

– Т. 9, № 5(46) [Электронный ресурс]. – URL: <http://mprj.ru> (дата обращения: 22.02.2020).

5. Сиденкова А.П. Уместность применения дименсионального подхода к изучению тяжелых когнитивных расстройств позднего возраста //Уральский медицинский журнал. – 2018. - №12. - С. 5-11.

УДК 615.074:54+544.352

**Сафонова Е.А., Миняева О.А.**  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАСТВОРОВ**  
**ЛЕЦИТИНА СОЕВОГО**

МАОУ СОШ № 98, 10 класс  
Челябинск, Российская Федерация

**Safonova E.V., Minyaeva O.A.**  
**RESEARCH OF VISCOUS CHARACTERISTICS OF SOYA LECITHIN**  
**SOLUTIONS**

Municipal autonomous educational institution secondary school № 98, Grade 10  
Chelyabinsk, Russian Federation

E-mail: oa-minyaeva@yandex.ru

**Аннотация.** Изучены вязкостные свойства водных растворов лецитина соевого, являющегося компонентом лекарственных форм и имеющего широкий спектр функций для живого организма. При лабораторных исследованиях использованы вискозиметрический и пикнометрический методы измерений. Показано, что концентрационные зависимости относительной вязкости водных растворов лецитина соевого при концентрации, не превышающей 2%, описываются уравнением Эйнштейна с поправкой на величину и физический смысл коэффициентов. Относительная вязкость таких растворов практически не зависит от температуры в интервале от 8°C до 30°C. Существенную роль в изменении вязкости системы температура начинает играть при концентрации лецитина соевого более 5%. Результаты исследований могут быть использованы для прогнозирования свойств лекарственных препаратов при их хранении и использовании.

**Annotation.** The viscosity properties of aqueous solutions of soya lecithin, which is a component of dosage forms and has a wide range of functions for a living organism, were studied. The viscometric and pycnometric measurement methods were used in laboratory studies. The study showed that the concentration dependences of the relative viscosity of aqueous solutions of soya lecithin at a concentration not exceeding 2% are described by the Einstein's equation adjusted for the magnitude and physical meaning of the coefficients. The relative viscosity of such solutions is practically independent of temperature in the range from 8°C to 30°C. The temperature begins to

play a significant role in changing the system viscosity at a soya lecithin concentration above 5%. Research results can be used to predict the properties of dosage forms during their storage and application.

**Ключевые слова:** лецитин, вязкость, уравнение Эйнштейна

**Keywords:** lecithin, viscosity, Einstein's equation

### **Введение**

Медицина и фармация используют множество лекарственных препаратов, произведенных из биологических объектов по современным технологиям: препараты крови и плазмы крови, препараты, содержащие определенный набор аминокислот, биологически активные добавки, включающие лецитин, витамины, ферменты, энзимы и т.д. Лецитины – холинфосфолипиды – это строительный материал для клеточных мембран и один из основных материалов тканей печени и нервной ткани. Лецитины являются естественным для живого организма мощным антиоксидантом и предупреждают образование свободных радикалов. Благодаря лецитинам клеточные мембраны осуществляют свою транспортную функцию и проявляют избирательную проницаемость для различных веществ, в том числе лекарственных [1, 4-7]. Агрегация лецитинов в живом организме сопровождается формированием надмолекулярных структур в виде бислоев с плоскостной или сферической структурой, внутри которых накапливаются и переносятся водорастворимые и жирорастворимые биологически активные вещества и вода. В настоящее время созданы современные липосомальные лекарственные формы и ультраэмульсии для лечения онкологических заболеваний, туберкулеза и т.д., в которых различные фармакологически активные вещества включены в подобные сферические структуры молекулярных размеров.

Наиболее значимыми для организма человека составляющими лецитина с точки зрения медицины являются следующие вещества:

1) Холин – это один из важнейших регуляторов работы мозга и нервной системы. Холин участвует в процессе передачи импульсов в нервной ткани. В настоящее время, которое характеризуется избытком информации и высокой скоростью ее изменения, быстро наступают умственные и физические перегрузки. Для снятия напряжения и перегрузок с нервной ткани крайне необходимым является именно холин.

2) Пальмитиновая и стеариновая кислоты – одни из самых важных веществ для энергетического обмена.

3) Арахидоновая кислота – ненасыщенная жирная кислота, относящаяся к классу омега-6-ненасыщенных жирных кислот; обеспечивает нормальное функционирование клеток печени и надпочечников.

Исходя из перечисленных функций веществ, входящих в состав лецитина, для живого организма, лецитин называют системным веществом, поскольку спектр его воздействия невероятно широк, и компоненты лецитина активно участвуют практически во всех процессах человеческого организма [1, 4-7].

Лецитин является компонентом различных лекарственных форм, в том числе жидких (для парентерального питания) и представляющих собой дисперсные системы (гели). Вязкость таких лекарственных форм может изменяться при хранении, под воздействием различных температур. Поэтому определение количественных характеристик вязкости растворов лецитина и описание изменения вязкости при варьировании температуры является очень важным и актуальным.

**Цель исследования** – количественная оценка вязкости водных растворов лецитина в аспекте анализа функций лецитина в составе современных лекарственных препаратов и БАД.

#### **Материалы и методы исследования**

Для лабораторных экспериментов по изучению вязкостных свойств водных растворов лецитина был использован соевый лецитин изготовителя ООО «Балтик Гранд Сервис», г.Санкт-Петербург, представляющий собой фосфолипидный гранулированный комплекс в виде мелких, упругих, желтых гранул. Кинематическую вязкость растворов лецитина определяли при помощи капиллярного вискозиметра серии ВПЖ-2 с диаметром капилляра 0,73 мм и константой капилляра 0,02863 мм<sup>2</sup>/с<sup>2</sup>. В дальнейшем осуществляли пересчет кинематической вязкости в динамическую и относительную вязкость [7]. Термостатирование при различных температурах осуществляли при помощи термостата ТС-1/80 СПУ и холодильной камеры. Плотность испытуемых растворов определяли пикнометрически.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

В ходе лабораторных экспериментов установлено, что вязкость водных растворов лецитина зависит от концентрации вещества и от температуры (рис. 1, 2). При концентрации лецитина до 2% включительно данные зависимости представляют собой линии, близкие к прямой. Пусть уравнение прямой, описывающей зависимость относительной вязкости растворов от концентрации лецитина соевого имеет вид:  $\eta_{отн} = \kappa + \alpha \cdot C$ . Такое уравнение аналогично уравнению Эйнштейна для описания относительной вязкости растворов высокомолекулярных веществ.

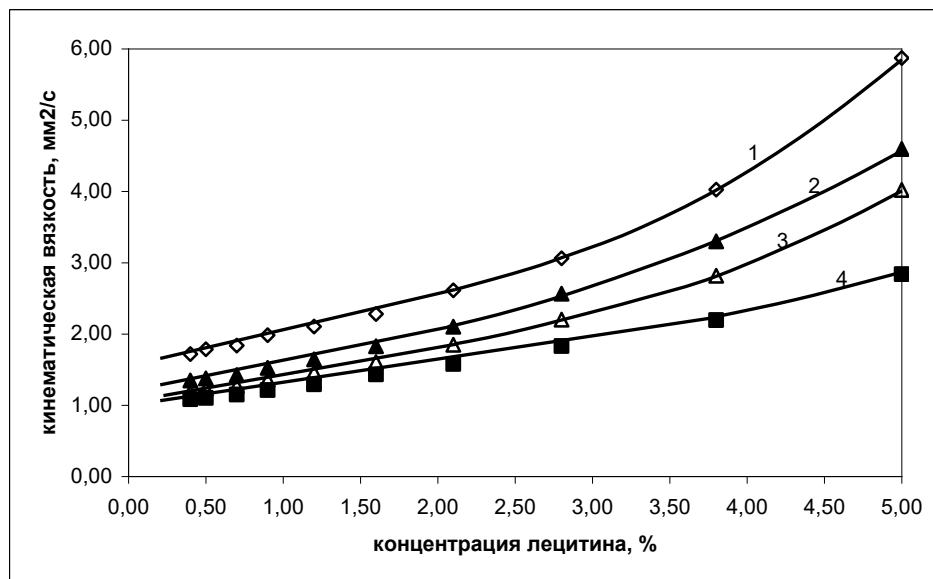


Рис. 1. – Зависимость кинематической вязкости водных растворов лецитина соевого от концентрации при различных температурах (1 – 8°C; 2 – 16°C; 3 – 25°C; 4 – 30°C)

Используя графический метод, определили коэффициенты в уравнении прямой. Коэффициент  $K$  для всех зависимостей близок к единице. Это свидетельствует о том, что для описания вязкости водных растворов лецитина в данном интервале концентраций можно применить классическое уравнение Эйнштейна [7]. Коэффициент  $\alpha$  в классическом уравнении Эйнштейна отражает форму частиц вещества в растворе. Найденные значения коэффициентов  $\alpha$  в эксперименте от 33 до 40, что намного превышает теоретическое значение  $\alpha=2,5$  [2, 3, 7]. Непротиворечивое объяснение полученным результатам дается с позиций физического смысла коэффициентов  $K$  и  $\alpha$ . Экспериментально найденное значение  $K$  близко к единице, поскольку вязкость исследуемых растворов лецитина соевого близка к вязкости чистой воды. Значение коэффициента  $\alpha$  определяется формой частиц вещества в растворе и уровнем взаимодействия частиц растворенного вещества с растворителем (сольватацией). Оба коэффициента  $K$  и  $\alpha$  отражают влияние уровня взаимодействия молекул вещества между собой и с растворителем и влияние молекулярной массы вещества на вязкость биологической системы в целом. Очень высокие значения коэффициента  $\alpha$  свидетельствуют о том, что молекулы лецитина в водных растворах агрегируются определенным образом, и данные агрегаты молекул имеют выраженную анизодиаметричность.

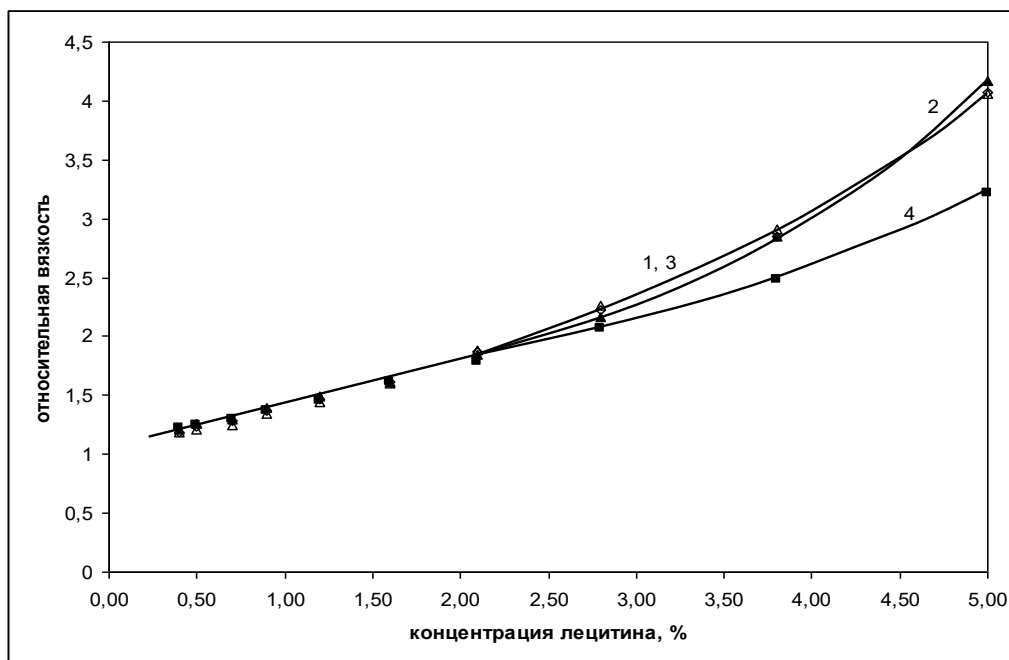


Рис. 2. – Зависимость относительной вязкости водных растворов лецитина соевого от концентрации при различных температурах (1 – 8°C; 2 – 16°C; 3 – 25°C; 4 – 30°C)

По полученным экспериментальным данным найдена область концентраций, начиная с которой значительно проявляется температурный эффект изменения вязкости – существенную роль в изменении вязкости системы температура начинает играть при концентрации лецитина соевого в растворе порядка 5%.

Если рассмотреть зависимость коэффициента  $\alpha$  от температуры, то в изученном интервале температур 8 – 30°C найденные значения  $\alpha$  образуют полупериод периодической кривой. Поскольку изучен небольшой интервал температур, данный вопрос по периодическому изменению свойств требует дальнейших исследований. Возникновение и экспериментальная регистрация периодических кривых может свидетельствовать о протекании периодических процессов. Это естественные природные процессы – структурообразование и самоорганизация. Формирование периодических структур, называемых автоволновыми, выявлено для объектов живой и неживой природы. Автоволновые структуры в неживой природе характерны для осадков оксигидратов переходных металлов. В живой природе автоволновые образования наблюдаются при дегидратации сыворотки крови или растворов белков. Структурная самоорганизация биологических жидкостей имеет свои особенности для нормально функционирующего живого организма и для патологических состояний [6]. Поскольку лецитин является биологическим объектом и в водных растворах формирует коллоидные структуры ламеллярного или сферического строения, то изменение концентрации лецитина или изменение любого другого параметра окружающей среды может привести к периодическому изменению структурных и вязкостных характеристик раствора, содержащего лецитин.

**Выводы:**

1. Показано, что вязкость водных растворов лецитина соевого зависит от концентрации вещества и температуры. Определены значения и физический смысл коэффициентов в уравнении Эйнштейна для описания функций вязкости водных растворов лецитина соевого. В биологических системах, к которым относятся водные растворы белков и лецитина, коэффициенты в уравнении Эйнштейна отражают как форму частиц вещества в растворе, так и уровень межмолекулярного и внутримолекулярного взаимодействия.

2. Экспериментально найдена область концентраций, начиная с которой значимо проявляется температурный эффект изменения вязкости.

**Список литературы:**

1. Биохимия: Учеб. для вузов, под ред. Е.С. Северина, 2013. - 779 с.
2. Миняева О.А. Концентрационные зависимости вязкости белковых систем и рефрактометрический анализ растворов белков / О.А. Миняева, Д.И. Ботова, Е.С. Нелюбина // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – Режим доступа: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=15323> (дата обращения: 14.02.2020).
3. Миняева О.А. О коллигативных и вязкостных свойствах водных растворов лецитина / О.А. Миняева, М.Н. Зацепина, А.С. Сидорченко // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-2. Режим доступа: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=19873> (дата обращения: 14.02.2020).
4. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: Учебник для вузов / Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд и др./ Под ред. Ю.А. Ершова. – М.: Высшая школа, 2003. – 560 с.
5. Попков В.А. Общая химия: учебник./ В.А.Попков, С.А. Пузаков – М.:ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 976 с.
6. Слесарев В.И. Основы химии живого. - С.-Пб.: Химиздат, 2007. – 790 с.
7. Физическая и коллоидная химия : учеб. для фармац. вузов и факультетов / под ред. проф. Беляева А.П. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 700 с.

УДК 61:001.89

**Сидорова Л.В., Медведевских Е.Н.**

**ВЫЯВЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЗИСТЕНТНОСТИ  
МИКРООРГАНИЗМОВ, ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ЗАКРЫТЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ,  
К АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМ ПРЕПАРАТАМ СЕДИМЕНТАЦИОННЫМ  
МЕТОДОМ.**

МАОУ «Лицей № 9»

Каменск – Уральский, Российская Федерация

**Sidorova L.V., Medvedevskikh E. N.**