

УДК 544.4.06:577.115

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ТЕСТИРОВАНИЯ  
СРЕДСТВ АНТИОКСИДАНТОТЕРАПИИ**

**Л.А. Журавлева, В.В. Крайник, В.Н. Ушкалова**

*Сургутский государственный университет*

*Рецензент В.П. Самсонов по представлению О.В. Воронковой*

**Ключевые слова и фразы:** ассортимент антиоксидантов; водно-липидная модель; водорастворимые соединения; метод тестирования; скорость окисления.

**Аннотация:** По результатам исследования мицеллообразования в системах: «вода–цетилтриметиламмоний бромид», «вода–додецилсульфонат натрия», «вода–этилолеат», «вода–метиллинолеат» и соответствующих трехкомпонентных систем, каталитической активности хлоридов меди (II), железа (II), (III), никеля (II), кобальта (II) разработана экспрессная кинетическая модель тестирования водорастворимых антиоксидантов. Проведено тестирование четырех лекарственных препаратов класса фенолов, аминов, тиолов в сравнении с фенолом и пирокатехином. Показана высокая антиоксидантная активность капотена, осалмида и адреналина в водно-липидной среде, что может служить основанием для расширения области их фармакологической активности.

Расширение ассортимента антиоксидантов в технике и медицине возможно только на основе достоверных, сопоставимых методов их тестирования. При этом особенно актуальной является разработка методов тестирования средств антиоксидантотерапии – биоантиоксидантов. Подбор нетоксичных водорастворимых антиоксидантов актуален также для новых направлений пищевой технологии и фармации, разрабатывающих водно-эмульсионные формы.

---

Журавлева Л.А. – старший преподаватель кафедры химии биологического факультета СурГУ; Крайник В.В. – аспирант кафедры химии биологического факультета СурГУ; Ушкалова В.Н. – доктор химических наук, профессор кафедры химии биологического факультета СурГУ.

Все известные методы тестирования антиоксидантов делятся на кинетические и некинетические.

Некинетические методы отличаются тем, что используются нестандартизированные субстраты, исследование ведется в некинетической области процессов окисления, а в качестве показателей используется концентрация нестабильных пероксидов или вторичных продуктов. В качестве субстратов используется олеиновая кислота или различные клеточные, субклеточные компоненты.

Кинетические методы позволяют количественно оценить антирадикальную активность соединений по величине константы скорости обрыва цепей или суммарную антиоксидантную активность по величине периода индукции. Однако, в качестве субстратов чаще всего применяются углеводороды: этилбензол, кумол, что мало подходит для тестирования биоантиоксидантов, обладающих сложным механизмом действия. Известное применение в качестве субстратов эфиров высших ненасыщенных жирных кислот относится только к водонерастворимым антиоксидантам.

Целью настоящей работы является разработка экспрессного, информативного метода тестирования водорастворимых соединений, перспективных для использования в антиоксидантотерапии.

### **Экспериментальная часть**

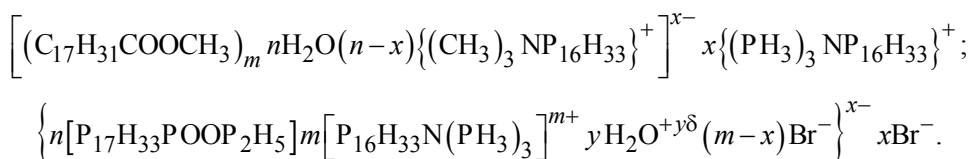
Этилолеат получали этерификацией олеиновой кислоты этанолом в щелочной среде с последующей очисткой и вакуумной перегонкой по стандартной методике [2]. Метиллинолеат марки «химически чистый» использовали без дополнительной очистки. Фенол очищали возгонкой. Пирокатехин – двукратной кристаллизацией из бензола. Ингибиторы и лекарственные препараты подвергались очистке по стандартным методикам [1]. Исследование мицеллообразования двух- и трехкомпонентных систем проводили по методу Ребиндера и рефрактометрически.

Тестирование водорастворимых биоантиоксидантов проводили в пробе метиллинолеата или этилолеата и воды в соотношении 1:3 по объему в присутствии  $(1...5) \cdot 10^{-3}$  моль/л цетилтриметиламмония бромида и  $(1...2) \cdot 10^{-3}$  моль/л хлорида меди. Пробу насыщали молекулярным кислородом. Окисление проводили в термостатированной при  $60 \pm 0,2$  °С ячейке манометрической установки при непрерывном перемешивании. Волюмометрически фиксировали объем поглощенного кислорода во времени, строили кинетические кривые (КК). В указанных условиях проводили окисление в пробах с добавками тестируемых биоантиоксидантов.

### **Результаты и их обсуждение**

При разработке водно-липидной кинетической модели тестирования водорастворимых антиоксидантов исследованы мицеллярные свойства двухкомпонентных систем «вода–цетилтриметиламмоний бромид», «вода–додецилсульфонат натрия», «вода–этилолеат», «вода–метиллинолеат» и соответствующих трехкомпонентных систем. По результатам исследования критической концентрации мицеллообразования выбран эмульгатор

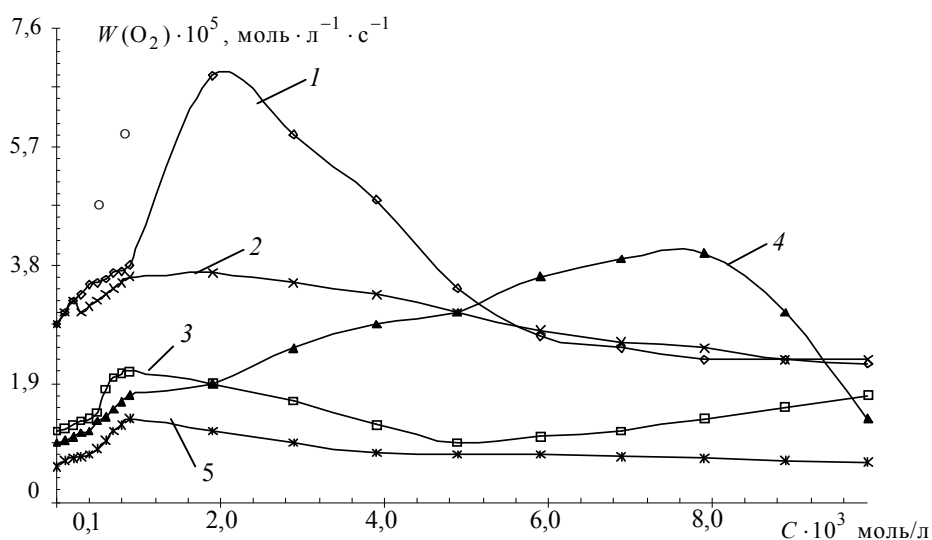
(цетилтриметиламмоний бромид), подобраны оптимальные соотношения компонентов, сделаны предложения о структуре мицелл:



Обе предполагаемые формулы мицелл, включают воду в качестве адсорбционного или потенциалобразующего компонента, что согласуется с большим избытком воды как в эксперименте по оценке критической концентрации мицеллообразования, так и в окисляющихся пробах (молярное соотношение эфира и воды составляет 1:60) и с ее высокой поляризуемостью. Избыток воды также определяет динамическое равновесие мицелл с разным числом агрегации.

Для создания экспрессных условий окисления исследовано влияние катализаторов. В качестве катализаторов исследованы хлориды  $Ni^{2+}$ ,  $Po^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Pu^{2+}$  в интервале концентраций  $1 \cdot 10^{-4} \dots 1 \cdot 10^{-2}$  моль/л (рис. 1). Показана наибольшая эффективность катионов меди, вызывающих наибольшее ускорение процесса при меньших концентрациях. Аналогичные результаты получены для окисления этилолеата в присутствии исследуемых катионов металлов.

На основе этих исследований выбраны условия тестирования водорастворимых биоантиоксидантов: при соотношении эфира ненасыщенной жирной кислоты и воды 1:3 (по объему) оптимальная концентрация эмульгатора (цетилтриметиламмония бромида) соответствует  $(1 \dots 5) \cdot 10^{-3}$  моль/л, катализатора ( $Pu^{2+}$ ) –  $(1 \dots 2) \cdot 10^{-3}$  моль/л, что соответствует их максимальной активности.



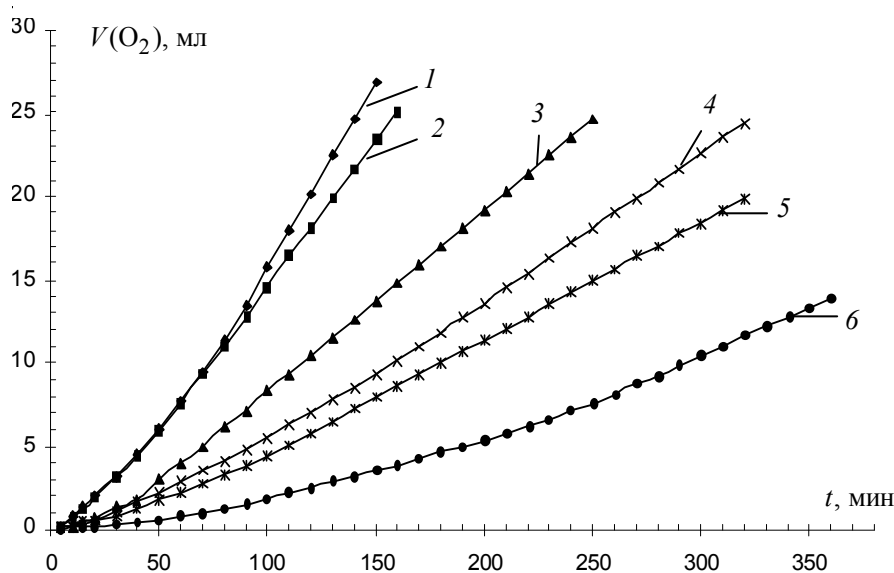
**Рис. 1** Зависимость скорости окисления от концентрации катионов: 1 –  $Pu^{2+}$ ; 2 –  $Fe^{2+}$ ; 3 –  $Fe^{3+}$ ; 4 –  $Po^{2+}$ ; 5 –  $Ni^{2+}$  при окислении метиллинолеата в водно-липидной системе при  $60 \pm 0,2$  °P

Далее, в выбранных условиях изучена кинетика окисления этилолеата или метиллинолеата в зависимости от природы и концентрации нетоксичных водорастворимых соединений. Для исследования выбраны лекарственные препараты, производное фенола–осалмид (2-гидрокси-1-(N-4'-гидроксифенил)бензкарбамид), применяемый как желчегонное средство; производное аминов–адреналин (1-(3',4'-диоксифенил)-2-метиламиноэтанол), как адреномиметическое средство; эмоксипин (3-гидрокси-6-метил-2-этилпиридин), применяемый в офтальмологии; тиолов–капотен (1-[(2S)-3-метилпропионил]-L-пролина), как антигипертензивное средство и для сравнения исследованы в аналогичных условиях фенол, пирокатехин. Типичные кинетические кривые приведены на рис. 2.

Для оценки эффективности антиоксидантов использован метод математической обработки результатов эксперимента. С этой целью в программе Microsoft Excel методом наименьших квадратов подбирают линии тренда и аппроксимирующие функции кинетических кривых по участкам. Для фенола типичная математическая обработка кинетических кривых приведена в табл. 1.

Исследование характера функций (общий вид  $Ax^2 \pm Bx \pm C = 0$ ) дает дополнительную информацию, предваряющую результаты дифференцирования: увеличение коэффициента  $A$  соответствует большей эффективности аутоускорения; коэффициент  $B$  не отражает особенностей процесса; по величине коэффициента  $C$  можно судить о критической концентрации кислорода, при которой начинается процесс аутоускорения.

Далее функции дифференцируют, получая несколько линейных участков (рис. 3), по положению которых относительно оси абсцисс и по наклону судят об эффективности биоантиоксиданта.

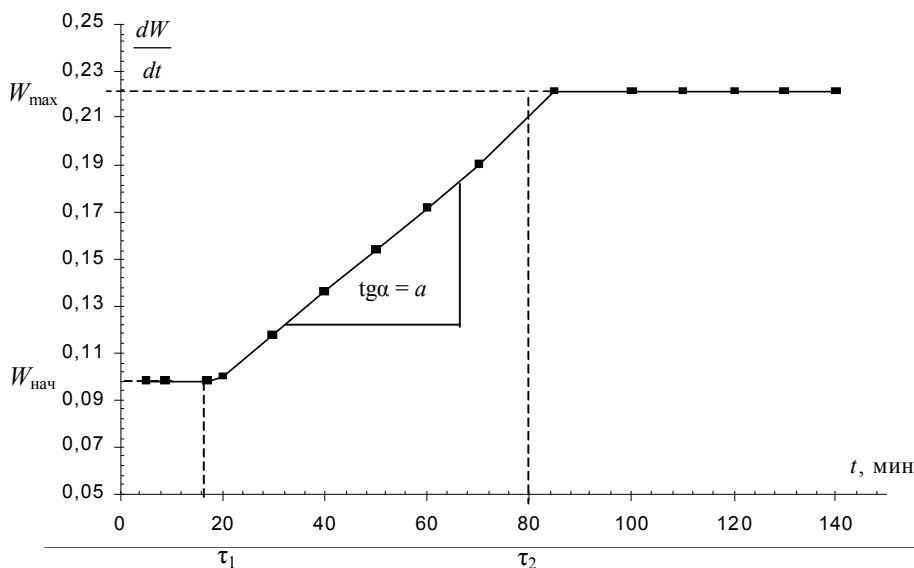


**Рис. 2** Кинетические кривые окисления этилолеата в водно-эмульсионной среде при  $60 \pm 0,2$  °С в присутствии фенола: 1 – контроль; 2 –  $2 \cdot 10^{-4}$ ; 3 –  $5 \cdot 10^{-4}$ ; 4 –  $1 \cdot 10^{-3}$ ; 5 –  $5 \cdot 10^{-3}$ ; 6 –  $1 \cdot 10^{-2}$  моль/л

Таблица 1

**Аппроксимирующие функции кинетических кривых  
каталитического окисления этилолеата в присутствии фенола**

№ п/п	$C_{\text{инН}}$	Функция	Дисперсия
1	Контроль	$y_1 = 0,12x^2 - 0,4$ $y_2 = 0,0014x^2 + 0,0103x + 1,7844$ $y_3 = 0,2254x - 6,8571$	0,9999 0,9984 0,9999
2	$2 \cdot 10^{-4}$	$y_1 = 0,12x - 0,5$ $y_2 = 0,0016x^2 - 0,0264x + 2,5282$ $y_3 = 0,1761x - 3,0464$	0,9998 0,9939 0,9999
3	$5 \cdot 10^{-4}$	$y_1 = 0,0439x - 0,1642$ $y_2 = 0,0012x^2 - 0,0416x + 1,5158$ $y_3 = 0,1098x - 2,7551$	0,9899 0,9978 0,9999
4	$1 \cdot 10^{-1}$	$y_1 = 0,0464x - 0,2214$ $y_2 = 0,0002x^2 + 0,0351x + 0,1348$ $y_3 = 0,0892x - 4,21$	0,9917 0,9988 0,9999
5	$5 \cdot 10^{-3}$	$y_1 = 0,0429x - 0,3193$ $y_2 = 0,0002x^2 + 0,0226x + 0,2955$ $y_3 = 0,0706x - 2,7126$	0,9855 0,9963 0,9997
6	$1 \cdot 10^{-2}$	$y_1 = 0,026x - 0,4344$ $y_2 = 0,0002x^2 - 0,063x + 8,0239$ $y_3 = 0,0576x - 6,876$	0,9739 0,9977 0,9997



**Рис. 3 Расчет кинетических параметров окисления этилолеата  
в водно-эмульсионной среде при  $60 \pm 0,2$  °С в присутствии  $2 \cdot 10^{-3}$  моль/л  
хлорида меди контрольной пробы**

В качестве критериев эффективности и механизма действия биоантиоксидантов выбраны: период полного торможения ( $\tau_1$ ), соответствующий участию биоантиоксиданта в реакции обрыва цепей; период достижения максимальной скорости ( $\tau_2$ ) соответствует выходу процесса на квазистационарный режим; ускорение ( $a_1$  и  $a_2$ )-участию ингибитора в разветвлении процесса; начальная и максимальная скорости процесса; минимальная критическая концентрация соответствует концентрации биоантиоксиданта, при которой не наблюдается изменение кинетики процесса; максимальная критическая концентрация – это концентрация биоантиоксиданта, при которой проявляется антиоксидантная активность биоантиоксиданта.

Далее в условиях водно-липидной кинетической модели исследовано и оценено влияние различных концентраций лекарственных препаратов ( $C_{\text{INH}}$ ), фенола и пирокатехина (табл. 2).

Таблица 2

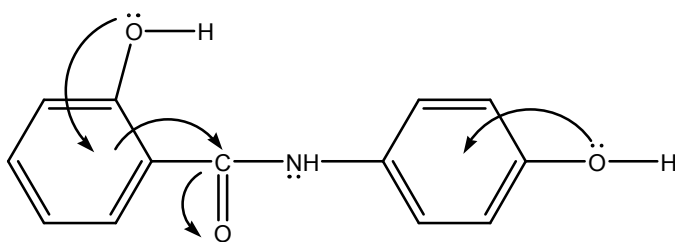
**Кинетические параметры каталитического окисления этилолеата в присутствии различных концентраций антиоксидантов**

№ п/п	$P_{\text{INH}}$ , моль/л	$W_{\text{нач}}$ , моль·л <sup>-1</sup> ·с <sup>-1</sup>	$W_{\text{max}}$ , моль·л <sup>-1</sup> ·с <sup>-1</sup>	$a$ , моль·л <sup>-1</sup> ·с <sup>-2</sup>	$\tau_1$ , мин	$\tau_2$ , мин
1	Контроль	$(7,4 \pm 0,2) \cdot 10^{-5}$	$(1,3 \pm 0,1) \cdot 10^{-4}$	$(2,5 \pm 0,7) \cdot 10^{-8}$	20	85
Фенол						
2	$2 \cdot 10^{-4}$	$7,4 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-8}$	20	90
3	$5 \cdot 10^{-4}$	$2,8 \cdot 10^{-5}$	$6,8 \cdot 10^{-5}$	$4,1 \cdot 10^{-9}$	30	120
4	$1 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-5}$	$5,5 \cdot 10^{-5}$	$4,4 \cdot 10^{-9}$	50	150
5	$5 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-5}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$	$4,1 \cdot 10^{-9}$	80	180
6	$1 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$3,6 \cdot 10^{-5}$	$5,2 \cdot 10^{-9}$	120	210
Осалмид						
7	$1 \cdot 10^{-4}$	$3,2 \cdot 10^{-5}$	$4,1 \cdot 10^{-5}$	$2,2 \cdot 10^{-9}$	30	90
8	$5 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$3,7 \cdot 10^{-5}$	$4,2 \cdot 10^{-9}$	60	120
9	$1 \cdot 10^{-3}$	$5,9 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$	$3,5 \cdot 10^{-9}$	100	210
Эмоксипин						
10	$1 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$7,4 \cdot 10^{-5}$	$2,9 \cdot 10^{-8}$	–	40
11	$5 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$6,4 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-8}$	–	40
12	$1 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$4,1 \cdot 10^{-5}$	$1,04 \cdot 10^{-8}$	–	40
13	$5 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$	$3,6 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-8}$	–	45
14	$1 \cdot 10^{-3}$	$9,6 \cdot 10^{-6}$	$3,4 \cdot 10^{-5}$	$5,7 \cdot 10^{-9}$	25	60
15	$5 \cdot 10^{-3}$	$8,4 \cdot 10^{-6}$	$3,0 \cdot 10^{-5}$	$4,7 \cdot 10^{-9}$	40	120
16	$1 \cdot 10^{-2}$	$6,2 \cdot 10^{-6}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$1,9 \cdot 10^{-9}$	48	180
Пирокатехин						
17	$1 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$6,1 \cdot 10^{-8}$	–	–
18	$5 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$4,9 \cdot 10^{-8}$	50	94
19	$1 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$4,9 \cdot 10^{-8}$	80	120
20	$2 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$4,8 \cdot 10^{-8}$	170	230
Адреналин						
21	$1 \cdot 10^{-4}$	$5,2 \cdot 10^{-5}$	$8,9 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-8}$	30	70
22	$5 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-5}$	$5,9 \cdot 10^{-5}$	$2,8 \cdot 10^{-9}$	30	80
23	$5 \cdot 10^{-3}$	$4,7 \cdot 10^{-5}$	$5,3 \cdot 10^{-5}$	$2,6 \cdot 10^{-9}$	35	85
24	$1 \cdot 10^{-2}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$	$4,9 \cdot 10^{-5}$	$2,2 \cdot 10^{-9}$	40	90

Показано, что все исследованные соединения проявляют различную антиоксидантную активность. Так, кинетические параметры фенола в концентрации  $2 \cdot 10^{-4}$  моль/л практически совпадают с кинетическими параметрами контрольной пробы (минимальная критическая концентрация), что свидетельствует о высокой окисляемости фенола и далее процесс окисления развивается без участия ингибитора. При всех других концентрациях фенола наблюдается снижение начальной и максимальной скоростей, вероятно, за счет превращения катализатора в менее активную  $Pu^{1+}$ . Постоянство ускорения свидетельствует об эффективности обрыва цепей на молекулах фенола.

При всех исследованных концентрациях осалмида наблюдается уменьшение начальных и максимальных скоростей процесса с увеличением концентрации осалмида, причем продукты окисления не участвуют в реакции обрыва цепей.

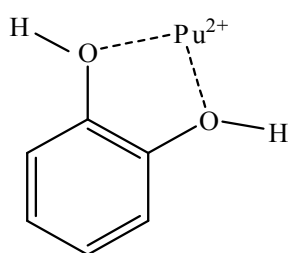
Наблюдается пропорциональное увеличение эффективности периода ускорения с увеличением концентрации осалмида, что, вероятно, связано с меньшей окисляемостью осалмида и дезактивацией катализатора путем хелатообразования и влиянием заместителя в пара-положении, имеющего акцепторный характер:



При низких концентрациях эмоксипина кинетические кривые аппроксимируют по двум участкам: первый – параболой, второй – прямой. При концентрации эмоксипина  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л и выше характер аппроксимирующих функций соответствует характеру функций контрольной пробы, но отличается по величине кинетических параметров, что свидетельствует об изменении механизма действия биоантиоксиданта. Наблюдается уменьшение всех кинетических параметров практически пропорционально увеличению концентрации. При всех исследованных концентрациях эмоксипина нет совпадения кинетических параметров и функций, описывающих кинетические кривые в присутствии биоантиоксиданта с кинетическими параметрами и функциями контрольной пробы. В настоящей системе наблюдается уменьшение максимальной скорости процесса окисления с увеличением концентрации эмоксипина за счет восстановления катионов меди в менее эффективную  $Pu^{1+}$ . Уменьшение максимальной скорости также связано с окислением липидного субстрата, но протекающего менее эффективно, чем в присутствии фенола. При высоких концентрациях эмоксипина наблюдается незначительное увеличение максимальной скорости, вероятно, это свидетельствует об участии ингибитора в реакциях

продолжения цепей и связано с наличием донорных алкильных заместителей в орто- и пара-положениях по отношению к гидроксилу.

При исследовании кинетики и механизма действия окисления этилолеата в присутствии пирокатехина показано, что при соотношении катализатора и ингибитора 20:1 кинетическая кривая описывается функцией прямой линии, и окисление протекает с максимальной скоростью без периода индукции. При концентрациях пирокатехина от  $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л и выше аппроксимация кинетических кривых осуществляется тремя функциями: первый и третий участки – прямой, второй – параболой. Наблюдается снижение начальной скорости и большой период полного торможения, далее выход на максимальную скорость. Представленные результаты свидетельствуют о том, что пирокатехин образует с катализатором комплексы в соответствии со схемой



При этом полное включение в комплекс пирокатехина происходит при избытке катализатора, соответствующем соотношениям 10:1, 20:1, и пирокатехин исчезает как ингибитор.

Комплекс меди оказывается более сильным катализатором, чем Pu<sup>2+</sup>, поэтому наблюдается увеличение максимальной скорости процесса. Некоординированный пирокатехин при соотношениях 4:1, 3:1, 1:1 действует как типичный сильный ингибитор, при этом наблюдается период индукции, и процесс выходит на скорость, соответствующую процессу, катализируемому комплексом ингибитора и меди. Таким образом, предлагаемая модель позволяет оценить комплексообразование ингибитора и механизм их действия.

В присутствии адреналина наблюдается уменьшение всех кинетических параметров с увеличением концентрации биоантиоксиданта. Полученные результаты свидетельствуют о том, что при всех исследованных концентрациях адреналина происходит суммирование противоположно направленных процессов – уменьшение начальной и максимальной скоростей за счет превращения части катализатора в менее активную Pu<sup>1+</sup>. Постоянная величина ускорения свидетельствует об эффективном обрыве цепей на молекулах адреналина. После выхода из периода ускорения наблюдается уменьшение максимальной скорости процесса за счет участия продуктов его окисления в реакциях обрыва цепей.

В условиях водно-липидной кинетической модели исследовано влияние различных концентраций капотена на кинетику и механизм каталитического окисления метиллинолеата.



Таблица 3

**Кинетические параметры каталитического окисления  
метиллинолеата в присутствии капотена**

№ п/п	$P_{\text{INH}}$ , моль/л	$W_{\text{нач}}$ , моль·л <sup>-1</sup> ·с <sup>-1</sup>	$W_{\text{max}}$ , моль·л <sup>-1</sup> ·с <sup>-1</sup>	$a_2$ , моль·л <sup>-1</sup> ·с <sup>-2</sup>	$\tau_1$ , мин	$\tau_2$ , мин
1	Контроль	$(1,8 \pm 0,2) \cdot 10^{-4}$	$(2,5 \pm 0,2) \cdot 10^{-4}$	$(2,8 \pm 0,5) \cdot 10^{-8}$	–	30
2	$1 \cdot 10^{-6}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$2,3 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-8}$	–	30
3	$1 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$2,4 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-8}$	–	40
4	$1 \cdot 10^{-4}$	$5,2 \cdot 10^{-5}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$6,7 \cdot 10^{-8}$	30	50
5	$1 \cdot 10^{-3}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$6,6 \cdot 10^{-8}$	40	90
6	$1 \cdot 10^{-2}$	$8,6 \cdot 10^{-6}$	$2,2 \cdot 10^{-4}$	$3,3 \cdot 10^{-8}$	50	130
7	$1 \cdot 10^{-1}$	$6,2 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-8}$	260	390

Из табл. 3 видно, что добавка капотена  $1 \cdot 10^{-5}$  моль/л является минимальной критической и не влияет на кинетику окисления метиллинолеата, добавки от  $1 \cdot 10^{-4}$  до  $1 \cdot 10^{-1}$  моль/л вызывают эффективное торможение, линейно возрастающее с увеличением концентрации. Максимальная скорость практически постоянна, период выхода на стационарный режим увеличивается с увеличением концентрации.

Полученные результаты свидетельствуют о высокой антиоксидантной активности капотена в условиях водно-липидной модели.

### Выводы

1 По результатам исследования мицеллообразования в системах: «вода–цетилтриметиламмоний бромид», «вода–додецилсульфонат натрия», «вода–этилолеат», «вода–метиллинолеат» и соответствующих трехкомпонентных систем, каталитической активности хлоридов меди (II), железа (II), (III), никеля (II), кобальта (II) разработана кинетическая водно-липидная модель тестирования водорастворимых антиоксидантов.

2 С использованием водно-липидной кинетической модели впервые протестированы антиоксидантные свойства лекарственных препаратов ряда фенолов, аминов и тиолов в сравнении с фенолом, пирокатехином.

3 Показана высокая антиоксидантная активность капотена, осалмида и адреналина в водно-липидной среде, что может служить основанием для расширения области их фармакологической активности.

#### *Список литературы*

1 Государственная фармакопея СССР. – М.: Медицина, 1987. – С. 333.

2 Ушкалова, В.Н. Контроль перекисного окисления липидов / В.Н. Ушкалова и др. – Новосибирск: Изд-во Новосибирского университета, 1993. – 181 с.

## The Development of Testing Method of Antioxidant Therapy

L.A. Zhuravleva, V.V. Krainik, V.N. Ushkalova

*Surgut State University*

**Key words and phrases:** antioxidant assortment; water-lipidic model; water soluble combinations; testing method; oxidation velocity.

**Abstract:** According to the results of research into micelle formation in the systems “water–cetyltrimetilammonium bromide”, “water–dodecilesulphonate sodium”, “water–ethylolate”, “water–methylelinoate” and the corresponding three-component systems, catalytic activity of copper chlorides (II), iron (II), (III), nickel (II), cobalt (II) express kinetic model of testing water soluble antioxidants is developed. Testing of four medical samples of phenol, amine and thiol class compared with phenol and pyrocatechin is done. High antioxidant activity of kapotene, osalmide and epinephrine in water-lipidic media is shown, which can be used as the basis for diversification of their pharmacological application.

---

© Л.А. Журавлева, В.В. Крайник, В.Н. Ушкалова, 2006