

В. Г. Мхитарян

Действие 2-хлорбутадиена-1,3 (хлоропрена) на процесс окисления жиров

Сообщение III

Изучая действие хлоропрена на животный организм мы пришли к выводу, что хлоропрен способствует окислению ряда легко окисляемых веществ. Было установлено, что в организме под действием хлоропрена заметно уменьшается количество аскорбиновой кислоты [1], адренэргических веществ, а также восстановленного глутатиона и соответственно повышается содержание их окисленной формы [2]. В дальнейшем нам удалось показать в опытах *in vitro* окисляющее действие хлоропрена на рибофлавин и каротиноиды [3].

Ряд исследований, посвященных нами изучению действия хлоропрена на активность тиоловых ферментов, позволил нам заключить, что в некоторых органах заметно снижается активность сукциндегидразы, аденозинтрифосфатазы, холинэстеразы, ксантиноксидазы и др., что, по-видимому, обуславливается окислением сульфгидрильных групп тиоловых ферментов.

Результаты вышеуказанных исследований, а также литературные данные о некоторых химических свойствах хлоропрена дали нам основание полагать, что токсическое действие хлоропрена на организм обусловлено не только хлором, имеющимся в молекуле, но и сопряженной системой двойных связей, которая способна легко окисляться и образовывать перекиси.

Керн, Иоскуч и Вольфрам [4] показали, что с целью получения свободного от перекисей хлоропрена необходимо производить его перегонку в атмосфере азота и хранить его в запаянных трубках. Перекиси хлоропрена ими не были изолированы вследствие их нестойкости.

Перекиси хлоропрена обладают способностью окислять такие антиоксиданты, как фенил-2-нафтиламин, пирогаллол, тиофениламин и т. п. Фермер с сотрудниками [5] установил образование гидроперекисей при окислении изопренового каучука, а также сквалена.

Как неоднократно подчеркивалось Бахом, автоокислация через первичное образование перекисей свойственна ненасыщенным соединениям. Перекисная теория Баха-Энглера нашла полное подтверждение в многочисленных экспериментальных фактах.

В вышедшей сравнительно недавно монографической работе Найт-трем [6] показал, что окисленный и неокисленный хлоропрен (пере-

гнанный в атмосфере чистого азота и хранившийся в запаянных ампулах) неодинаково токсичны. Его опыты на белых крысах показали, что окисленный хлоропрен в 4 раза токсичнее неокисленного.

По литературным данным [7] ряд ненасыщенных соединений оказывает воздействие на самоокисление жиров. Особый интерес представляет их превращение в мощные прооксидантные системы, когда они сочетаются с ионами меди, железа, кобальта и т. п.

Приведенные факты побудили нас изучить действие как самого хлоропрена, так и его сочетаний с ионами меди на окисление жиров.

Наши опыты были поставлены с рыбьим жиром и хлопковым маслом. В ходе этих исследований было обнаружено, что под действием хлоропрена и особенно при сочетании его с ионами меди происходит заметное изменение вязкости хлопкового масла и, особенно, рыбьего жира. Исходя из этого мы заинтересовались также вопросом применения хлоропрена в небольших количествах для приготовления олифы из невысыхающих масел, что безусловно представляет определенный практический интерес.

Нам удалось найти в доступной нам литературе лишь несколько патентных заявок и одну работу Дринберга, Фундылера и Аветовой [8] о сополимеризации хлоропрена с подсолнечным маслом, причем в этих опытах соотношение реагирующих компонентов колебалось в значительно больших пределах и количество хлоропрена в реакционной смеси составляло от 5 до 30%. Им удалось найти соответствующие условия для сополимеризации хлоропрена как с сырым, так и с окисленным подсолнечным маслом и выделить сополимеры с различным содержанием хлоропрена.

Экспериментальная часть

В плоскодонные колбы емкостью в 200 мл вносилось по 60 мл рыбьего жира (дельфиний), имеющего следующие константы: иодное число 92,05, кислотное число—1,63, перекисное число 0,89, p_D^{20} 1,4754. Первая колба служила контролем. В остальные колбы прибавлялся свежеперегнанный (не в атмосфере азота) хлоропрен с температурой кипения 59°, в количествах от 0,2 до 2,0 мл. В некоторые колбы одновременно с хлоропреном добавлялся также раствор CuSO_4 . Во избежание внесения излишка воды в реакционные смеси нами употреблялся концентрированный раствор CuSO_4 из расчета 1 мг Cu в 0,1 мл раствора. В одной колбе к рыбьему жиру был добавлен только раствор CuSO_4 . Колбы плотно закрывались корковой пробкой и хранились в термостате при 25°. Для устранения побочного влияния света, значительно ускоряющего процесс самоокисления жиров, колбы хранились в темноте.

Ежедневно через колбы пропускался высушенный серной кислотой кислород в течение двух минут, со скоростью 80—100 пузырьков в минуту, после чего колбы плотно закрывались и взбалтывались в течение 5 минут.

Через определенные промежутки времени из каждой колбы брались пробы для определения иодного и кислотного чисел и, особенно, перекисного индекса, ибо характеристика порчи жира лучше всего может быть основана на определении перекисей, так как они образуются в жирах раньше других окисленных соединений и могут превращаться в активные радикалы— „инициаторы“ и катализировать процесс окисления жиров.

Иодное и кислотное числа определялись по общепринятой методике; перекисное число определялось по методу Дроздова и Стариковой в модификации Стариковой [9], как наиболее точной: в колбу с притертой пробкой вносится навеска жира около 1 г и приливается 5—7 мл хлороформа. К полученному раствору жира в хлороформе добавляется 3,5 мл сернокислого пиридина, смесь перемешивается и прибавляется 1 мл почти насыщенного раствора иодистого калия, встряхивается и оставляется стоять на 4 минуты (время реакции 5 минут). По истечении пяти минут в колбу прибавляется 50 мл воды и избыток 0,01 н. раствора тиосульфата, колба закрывается пробкой и энергично встряхивается, в результате чего водный слой смеси обесцвечивается. Избыток тиосульфата оттитровывается 0,01 н. раствором иода в присутствии 1 мл 1% раствора крахмала. Параллельно ставится слепой опыт. Перекисное число жира выражается в мл 0,01 н. тиосульфата на 1 г жира.

Как видно из данных таблицы 1, рыбий жир в присутствии хлоропрена подвергается заметным изменениям, особенно при увеличении количества хлоропрена. При сопоставлении полученных данных видно, что в рыбьем жире уже под действием 0,2 мл хлоропрена происходят некоторые изменения по сравнению с контролем; так, если в контрольном опыте на тридцатый день опыта перекисное число составляет 26,45, а кислотное—3,02, то в опыте, где количество добавленного хлоропрена составляло 0,2 мл, перекисное число было равно 43,74 (повышение на 65%), а кислотное—4,98. Соответственно отмечается уменьшение иодного числа.

Увеличение количества хлоропрена до 2,0 мл на 60 мл рыбьего жира приводит к еще большему накоплению перекисей и на тридцатый день опыта перекисное число доходит до 66,33, увеличиваясь по сравнению с контролем на 155%. Определенный интерес представляют данные, полученные на пятый день опыта, где количество перекисей, по сравнению с контролем, повышается примерно в 10 раз. Так, если в контрольном опыте перекисное число составляет всего 1,41, то в опыте, где количество хлоропрена было равно 2,0 мл, оно достигает 11,45.

Удлинение сроков хранения рыбьего жира приводит все к большему накоплению перекисей и на 24 день опыта перекисное число достигает 70,61, тогда как в контрольном опыте оно составляет всего лишь 13,27. Дальнейшее удлинение сроков опыта приводит к

Таблица 1

Взятые вещества	Иодное число через						Перекисное число через						Кислотное число через					
	5	11	17	24	30	38	5	11	17	24	30	38	5	11	17	24	30	38
	дней						дней						дней					
Рыбий жир* (дельфиний)	92,05	92,05	89,51	90,43	84,78	78,68	1,41	3,17	6,88	13,27	26,45	41,26	1,70	1,70	1,92	2,24	3,02	5,44
+ 0,2 мл хлоропрена**	92,05	90,0	85,54	82,64	71,21	69,07	1,56	3,38	7,75	23,73	43,74	57,25	1,68	1,67	2,08	2,92	4,98	7,76
+ 0,5 мл	92,05	90,0	85,80	78,76	75,06	70,26	1,88	3,72	22,23	38,24	46,67	52,55	1,62	1,74	2,55	3,34	5,33	7,82
+ 1,0 мл	92,05	87,84	80,65	70,50	64,74	58,30	2,03	11,71	46,01	58,55	59,6	61,48	1,73	1,89	4,36	9,73	8,24	11,94
+ 2,0 мл	92,0	84,79	74,88	64,96	57,33	52,49	11,15	31,07	34,85	70,61	66,33	64,84	1,96	3,61	6,95	7,96	13,55	16,72
+ 0,2 мл ХП + 1 мг Си	92,0	89,20	87,20	74,12	69,3	62,88	9,41	13,96	33,77	47,62	63,85	76,23	1,69	2,02	3,09	4,74	8,97	11,02
+ 0,5 мл ХП + 1 мг Си	92,0	83,55	79,40	68,81	66,69	60,51	17,80	27,78	46,52	57,61	60,60	66,09	2,25	2,99	4,76	5,97	8,74	9,76
+ 1,0 мл ХП + 1 мг Си	88,07	81,76	78,16	72,75	61,44	56,4	19,52	36,48	53,74	77,15	61,93	66,59	2,32	3,23	6,32	6,98	14,80	16,56
+ 2,0 мл ХП + 1 мг Си	86,24	77,44	70,15	62,70	57,0	50,5	28,85	36,72	45,82	67,00	58,6	61,33	4,30	5,12	6,97	8,35	13,26	17,72
+ 1 мг Си	92,0	89,20	82,99	77,08	68,9	62,01	11,25	21,18	31,81	59,52	66,15	63,10	1,74	2,23	3,83	5,58	7,82	12,31

* Константы рыбьего жира: иодное число 92,05, кислотное число — 1,63, перекисное — 0,189, $n_D^{20} = 1,4754$.

** Хлоропрен — ХП.

уменьшению перекисей, тогда как в контрольном опыте ее количество все еще возрастает.

Эти данные свидетельствуют о том, что индукционный период окисления жиров под действием хлоропрена значительно сокращается, т. е. хлоропрен оказывает прооксидантное действие на процесс окисления жиров.

Как видно из данных таблицы 1, в рыбьем жире при сочетании хлоропрена с ионами меди с первых же дней опыта происходит резкое увеличение количества перекисей. Так, например, на пятый день опыта в колбе № 9, где количество хлоропрена составляло 2,0 мл и имелся 1 мг меди, перекисное число было равно 28,85, тогда как в колбе № 5 (2,0 мл хлоропрена без меди) оно равнялось 1,115. Однако в последующие дни опыта эта комбинация не приводит к более резкому нарастанию перекисей и их образование протекает почти так же, как в колбе № 5, где к рыбьему жиру добавлен только хлоропрен. Таким образом, сочетание хлоропрена с ионами меди приводит к заметному нарастанию перекисей в рыбьем жире лишь в первые 10 дней, а в дальнейшем это нарастание протекает почти так же, как и в присутствии одного хлоропрена. Подобные данные были получены и в отношении кислотного и иодного чисел. Как видно из той же таблицы 1, кислотное число в колбе № 9 составляло на 5 день опыта 4,30 и на 11 день—5,12, тогда как с одним хлоропреном в опыте № 5 они составляли соответственно 1,96 и 3,61.

Подобную закономерность мы наблюдали и в отношении иодного числа, которое соответственно уменьшалось. В наших исследованиях мы неоднократно замечали также обесцвечивание жира и увеличение его вязкости особенно в тех опытах, где к рыбьему жиру, помимо хлоропрена, была добавлена и медь. Это обстоятельство принудило нас в ряде случаев ставить реакцию Карр и Прайса на каротиноиды и витамин „А“. Эти определения показали, что под действием хлоропрена в рыбьем жире происходит заметное уменьшение каротиноидов и витамина „А“ вплоть до полного их исчезновения. Таким образом, хлоропрен заметно сокращает индукционный период окисления рыбьего жира, приводит к быстрому накоплению в нем перекисей, которые и катализируют процесс его окисления. Следствием этого является повышение кислотного числа, уменьшения числа Гюбля и исчезновение каротиноидов. Комбинация хлоропрена с ионами меди еще больше повышает его окислительный потенциал и приводит к более резкому сокращению индукционного периода.

Имея эти данные в отношении рыбьего жира, мы поставили в дальнейшем серию опытов с хлопковым маслом, ибо из полувысыхающих масел чаще всего подвергаются обработке именно хлопковое и подсолнечное масло. Несмотря на то, что выработка хлопкового масла растет весьма значительно и по количеству выработки она занимает одно из первых мест в СССР, однако его применение для производства олиф и лаков до настоящего времени крайне ограничено ввиду

Известия XI, 2—4

его низких высыхающих свойств. С целью повышения этих свойств были предложены различные методы обработки хлопкового масла, но по имеющимся работам нельзя считать эту проблему полностью решенной и поэтому новые исследования в этом направлении представляют определенный практический интерес и могут иметь значение для лаковой промышленности.

Данная серия опытов преследовала задачу путем добавления небольших количеств хлоропрена к хлопковому маслу ускорить процесс высыхания полувсыхающих масел и применить этот способ для приготовления олифы.

Постановка опытов была такая же, как и с рыбьим жиром. Перед опытами были определены константы хлопкового масла: иодное число—87,47, кислотное число—0,176, перекисное число 2,61, p_D^{20} —1,4725.

Как видно из данных таблицы 2, хлопковое масло под действием одного хлоропрена не подвергается заметным изменениям.

Перекисное, кислотное и иодное числа хлопкового масла в течение всего периода опыта колеблются почти в пределах, характерных для контрольного опыта. Необходимо отметить, что в этой серии опытов различные количества хлоропрена (0,2—2,0 мл) оказывают почти одинаковое действие на процесс окисления хлопкового масла, тогда как в опытах с рыбьим жиром с увеличением количества хлоропрена происходит более резкое накопление перекисей и увеличение кислотного числа.

Совершенно иначе влияет хлоропрен на процесс окисления хлопкового масла, когда он сочетается с ионами меди. Как видно из таблицы 2, при наличии меди в пробах хлопкового масла, где имеются различные количества хлоропрена, образуется система, оказывающая неодинаковое прооксидантное действие на окисление масла.

Если в колбах №№ 6 и 7, где количество хлоропрена составляло 0,2—0,5 мл и имелось по 1 мг меди, перекиси образуются в таком же точно количестве, как в колбе № 10, где имелась только одна медь, то в опытах №№ 8 и 9, где количество хлоропрена составляло 1—2 мл, сочетание меди в том же количестве приводит к образованию мощной прооксидантной системы. Эта разница особенно заметна в пробе № 9, где количество хлоропрена составляло 2 мл.

При сопоставлении данных опытов №№ 9 и 10 видно, что по истечении 35 дней в пробе, содержавшей хлоропрен и медь, оказалось перекисей в 4 раза больше, чем в пробе, в которой имелась одна только медь. Подобную картину мы имеем и в отношении кислотного числа. В этой серии опытов также наблюдается заметное повышение вязкости по сравнению с контролем. Данные, полученные в отношении хлопкового масла и рыбьего жира, показывают, что хлоропрен оказывает неодинаковое окисляющее действие на масла, имеющие различное происхождение и что рыбий жир окисляется под действием хлоропрена значительно интенсивнее, чем хлопковое масло. Такое отношение хлоропрена к различным по происхождению жирам мы склон-

Таблица 2

Взяты вещества	Иодное число через					Перекисное число через					Кислотное число через				
	6	14	20	27	35	6	14	20	27	35	6	14	20	27	35
	дней					дней					дней				
Хлопковое масло	87,12	86,5	86,18	82,76	81,88	2,93	3,59	4,51	4,72	5,36	0,176	0,20	0,23	0,34	0,46
+ 0,2 мл хлоропр.	86,56	86,82	85,72	81,39	80,76	2,91	3,79	4,23	5,31	5,57	0,177	0,170	0,25	0,34	0,46
+ 0,5 мл	85,54	82,9	81,49	80,1	77,20	3,06	4,82	4,88	4,99	5,89	0,180	0,180	0,270	0,280	0,42
+ 1 мл	84,58	83,42	85,31	82,92	82,23	3,08	3,96	4,24	5,23	5,45	0,22	0,25	0,29	0,29	0,46
+ 2 мл . . . + 1 мг Си .	84,09	83,09	82,6	79,28	78,08	3,02	4,12	4,71	4,74	6,28	0,210	0,235	0,380	0,385	0,61
+ 0,2 мл . . . + 1 мг Си .	87,47	85,3	87,1	82,3	81,03	3,84	7,54	8,73	10,12	11,60	0,190	0,250	0,320	0,330	0,59
+ 0,5 мл . . . + 1 мг Си .	84,33	85,5	86,3	82,92	80,50	3,64	7,72	8,00	10,02	10,60	0,170	0,180	0,275	0,340	0,63
+ 1 мл . . . + 1 мг Си .	84,89	84,17	80,04	74,40	65,80	3,88	9,39	23,69	32,73	36,12	0,210	0,230	0,470	1,190	2,55
+ 2 мл . . . + 1 мг Си .	85,19	81,07	78,75	76,18	65,20	4,07	19,31	27,29	36,51	37,31	0,260	0,460	0,79	1,530	2,21
+ 1 мг Си	86,24	86,16	82,27	81,58	80,00	4,33	7,15	7,41	10,12	10,61	0,170	0,210	0,460	0,34	0,73

Примечание: Хлопковое масло из Масложиркомбината имело следующие константы;

иодное число = 87,47; перекисное число = 2,61;

кислотное число = 0,176; $n_D^{20} = 1,4725$,

Таблица 3

Взятые вещества	Иодное число через					Перекисное число через					Кислотное число через				
	9	16	24	42	75	9	16	24	42	75	9	16	24	42	75
	дней					дней					дней				
Вазелиновое масло	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	0,33	0,42	0,34	0,37	0,37
„ + 0,2 мл хлоропрена .	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	0,36	0,42	0,38	0,41	0,39
„ + 0,5 мл „	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	0,33	0,38	0,41	0,34	0,38
„ + 1,0 мл „	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	0,32	0,43	0,38	0,44	0,37
„ + 0,5 мл ХП+1 мг Си	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	0,44	0,57	0,43	0,42	0,38
„ + 0,5 мл ХП+1 мг Си	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	0,37	0,42	0,36	0,49	0,34
„ + 1,0 мл ХП+1 мг Си	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	0,37	0,39	0,46	0,33	0,35
„ + 1 мг Си	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	0,37	0,43	0,44	0,45	0,39

Примечание: Константы вазелинового масла: иодное число = 0; перекисное число = 0; кислотное число 0,33.

ны приписать физико-химическим свойствам того жира или масла, с которым он сочетается. Не исключалось, что в определенных жирах или маслах хлоропрен, легко образуя свои перекиси, в дальнейшем уже сам индуцирует окисление тех жиров или масел, которые богаты ненасыщенными жирными кислотами, являясь тем самым пусковым механизмом в цепной реакции, которая имеет место при самоокислении жиров или масел. С этой целью были поставлены дополнительные опыты с вазелиновым маслом, которое имеет минеральное происхождение и не содержит двойных связей. Постановка опытов была такой же, как с рыбьим жиром и хлопковым маслом.

Как видно из таблицы 3, в вазелиновом масле из хлоропрена если даже и образуются перекиси, то они бывают в столь незначительных количествах и так они быстро разлагаются, что их определение становится невозможным той методикой, которой мы пользовались для их определения. Эти данные говорят о том, что накопление перекисей в жирах происходит за счет ненасыщенных жирных кислот.

Учитывая, что первоначальным этапом при высыхании масел является интенсивный процесс окисления ненасыщенных жирных кислот, а также и то, что под действием хлоропрена этот процесс значительно ускоряется, можно полагать, что хлоропрен в малых количествах найдет применение для приготовления доброкачественной олифы из хлопкового масла. Поставленные в этом направлении предварительные опыты показали, что хлопковое масло в присутствии хлоропрена и, особенно, в сочетании его с медью, высыхает значительно быстрее, чем в их отсутствии. Этот факт безусловно имеет важное значение при изготовлении доброкачественной олифы из полувывсыхающих масел [10, 11], однако, помимо этого, необходимо изучить и целый ряд других свойств образующейся пленки, для чего необходимы специальные исследования, к которым мы уже приступили.

В ы в о д ы

1. Хлоропрен *in vitro* оказывает прооксидантное действие на процесс окисления жиров. Его сочетание с ионами меди еще больше сокращает индукционный период окисления жиров и приводит к заметному нарастанию количества перекисей.

2. Хлоропрен оказывает на масла различного происхождения неодинаковое прооксидантное действие. Рыбий жир окисляется значительно быстрее, чем хлопковое масло.

3. Хлоропрен, и особенно его сочетание с ионами меди, приводит к увеличению вязкости хлопкового масла и рыбьего жира по сравнению с контролем.

4. Под действием хлоропрена заметно уменьшается количество каротиноидов и витамина „А“.

5. Хлопковое масло после хранения в течение 30—35 дней в присутствии хлоропрена и, особенно, в комбинации его с медью, высыхает значительно быстрее, чем без хлоропрена.

Ереванский медицинский
институт

Поступило 16 II 1958

Վ. Գ. ՄԵԴԻՔԻՆԱԿ

ՔԼՈՐՈՊՐԵՆԻ ԱՋԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՃԱՐՊԵՐԻ ԻՆՔՆՕՔՍԻԴԱՑՄԱՆ ՎՐԱ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Ճարպերի օքսիդացման վրա քլորոպրենը ցուցաբերում է համօքսիդանտային ազդեցություն, որն ավելի է ուժեղանում, երբ նրան համակցում են պղնձի իոնի հետ: Վերջին դեպքում կրճատվում է ճարպերի օքսիդացման ինդուկցիոն շրջանը և տեղի է ունենում պերօքսիդների կուտակում:

Տարբեր ծագում ունեցող ճարպերի վրա քլորոպրենը տարբեր համօքսիդանտային ազդեցություն է ցուցաբերում. ախպես, օրինակ, ձկան յուղն ավելի արագ է օքսիդանում, քան բամբակի ձեթը: Քլորոպրենի ազդեցության տակ, մանավանդ երբ այն համակցվում է պղնձի իոնների հետ, մեծանում է թե՛ ձկան յուղի և թե՛ բամբակի ձեթի մածուցիկությունը:

Քլորոպրենի ազդեցության տակ զգալի կերպով պակասում է ձկան յուղի մեջ եղած A վիտամինի քանակը: Բամբակի ձեթը 30—35 օրվա ընթացքում քլորոպրենի ներկայությամբ, մանավանդ պղնձի հետ համակցված լինելու դեպքում, չորանում է շատ ավելի մեծ արագությամբ, քան առանց նրանց:

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Г. Мхитарян, Изв. АН АрмССР, биол. н., 10, № 6, 11 (1957); Материалы XVI выездной научной сессии, посвященной 40-ой годовщине Вел. Окт. соц. рев. Ереван, 1957.
2. В. Г. Мхитарян, Тезисы докладов Второго Закавказск. съезда физиологов, биохим. и фармакологов. Тбилиси, 1956.
3. В. Г. Мхитарян, Тезисы докладов выездной научной сессии Ермединститута. Ереван, 1957.
4. W. Kern, H. Iockusch, A. Wolfram, Makromol. Chem. 3, 223 (1949); 4, 213 (1950); [C. A. 44, 2269f, 8150 (1950)].
5. E. Farmer, J. Chem.: Soc. 125, 541 (1943).
6. A. E. Nyström, Acta Medica Scand., Supp. 219, 1948.
7. Г. Х. Бунятыян, Фосфатиды как про- и антиоксиданты при самоокислении жиров, витамина „А“ и каротиноидов. Мединститут АрмССР, Ереван, 1937.
8. А. Я. Дринберг, Б. М. Фундлер, Л. В. Аветисова, ЖПХ 27, 684 (1954).
9. Л. Старикова, Мясная индустрия СССР, 2, 72 (1953).
10. А. Я. Дринберг, Искусственные олифы. Госхимиздат, Москва—Ленинград, 1947; А. Я. Дринберг, В. С. Варламов, Жиры и масла как пленкообразователи. Пищепромиздат, Москва—Ленинград, 1949.
11. А. Я. Дринберг, Технология пленкообразующих веществ, Госхимиздат, Москва—Ленинград, 1948; В. С. Киселев, Олифа и лаки. Химлитература, Москва—Ленинград, 1940.