

УДК 543.544.45 : 547.313

Кай КУНИНГАС, Сильвия РАНГ, Тийу КАЙЛАС, А. КОРОЛЬ,  
Маргарита ДУБОВИК

## МЕЖЛАБОРАТОРНАЯ ВОСПРОИЗВОДИМОСТЬ ХАРАКТЕРИСТИК УДЕРЖИВАНИЯ *n*-АЛКЕНОВ И *n*-АЛКИНОВ НА КАПИЛЛЯРНЫХ КОЛОНКАХ

(Представил О. Киррет)

Разделение изомерных ненасыщенных углеводородов является одной из сложнейших аналитических задач. В то же время определение качественного и количественного состава смесей олефинов, в частности *n*-алкенов, представляет собой одну из основных задач нефтехимии, от решения которой во многом зависит улучшение качества продукции. Анализ достаточно большого количества публикаций на эту тему [1–13] позволяет сделать вывод о том, что единственно приемлемым методом разделения смесей изомеров ненасыщенных углеводородов с количеством атомов углерода в молекуле более семи является капиллярная газовая хроматография. За последние годы для исследования таких смесей развиваются методы сочетания высокоэффективной газовой хроматографии с масс-спектрометрией, причем компоненты смеси предварительно модифицируются озонированием, гидрированием и другими методами [14].

Газохроматографическая идентификация веществ основывается на использовании эталонных соединений (сравнение характеристик удерживания стандартного и исследуемого компонентов) или литературных данных об индексах удерживания (если отсутствуют чистые эталоны, которые, как правило, труднодоступны). С точки зрения экономии труда и времени экспериментатора наиболее рационально использовать литературные данные по характеристикам удерживания изомеров. В связи с этим возникает вопрос о межлабораторной воспроизводимости этих величин. Иными словами, необходимо выяснить возможности использования литературных данных для идентификации изомерных алкенов и алкинов.

К настоящему времени появился ряд работ, где приведены прецизионные данные об индексах удерживания *n*-алкенов и *n*-алкинов [1–8]. Однако недостаточно оценены расхождения в данных удерживания, полученных в разных лабораториях и на колонках из разных материалов. В основном обсуждаются результаты, полученные на колонках со скваланом и связанные со старением колонок. В этом случае наблюдается повышение величин индексов удерживания *n*-алкенов до 4 единиц (ед. ин.). Для 1-октена, 1-нонена, 1-децена и 3-октина расхождения в индексах удерживания, измеренных на металлических и стеклянных колонках со скваланом [15], составляют 1–4 ед. ин., но некоторые авторы считают, что материал колонок не играет при этом существенной роли [10, 11]. Более подробно изучены вопросы воспроизводимости для некоторых *n*-алкинов [4] на сквалане и жидком кристалле РВО [4-*n*-пентилацетофенон-о-4-*n*-пентилоксибензоилоксим)], а также для *n*-три- и *n*-тетрадеценов [16] и *n*-пентадеценов [8] на ПЭГ 20М. На полярных неподвижных жидких фазах (НЖФ) обнаружена неудовлетворительная воспроизводимость индексов удерживания.

Целью настоящей работы является определение межлабораторной воспроизводимости характеристик удерживания *n*-алкенов и *n*-алкинов на различных капиллярных колонках с силиконовыми НЖФ: OV-101 —

метилсиликон, OV-17 — фенил(50%)метилсиликон, OV-225 — фенил(25%)цианопропил(25%)метилсиликон. Для этого были использованы результаты, полученные в Институте химии АН ЭССР (ИХ), в Институте физической химии АН УССР (ИФХ) и литературные данные.

### Обсуждение результатов

В табл. 1—3 приведены характеристики удерживания *n*-алкенов и *n*-алкинов, цикланов, цикленов и ароматических углеводородов на стеклянных и металлических колонках с неполярными НЖФ — скваланом и OV-101. При этом следует отметить, что способы изготовления сравниваемых колонок существенно различаются, различны и методики обработки внутренней поверхности капилляра, и сорт стекла, и толщина слоя НЖФ.

Таблица 1

Индексы удерживания ненасыщенных углеводородов, измеренные на капиллярных колонках со скваланом

Углеводород	Стеклянная колонка			Металлическая колонка					
	ИФХ	[4]	[11]	ИХ [1, 2]	[3]	[5]	[9]	[11]	[13]
Температура колонки 50 °С									
1-Гексен	582,9			582,3	582,0		582,3		582,5
Циклогексан	664,4		662,7	661,4				662,7	
Циклогексен	674,8			672,6	671,8				
Бензол	644,1		640,0		638,0			637,2	
1-Гептен	681,4			682,1	682,1		681,8		682,0
Метилциклогексан	727,0		725,7	725,0				725,8	
Толуол	749,3		747,3		746,3			745,4	
1-Октен	780,4			780,6	781,6		781,2		781,0
<i>транс</i> -2-Октен	796,9			797,2	798,1		797,7		
<i>цис</i> -2-Октен	801,8			801,4	801,7				
<i>транс</i> -3-Октен	786,6			788,5	788,8				
<i>цис</i> -3-Октен	787,8			787,7	788,3				
<i>транс</i> -4-Октен	779,3			783,0	784,2		783,6		783,9
<i>цис</i> -4-Октен	785,8			786,9	787,2				
Температура колонки 100 °С									
1-Додецен	1186,0			1182,2	1183,0				
<i>транс</i> -2-Додецен	1198,4			1196,3	1196,9				
<i>цис</i> -2-Додецен	1204,6			1200,9	1201,7				
<i>транс</i> -3-Додецен	1187,5			1184,9	1185,1				
<i>цис</i> -3-Додецен	1188,4			1184,8	1185,1				
<i>транс</i> -4-Додецен	1183,2			1180,0	1180,6				
<i>цис</i> -4-Додецен	1187,7			1179,2	1179,6				
<i>транс</i> -5-Додецен				1180,0	1180,6				
<i>цис</i> -5-Додецен	1180,2			1174,7	1175,6				
<i>транс</i> -6-Додецен	1183,0			1178,8	1179,6				
<i>цис</i> -6-Додецен	1178,3			1173,8	1175,0				
Температура колонки 110 °С									
1-Октин		783,5				783,7			
2-Октин		841,3				841,4			
3-Октин		816,2				816,3			
4-Октин		809,9				810,3			
1-Додецин		1183,8				1184,4			
2-Додецин		1239,9				1239,8			
3-Додецин		1211,2				1211,4			
4-Додецин		1202,6				1203,3			
5-Додецин		1200,4				1201,7			
6-Додецин		1199,6				1200,3			

Относительные времена удерживания ненасыщенных углеводородов, измеренные на капиллярных колонках с OV-101

Углеводород	Стеклоанная колонка		Металлическая колонка
	ИФХ	ИХ	ИХ

Температура колонки 50 °С

1-Гексен	0,929		
Циклогексан	1,725		
Циклогексен	1,971		
Бензол	1,613		
1-Гептен	0,908		
Метилциклогексан	1,202		
Толуол	1,606		
1-Октен	0,912	0,905	
<i>транс</i> -2-Октен	1,040	1,035	
<i>цис</i> -2-Октен	1,105	1,107	
<i>транс</i> -3-Октен	0,993	0,979	
<i>цис</i> -3-Октен	0,977	0,956	
<i>транс</i> -4-Октен	0,955	0,954	
<i>цис</i> -4-Октен	0,977	0,984	

Температура колонки 100 °С

1-Додецен	0,929	0,928	0,931
<i>транс</i> -2-Додецен	1,018	1,013	1,012
<i>цис</i> -2-Додецен	1,071	1,070	1,069
<i>транс</i> -3-Додецен	0,954	0,954	0,957
<i>цис</i> -3-Додецен	0,970	0,965	0,968
<i>транс</i> -4-Додецен	0,933	0,937	
<i>цис</i> -4-Додецен	0,955	0,938	
<i>цис</i> -5-Додецен	0,925	0,913	
<i>транс</i> -6-Додецен	0,928	0,918	
<i>цис</i> -6-Додецен	0,915	0,905	0,912

Определяющим фактором воспроизводимости характеристик удерживания на неполярных НЖФ является толщина слоя [8, 16, 18]. При достаточно толстом слое НЖФ величины  $I$  мало зависят от материала колонок. Это видно из табл. 3, где величины  $I$ , определенные на металлических и стеклянных колонках в ИХ, совпадают с точностью 0,1—0,7 ед. ин. Хорошее совпадение значений  $I$  наблюдается для 1-алкенов. Расхождения между индексами удерживания для *транс*-алкенов меньше, чем для более полярных *цис*-алкенов. Чем тоньше слой НЖФ, тем большее влияние на удерживание оказывают материал стенки капилляра, условия обработки его внутренней поверхности и т. д. В [10] показано, что после девятилетней работы металлической колонки со скваланом индексы удерживания *n*-алкенов увеличивались на 3—4 ед. ин. Это явление объясняется главным образом выносом НЖФ из колонки и усилением влияния металлической стенки (адсорбционные эффекты), приводящим к повышению индексов. Приведенные в [11] индексы удерживания, измеренные на стеклянных колонках со скваланом и OV-101, свидетельствуют о том, что с утолщением слоя НЖФ величины  $I$  ароматических углеводородов уменьшаются. Но если толщина слоя сквалана превышает 0,1 мкм [4], индексы удерживания 1-нолина и *o*-ксилола становятся практически независимыми от этого фактора, так как остаточные функциональные группы на поверхности стекла активны лишь на тонких слоях НЖФ. В то же время характеристики удерживания цикланов не изменяются.

Индексы удерживания ненасыщенных углеводородов, измеренные на капиллярных колонках с OV-101

Углеводород	Стеклоянная колонка							Металлическая колонка (ИХ)		
	ИФХ	ИХ [6]	[7]	[11]	[12]	[13]	[17]	1-я	2-я	3-я
Температура колонки 50 °С										
1-Гексен	591,5		588,4				589,4			
Циклогексан	662,6		660,3	661,1				660,9		
Бензол	654,9		651,1	653,9				654,1		
1-Гептен	688,9						688,1			
Метилциклогексан	721,1		722,0	721,4				721,4		
Голуол	754,4		754,8	756,0				756,1		
1-Октен	789,5	788,5					788,3	788,4		788,3
<i>транс</i> -2-Октен	804,5	803,9						803,2		803,4
<i>цис</i> -2-Октен	810,5	811,6						811,1		
<i>транс</i> -3-Октен	799,2	797,5				792,2		794,2		794,4
<i>цис</i> -3-Октен	799,7	800,0						797,9		798,3
<i>транс</i> -4-Октен	794,7	794,8								
<i>цис</i> -4-Октен	797,3	798,1								
Температура колонки 70 °С										
1-Нонен		888,7						888,6	888,4	
<i>транс</i> -2-Нонен		903,0						902,6	902,7	
<i>цис</i> -2-Нонен		911,1						910,9	910,9	
<i>цис</i> -3-Нонен		897,2						897,2	897,1	
<i>транс</i> -4-Нонен		893,5						893,3	893,2	
Температура колонки 100 °С										
Циклогексен						688,1		687,3		
1-Метилциклогексен						775,5		775,0		
3-Метилциклогексен						746,8		746,4		
4-Метилциклогексен						748,1		747,4		
1-Додецен	1188,6	1188,5						1188,6		
<i>транс</i> -2-Додецен	1202,8	1202,1						1201,9		
<i>цис</i> -2-Додецен	1210,6	1210,6						1210,7		
<i>транс</i> -3-Додецен	1196,1	1192,7						1193,0		
<i>цис</i> -3-Додецен	1195,3	1194,5						1194,7		
<i>транс</i> -4-Додецен	1189,2	1189,5								
<i>цис</i> -4-Додецен	1192,9	1190,1								
<i>транс</i> -5-Додецен		1188,1								
<i>цис</i> -5-Додецен	1187,9	1185,9								
<i>транс</i> -6-Додецен	1188,4	1186,7								
<i>цис</i> -6-Додецен	1186,2	1184,7						1185,3		

Судя по данным табл. 1—3, в тех случаях, когда величины  $I$  различаются не более чем на 1 ед. ин., что в общем сопоставимо с межлабораторной воспроизводимостью  $I$  для капиллярных колонок с неполярной НЖФ, индексы удерживания и относительные времена удерживания ненасыщенных углеводородов на металлических и стеклянных колонках вполне пригодны для идентификации изомеров. К тому же они дают достаточно достоверную информацию о последовательности элюирования изомеров.

Особо следует остановиться на величинах  $I$ , измеренных на НЖФ, обладающих некоторой полярностью (OV-17 и OV-225). В этом случае при одинаковой в принципе картине протекания процессов растворения и адсорбции имеет место ряд существенных особенностей, связанных с расположением молекул сорбата на поверхности НЖФ. При изменении толщины слоя НЖФ изменяется вклад растворения и адсорбции в удерживание.

Индексы удерживания *n*-алкенов на OV-17

Углеводород	Стеклоянная колонка	Металлическая колонка
	ИФХ, 50 °С	ИХ, 100 °С
1-Додецен	1205,6	1208,0
транс-2-Додецен	1217,8	1224,9
цис-2-Додецен	1226,9	1235,4
транс-3-Додецен	1210,6	1215,1
цис-3-Додецен	1214,5	1216,5
транс-4-Додецен	1206,7	1210,4
цис-4-Додецен	1209,5	1212,7
цис-5-Додецен	1206,7	1209,0
транс-6-Додецен	1207,8	1209,9
цис-6-Додецен	1205,6	1208,8

живаемый объем, в связи с чем изменяются величины  $I$ , эти изменения больше для *цис*-, чем для транс-алкенов [8, 16]. Величины  $I$ , измеренные на металлических колонках, как правило, больше соответствующих величин, определенных на стеклянных колонках (табл. 4), причем с OV-225 они увеличиваются с утолщением слоя, но до определенного предела, после которого ни толщина пленки НЖФ, ни материал колонки уже не оказывают существенного влияния на удерживание (табл. 5).

Поскольку в некоторых работах для разделения алкенов применялись капиллярные колонки с полярными НЖФ, было бы неоправданно полностью отрицать возможность использования приводимых там данных удерживания в других лабораториях. Для учета различий в значениях  $I$  полезно экспериментально определять поправку  $x = I_{\text{экс}} - I_{\text{лит}}$  по некоторым доступным эталонам и учитывать ее при использовании литературных данных. Целесообразно определять поправки индексов удерживания отдельно для 2-изомеров и для других изомеров *n*-алкенов и *n*-алкинов (табл. 4 и 5), так как величины поправок для 2-изомеров в два-три раза больше, чем для остальных.

Более воспроизводимые величины  $I$  обеспечивает использование в качестве стандартов 1-алкенов вместо *n*-алканов [19]. Результаты, полученные на ПЭГ 20М, показывают, что межлабораторная воспроизводимость т. н. инвариантных индексов удерживания на полярных НЖФ существенно лучше обычных  $I$  и составляет 0,3—0,5 ед. ин. [20], однако использование первых величин трудоемко, так как связано с изучением удерживания веществ на колонках с разной толщиной слоя НЖФ для определения вклада в  $I$  адсорбции хроматографируемого вещества.

Таблица 5

Индексы удерживания *n*-алкенов и *n*-алкинов на OV-225 при 100 °С, определенные в ИХ

Углеводород	Стеклоянная колонка	Металлическая колонка		
		толщина слоя OV-225, мкм		
		0,21	0,58	0,65
1-Додецен	1228,0	1227,9	1228,3	1228,2
транс-2-Додецен	1237,2	1236,2	1237,7	1238,0
цис-2-Додецен	1254,6	1252,7	1254,7	1255,2
транс-5-Додецен	1218,2	1217,6	1218,3	1217,9
цис-5-Додецен	1224,4	1223,7	1224,7	1224,3
1-Додецин	1341,6	1338,2	1342,3	1342,4
2-Додецин	1388,1	1384,5	1388,7	1389,7

## Экспериментальная часть

В ИФХ использовали хроматографы типов «БИОХРОМ-1», «ВА-РИАН-1860» и ЛХМ-8 МД (модель 5), в ИХ — хроматографы «Хром-4» и «Хром-5».

Характеристика стеклянных капиллярных колонок, использованных в ИФХ:

1. Колонка 55 м×0,25 мм со скваланом (эффективность 120 000 ТТ по *n*-октану, изготовлена Л. Сояком, университет в Братиславе), поверхность стенки обработана соляной кислотой и силанизирована.

2. Колонка 25 м×0,25 мм с OV-101 (эффективность 40 000 ТТ по *n*-октану, изготовлена на заводе «Хроматограф», Москва), поверхность стенки обработана фтористым водородом, силанизирована диметилхлорсиланом при 250 °С.

3. Колонка 25 м×0,25 мм с OV-17 (эффективность 35 000 ТТ по *n*-октану, изготовлена в Институте нефтехимического синтеза АН СССР, Москва), НЖФ нанесена на обработанную хлористым водородом и графитированную поверхность стекла.

Характеристика капиллярных колонок, использованных в ИХ:

1. Металлические колонки 50 м×0,25 мм под давлением аргона промывались хлороформом, метанолом, изопропанолом, 10%-ным раствором азотной кислоты, дистиллированной водой, метанолом, хлороформом и высушивались в потоке аргона. Нанесение НЖФ на внутреннюю поверхность колонки осуществлялось динамическим методом.

2. Стеклянные колонки 50 м×0,25 мм с OV-101 и 59 м×0,25 мм с OV-225 (изготовлены в СКБ АН ЭССР), поверхность стекла обработана фтористым водородом. Эффективности колонок по *n*-тридекану следующие, ТТ:

OV-101	стеклянная	130 000
	металлическая	120 000
OV-225	стеклянная	130 000
	металлические	50 000—70 000
OV-17	металлическая	30 000

Индексы удерживания и относительные времена удерживания рассчитаны по общеизвестным формулам [21], в качестве стандартов использовали *n*-алканы. Относительная величина средней квадратичной ошибки одного измерения относительного времени удерживания составляет 0,4% (ИФХ), средняя квадратичная ошибка измерения  $I \pm 0,2 \pm 0,5$  ед. ин. (ИХ). Следует отметить, что параметры удерживания в форме индексов удерживания Ковача обеспечивают их наилучшую воспроизводимость.

## Выводы

При использовании литературных данных по относительному удерживанию (в частности, по индексам удерживания), полученных на неполярных жидких фазах, можно в пределах ошибок межлабораторной воспроизводимости  $\pm 1$  ед. ин. идентифицировать изомеры *n*-алкенов и *n*-алкинов. На полярных жидких фазах для идентификации необходимо применять капиллярные колонки с тем же количеством (с той же толщиной пленки) неподвижной жидкой фазы и систему с теми же адсорбционными характеристиками (коэффициентами емкости), что и в литературном источнике. Для учета различий следует вначале экспериментально определить поправку индекса по некоторым доступным эталонам (например, 1-алкенам) и учитывать ее при использовании литературных величин. Величины поправок ко 2-изомеров примерно в два-три раза больше, чем для остальных изомеров. Применение в качестве стандартов 1-изомеров улучшает воспроизводимость величин  $I$ .

## ЛИТЕРАТУРА

1. Eisen, O., Orav, A., Rang, S. Identification of normal alkenes, cyclopentenes and cyclohexenes by capillary gas chromatography // *Chromatographia*, 1972, 5, N 11, 229—239.
2. Rang, S., Orav, A., Kuningas, K., Eisen, O. Capillary gas chromatography of mono-substituted cyclopentenes and cyclohexenes // *Chromatographia*, 1977, 10, N 3, 115—121.
3. Soják, L., Hrivňák, J., Majer, P., Janák, J. Capillary gas chromatography of linear alkenes on squalane // *Anal. Chem.*, 1973, 45, N 2, 293—302.
4. Soják, L., Farkaš, P., Janák, J., Rang, S., Eisen, O. Capillary gas chromatography of *n*-alkynes on squalane and a liquid crystal as stationary phases // *J. Chromatogr.*, 1984, 287, N 2, 271—291.
5. Rang, S., Kuningas, K., Orav, A., Eisen, O. Capillary gas chromatography of *n*-alkynes. I. Retention indices // *J. Chromatogr.*, 1976, 119, 451—460.
6. Rang, S., Kuningas, K., Strenze, T., Orav, A., Eisen, O. Retention and thermodynamics of solution of *n*-alkenes in OV-101 // *J. Chromatogr.*, 1987, 406, 75—80.
7. Chièn, C.-F., Furio, D. L., Kopečni, M. M., Laub, R. J. Specific retention volumes and retention indices of selected hydrocarbon solutes with OV-101 and SP-2100 polydimethylsiloxane solvents // *J. High Res. Chrom.*, 1983, 6, N 10, 577—580.
8. Soják, L., Krupčík, J., Janák, J. Gas chromatography of all C<sub>15</sub>—C<sub>18</sub> linear alkenes on capillary columns with very high resolution power // *J. Chromatogr.*, 1980, 195, 43—64.
9. Rijks, J. A., Cramers, C. A. High precision capillary gas chromatography hydrocarbons // *Chromatographia*, 1974, 7, N 3, 99—106.
10. Soják, L., Ostrovsky, I., Leclercq, P. A., Rijks, J. A. Identification of *n*-hepta- and *n*-octadienes by high-resolution gas chromatography using structure-retention correlations and mass-spectrometry // *J. Chromatogr.*, 1980, 191, 187—198.
11. Johansen, N. G., Etlre, L. S. Retention index values of hydrocarbons on open-tubular columns coated with methylsilicone liquid phases // *Chromatographia*, 1982, 15, N 10, 625—630.
12. Bermejo, J., Blanco, C. G., Diez, M. A., Guillén, M. D. Kováts retention indices of selected mono- and polycyclic olefins // *J. High Res. Chrom.*, 1987, 10, N 8, 461—463.
13. Boneva, S., Dimov, N. Gas chromatographic retention indices for alkenes on OV-101 and squalane capillary columns // *Chromatographia*, 1986, 21, N 3, 149—151.
14. Заикин В. Г. Химические превращения в ходе хромато-масс-спектрометрического исследования нефтехимических продуктов // 8-я международная конференция стран-членов СЭВ «Петромасс '88». Таллин, 1988, 4—5.
15. Schomburg, G. Gas-chromatographische Retentionsdaten und Struktur chemischer Verbindungen. VII. Die Anwendung von Retentionsindexwerten und deren struktureller Inkremente bei der Identifizierung der Komponenten von isomeren Kohlenwasserstoffgemischen mit kombinierten Methoden // *Chromatographia*, 1971, 4, N 7, 286—299.
16. Орав А., Кунингас К., Ранг С., Эйзен О. Разделение *n*-тридецинов, *n*-тетрадецинов и *n*-алкинов C<sub>10</sub>—C<sub>14</sub> на капиллярных колонках с полиэтиленгликолем 20М разной полярности // *Изв. АН ЭССР. Хим.*, 1985, 34, № 2, 105—113.
17. Boneva, S., Dimov, N. Unified retention index of hydrocarbons separated on dimethylsilicone OV-101 // *Chromatographia*, 1986, 21, N 12, 697—700.
18. Березкин В. Г., Соляк Л. Исследование старения капиллярных колонок и некоторые новые возможности идентификации органических соединений // *Collect. Czech. Chem. Commun.*, 1978, 43, 1588—1596.
19. Soják, L., Berezkin, V., Janák, J. Effect of adsorption on the reproducibility of retention indices of hydrocarbons in capillary gas-liquid chromatography // *J. Chromatogr.*, 1981, 209, N 1, 15—20.
20. Гусев Г., Ранг С., Березкин В., Орав А. Учет адсорбционных эффектов при определении индексов удерживания углеводов в капиллярной газожидкостной хроматографии // *Изв. АН ЭССР. Хим.*, 1986, 35, № 3, 205—210.
21. Вигдергауз М. С. Расчеты в газовой хроматографии. М., 1978.

Институт химии  
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию  
16/I 1989

Институт физической химии  
Академии наук Украинской ССР

*Kai KUNINGAS, Silvia RANG, Tiiu KAILAS, A. KOROL, Margarita DUBOVİK*

**KAPILLAARKOLONNIDE ABIL MÄÄRATUD *n*-ALKEENIDE JA *n*-ALKÜÜNIDE  
RETENTSIOONIPARAMEETRITE LABORITEVAHELINE  
REPRODUTSEERITAVUS**

On uuritud eri laborites määratud *n*-alkeenide ja *n*-alküünide retentsiooniparameetrite reprodutseeritavust skvalaani, OV-101, OV-17 ja OV-225 kapillaarkolonni abil. Isomeeride identifitseerimiseks (täpsusega  $\pm 1$  indeksi ühikut) mittepolaarsetel faasidel (skvalaan, OV-101) saab kasutada kirjanduse andmeid. OV-17 ja OV-225 puhul tuleb katseliselt määrata mõnede etalonainete indeksite erinevused ja arvestada neid parandusi kirjanduse andmete kasutamisel.

*Kai KUNINGAS, Silvia RANG, Tiiu KAILAS, A. KOROL, Margarita DUBOVİK*

**INTERLABORATORY REPRODUCIBILITY OF THE RETENTION  
CHARACTERISTICS OF *n*-ALKENES AND *n*-ALKYNES ON CAPILLARY  
COLUMNS**

Interlaboratory reproducibility of the retention characteristics (retention times and indices) of *n*-alkenes and *n*-alkynes on capillary columns with squalane, OV-101, OV-17 and OV-225 has been determined. By using the data on squalane and OV-101 found in literature the isomers can be identified with an error of  $\pm 1$  index unit. In order to use the data obtained on OV-17 and OV-225 the differences in indices should be determined by some standards available and the respective corrections should be taken into consideration using the literature data.