

они сформулированы, знаний о системных связях норм права, знаний об их происхождении и функционировании. Этим видам знаний (средствам толкования) соответствуют способы толкования: языковой, систематический, исторический и функциональный. Кроме того, она использует содержательный материал самих норм права; оперирование этим материалом с помощью логических приемов позволяет постигнуть, развернуть содержание норм. Это – логический способ анализа, при котором интерпретатор в основном обращается к лексико-семантическим особенностям терминов.

Одной из основных задач юрислингвистики является толкование правовых терминов, изучение особенностей употребления лексических единиц в юриспруденции [5]. А толкование, как любой процесс мышления, подчинено законам и правилам [4, 36].

Лингвистическое толкование как процесс познания – это не только объективный процесс. Потому что объект познания независим от познающего субъекта. Познание протекает в соответствии с объективно действующими законами формальной и диалектической логики. Оно также считается и субъективным процессом, ибо он осуществляется конкретным субъектом, а его результат находит выражение в субъективных формах мышления.

В теории и на практике обычно различаются два подхода к юрислингвистическому исследованию – *статический* и *динамический*.

При статическом подходе в качестве основной ценности правовой деятельности рассматривается стабильность и определенность права. Ориентируясь на нее, исследователь должен установить тот смысл, который придал ему законодатель. При динамическом подходе исследователь стремится максимально точно изучать смысл, содержание и семантику терминов.

Если анализировать юрислингвистическое толкование, можно заметить движение от статического подхода к динамическому.

Юрислингвисты требуют точное исследование букв закона с позиции национальной к всеобщей, что определяет задачу как национальной так и всеобщей юрислингвистику.

Список литературы

1. Голев Н.Д. Юридизация естественного языка как лингвистическая проблема // Юрислингвистика-2. – Барнаул, 2000. – С. 8–39.
2. Горбаневский М.В. ГЛЭДИС нам поможет. – М., 2001. – 276 с.
3. Горлова Е.А. Семантический анализ глагольной судебно-правовой лексики древнепольского языка // Межвузовский сборник научных статей. – Тольятти, 2000. – № 6. – С. 82–83.
4. Грязин И. Текст права. – М., 1983. – 568 с.
5. Губаева Т.В. Грамматико-стилистические особенности юридических терминов: (процессуальные документы): автореф. дис. ... канд. филол. наук. – Баку, 1984. – 22 с.
6. Проблемы теории государства и права. – М., 1987. – 448 с.
7. Прокофьев Г.С. Анализ юридических текстов: некоторые вопросы теории // Вестник МГУ. Серия 11: Право. – 1995. – № 2. – С. 21–29.

Химические науки

КИНЕТИКА ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДНЫХ СУБСТРАТОВ В ПРИСУТСТВИИ БИОАНТИОКСИДАНТОВ

Перевозкина М.Г.

ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», Тюмень,
e-mail: mgperevozkina@mail.ru

Разработана кинетическая модель экспресс-тестирования антиоксидантной активности (АОА) различных классов органических соединений в условиях, приближенных к условиям биологической среды. Показано, что скорость окисления модельных липидов в водно-эмульсионной среде в 1000 раз выше, чем в безводной среде. Подобраны оптимальные условия каталитического окисления эфиров высших ненасыщенных жирных кислот в водно-эмульсионной среде в зависимости от природы и концентрации солей металлов переходной валентности и поверхностно-активного вещества. Исследована АОА важнейших органических ингибиторов в сравнении со стандартными антиоксидантами дибунолом и а-токоферолом в водно-липидных катализируемых субстратах.

В связи с широким внедрением ингибиторов окисления, актуальной является проблема

предварительного тестирования их антиоксидантной активности. Поскольку большинство известных моделей для тестирования антиоксидантов являются гидрофобными, представлялось актуальным подобрать гидрофильную липидную систему и проверить её эффективность на примере известных химических соединений, предположительно имеющих антиоксидантную активность, сравнить их действие с реперными ингибиторами окисления. Известны многочисленные работы по тестированию активности катионов металлов, которые относятся, в основном, к катализу гомогенных липидных систем [1, 2, 3, 4]. Эти результаты имеют ограниченное значение для описания процессов окисления, протекающих в мицеллах и живой клетке. Мало работ, в которых сравниваются антиоксидантные свойства соединений различных классов в безводной и водно-эмульсионной средах (ВЭС) в условиях инициирования и катализа.

Целью данного исследования являлась разработка кинетического способа тестирования антиоксидантной активности различных классов органических соединений (фенолов, аминов, серосодержащих соединений), в условиях, приближенных к биологическим средам, изучение антиоксидантной активности ряда полифункци-

ональных соединений в сравнении с реперными антиоксидантами дибунолом и а-токоферолом.

Экспериментальная часть

Антиоксидантную активность (АОА) изучали манометрическим методом поглощения кислорода в модифицированной установке типа Варбурга при окислении модельного субстрата (метиллинолеата (МЛ) и этилолеата (ЭО)) в присутствии триметилцетиламмоний бромида (ЦТМАБ) в качестве поверхностно-активного вещества (ПАВ) (10^{-4} – 10^{-2} М), с добавками растворов солей металлов в количестве (10^{-6} – 10^{-1} М) при $t = (60 \pm 0,2)$ °С. Соотношение воды и эфира составляло 3:1, а общий объем пробы 4 мл [5]. Кинетику поглощения кислорода в безводной среде изучали в среде инертного растворителя хлорбензола, процесс инициировали за счет термического разложения азо-бис-изо-бутиронитрила (АИБН) в концентрации $6 \cdot 10^{-3}$ М. Графическим методом определяли величину периода индукции (t_i), представляющей собой отрезок оси абсцисс, отсекаемый перпендикуляром, опущенным из точки пересечения касательных, проведенных к кинетической кривой. Эффективность торможения процесса окисления липидного субстрата определяется совокупностью реакций ингибитора и обозначает его антиоксидантную активность, количественно определяемой по формуле $АОА = t_i - t_s/t_s$, где t_s и t_i – периоды индукции окисления субстрата в отсутствие и в присутствии исследуемого АО соответственно. В качестве реперных ингибиторов использовали а-токоферол (а-ТФ) и дибунол, при этом концентрации АО были сравнимыми.

Результаты и их обсуждение

Разработка кинетического метода базировалась на исследовании активности солей переходных металлов: $FeSO_4$, $FeCl_3$, $NiCl_2$, $CoCl_2$, $CuCl_2$ в водно-липидных субстратах. С целью выбора наиболее эффективного катализатора изучали в сравнительном аспекте влияние упо-

мянутых выше солей на процесс окисления МЛ. Более детальное изучение кинетики окисления липидных субстратов в присутствии металлов переменной валентности было показано ранее в работе [5].

Действие упомянутых выше солей было изучено в широком диапазоне концентраций для отбора среди них наиболее эффективных катализаторов. В результате исследований установлено, что аутоускоренный характер имеет кинетика окисления водно-липидных субстратов в присутствии катионов Fe^{2+} , Co^{2+} и Cu^{2+} . Характер кинетических кривых окисления липидных субстратов в зависимости от концентрации катионов позволил предполагать преобладающее участие Fe^{3+} , Ni^{2+} в обрыве цепей, участие Fe^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} в зарождении и разветвлении цепей. Зависимости скорости окисления метиллинолеата от концентрации солей металлов носят экстремальный характер, экстремумы проявляются в разных диапазонах. Скорости окисления липидных субстратов в присутствии солей $NiCl_2$ и $FeCl_3$ выходят на максимум при концентрациях $1,0 \cdot 10^{-3}$ М, далее с ростом концентрации их значение не меняется и составляет $(4,0 \pm 0,2) \cdot 10^{-5}$ М·с⁻¹ и $(5,0 \pm 0,3) \cdot 10^{-5}$ М·с⁻¹ соответственно. Максимальная скорость при окислении с добавками сульфата железа отмечается в диапазоне (0,1–1,0) М и составляет $(9,4 \pm 0,4) \cdot 10^{-5}$ М·с⁻¹, при дальнейшем росте концентрации – остается постоянной и составляет $(6,0 \pm 0,2) \cdot 10^{-5}$ М·с⁻¹. Зависимость W_{max} систем с добавками хлорида кобальта имеет «пик» при концентрации $(9 - 11) \cdot 10^{-3}$ М, при которой ее величина составляет $(24,4 \pm 0,4) \cdot 10^{-5}$ М·с⁻¹. Хлорид меди по своим каталитическим свойствам выделяется среди всех исследуемых веществ. Скорость окисления в присутствии хлорида меди выше в 5 раз, чем в присутствии других солей металлов переменной валентности и при концентрации $2 \cdot 10^{-3}$ М составляет $(26,3 \pm 0,3) \cdot 10^{-5}$ М·с⁻¹ (табл. 1).

Таблица 1

Кинетические параметры окисления метиллинолеата в присутствии солей железа (II, III), никеля (II), кобальта (II) и меди (II) в ВЭС, $t = 60$ °С, $C_{ЦТМАБ} = 1 \cdot 10^{-3}$ М, вода:липиды – 3:1

Катализатор	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Ni^{2+}	Co^{2+}	Cu^{2+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Ni^{2+}	Co^{2+}	Cu^{2+}
[Кат.], М	$2 \cdot 10^{-3}$					$1 \cdot 10^{-3}$				
$W_{нач} \cdot 10^{-5}$, М·с ⁻¹	6,8	1,7	2,4	14,2	14,4	6,8	2,3	3,5	11,4	8,6
$W_{max} \cdot 10^{-5}$, М·с ⁻¹	6,1	3,5	3,2	7,3	26,3	5,9	3,2	4,1	6,8	14,5

В нашем эксперименте каталитическая активность солей металлов уменьшается в ряду: $Cu^{2+} > Fe^{2+} > Fe^{3+} > Co^{2+} > Ni^{2+}$. Ранее каталитическое действие металлов переменной валентности изучалось при окислении растительных масел и модельных липидных субстратов [1, 3, 4, 6]. Был получен ряд каталитической активности: $Cu^{2+} > Mn^{2+} > Fe^{2+} > Cr^{2+} > Ni^{2+} \gg Zn^{2+}$.

Как видно из приведенных выше данных изученные соли вписываются в указанный ряд активности металлов, а хлорид меди обладает наибольшей каталитической активностью при наименьшей концентрации $2 \cdot 10^{-3}$ М.

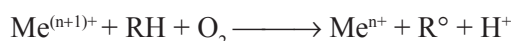
Следующим этапом создания модели для тестирования антиоксидантов был выбор концентрации ЦТМАБ. Известно [7], что скорость

окисления в гомогенных системах ниже, чем в эмульсиях и зависит от степени ее дисперсности. В работе [1] установлено, что соотношение констант скорости роста и обрыва цепи при инициированном окислении кумола в эмульсиях и гомогенной системе соотносится как 5,5:1 и равно 110 и 20 соответственно.

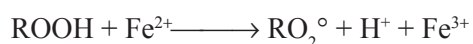
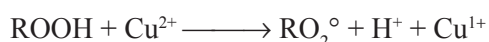
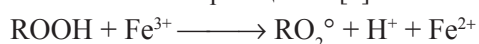
Нами также было установлено, что скорость окисления МЛ в водно-эмульсионной среде ~ в 1000 раз выше, чем в безводной среде.

При выборе оптимальной концентрации ЦТМАБ исследовали диапазон (10^{-4} – 10^{-2}) М. Установлено, что с ростом концентраций ПАВ скорость процесса проходит через максимум, соответствующий концентрации $1 \cdot 10^{-3}$ М. Дальнейшее повышение концентрации ЦТМАБ приводит к снижению скорости окисления. Указанную концентрацию детергента, обеспечивающую наибольшую скорость реакции, можно рекомендовать для использования в гетерогенных моделях окисления. Методом Ребиндера и рефрактометрически была определена критическая концентрация мицеллообразования ЦТМАБ $(1,0 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$ М, что соответствовало кинетическим данным.

При низких концентрациях катионы катализатора имеют большую вероятность донорно-акцепторного взаимодействия с эфирными группами субстрата, приводящего к образованию в присутствии катализатора свободных радикалов по реакции:



Механизм действия металлов связывают с каталитическим разрушением гидропероксида в соответствии с реакциями [1]:



Образующиеся при этом алкоксильные и пероксильные радикалы участвуют в дальнейшем в реакциях продолжения цепей окисления. Катионы металлов могут конкурентно участвовать в обрыве цепей, что должно приводить к замедлению процесса на глубоких стадиях окисления. Замедление процесса возможно также за счет перехода катиона металла в менее активную форму.

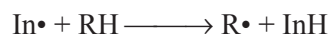
На основе проведенных исследований была предложена новая кинетическая модель для тестирования биоантиоксидантов. Модельный субстрат содержит $2 \cdot 10^{-3}$ М хлорида меди (II), $1 \cdot 10^{-3}$ М ЦТМАБ, липиды (ЭО, МЛ) и воду, соотношение липиды-вода 1 : 3.

В настоящей работе приведены результаты исследования кинетики каталитического окисления липидного субстрата в водно-эмульсионной среде в присутствии ряда полифункциональных соединений. Ряд производных фенола составили: парацетамол, осалмид. Ряд двухатомных

фенолов представляли: адреналин, метилдофа. В качестве гетероциклических производных использовали: фентоламин, аллопуринол, эмоксипин. В качестве аминов исследовали: новокаин, коринфар. В качестве серосодержащего соединения изучали капотен. Реперными АО послужили а-токоферол и дибунол.

В нашем исследовании показан идентичный характер кинетических кривых при окислении липидных субстратов в растворе хлорбензола в присутствии $6 \cdot 10^{-3}$ М инициатора (АИБН) и водно-эмульсионной системе в присутствии $2 \cdot 10^{-3}$ М хлорида меди при разных концентрациях дибунула. Показано, что в водно-эмульсионной среде дибунол проявляет себя как сильный ингибитор: наблюдается период полного торможения, период аутоускорения и достижение максимальной скорости окисления. Периоды индукции увеличиваются пропорционально увеличению концентрации дибунула. Наличие торможения в присутствии добавок дибунула является признаком радикально-цепного механизма процесса. По наклону прямой в координатах t , $[\text{InH}]$ была рассчитана скорость инициирования в обеих системах, получены значения $6,2 \cdot 10^{-8}$ и $6,7 \cdot 10^{-5}$ М·с⁻¹ в безводной и водно-эмульсионной системе соответственно. Сравнение максимальных скоростей окисления ЭО при $t = (60 \pm 0,2)$ °С в безводной и водно-эмульсионной средах равных $1,3 \cdot 10^{-7}$ и $1,4 \cdot 10^{-4}$ М·с⁻¹ соответствует разнице скорости инициирования ~ в 1000 раз.

Показано, что реперный биоантиоксидант а-токоферол в ВЭС проявлял слабые антиоксидантные свойства, в концентрациях выше $1 \cdot 10^{-3}$ М промотировал процесс окисления липидных субстратов (табл. 2). Полученные результаты указывают на более сложный механизм действия а-токоферола в катализируемом субстрате. Причиной ускорения процесса может быть комплексообразование ОН-группы а-токоферола с катализатором. В процессе окисления а-токоферол образует достаточно активные токофероксильные радикалы, способные участвовать в побочных реакциях продолжения цепей с молекулами субстрата (RH):



Поскольку известно [8, 9, 10], что в углеводородной среде увеличение АРА фенолов происходит под влиянием электронодонорных заместителей, рассмотрим полученные ряды соединений в зависимости от структуры. В соответствии с теорией, ингибиторы условно делятся на сильные и слабые. Сильные ингибиторы эффективно тормозят окисление, участвуя только в реакциях обрыва цепей. Кинетика такого процесса характеризуется периодом полного торможения, аутоускорением и достижением максимальной скорости. Слабые ин-

Таблица 2

Кинетические параметры окисления липидных субстратов в водно-эмульсионной среде в присутствии $2 \cdot 10^{-3}$ М CuCl_2 в зависимости от концентрации АО, $t = 60^\circ\text{C}$

№ п/п	$C_{(\text{АО})}$, М	τ_p , мин	$W_{\text{нач}} \cdot 10^{-5}$, М·с ⁻¹	$W_{\text{max}} \cdot 10^{-5}$, М·с ⁻¹
I Парацетамол				
1	Контроль ЭО	15	7,5	14,0
2	$1 \cdot 10^{-4}$	20	6,2	10,0
3	$1 \cdot 10^{-3}$	40	2,5	3,1
4	$1 \cdot 10^{-2}$	45	2,0	2,4
II Осалмид				
5	Контроль ЭО	15	7,5	14,0
6	$1 \cdot 10^{-4}$	45	2,9	4,4
7	$1 \cdot 10^{-3}$	350	0,6	2,7
8	$1 \cdot 10^{-2}$	500	0,4	2,5
III Адреналин				
9	Контроль ЭО	15	7,5	14,0
10	$1 \cdot 10^{-4}$	30	3,4	4,6
11	$1 \cdot 10^{-3}$	40	2,1	4,5
12	$1 \cdot 10^{-2}$	60	0,9	3,8
IV Метилдофа				
13	Контроль ЭО	15	7,5	14,0
14	$1 \cdot 10^{-4}$	30	6,8	8,8
15	$1 \cdot 10^{-3}$	35	3,4	5,1
16	$1 \cdot 10^{-2}$	60	0,9	2,4
V Фентоламин				
17	Контроль ЭО	15	7,5	14,0
18	$1 \cdot 10^{-4}$	15	7,4	13,7
19	$1 \cdot 10^{-3}$	20	6,8	13,8
20	$1 \cdot 10^{-2}$	55	6,1	13,4
VI Аллопуринол				
21	Контроль ЭО	15	7,5	14,0
22	$1 \cdot 10^{-4}$	50	3,7	5,3
23	$1 \cdot 10^{-3}$	70	3,5	5,5
24	$1 \cdot 10^{-2}$	80	2,6	5,6
VII Эмоксипин				
25	Контроль ЭО	15	7,5	14,0
26	$1 \cdot 10^{-4}$	40	2,1	4,3
27	$1 \cdot 10^{-3}$	55	1,0	3,5
28	$1 \cdot 10^{-2}$	90	0,7	2,6

гибиторы способны не только обрывать цепи, но из-за высокой активности своих радикалов, участвовать в реакциях продолжение цепей. Кинетика такого процесса характеризуется отсутствием периодом полного торможения, достаточно высокими начальными скоростями, аутоускорением на определенном уровне окисления, достижением максимальной скорости. Алкилированные в пара- и орто-положения фенолы, двухатомные фенолы считаются сильными ингибиторами. Каждая алкильная или гидроксильная группа увеличивает АОА на определенную величину. Ингибитор тем эффективнее, чем меньше полярность и больше размер заместителя в пара-положении. В связи с этим нами детально изучалась зависимость изменения периодов индукции от концентрации исследуемых АО.

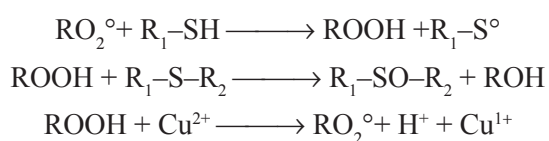
Установлено, что все исследуемые концентрации осалмиды уменьшали начальную и максимальную скорости окисления в 5 раз по сравнению с контролем. Высокая эффективность торможения осалмида связана с участием в реакциях обрыва цепей. Во всем диапазоне изученных концентраций парацетамол снижал начальную и максимальную скорости окисления, по сравнению с контролем в 2–5 раз, проявляя высокую АОА, уступая только осалмиду (табл. 2). Взаимосвязь между периодами индукции и концентрацией адреналина и метилдофы во всем изученном диапазоне положительная. Очевидно, что в производных пирокатехина орто-гидроксильные группы связаны комплексообразованием с солями меди. Поэтому, высокая антиоксидантная активность адреналина и метилдофы, снижение максимальной скорости окисления может свидетельствовать об участии аминов в реакциях с гидропероксидами с образованием молекулярных продуктов.

Рассмотрим ряд гетероциклических производных: фентоламин, аллопуринол, эмоксипин. Фентоламин относится к amino-фенолам первой группы, в присутствии которых при различных концентрациях происходит окисление мицеллярного субстрата без периода индукции и периода аутоускорения. Низкая АОА фентоламина может быть обусловлена нарушением сопряжения из-за объемного заместителя в положении 3. Показано, что при всех концентрациях эмоксипин тормозит начальные и максимальные скорости окисления. В присутствии аллопуринола и эмоксипина наблюдаются периоды индукции и периоды аутоускорения. Соединения относятся к amino-фенолам второй группы. Вероятно, в этих условиях лимитирующей является реакция разрушения амином гидропероксидов по молекулярному механизму. Зависимости периодов индукции от концентрации эмоксипина, аллопуринола и фентоламина приведены в табл. 2.

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
VIII Новокаин				
29	Контроль ЭО	15	7,5	14,0
30	$1 \cdot 10^{-4}$	45	6,7	9,2
31	$1 \cdot 10^{-3}$	50	6,5	7,6
32	$1 \cdot 10^{-2}$	70	5,7	6,8
IX Коринфар				
33	Контроль ЭО	15	7,5	14,0
34	$1 \cdot 10^{-4}$	26	4,9	7,0
35	$1 \cdot 10^{-3}$	50	3,9	5,0
36	$1 \cdot 10^{-2}$	100	1,4	2,5
X Капотен				
37	Контроль МЛ	5	14,4	26,3
38	$1 \cdot 10^{-4}$	26	6,2	16,9
39	$1 \cdot 10^{-3}$	45	3,6	17,6
40	$1 \cdot 10^{-2}$	95	2,1	17,5
41	$1 \cdot 10^{-1}$	395	0,6	17,4
XI Дибунол				
42	Контроль ЭО	15	7,5	14,0
43	$1 \cdot 10^{-4}$	140	2,1	8,7
44	$5 \cdot 10^{-4}$	360	1,3	8,4
45	$1 \cdot 10^{-3}$	600	1,0	8,0
XII а-Токоферол				
46	Контроль МЛ	5	14,4	26,3
47	$1 \cdot 10^{-4}$	35	5,2	14,3
48	$1 \cdot 10^{-3}$	15	14,6	32,2
49	$1 \cdot 10^{-2}$	6	15,7	34,4
50	$1 \cdot 10^{-1}$	5	16,8	57,3

В качестве серосодержащего соединения в настоящей работе был изучен капотен. Показано, что все добавки капотена тормозят процесс окисления, снижая начальную и максимальную скорости (табл. 2). Вероятно, капотен (R_1-SH) участвует в реакциях обрыва цепей, обеспечивая ингибирования процесса окисления, снижение скорости окисления обусловлено его конкурентным участием с катализатором в распаде гидропероксидов по молекулярному механизму, что влияет на снижение скорости разветвления цепей и скорости процесса в целом:



Выводы

1. Разработана кинетическая модель тестирования биоантиоксидантов в водно-эмульсионной каталитической среде, выбраны оптимальные концентрации катализатора и поверхностно-активного вещества.

2. Получен ряд каталитической активности солей металлов переменной валентности: $Cu^{2+} > Fe^{2+} > Fe^{3+} > Co^{2+} > Ni^{2+}$.

3. Показан идентичный механизм действия стационарного антиоксиданта дибунола при окислении безводных и водно-эмульсионных липидных субстратов.

4. Получен ряд увеличения антиоксидантной активности полифункциональных соединений: фентоламин < новокаин < аллопуринол < парацетамол < коринфар < адреналин < метилдофа < эмоксипин < капотен < осалмид < дибунол.

По результатам тестирования антиоксидантной активности ряда ингибиторов окисления было выявлено наиболее эффективное соединение – осалмид. В Новосибирском институте органической химии (НИОХ) им. Н.Н. Ворожцова СО РАН на базе структуры осалмида была синтезирована группа замещенных амидов и сульфидов салициловой кислоты, имеющих в *орто*- и *пара*-положении экранирующие *трет*-бутильные заместители. Сравнительному тестированию ингибирующих свойств новых перспективных соединений с целью выявления среди них активных антиоксидантов будет посвящена отдельная работа.

Список литературы

1. Владимиров Ю.А., Сулова Т.Б., Оленев В.И. Митохондрии. Транспорт электронов и преобразование энергии. – М.: Наука, 1976. – 109 с.
2. Арутюнян Р.С., Налбандян Дж.М., Бейлерян Н.М. Иницированное окисление кумола в водных эмульсиях // Кинетика и катализ. – 1985. – Т. 26. – Вып. 4. – № 6. – С. 1475–1477.
3. Allen Y.C., Farag P. A comparison between the metal-catalysed autoxidation of aqueous emulsions of linoleic acid, trilinolein and phospholipids 3 Symp. int. oxide lipides catalyses metaux. – Paris, 1974. – P. 44–56.
4. Burton G.W., Ingold K.U. Autoxidation of biological molecules. 1. The antioxidant activity of vitamin E and related chainbreaking phenolic antioxidant in vitro // J. Amer. Chem. Soc. – 1987. – Vol. 103. – № 21. – P. 6472–6477.
5. Ушкалова В.Н., Перевозкина М.Г., Барышников Э.В. Разработка способа тестирования средств антиоксидантотерапии // Свободно-радикальное окисление липидов в эксперименте и клинике. – Тюмень, Из-во Тюм. ГУ, 1997. – С. 77–82.
6. Pokorny J., Luan N.T., Janicek G. Changes of tocopherols in vegetable oils under the condition of deep fat frying // Sb. Vysoke skoly chemicko – technologicke V Praze. – 1973. – E.39. – P. 24–41.
7. Мицеллярно-каталитическое окисление углеводородов. 1. Окисление кумола кислородом в водных растворах додецилсульфата натрия в присутствии сульфата меди / Л.П. Паничева, Н.Ю. Третьяков, С.А. Яковлева, А.Я. Юффа // Кинетика и катализ. – 1990. – Т.31. – Вып. 1. – С. 96–101.
8. Денисов Е.Т. Элементарные реакции ингибиторов окисления // Успехи химии. – 1973. – Т. 42. – Вып. 3. – С. 361–390.
9. Рогинский В.А. Фенольные антиоксиданты. – М.: Наука, 1988. – 247 с.
10. Эмануэль Н.М. Механизм действия антиоксидантов. Современные представления // Нефтехимия. – 1982. – Т. 22. – № 4. – С. 435–447.