



УДК 542.61

Ф.Н. КАПУЦКИЙ, П.М. БЫЧКОВСКИЙ, Т.Л. ЮРКШТОВИЧ,
Г.Л. СТАРОБИНЕЦ, Т.И. БОРЩЕНСКАЯ

ОЦЕНКА СВОБОДНОЙ ЭНЕРГИИ ГИДРОФОБНЫХ И ПОЛЯРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ПРИ ПЕРЕНОСЕ ХЛОРИДОВ СПИРОБРОМИНА И ПРОСПИДИНА ИЗ ВОДЫ В СЛАБОКИСЛОТНЫЙ КАТИОНИТ КБ-4п2(Н)

The values of the standard free energy for the transfer anticancer substances (spirobromin and prospidin) from water into the sorption phase of the weakacid exchanger has been defined. The energy of the hydrophobic interaction compose the more part (about 70%) of this energy.

Для выяснения возможности использования слабокислотного катионита КБ-4п2(Н) в качестве носителя противоопухолевых препаратов — хлоридов спиробромина и проспицина, относящихся к производным (бис-β-хлорэтил)-аммония, нами изучено их молекулярное распределение между водой и набухшим в воде катионитом КБ-4п2(Н). Данный катионит выбран в виду его физиологической безвредности и полифункциональной природы его ионогенных групп, способных наряду с ионным обменом участвовать в дополнительных взаимодействиях: ион-дипольных, диполь-дипольных, в образовании водородных связей и в комплексообразовании [1].

Методики подготовки катионита и изучения молекулярной сорбции описаны [2,3]. Методом рН-метрии установлено, что при близких к нейтральным значениях рН слагаемое ионообменной сорбции пренебрежимо мало. Измерения молекулярной сорбции производились при 239 ± 1 К. Исходные и равновесные концентрации солей во внешнем растворе определялись спектрофотометрически на приборе СФ-26 на длине волны 250 нм. Равновесная концентрация соли в фазе катионита находилась по разности, а также путем вымывания соли из фазы катионита и последующего определения Cl-иона в промывных водах методом потенциометрического титрования раствором нитрата серебра. Расхождение между результатами обоих методов не превышает 7–10%.

Константы межфазного распределения солей (K_d) определялись по начальным наклонам изотерм распределения $\bar{C} - C$, где C — равновесные концентрации солей в обеих фазах и надстрочный индекс относится к фазе катионита. Значения K_d для спиробромина и проспицина оказались равными $56 \text{ мл} \cdot \text{г}^{-1}$ и $27 \text{ мл} \cdot \text{г}^{-1}$ соответственно. Значения свободной энергии Гиббса, соответствующие переносу солей из водной фазы в фазу катионита, рассчитывались по уравнению:

$$\Delta G_t^0 = -2,3 RT \lg K_d. \quad (1)$$

Они оказались равными $-9,8 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$ и $-8,0 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$ для спиробромина и для проспицина.

В работе [3] при изучении распределения алифатических аминокислот между водой и катионитом КБ-4п2(Н) было установлено, что инкремент CH_2 -группы (I_{CH_2}) в логарифм констант распределения кислот равен 0,080, т.е. стандартная свободная энергия переноса CH_2 -группы из воды в катионит равна:

$$\Delta G_t^0(\text{CH}_2) = -2,3 RT 0,080 = -0,45 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}. \quad (2)$$

Далее известно [4], что $I_{\text{CH}_3} = 4/3 I_{\text{CH}_2}$, т.е. $I_C = I_H = 1/3 I_{\text{CH}_2}$.

На основании этих данных были рассчитаны гидрофобные слагаемые свободной энергии переноса спиробромина и проспидина из воды в фазу сорбента. Для спиробромина, молекула которого содержит 16 CH_2 -групп и две кето-группы,

$$\Delta G_{\text{гфб}}^0 = -2,3 RT (16 I_{\text{CH}_2} + 2 I_{\text{C}}) = -7,5 \text{ кДж моль}^{-1}. \quad (3)$$

Для проспидина, молекула которого содержит 16 CH_2 -групп и две CN -группы,

$$\Delta G_{\text{гфб}}^0 = -2,3 RT (16 I_{\text{CH}_2} + 2 I_{\text{CN}}) = -7,8 \text{ кДж моль}^{-1}. \quad (4)$$

Видно, что гидрофобные слагаемые свободной энергии сорбции обеих солей практически равны.

Из сопоставления результатов, рассчитанных по уравнениям [1] и [2], следует, что вклад свободной энергии ион-дипольных взаимодействий ионов обоих электролитов с диполями ионогенных групп равен приблизительно $-2,3 \text{ кДж моль}^{-1}$. Однако, несмотря на то, что у обоих электролитов слагаемые $\Delta G_{\text{гфб}}^0$ гидрофобных и ион-дипольных взаимодействий в пределах погрешности эксперимента равны, величина свободной энергии переноса проспидина на 2 кДж моль^{-1} меньше, чем у спиробромина. Отсюда следует, что практически весь выигрыш свободной энергии ион-дипольных взаимодействий при сорбции проспидина затрачивается на перенос входящих в состав его катиона двух сильно полярных OH -групп из водной в сорбционную фазу.

Таким образом установлено, что подавляющую часть свободной энергии переноса обеих солей (около 70%) составляет свободная энергия гидрофобных взаимодействий.

1. Шатаева Л.К., Кузнецов Н.Н., Елькин Г.Э. // Карбоксильные катиониты в биологии. Л., 1979.

2. Старобинец Г.Л., Борщенская Т.И., Максимова С.Г. // Докл. АН БССР. 1983. Т.27. №2. С.138.

3. Капуцкий Ф.Н., Юркштович Т.Л., Старобинец Г.Л., Борщенская Т.И. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2 1994. №3. С.17

4. Коренман И.М. Экстракция в анализе органических веществ. М. 1977.

УДК 591.9(476)+595.764

А.В. ФРОЛОВ

К ПОЗНАНИЮ ЖУКОВ РОДА *Aphodius* (Coleoptera, Scarabaeidae) ФАУНЫ БЕЛАРУСИ

Aphodius zenkeri German and *A. paykulli* are reported from Belarus for the first time. Notes on phenology of *A. nemoralis* Erichson, *A. coenosus* (Panzer), *A. uliginosus* Hardy, *A. zenkeri* German and *A. corvinus* Erichson, inhabited mixed forest in Belovezhskaya puscha, are given.

При обработке энтомологических сборов, проведенных в заповеднике Беловежская Пуца и Березинском государственном биосферном заповеднике, были получены новые данные по распространению и биологии жуков р. *Aphodius*.

A. zenkeri German, 1813. Материал: более 100 экземпляров, в основном самцов, собрано в окр. д. Б. Селище в сосновом лесу в помете оленей (26–28.07.95). Данный вид не указывался прежде для государств СНГ. По данным литературы [1, 2], вид распространен в Центральной и Южной Европе. Есть указания для Польши [3]. Таким образом, к настоящему моменту точка сбора из Беловежской Пуцы является, возможно, самой северо-восточной. Указанный вид, вероятно, является доминирующим копрофагом в помете копытных летом (в данных биотопах). Кроме него в это время были собраны лишь единичные экземпляры *A. corvinus* Erichson и *A. uliginosus* Hardy.

Близкий вид — *A. maculatus* Sturm — обитает в Карпатах и на Кавказе.

Во время поездок в Беловежскую Пуцу были изучены состав и динамика численности комплекса видов копрофагов, питающихся пометом диких копытных (в основном оленей). Ядро этого комплекса составляют четыре европейских и европейско-кавказских эндемика — *Aphodius nemoralis* Erichson, *A. uliginosus* Hardy, *A. zenkeri* German, *A. corvinus* Erichson и *A. coenosus* (Panzer), который также обитает в Западном Казахстане и Малой Азии. Наиболее разнообразно этот комплекс представлен весной. В этот период *A. nemoralis*, *A. сое-*