

УДК 543.42:615.361:615.074

DOI 10.5281/ZENODO.20796139

ВЫТЯЖКА ИЗ СЕМЕННЫХ ЖЕЛЕЗ ОРГАНОТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ Д. КАЛЕНИЧЕНКО: НОВЫЕ ДАННЫЕ О ЛЕКАРСТВЕННОМ ПРЕПАРАТЕ НАЧАЛА XX ВЕКА

Яковишин Л. А.

***ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Севастополь, Россия
E-mail: chemsevntu@rambler.ru***

Проведен ИК-спектроскопический анализ жидкого образца лекарственного препарата Алкогольная вытяжка из семенных желез Органотерапевтической лаборатории Д. Калениченко, произведенного в начале XX в. в Москве. Кроме того, проанализированы высушенный образец этого препарата, осадок, находящийся в препарате, темный налет на склянке и налет на пробке. Показано, что в ИК-спектре препарата присутствуют полосы поглощения, характерные для аминокислот, белков, биогенных аминов, карбоновых кислот, углеводов и жиров. В жидкой вытяжке из семенных желез и ее осадке процессы окисления веществ были замедлены. Подтверждено наличие жиров в осадке препарата.

Ключевые слова: алкогольная вытяжка из семенных желез Органотерапевтической лаборатории Д. Калениченко, секаровская жидкость, Д. К. Калениченко, органопрепараты, фармацевтический анализ, ИК-Фурье-спектроскопия.

ВВЕДЕНИЕ

Органопрепараты, т.е. средства на основе экстрактов из различных органов животных и их компонентов, были особо популярны в конце XIX – начале XX века [1, 2]. Наиболее известными из них были вытяжки из семенных желез. Такие лекарственные средства включали множество веществ: белки, ферменты, аминокислоты, липиды, углеводы, антиоксиданты, гормоны, биогенные полиамины, витамины, минеральные вещества и др. [3–6].

Одним из известных российских органопрепаратов того времени было средство Алкогольная вытяжка из семенных желез (секаровская жидкость) *Liquor testicularum spirituos* (рис. 1), которую производила Органотерапевтическая лаборатория Д. Калениченко в Москве в начале XX века [7, 8]. Первоначально препарат имел название Спермин лаборатории Д. Калениченко, бывшей доктора А. Тельнихина. Затем название изменили и исключили из него слово «спермин» и упоминание доктора А. Тельнихина.

Как утверждалось производителем (рис. 2), препарат применялся при множестве болезней: неврастении, истерии, невралгии, бессоннице, старческой дряхлости, подагре, ревматизме, малокровии, артериосклерозе, туберкулёзе, диабете, головных болях, половом бессилии и расстройстве сердечной

деятельности. Назначали его еще после родов, операций, кровопотерь и перенесенных болезней (инфлюэнцы, сифилиса и других заболеваний) [7, 8].



Рис. 1. Склянка из-под Алкогольной вытяжки из семенных желез Органотерапевтической лаборатории Д. Калениченко (фото автора статьи).

Ранее нами была изучена дошедшая до нашего времени сухая пленка препарата Алкогольная вытяжка из семенных желез Органотерапевтической лаборатории Д. Калениченко [9]. Данная статья посвящена ИК-спектроскопическому исследованию другого образца данного лекарственного средства, сохранившегося в жидком виде, и их сравнительному анализу.



Рис. 2. Реклама препарата Алкогольная вытяжка из семенных желез Органотерапевтической лаборатории Д. Калениченко (начало XX века).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Вещества. Использовали образец лекарственного препарата Алкогольная вытяжка из семенных желез (секаровская жидкость) *Liquor testicularum spirituos* Органотерапевтической лаборатории Д. Калениченко (г. Москва, Россия), выпущенного в начале XX в. Образцу около 110–120 лет. Препарат сохранился в виде жидкости бежевого цвета с коричневым осадком. Он был закупорен корковой пробкой с подложенной вошеной бумагой.

Препарат фильтровали, полученный коричневый осадок и часть фильтрата сушили 20 ч при 30° С. Методом ИК-спектроскопии анализировали оставшуюся часть жидкого профильтрованного препарата, высушенный жидкий профильтрованный препарат, высушенный коричневый осадок в препарате, темный налет на стенках склянки и черный налет с пробки.

ИК-Фурье-спектроскопия. ИК-спектры получены на ИК-Фурье-спектрометре ФТ-801 (СИМЕКС, Россия) с универсальной оптической приставкой НПВО-А (нарушенного полного внутреннего отражения) с алмазным элементом и встроенным мини-монитором. Для получения ИК-спектров жидких проб их наносили в виде капли на алмазный элемент. Спектры получены в области 4000–550 см⁻¹ (спектральное разрешение 4 см⁻¹; 25 сканов). Для работы с ИК-спектрометром ФТ-801 использовали программу ZaiR 3.5 (СИМЕКС, Россия).

ИК-спектр жидкого препарата Алкогольная вытяжка из семенных желез (ν , см⁻¹): 3328 (ОН, NH, NH₃⁺), 3248 (ОН, NH, NH₃⁺), 2916 (CH), 2851 (CH), 1632 (Н–О–Н, C=O, C=C, NH).

ИК-спектр высушенного жидкого препарата Алкогольная вытяжка из семенных желез (ν , см⁻¹): 3304 (ОН, NH, NH₃⁺), 2952 (CH), 2919 (CH), 2851 (CH), 1718 (C=O), 1639 (NH₃⁺, аминокислотная полоса I – NH₃⁺, амид I – C=O), 1630 (NH₃⁺, аминокислотная полоса I – NH₃⁺, амид I – C=O, Н–О–Н, NH), 1611 (COO⁻), 1562 (NH₃⁺, NH, аминокислотная полоса II – NH₃⁺, амид II – NH), 1552 (NH₃⁺, NH, аминокислотная полоса II – NH₃⁺, амид II – NH), 1508 (Ar), 1410 (ОН, COO⁻, CH), 1315 (CH), 1245 (CH), 1041 (C–ОН, C–N), 860 (CH), 596 (ОН, CH, NH).

ИК-спектр коричневого осадка препарата Алкогольная вытяжка из семенных желез (ν , см⁻¹): 3278 (ОН, NH, NH₃⁺), 2952 (CH), 2916 (CH), 2867 (CH), 2849 (CH), 2676 (ОН), 1734 (C=O), 1719 (C=O), 1638 (NH₃⁺, аминокислотная полоса I – NH₃⁺, амид I – C=O), 1561 (NH₃⁺, NH, аминокислотная полоса II – NH₃⁺, амид II – NH), 1542 (COO⁻), 1509 (Ar), 1490 (Ar), 1458 (CH), 1434 (CH), 1419 (ОН, COO⁻), 1377 (CH), 1314 (CH), 1235 (CH), 1018 (C–ОН, C–N), 873 (CH), 718 (CH), 662 (НО–C–O, CH), 643 (CH), 596 (ОН, CH, NH).

ИК-спектр темного налета препарата Алкогольная вытяжка из семенных желез (ν , см⁻¹): 3342 (ОН, NH, NH₃⁺), 3293 (ОН, NH, NH₃⁺), 2954 (CH), 2916 (CH), 2872 (CH), 2848 (CH), 1735 (C=O), 1639 (NH₃⁺, аминокислотная полоса I – NH₃⁺, амид I – C=O), 1630 (NH₃⁺, аминокислотная полоса I – NH₃⁺, амид I – C=O, Н–О–Н, NH), 1574 (COO⁻), 1538 (COO⁻), 1467 (CH), 1434 (CH), 1420 (ОН, COO⁻), 1377 (CH), 1334 (CH), 1317 (CH), 1301 (CH), 1220 (CH), 1143 (C–ОН, C–N), 1081 (C–ОН, C–N), 1049 (C–ОН, C–N), 975 (C–ОН, =CH), 934 (ОН), 719 (CH), 661 (НО–C–O, CH), 592 (ОН, CH, NH).

ИК-спектр черного налета с пробки препарата Алкогольная вытяжка из семенных желез (ν , см⁻¹): 3247 (ОН, NH, NH₃⁺), 2921 (CH), 2850 (CH), 1742 (C=O), 1736 (C=O), 1718 (C=O), 1655 (C=C), 1638 (NH₃⁺, аминокислотная полоса I – NH₃⁺, амид I – C=O), 1618 (Н–О–Н, NH), 1578 (COO⁻), 1543 (COO⁻), 1509 (Ar), 1499 (Ar), 1458 (CH), 1438 (COO⁻), 1420 (COO⁻, ОН), 1382 (CH), 1335 (CH), 1297 (CH), 1284 (C–O), 1210 (CH), 1133 (C–ОН, C–N), 1074 (C–ОН, C–N), 1025 (C–ОН, C–N), 937

(OH), 911 (CH), 882 (CH), 843 (CH), 651 (CH, NH, H–O–H, OH), 624 (OH, NH), 598 (OH, CH, NH), 584 (CH).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Образец лекарственного препарата алкогольная вытяжка из семенных желез *Liquor testicularum spirituos* органотерапевтической лаборатории Д. Калениченко представлял собой жидкость бежевого цвета с коричневым осадком, находившуюся во флаконе белого стекла с локальным темно-коричневым налетом (рис. 1). Слянка была закупорена корковой пробкой с подложенной воощенной бумагой. На внутренней поверхности пробки имелся черный налет.

В анализируемом образце профильтрованного жидкого препарата Алкогольная вытяжка из семенных желез этиловый спирт отсутствует, что подтверждается сравнением их ИК-спектров (рис. 3, спектры 1 и 2). В препарате осталась в качестве растворителя только вода.

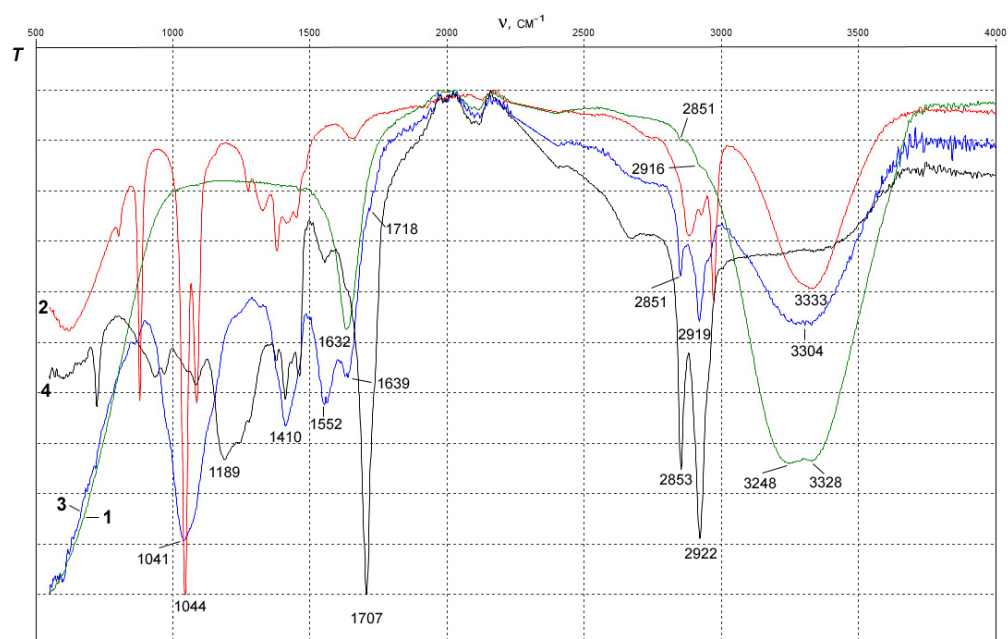


Рис. 3. ИК-спектры профильтрованного жидкого препарата Алкогольная вытяжка из семенных желез (спектр 1), 96 % водного этанола (спектр 2), высушенного образца жидкого профильтрованного препарата (спектр 3) и пленки [9] препарата (спектр 4).

В ИК-спектре жидкого препарата (рис. 3, спектр 1) наблюдается уширенная полоса поглощения ассоциированных OH- и NH-групп с максимумами при 3328 и 3248 cm^{-1} , сильно перекрывающая полосы поглощения CH-связей при 2916 и 2851 cm^{-1} . Интенсивная полоса поглощения при 1632 cm^{-1} отнесена к

деформационным колебаниям молекул воды и связей N–H, а также валентным колебаниям связей C=O и C=C. Широкой полосе в области ниже 1000 см^{-1} в основном отвечает поглощение неплоских деформационных колебаний ассоциированных связей O–H вращательных колебаний молекул воды, а также органических компонентов препарата.

В ИК-спектре высушенного образца жидкого профильтрованного препарата (рис. 3, спектр 3) присутствует широкая полоса поглощения при 3304 см^{-1} , обусловленная валентными колебаниями связей OH, NH и NH_3^+ . Полосы поглощения валентных колебаний связей C–H присутствуют при 2952 , 2919 и 2851 см^{-1} . Уширенная полоса средней интенсивности при 1410 см^{-1} отнесена к поглощению O–H, COO^- и C–H. Деформационным колебаниям связей C–H еще соответствуют полосы поглощения при 1315 и 1245 см^{-1} .

Полосы поглощения при 1562 и 1552 см^{-1} отнесены к деформационным колебаниям групп NH_3^+ и NH биогенных аминов. Полосы 1639 и 1630 см^{-1} могут быть связаны с асимметричными деформационными колебаниями их группы NH_3^+ .

В ИК-спектре высушенного образца препарата также обнаружены полосы поглощения цвиттер-ионной формы аминокислот: аминокислотная полоса I при 1639 см^{-1} и 1630 см^{-1} (асимметричные деформационные колебания NH_3^+), аминокислотная полоса II (симметричные деформационные колебания NH_3^+) при 1562 и 1552 см^{-1} , а также полосы асимметричных и симметричных валентных колебаний карбоксилата COO^- при 1611 и 1410 см^{-1} соответственно (рис. 3, спектр 3). В данных областях находятся полосы поглощения пептидной связи –CO–NH–: полосы амид I (1639 и 1630 см^{-1} ; связи C=O) и амид II (1562 и 1552 см^{-1} ; связи NH). Колебания ароматического кольца соответствует слабая полоса поглощения при 1508 см^{-1} .

Полоса поглощения C=O у сложных эфиров обычно находится в области $1735\text{--}1750\text{ см}^{-1}$ [10]. Однако в этой области поглощение в спектре высушенного препарата не наблюдается. При длительном хранении жиры автокаталитически гидролизуются с образованием свободных высших карбоновых кислот. Липиды также подвергаются окислению, среди продуктов которого появляются карбоновые кислоты. Образующиеся при этом карбоновые кислоты могут ассоциироваться в димеры. Поглощение C=O в COOH димерных форм обнаруживается в области около 1710 см^{-1} [11]. Действительно, в ИК-спектре высушенного препарата имеется полоса поглощения C=O-групп при 1718 см^{-1} . У ранее изученной нами сохранившейся пленки Вытяжки из семенных желез лаборатории Д. Калениченко [9] самой интенсивной является полоса поглощения C=O карбоновых кислот при 1707 см^{-1} (рис. 3, спектр 4).

В отличие от высушенной жидкой фазы (рис. 4, спектр 1), в коричневом осадке препарата имелись сложные эфиры. Об этом свидетельствует полоса их поглощения при 1734 см^{-1} (рис. 4, спектр 2), имеющая несколько большую интенсивность, чем полоса C=O карбоновых кислот при 1719 см^{-1} . Очевидно, что вода ограничено проникала в твердую фазу осадка. Это способствовало сохранности жиров, находящихся в ней. Полоса поглощения связей C=O в сложных эфирах также

наблюдалась в ИК-спектрах сухого темного налета препарата (при 1735 см^{-1}) и черного налета с его пробки (при 1742 и 1736 см^{-1}) (рис. 5, спектры 1 и 2).

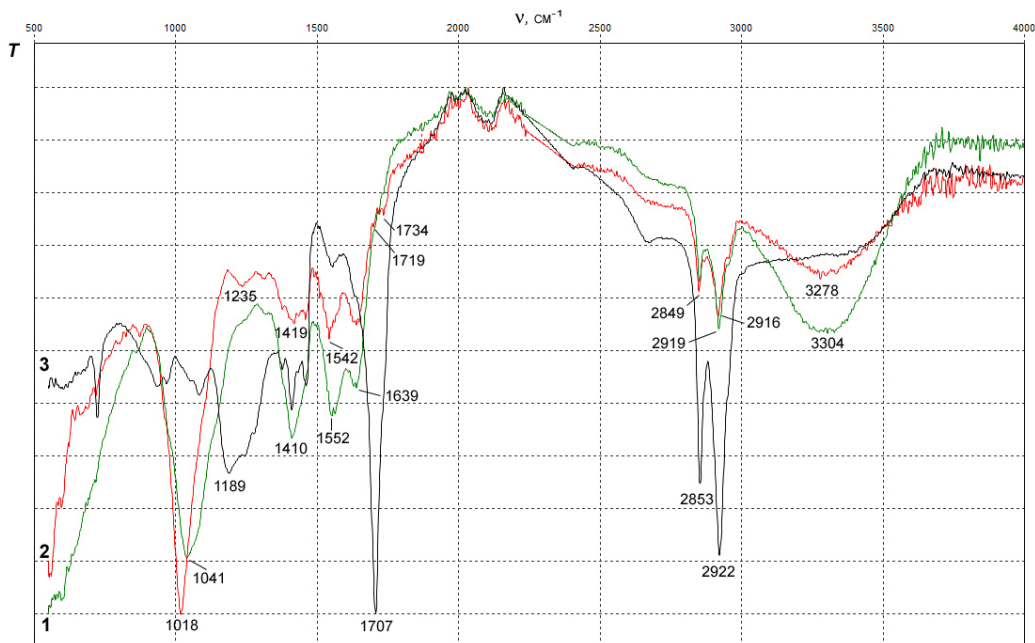


Рис. 4. ИК-спектры высушенного образца жидкого профильтрованного препарата Алкогольная вытяжка из семенных желез (спектр 1), коричневого осадка препарата (спектр 2) и пленки [9] препарата (спектр 3).

Известно, что непредельные карбоновые кислоты со временем автоокисляются, образуя сначала гидропероксиды, а потом эпоксиды, карбоновые кислоты и прочие соединения [12]. В спектре высушенного препарата в области 1190 см^{-1} отсутствует поглощение гидропероксидов [13] и эпоксидов [14] (рис. 4, спектр 1). Но в спектре ранее изученной его пленки [9] наблюдалась достаточно интенсивная широкая полоса поглощения связей С–О при 1189 см^{-1} (рис. 4, спектр 3), вызванная накоплением продуктов окисления (гидропероксидов и эпоксидов). Таким образом, в жидком препарате реакции окисления веществ были замедленны из-за меньшего доступа кислорода воздуха. Известно, что при отсутствии контакта с воздухом и действия света непредельные карбоновые кислоты могут достаточно длительно сохраняться [15]. В нашем случае герметичность склянки препарата не была полностью утрачена. Кроме того, в спектрах сухого темно-коричневого налета препарата (рис. 5, спектр 1) и черного налета с его пробки (рис. 5, спектр 2) в области 1190 см^{-1} также не наблюдается поглощение.

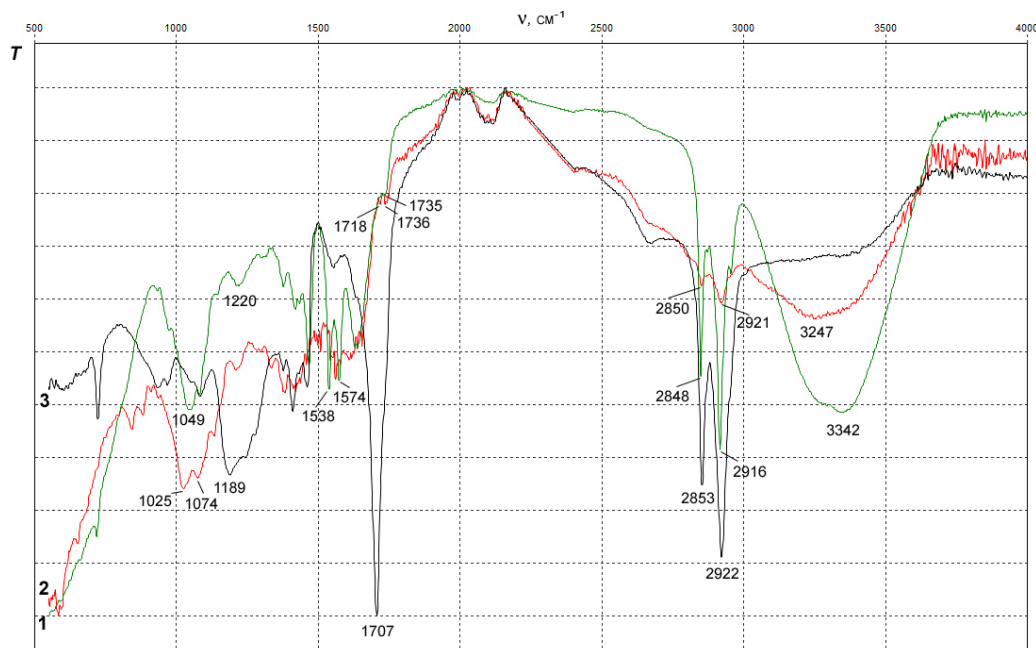


Рис. 5. ИК-спектры высушенного темного налета препарата на стенках склянки (спектр 1), черного налета с пробки (спектр 2) и пленки [9] препарата (спектр 3).

В спектре высушенного препарата широкая интенсивная полоса поглощения при 1041 см^{-1} обусловлена колебаниям связей C–OH и C–N (рис. 4, спектр 1). Аналогичное поглощение у коричневого осадка препарата наблюдается при 1018 см^{-1} (рис. 4, спектр 2), у темного налета на склянке – при 1143 , 1081 , 1049 и 975 см^{-1} (рис. 5, спектр 1), а у черного налета на пробке – при 1133 , 1074 и 1025 см^{-1} (рис. 5, спектр 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Впервые проведен детальный ИК-спектроскопический анализ образца жидкого лекарственного препарата Алкогольная вытяжка из семенных желез Органотерапевтической лаборатории Д. Калениченко (г. Москва, начало XX в.).
2. В ИК-спектре препарата присутствуют полосы поглощения, характерные для аминокислот, белков, биогенных аминов, углеводов, карбоновых кислот и жиров. При этом установлено, что в жидком препарате и его осадке процессы окисления веществ были замедлены. Кроме того, наблюдалось сохранение жиров в осадке препарата.

Список литературы

1. Успенский Д. М. Органотерапия. Целебные свойства органов животных. Новые способы лечения болезней по методу Brown-Séguard'a / Д. М. Успенский. – СПб.: тип. князя В. П. Мещерского, 1896. – 402 с.

2. Poehl A. Rational organotherapy with reference to urosemiology / A. Poehl, P. J. Tarchanoff, Alf. Poehl [et al.]. – Philadelphia: P. Blakiston's Son & Co., 1906. – 239 p.
3. Juyena N. S. Seminal plasma: an essential attribute to spermatozoa / N. S. Juyena, C. Stelletta // J. Androl. – 2012. – Vol. 33, № 4. – P. 536–551.
4. Mann T. The biochemistry of semen / T. Mann. – London: Methuen; New York: Wiley, 1954. – 240 p.
5. Picard J. Y. Biochemical analysis of bovine testicular anti-Müllerian hormone / J. Y. Picard, C. Goulut, R. Bourrillon, N. Josso // FEBS Lett. – 1986. – Vol. 195, № 1–2. – P. 73–76.
6. Kesterson H. Nutrient analysis of raw beef variety meat items / H. Kesterson, D. R. Woerner, T. E. Engle [et al.] // Meat Muscle Biol. – 2018. – Vol. 2, № 2. – 35.
7. Органотерапевтический способ лечения болезней // Русская воля. – 1917. – № 176. – 27 июля. – С. 6.
8. Лечение спермином и вытяжками из семенных желез животных – отнюдь не одно и то же // Саратовский вестник. – 1912. – № 257. – 21 нояб. – С. 5.
9. Яковишин Л. А. Анализ лекарственного препарата Алкогольная вытяжка из семенных желез (секаровская жидкость) Д. Калениченко начала XX века / Л. А. Яковишин // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2024. – Т. 10 (76), № 2. – С. 316–326.
10. Казицына Л. А. Применение УФ-, ИК-, ЯМР- и масс-спектрологии в органической химии / Л. А. Казицына, Н. Б. Куплетская. – М.: Изд-во МГУ, 1979. – 240 с.
11. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений / К. Наканиси. – М.: Мир, 1965. – 216 с.
12. Thomas A. Fats and fatty oils. Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry / A. Thomas, B. Matthäus, H.-J. Fiebig. – Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2015. – P. 1–84.
13. Shreve O. D. Infrared absorption spectra of some hydroperoxides, peroxides, and related compounds / O. D. Shreve, M. R. Heether, H. B. Knight [et al.] // Anal. Chem. – 1951. – Vol. 23, № 2. – P. 282–285.
14. Rahman M. A. Sustainable approach for catalytic green epoxidation of oleic acid with applied ion exchange resin / M. A. Rahman, N. M. Mubarak, I. S. Azmi [et al.] // Sci. Rep. – 2023. – Vol. 13, № 1. – 15470.
15. Яцишина Е. Б. Комплексное исследование покрытия волос древнеегипетских мумий / Е. Б. Яцишина, В. М. Пожидаев, Я. Э. Сергеева [и др.] // Журн. аналит. химии. – 2020. – Т. 75, № 2. – С. 171–184

**EXTRACT FROM THE SEMINAL GLANDS OF D. KALENICHENKO
ORGANOTHERAPEUTIC LABORATORY: NEW DATA ABOUT A MEDICINAL
PREPARATION FROM THE EARLY 20TH CENTURY**

Yakovishin L. A.

*Sevastopol State University, Sevastopol, Russia
E-mail: chemsevntu@rambler.ru*

One of the well-known Russian organ preparations of that time was the Alcoholic extract from the seminal glands (Sekar's liquid) (*Liquor testicularum spirituos*), which was produced by the Organotherapeutic Laboratory of D. Kalenichenko in Moscow at the beginning of the 20th century.

They examined a sample of the medicine Alcoholic extract from the seminal glands that was approximately 110–120 years old. In the IR spectrum of the liquid drug, a

broadened absorption band of associated OH and NH groups with maxima at 3328 and 3248 cm^{-1} is observed, strongly overlapping the absorption bands of CH bonds at 2916 and 2851 cm^{-1} . The intense absorption band at 1632 cm^{-1} is attributed to the deformation vibrations of water molecules and N–H bonds, as well as the stretching vibrations of C=O and C=C bonds. The broad band in the region below 1000 cm^{-1} mainly corresponds to the absorption of out-of-plane deformation vibrations of associated O–H bonds, rotational vibrations of water molecules, and organic components of the preparation.

Unsaturated carboxylic acids are known to autooxidize over time, forming first hydroperoxides and then epoxides, carboxylic acids, and other compounds. The IR spectrum of the dried preparation shows no absorption of hydroperoxides or epoxides at 1190 cm^{-1} . Thus, oxidation reactions in the liquid preparation were slowed due to reduced access to atmospheric oxygen.

Unlike the dried liquid phase of the preparation, its precipitate contained esters. This is evidenced by their absorption band at 1734 cm^{-1} , which is slightly more intense than the C=O band of carboxylic acids at 1719 cm^{-1} . Clearly, water had limited penetration into the solid phase of the precipitate. This contributed to the preservation of the fats present within it. The absorption band of C=O bonds in esters was also observed in the IR spectrum of the dry dark deposit of the preparation on the walls of the bottle in which it was located (at 1735 cm^{-1}).

Thus, the IR spectrum of the preparation Extract from the seminal glands of D. Kalenichenko organotherapeutic laboratory contains absorption bands characteristic of amino acids, proteins, biogenic amines, carbohydrates, carboxylic acids, and fats. Furthermore, it was established that oxidation processes were slowed in the liquid preparation and its sediment. Furthermore, the preservation of fats in the sediment was observed.

Keywords: Alcoholic extract from the seminal glands of D. Kalenichenko Organotherapeutic Laboratory, Brown-Séquard liquid, D. K. Kalenichenko, organopreparations, pharmaceutical analysis, IR-Fourier spectroscopy.

References

1. Uspensky D. M., *Organotherapy. Healing properties of animal organs. New methods of treating diseases using the Brown-Séquard method*, 402 p. (Prince V. P. Meshchersky, St. Petersburg, 1896). (in Russ.).
2. Poehl A., Tarchanoff P. J., Poehl Alf., Wachs P., *Rational organotherapy with reference to urosemiology*, 239 p. (P. Blakiston's Son & Co., Philadelphia, 1906).
3. Juyena N. S., Stelletta C., Seminal plasma: an essential attribute to spermatozoa, *J. Androl.*, **33** (4), 536 (2012).
4. Mann T., *The biochemistry of semen*, 240 p. (Methuen, London; Wiley, New York, 1954).
5. Picard J. Y., Goulut C., Bourrillon R., Josso N., Biochemical analysis of bovine testicular anti-Müllerian hormone, *FEBS Lett.*, **195** (1–2), 73 (1986).
6. Kesterson H., Woerner D. R., Engle T. E., Martin J. N., Delmore R. J., Belk K. E., Nutrient analysis of raw beef variety meat items, *Meat Muscle Biol.*, **2** (2), 35 (2018).
7. Organotherapeutic method of treating diseases, *Russian will*, **176**, 6 (1917). (in Russ.).
8. Treatment with spermine and extracts from the seminal glands of animals is by no means the same thing, *Saratov Bulletin*, **257**, 5 (1912). (in Russ.).
9. Yakovishin L. A., Analysis of the drug Alcoholic extract from the seminal glands (Brown-Séquard liquid) D. Kalenichenko of the early 20th century, *Scientific Notes of V. I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*, **10** (2), 316 (2024). (in Russ.).

10. Kazitsyna L. A., Kupletskaya N. B., *Application of UV, IR, NMR and mass spectroscopy in organic chemistry*, 240 p. (Izd-vo MSU, Moscow, 1979). (in Russ.).
11. Nakanishi K., *Infrared spectra and structure of organic compounds*, 216 p. (Mir, Moscow, 1965). (in Russ.).
12. Thomas A., Matthäus B., Fiebig H.-J., *Fats and fatty oils. Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry*, 84 p. (Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2015).
13. Shreve O. D., Heether M. R., Knight H. B., Swern D., Infrared absorption spectra of some hydroperoxides, peroxides, and related compounds, *Anal. Chem.*, **23** (2), 282 (1951).
14. Rahman M. A., Mubarak N. M., Azmi I. S., Jalil M. J., Sustainable approach for catalytic green epoxidation of oleic acid with applied ion exchange resin, *Sci. Rep.*, **13** (1), 15470 (2023).
15. Yatsishina E. B., Pozhidaev V. M., Sergeeva Y. E., Malakhov S. N., Slushnaya I. S., An integrated study of the hair coating of ancient egyptian mummies, *J. Analyt. Chem.*, **75** (2), 262 (2020). (in Russ.).