетулина 1 наряду с небольшим пиком молекулярного иона 442 (M^+) присутствуют пики высокой интенсивности фрагментов 203, 189, 135, 121, 95, характерные для лупанового остова (Таблица).

3 β ,28-Диацетокси-луп-20(29)-ен (2):

В ИК-спектре диацетата бетулина 2 имеются валентные колебания $=\text{CH}_2$ группы при 3066 см^{-1} (Таблица), алкильных фрагментов C–H групп наблюдаются в виде серии полос при 2945 и 2869 см^{-1} , колебания карбонильной C=O группы обнаруживаются как сильная полоса

поглощения при 1733 см^{-1} , деформационные колебания CH_2 групп отнесены к 1457 см^{-1} , деформационные колебания CH_3 групп – к области 1367 см^{-1} , валентные колебания С–О группы наблюдаются в виде сильной полосы при 1241 см^{-1} .

В спектре ^1H ЯМР диацетата бетулина **2** присутствуют два синглетных пика в области 4.58 и 4.68 м.д., принадлежащие химическому сдвигу протонов $=\text{CH}_2$ кратной связи (Таблица). Также в спектре имеется квадруплетный сигнал при 4.46 м.д., принадлежащий протону в 3-положении, также характерно присутствие двух дуплетных сигналов при 3.84 и 4.24 м.д., относящихся к протонам $-\text{CH}_2$ связи при 28-положении углеродного атома, и присутствует сложный пик при 2.43 м.д., принадлежащий протону при 19 углеродном атоме. В области 0.74–2.15 м.д. расположен комплекс протонов CH_3 , CH_2 , CH групп.

В масс-спектре диацетата бетулина **2** наряду с незначительным по интенсивности пиком молекулярного иона 526 (M^+) присутствуют пики высокой интенсивности фрагментов 189, 135, 121, 91, характерные для лупанового остова, а также пики средней интенсивности 466, 423, 203, 161, 67, 55 (Таблица).

3 β -Гидрокси-19 β ,28-эпокси-18 α -олеан (3):

В ИК-спектре аллобетулина **3** имеется уширенная полоса поглощения при 3430 см^{-1} (Таблица), принадлежащая валентным колебаниям гидроксильной группы. Валентные колебания алкильных фрагментов С–Н групп наблюдаются в виде серии полос при 2939 и 2867 см^{-1} , деформационные колебания CH_2 групп отнесены к 1450 см^{-1} , деформационные колебания CH_3 групп – к серии полос в области 1386, 1375, 1361 см^{-1} , валентные колебания С–О группы наблюдаются в виде сильной полосы при 1041 см^{-1} .

В спектре ^1H ЯМР аллобетулина **3** присутствуют два дуплетных сигнала при 3.77 и 3.44 м.д., относящихся к протонам $-\text{CH}_2$ связи при 28-положении углеродного атома (Таблица). Также в спектре имеется синглетный пик при 3.52 м.д., принадлежащий протону СН-группы в 19-положении углеродного атома и присутствует мультиплетный сигнал в области 3.19 м.д., принадлежащий протону СН-группы при 3 углеродном атоме. В области 0.65–1.82 м.д. расположен комплекс протонов CH_3 , CH_2 , CH групп.

В масс-спектре аллобетулина **3** наряду с пиком молекулярного иона 442 (M^+) присутствуют пики высокой интенсивности фрагментов 207, 189, 134, 107, 95, 81, 69, 55 в комплексе характерные для олеанового остова, а также имеются пики средней интенсивности 177, 148, 121 (Таблица).

На втором этапе нашей работы были изучены хроматографические характеристики (ТСХ, ВЭЖХ) сухих субстанций бетулина **1**, диацетата бетулина **2** и аллобетулина **3**.

Для получения корректных данных ТСХ анализа для качественного определения соединений **1–3** были подобраны наиболее эффективные элюирующие системы (А–В). Образец бетулина **1** хроматографировали в системе А, показатель R_f составил 0,40; образец диацетата бетулина **2** – в системе Б (R_f 0,66); а образец аллобетулина **3** – в системе В (R_f 0,37). Проявление пятен во всех случаях осуществляли модифицированным реактивом Эрлиха (Г), поскольку, при УФ облучении пластин фотонами стандартной длины волны 254 нм пятна не обнаруживаются.

Образцы бетулина **1** были исследованы методом ВЭЖХ. В качестве рабочего стандартного образца (РСО) использовали образец бетулина высокой степени очистки (содержанием 98% согласно данным ГХМС). Исследуемые образцы, РСО бетулина и образец плацебо растворяли в ацетонитриле с концентрацией пробы 1 мг/мл. Для удаления не растворившихся частиц, пробы центрифугировали в течение 10 минут, помещали в автодозатор и хроматографировали с использованием жидкостного хроматографа «Agilent 1260 Infinity» с диодно-матричным детектором. Колонка размером $100 \times 4,6$ мм (внутренний диаметр) выполнена из нержавеющей стали и снабжена предколонкой. В качестве неподвижной фазы использовали Zorbax Extend-C18 Rapid Resolution 3,5 мкм 80 Å. Подвижной фазой являлась смесь растворителей: вода – ацетонитрил = 3:7. Элюирование проводилось изократическое. Температура колонки – $40,0^\circ\text{C}$. Объемная скорость потока – 0,6 мл/мин. Время анализа – 30 минут. Температура ячейки детектора – $40,0^\circ\text{C}$. Детектирование веществ проводили с использованием четырёх длин волн: 200 нм, 220 нм, 230 нм и 250 нм.

Таблица – Спектральные характеристики и $T_{пл}$ образцов бетулина 1, диацетата бетулина 2 и аллобетулина 3

Номер соединения	Спектральные характеристики			$T_{пл}$, °С
	ИК-спектр (KBr, ν , cm^{-1})	Спектр ЯМР 1H (CDCl ₃ , δ , м.д., J/Гц)	Масс-спектр, m/z ($I_{отн.}$, %)	
1	3359 (O–H), 3078, 2944, 2870 (C–H), 1695, 1644, 1457, 1457, 1374, 1029, 884, 759	0.65–2.15 (complex, CH ₃ , CH ₂ , CH), 2.38 (1H, dt, H-19, $J = 11.5$ и 6.3), 3.18 (1H, dd, H-3, $J = 11.2$ и 5.4), 3.32 и 3.79 (2H, 2d, H-28, $J = 10.8$), 4.58 и 4.68 (2H, s, H-29)	442 (M ⁺ , 6), 411 (16), 363 (16), 203 (56), 189 (100), 135 (74), 121 (80), 95 (90), 69 (56), 55(67)	258–260 (лит. [13]: 257–258)
2	3066 (C=C), 2945, 2869 (C–H), 1733 (C=O), 1457, 1367, 1241, 1018, 979, 889	0.74–2.15 (complex, CH ₃ , CH ₂ , CH), 2.43 (1H, dt, H-19, $J = 10.8$ и 5.7), 3.84 и 4.24 (2H, 2d, H-28, $J = 11.1$), 4.46 (1H, dd, H-3, $J = 9.3$ и 3.6), 4.58 и 4.68 (2H, s, H-29)	526 (M ⁺ , 1), 466 (38), 423 (45), 363 (30), 227 (21), 203 (38), 189 (100), 161 (47), 135 (69), 121 (83), 91 (74), 67 (42), 55 (42)	215–219 (лит. [9]: 222–223)
3	3430 (O–H), 2939, 2867(C–H), 1450, 1386, 1375, 1361, 1301, 1264, 1206, 1138, 1076, 1041, 1008, 988, 973, 946, 929, 888, 813, 769	0.65–1.82 (complex, CH ₃ , CH ₂ , CH), 3.19 (1H, m, H-3), 3.44 (1H, d, $J=6.5$ и H-28), 3.52 (1H, s, H-19), 3.77 (1H, d, $J=6.5$ и H-28)	442 (M ⁺ , 28), 424 (28), 411 (14), 371 (26), 355 (7), 220 (18), 207 (74), 189 (100), 177 (37), 148 (49), 134 (58), 121 (53), 107 (58), 95 (84), 81 (88), 69 (72), 55 (58)	262–265 (лит. [14]: 264–266)

Подобранные условия обеспечивают пригодность методики для качественного и количественного анализа бетулина 1. При этом, время удерживания для бетулина соответствует 17,2 мин. (рис. 2), исправленное время удерживания 15,5 мин. Фактор удерживания – не менее 9. Эффективность колонки по бетулину составляет не менее 50000 теоретических тарелок.

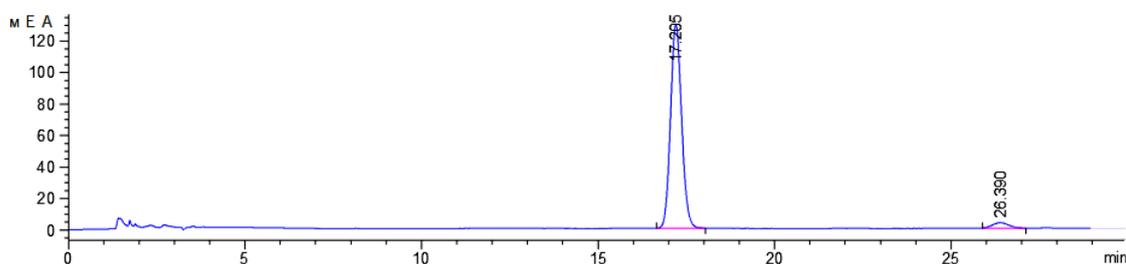


Рисунок 2 – Хроматограмма образца бетулина 1 (ВЭЖХ анализ).

Отметим, что образец диацетата бетулина 2 при соблюдении указанных условий не показывает значимого удерживания. А при использовании этих же условий для анализа образца аллобетулина 3 на хроматограмме наряду с пиком аллобетулина ($R_s=0,80$) появляется пик бетулина. Данный неожиданный результат можно объяснить тем, что в указанных условиях предположительно происходит перегруппировка аллобетулина в бетулин на матрице сорбента. Поиск оптимальных условий для анализа соединений 2 и 3 методом ВЭЖХ является предметом наших дальнейших исследований.

Выводы

Таким образом, в работе приведены и систематизированы спектральные (ИК, ЯМР, ГХМС) и хроматографические (ТСХ, ВЭЖХ) данные о физико-химических свойствах бетулина и его наиболее известных производных. Подробно обсуждаются структуры значимых представителей лупанового и олеанового рядов – бетулина, диацетата бетулина и аллобетулина на основе использования современных физико-химических методов анализа (ИК, ПМР, ГХМС). Подобраны и описаны условия, обеспечивающие пригодность проведения хроматографических (ТСХ и ВЭЖХ) методов анализа.

Литература

- 1 Толстикова Г.А., Флехтер О.Б., Шульц Э.Э., Балтина Л.А., Толстикова А.Г. Бетулин и его производные. Химия и биологическая активность. // Химия в интересах устойчивого развития. 2005. №13. С.1-30.
- 2 Baltina L.A. et al. Lupane triterpenes and derivatives with antiviral activity // Bioorg Med Chem Lett. 2003. Vol. 13. № 20. P. 3549-3552.
- 3 Suresh Ch., Zhao H., Gumbs A., Chetty Ch. S., Bose H. S. New ionic derivatives of betulinic acid as highly potent anti-cancer agents // Bioorg. Med. Chem. Lett. 2012. V. 22. P. 1734-1738.
- 4 Кузнецова С.А., Титова Н.М., Калачева Г.С., Зайбель И.А. Изучение состава и антиоксидантных свойств гексанового и этанольного экстрактов бересты // Вестник Красноярского государственного университета. Естественные науки. 2005. С. 113-118.
- 5 Urban M., Sarek J., Klinot J. Korinkova G., Hajduch M. Synthesis of A-Seco Derivatives of Betulinic Acid with Cytotoxic Activity // Journal of Natural Products. 2004. Vol. 67. P. 1100-1105.
- 6 Xiong J., Kashiwada Y., Chen C.-H., Qian K., Morris-Natschke S. L., Lee K.-H., Takaishi Y. Conjugates of betulin derivatives with AZT as potent anti-HIV agents // Bioorg. Med. Chem. 2010. Vol. 18. P. 6451-6469.
- 7 Gauthier C., Legault J., Lebrun M., Durour P., Pichette A. Glycosidation of lupine-type triterpenoids as potent in vitro cytotoxic agents // Bioorg. Med. Chem. 2006. Vol. 14. № 19. P. 6713-6725.
- 8 Pavlova N.I., Savinova O.V., Nikolaeva S.N. et. al. Antiviral activity of betulin, betulinic and betulonic acids against some enveloped and nonenveloped viruses // Foroterapia. 2003. Vol. 74. № 5. P. 489-492.
- 9 Кузнецова С.А., Васильева Н.Ю., Калачева Г.С., Титова Н.М., Редькина Е.С., Скворцова Г.П. Получение диацетата бетулина из бересты коры березы и изучение его антиоксидантной активности // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Химия. 2008. Т. 1. С. 151-165.
- 10 Коптелова Е. Н., Кутакова Н. А., Третьяков С. И. Определение состава этанольного экстракта бересты / Известия Вузов. Лесной журнал. 2011. № 6. С. 107 – 111.
- 11 Zhao Guoling Simultaneous determination of betulin and betulinic acid in white birch bark using PR-HPLC // Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. 2007. Vol. 43. N 3. P. 959-962.
- 12 Li Wei, Li Xian, Li Zhan-lin, Zhang Peng et al. Chemical components of *Carpophorus Xanthoceras sorbifolia* Bunge / Journal of Shenyang Pharmaceutical University. 2005. Vol.22. N 5. P. 345-347.
- 13 Кузнецова С.А., Скворцова Г.П., Мальяр Ю.Н., Скурыдина Е.С., Веселова Е.Ф. Выделение бетулина из бересты березы и изучение его физико-химических и фармакологических свойств // Химия растительного сырья. 2013. № 2. С. 93-100.
- 14 Пат. RU 2402561 / Казакова О.Б., Медведева Н.И., Казаков Д.В., Толстикова Г.А., заявл. 13.05.2009; опубл. 27.10.2010, Бюл. № 30.

References

- 1 Tolstikov G.A., Flekhter O.B., Shul'ts E.E., Baltina L.A., Tolstikov A.G. Betulin i ego proizvodnye. Himiya i biologicheskaya aktivnost'. // *Himiya v interesah ustoychivogo razvitiya*. 2005. №13. S. 1-30.
- 2 Baltina L.A. et al. Lupane triterpenes and derivatives with antiviral activity // Bioorg Med Chem Lett. 2003. Vol. 13. № 20. P. 3549-3552.
- 3 Suresh Ch., Zhao H., Gumbs A., Chetty Ch. S., Bose H. S. New ionic derivatives of betulinic acid as highly potent anti-cancer agents // Bioorg. Med. Chem. Lett. 2012. Vol. 22. P. 1734-1738.
- 4 Kuznetsova S.A., Titova N.M., Kalacheva G.S. Zaiabel' I.A. Izuchenie sostava i antioksidantnyh svoistv geksanovogo i etanol'nogo ekstraktov beresty // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye nauki. 2005. S. 113-118.
- 5 Urban M., Sarek J., Klinot J. Korinkova G., Hajduch M. Synthesis of A-Seco Derivatives of Betulinic Acid with Cytotoxic Activity // Journal of Natural Products. 2004. Vol. 67. P. 1100-1105.
- 6 Xiong J., Kashiwada Y., Chen C.-H., Qian K., Morris-Natschke S. L., Lee K.-H., Takaishi Y. Conjugates of betulin derivatives with AZT as potent anti-HIV agents // Bioorg. Med. Chem. 2010. Vol. 18. P. 6451-6469.
- 7 Gauthier C., Legault J., Lebrun M., Durour P., Pichette A. Glycosidation of lupine-type triterpenoids as potent in vitro cytotoxic agents // Bioorg. Med. Chem. 2006. Vol. 14. № 19. P. 6713-6725.
- 8 Pavlova N.I., Savinova O.V., Nikolaeva S.N. et. al. Antiviral activity of betulin, betulinic and betulonic acids against some enveloped and nonenveloped viruses // Foroterapia. 2003. Vol. 74. № 5. P. 489-492.

- 9 Kuznetsova S.A., Vasil'eva N.Yu., Kalacheva G.S., Titova N.M., Red'kina E.S., Skvortsova G.P. Poluchenie diatsetata betulina iz beresty kory berezy i izuchenie ego antioksidantnoi aktivnosti // *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Seriya: Himiya*. 2008. T. 1. S. 151-165.
- 10 Koptelova E. N., Kutakova N. A., Tret'yakov S. I. Opredelenie sostava etanol'nogo ekstrakta beresty / *Izvestiya Vuzov Lesnoi zhurnal*. 2011. N 6. P.107-111.
- 11 Zhao Guoling Simultaneous determination of betulin and betulinic acid in white birch bark using PR-HPLC // *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 2007. Vol. 43. N 3. P. 959-962.
- 12 Li Wei, Li Xian, Li Zhan-lin, Zhang Peng et al. Chemical components of *Carpophorus Xanthoceras sorbifolia* Bunge / *Journal of Shenyang Pharmaceutical University*. 2005. Vol.22. N 5. P. 345-347.
- 13 Kuznetsova S.A., Skvortsova G.P., Malyar Yu.N., Skurydina E.S., Veselova E.F. Vydelenie betulina iz beresty berezy i izuchenie ego fiziko-himicheskikh i farmakologicheskikh svoystv // *Himiya rastitel'nogo syr'ya*. 2013. № 2. S. 93-100.
- 14 Pat. RU 2402561 / Kazakova O.B., Medvedeva N.I., Kazakov D.V., Tolstikov G.A., zayavl. 13.05.2009; opubl. 27.10.2010, Byul. № 30.

Калиева С.С., Мамаева Е.А., Нурпейис Е.Е., Бакибаев А.А., Ташенов А.К., Заманова М.К., Кургачев Д.А., Понарин Н.В.

Бетулин және оның кейбір туындыларының спектрлік және хроматографиялық сипаттамалары

Кейбір пентациклді тритерпеноидтар – лупан және олеан қатарының аса маңызды өкілдеріне жүйелі спектрлік және хроматографиялық зерттеу жүргізілді. Заманауи физикалық және химиялық әдіс-тәсілдерді (ИК, ПМР, ГХМС) қолданып бетулиннің, бетулиннің диацетатының, аллобетулиннің құрылымдары егжей-тегжейлі қарастырылды. Аталған қосылыстарды сапалық анықтауда ЖҚХ талдауының жарамдылығын қамтамасыз ету үшін шарттар таңдалды, сонымен қатар бетулинді сапалық және сандық анықтау үшін ЖЭСХ талдауын жүргізуінің шарттары табылды және сипатталды.

Түйін сөздер: пентациклді тритерпеноидтар, бетулин, бетулиннің диацетаты, аллобетулин, спектрлік сипаттамалар, хроматографиялық әдістер.

Kaliyeva S.S., Mamaeva E.A., Nurpeiis Ye.E., Bakibaev A.A., Tashenov A.K., Zamanova M.K., Kurgachev D.A., Ponarin N.V.

Spectral and chromatographic characteristics of betulin and some of its derivatives

A systematic spectral and chromatographic study of some pentacyclic triterpenoids, which are the most important representatives of the lupane and olean series, has been carried out. The structures of betulin, betulin diacetate and allobetulin are considered in detail using modern physicochemical methods of analysis (IR, NMR, GCMS). Conditions ensuring the suitability of TLC analysis for the qualitative detection of the listed compounds were selected, and conditions of HPLC analysis for the qualitative and quantitative determination of betulin were also found and described.

Keywords: pentacyclic triterpenoids, betulin, betulin diacetate, allobetulin, spectral characteristics, chromatographic methods.

Поступила в редакцию 14.04.2017

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ
ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ
УНИВЕРСИТЕТІ



L.N. GUMILYOV EURASIAN
NATIONAL UNIVERSITY

ЕВРАЗИЙСКИЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Л.Н. ГУМИЛЕВА

ХАБАРШЫ

1995 жылдың қаңтарынан жылына 6 рет шығады

I бөлім

№4(119) · 2017

ВЕСТНИК

выходит 6 раз в год с января 1995г.

I часть

HERALD

Since 1995

I part

Астана

Жаратылыстану және техникалық
ғылымдар сериясы
Серия естественно-технических наук
Natural and technical Series

Жылына 3 рет шығады

Выходит 3 раза в год
Published 3 times a year

Бас редактор: **Е.Б. Сыдықов**

ҚР ҰҒА академигі, тарих ғылымдарының докторы, профессор

Редакция алқасы: **Р.І. Берсімбай** (жауапты редактор)

*ҚР ҰҒА академигі,
биология ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

Н.Т. Темірғалиев
*физика-математика ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

Л.К. Құсайынова
*физика-математика ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

Н.Ә. Боқаев
*физика-математика ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

Н.Ж. Джайчибеков
*физика-математика ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

А.А. Адамов
*техника ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

Қ.А. Кутербеков
*физика-математика ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

Р.М. Мырзақулов
*физика-математика ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

А.Т. Ақылбеков
*физика-математика ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

И.С. Іргебаева
*химия ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

К.М. Джаналеева
*география ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

Т.М. Байтасов
*техника ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

Н.Л. Шапекова
*медицина ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

С.А. Абиев
*биология ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

М.Р. Хантурин
*биология ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

М.Ә. Бейсенби
*техника ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

С.Н. Боранбаев
*техника ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасы

МАТЕМАТИКА	МАТЕМАТИКА
Ешкеев А.Р., Шаматаева Н.К. Йонсондық теорияның центріне қатысты форсинг кампаньонының стабильділігі.....	8
Матин Д.Т., Тургумбаев М.Ж. Предкомпактность множеств в глобальных пространствах типа Морри.....	14
ИНФОРМАТИКА	ИНФОРМАТИКА
Абденов А.Ж., Абденова Г.А., Амирбай А.А., Кулбаев Д.Р. Маркетинговые информационные услуги в SIEM-системах.....	24
Адиканова С., Малгаждаров Е.А., Мадияров Н.М., Турганбаев Е.М. Вероятно-статистическое моделирование переноса вредных примесей в атмосфере от автотранспортных средств.....	36
Бокамбаев М.М., Утепбергенов И.Т., Сагындыкова Ш.Н. Сауда кәсіпорыны қоймасының бизнес-үрдістерін дискретті-оқиғалық модельдеу және оңтайландыру.	44
Боранбаев С.Н., Нурушева А.М., Ерсаяханов К.Б. Современное состояние и дальнейшее развитие информационной безопасности в Республики Казахстан.....	52
Боранбаев С.А., Оралбекова Ж.О., Ұзаққызы Н., Турарова М.К. Обработка радарограммы цифровыми фильтрами Баттерворта.....	63
Сайлауқызы Ж., Садықов А.А. Витерби декодтау алгоритмінің жады арналарында кедергіге төзімділігін зерттеу.....	68
Талғатова Ш.Т., Берикханова Г.Е. Мобильді қосымшаның қолданушы интерфейсінің дизайнын әзірлеу.....	77
Хайруллина Л.Э., Бакунина А.Ф. Разработка приложения поддержки принятия управленческого решения в Windows Forms методом анализа иерархий.....	82
Хасенова З.Т., Искаков К.Т. Сравнительный анализ рынка современных систем экологического мониторинга.....	88
ФИЗИКА	ФИЗИКА
Берикханова Г.Е., Желдыбаева Б.С., Мукушев Б.А., Мусатаева И.С. Дифференциальные уравнения взаимодействия популяций двух биологических видов в экологической системе.....	94
Берикханова Г.Е., Желдыбаева Б.С., Мукушев Б.А., Мусатаева И.С. Численные эксперименты по исследованию математической модели экосистемы «хищник-жертва».....	98
Бетекбаев А.А., Плотников С.В., Калыгулов Д.А., Клиновицкая И.А. Перспективы развития производства фотоэлектрических преобразователей в Республике Казахстан.....	103
Ескермесов Д.К., Пазылбек С.А., Плотников С.В. Влияние параметров осаждения и процесса легирования Cr и Si на микроструктуру и свойства покрытий (Zr-Ti-Nb)N.....	112
Жумадилов К.Ш., Иванников А.И. Дозиметрическое исследование населения Усть-Каменогорского региона.....	122
Кинтонова А.Ж., Андасова Б.З., Сагындыков К.М., Сантеева С.Ә. OSTIS технологиялар негізінде интеллектуалды электронды басылымды жасау.....	126

Кинтонова А.Ж., Андасова Б.З., Сагиндыков К.М., Сантеева С.Ә. Зияткерлік оқыту бағдарламасының сапа критерийлері.....	132
Құрбанғалиева Ә.Қ., Шайхова Г.Н., Сыздыкова А.М. Екі компонентті комплексті модификацияланған Кортевег-де Фриз-Максвелл-Блох жүйесінің сызықты емес толқындары.....	139
Нурахметов Т.Н., Петров А.М., Доломатов М.Ю., Бахтизин Р.З., Дауренбеков Д.Х., Кайнарбай А.Ж. Электрофизические свойства коллоидных нефтяных наносистем остаточных дистиллятов и битумов на их основе.....	146
Рамазан М.Қ., Разина О.В. Скалярлық өрістегі күрделі космологиялық модельдің нақты шешімі.....	150
Сагатов Н.Е., Абуова Ф.У., Абуова А.У. Термодинамика и динамика решетки двух модификаций TiO_2 рутила и анатаза.....	156
Салиходжа Ж.М., Ценев Н.К., Бахтизин Р.З., Жунисбеков А.М. О волновых методах борьбы с отложениями в теплообменных аппаратах.....	164
Саттинова З.К., Жапбасбаев У.К., Рамазанова Г.И., Асылбеков Б.К. Реологическое поведение высокодисперсной суспензии в процессе литья бериллиевой керамики.....	167
Сексембаев Ж.Б., Баяхметов О.С., Кукулин В.И., Сахиев С.К. Кинетика горения плотной плазмы.....	173

ХИМИЯ

ХИМИЯ

Алдонгаров А.А., Асильбекова А.М., Иргібаева И.С. Определение влияния ионов поверхности OH^- и Cl^- на образование локализованных состояний в наноразмерных кластерах CdS.....	184
Бахытжан Е.Г., Абильдина А.К., Авчукир Х., Аргимбаева А.М. Коррозия магния в растворах на основе диметилформамида.....	190
Битемирова А.Е., Дуйсембиев М.Ж., Жарқынбеков М.А., Керімбаева К.З., Қозыкеева Р.А. Способы регенерации катализаторов для получения пятичленных гетероциклических соединений.....	197
Ергешбаева С.Б., Еркасов Р.Ш. Синтез и исследование серосодержащих производных пиридиновых лигандов для синтеза спин-кроссоверных комплексов железа (II).....	202
Еркасов Р.Ш., Кусепова Л.А., Масакбаева С.Р., Байсалова Г.Ж., Болысбекова С.М. Взаимодействие в системе сульфата кобальта – карбамид – серная кислота – вода при 25 °С.....	207
Ермағамбет Б.Т., Нургалиев Н.У., Казанкапова М.К., Касенова Ж.М., Меркурьева С.Н., Зикирина А.М. Зола сланца Кендырлықского месторождения в качестве адсорбента для очистки сточных вод.....	213
Есимова О.А., Керімкулова М.Ж., Турсынбекова П.А., Садуақасова Н.Ж. Беттік активті заттармен тұрақтандырылған эмульсиялардың коллоидтық химиялық сипаттамасы.....	219
Игимбаева Д.А., Еркасов Р.Ш., Шатрук М. Исследование трис-гомолептического комплекса железа (II) методом рентгеноструктурного анализа.....	225
Игимбаева Д.А., Еркасов Р.Ш., Шатрук М. Синтез азотсодержащих лигандов имидазолина для последующего получения комплексов железа (II).....	230

Калиева С.С., Мамаева Е.А., Нурпейис Е.Е., Бакибаев А.А., Ташенов А.К.,
Заманова М.К., Кургачев Д.А., Понарин Н.В. Спектральные и
хроматографические характеристики бетулина и некоторых его производных..... 235

БИОЛОГИЯ

БИОЛОГИЯ

- Абильмажинова А.Б., Укбаева Т.Д.** Молекулярно-генетические аспекты ожирения 241
- Адилбектеги Г.А., Мустафаев Ж.С., Кобетаева Н.К., Телибаева Т.И.** Оценка биологического потенциала ландшафтов Северного Казахстана..... 247
- Ажаев С.А., Тастемирова Б.Т.** Исследование показателей артериального давления у школьников старших классов города Туркестана ЮКО. 253
- Акбаева Л.Х., Кобетаева Н.К., Оналбекова А.К., Адильбектеги Г.А., Масенов К.Б.** Ландшафтно-экологическая оценка парковых территорий города Астаны..... 257
- Ануарова Л.Е.** Гүлді өсімдіктерге ауру туғызатын *Ascochyta* Lib. туысы түрлерінің даму циклы 264
- Aubakirova B.N., Beisenova R.R., Zhamangara A.K., Khanturin M.R.** Impact of antibiotics to the growth of *Chlorella sp.* 269
- Aubakirova B.N., Beisenova R.R., Zhamangara A.K.** Mixture toxicity of pharmaceuticals to freshwater algae *Chlorella sp.* 274
- Акмолдаева А.Н., Дукенбаева А.Д.** Есіл өзенінің кейбір нысандарының су жағалауында және суда өсетін өсімдіктерінің әртүрлілігі..... 277
- Базарбаева С.М., Динмухамедова А.С., Айзман Р.И.** Сравнительная характеристика морфофункциональных показателей студентов, проживающих в различных климато-географических условиях..... 282
- Байсеитова Н.М., Исаев Ғ.И., Тастемирова Б.Т.** Сайрам-өгем мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің физика-географиялық жағдайы және өсімдіктер әлемі..... 287
- Гаджимурадова А.М., Данияров А.Ж., Турпанова Р.М.** Получение препарата вируса РVМ картофеля из каллусных тканей инфицированных тест-растений томата 292
- Ғайратқызы Д., Турманбаева А.А., Тастемирова Б.Т., Саруаров Е.Ғ.** Экологиялық қолайсыз аймақта өмір сүретін қыз балалар мен жасөспірім қыздардың физикалық және жыныстық даму ерекшеліктері..... 296
- Доспаева Р.Т., Сармурзина З.С., Закарья К.Д., Ескренова А.Б., Абжалелов А.Б.** Анализ состояния синбиотических препаратов на основе молочнокислых бактерий и растительных экстрактов..... 302
- Дуамбеков М.С., Курманбаев А.А., Молдагулова Н.Б., Байбулов А.Ж., Сарсенова А.С., Нагметова Г.Ж.** Разработка и организация производства органических удобрений из птичьего помета по экологически чистой технологии.... 307
- Дуамбеков М.С., Аймаков О. А., Нурсултанов Р., Орынбеков С.** Производство дсп из отходов стеблей хлопчатника и древесного сухостоя с использованием экологически чистого клея..... 315
- Дуйсебекова А.М., Ажибаева З.С., Утепбергенова Ш.Ш.** Қала жағдайында жоғары температураның сәндік ағаштардың тұрақтылығына әсері..... 323
- Жакупова Д.С., Бабак В.А., Динмухамедова А.С., Пунтус И.А.** Подбор оптимальных условий культивирования перевиваемых клеточных линий ЗКГ, ЯДК-04 и ПО-2, чувствительных к вирусу оспы овец..... 329