

Investigating model lipid membranes complementarily by neutron and Raman scattering

Dmytro Soloviov, Yersultan Arynbeq

Abstract

We have studied the effect of cholesterol and/or melatonin on the static and dynamical properties of DPPC and POPC-based phospholipid bilayers utilizing neutron scattering techniques and Raman spectroscopy. We report that cholesterol induced an increase in bilayer thickness, while melatonin induced a decrease in bilayer thickness in the three-component systems of lipid/cholesterol/melatonin. Commensurately, by evaluating the projected area of lipid, we demonstrate its decrease with an increasing concentration of cholesterol, and its increase with an increasing concentration of melatonin. The demonstrated condensing effect of cholesterol and the fluidizing effect of melatonin appear in an additive manner upon their mutual presence.

Raman spectroscopy is known as a very sensitive instrument for probing conformational changes manifested in vibrational spectra of biological samples under certain conditions. The analysis of the obtained Raman spectra for DPPC was done in the certain part of the fingerprint region, specifically 1030-1150 cm^{-1} , as it is known to be sensitive to trans/gauche conformations. We evaluated spectral weights (i.e., integrated areas) of three dominant Raman bands of DPPC (1062 cm^{-1} , 1096 cm^{-1} , 1127 cm^{-1}) for estimating the order/disorder dynamics in our systems.

As expected, based on the two-component systems of lipid/cholesterol or lipid/melatonin studied previously, we show the impact of cholesterol and melatonin being opposite and competitive in the case of three-component systems of lipid/cholesterol/melatonin. It has been revealed that the effect of cholesterol appears to prevail over that of melatonin in the case of structural properties of DPPC-based bilayers, which can be explained by its interactions targeting primarily the saturated lipid chains. As a result of our studies and evaluations of the trans / gauche conformations ratios, it was shown that the dynamics of the studied three-component lipid-cholesterol-melatonin systems demonstrates a balanced competing effect of the two additives used in this study.

Комплементарное исследование модельных липидных мембран методами нейтронного и рамановского рассеяния

Дмитрий Соловьев, Ерсултан Арынбек

Аннотация

Используя методы нейтронного рассеяния и рамановской спектроскопии было исследовано влияние холестерина и / или мелатонина на структурные и динамические свойства фосфолипидных бислоев ДПФХ и ДОФХ. Мы показали, что холестерин индуцирует увеличение толщины липидного бислоя, в то время как добавление мелатонина приводит к уменьшению толщины бислоя в трехкомпонентных системах липид / холестерин / мелатонин. При этом, оценка площади липидов показывает, ее уменьшение с увеличением концентрации холестерина и ее увеличение с увеличением концентрации мелатонина. Показанный конденсирующий эффект холестерина и расжижающий эффект мелатонина проявляются аддитивно при их одновременном присутствии в мембране.

Рамановская спектроскопия является чувствительным инструментом для изучения конформационных изменений, проявляющихся в колебательных спектрах биологических образцов при определенных условиях. Анализ рамановских спектров проводился в

определенной спектральной области «отпечатка пальца», а именно в области 1030-1150 см^{-1} , чувствительной к транс / гош конформациям. Для оценки динамики упорядочения/разупорядочения исследуемых нами систем вычислялись отношения спектрального веса (интегральная площадь) для трех доминантных рамановских линий (1062 см^{-1} , 1096 см^{-1} , 1127 см^{-1}).

Как и ожидалось на основе предыдущих исследований двухкомпонентных систем липид / холестерин и липид / мелатонин, влияние холестерина и мелатонина является противоположным и конкурентным в случае трехкомпонентных систем липид / холестерин / мелатонин. Показано, что влияние холестерина преобладает над действием мелатонина в случае структурных свойств бислоев на основе DPPC, что может быть объяснено его взаимодействиями, нацеленными, в первую очередь, на насыщенные липидные цепи. В результате наших исследований и оценок соотношений транс / гош конформаций, было показано, что динамика исследуемых трехкомпонентных систем липид-холестерин-мелатонин демонстрирует сбалансированный конкурирующий эффект двух использованных в данной работе добавок.