

Сравнительный анализ традиционных способов омыления жиров

Смолянов К.Н.

химия

11 класс, МБОУ СШ им. И.В. Мушкетова

Волгоградская область, станица Алексеевская,

рук. Учитель химии А.А. Леценко, МБОУ СШ им. И.В. Мушкетова

Волгоградская область, станица Алексеевская

Введение. С незапамятных времен людей интересовал вопрос чистоты и ухода за своим телом, одеждой, убранством и т.д. Мыла – это и есть химические вещества, полученные в результате химической реакции омыления жирных кислот продуктами с ярко выраженной щелочной средой, а сапонины (название, которое легло в основу) – вещества природного происхождения, растворы которых при взбалтывании образуют густую стойкую пену [5, 13, 14]. В нашей местности также издревле практиковались различные способы получения мыльных растворов и средств [18]. Ввиду чего возникла рабочая *гипотеза*: мыло, полученное в результате аутентичного способа омыления жиров, по качественным характеристикам может превосходить современные средства и как следствие более эффективно справляться со своими функциями. Поэтому *цель* данной работы – проанализировать эффективность различных традиционных способов омыления жиров. Исходя из чего, в исследовании были поставлены следующие *задачи*: 1) проанализировать информацию по традиционным способам омыления жиров и систематизировать их; 2) получить прикладным способом реактивы для проведения химической реакции омыления различных типов жиров различными видами компонентов, содержащих ионы щелочных металлов; 3) провести соответствующие реакции и произвести замеры; 4) дать сравнительную характеристику качественным и количественным показателям для каждого способа получения мыла.

В данном контексте наше исследование является *актуальным* по причине того, что различные аутентичные способы омыления жиров и продукты их

превращения в мыла могут быть вполне конкурент-способными современному мылу.

Обзор литературы.

Узнавая из источников о быте наших предков, их авторы упоминают об одном универсальном моющем средстве, которым стирали и отбеливали бельё, мыли посуду, ими мылись в бане, удобряли огород и так далее [16, 18]. А называлось оно – щёлок [5]. Прекрасное натуральное средство, получаемое из золы, которым очень широко пользовались наши предки (буквально до недавнего времени, до середины XX века) [14].

С химической точки зрения, щёлок – это раствор из древесной (растительной) золы, настоянной в воде. В основном состоит из карбонатов или гидроксидов калия и натрия, обладает сильной щелочной реакцией [5]. Это полностью природное, экологически чистое вещество, в котором нет ни консервантов, ни синтетических веществ, которые могут приносить определенный вред организму (лаурил- и лаурет-сульфаты, и т.д.) [6].

Готовили щёлок несколькими способами, описанными в рассмотренной литературе [16]: холодным, горячим, и называемым в данном источнике способом – «стращением». Рассмотрим самый нетрудоёмкий из них. Приготовить щелочной раствор холодным способом довольно просто. Для этого необходимо взять ёмкость, золу и воду. В эту ёмкость насыпать 2/3 подготовленной золы и залить водой. Тщательно перемешав, дать настояться два-три дня. По истечении этого времени жидкость, собравшуюся в верхней части ёмкости, очень аккуратно слить. Эта жидкость превращена в *щёлок* путём растворимости веществ калийных и натриевых соединений (они очень хорошо растворимы). Также отмечается в источнике, что возможны варианты смешивания с «агглютантом» (веществом, провоцирующим более вязкое и быстрое мылообразование). Такими агглютантами в источнике называются мылкие, пенообразующие вещества растительного происхождения гликозиды тритерпенового ряда с поверхностно-активными свойствами – сапонины [14, 18]. В нашей местности чаще использовался щёлок из сорных злаковых растений, так

как у нас зона разнотравно-типчаково-ковыльных и смешанных степей с аридным климатом и специфическим орошением, и лесов было не так много [2].

Для проведения реакции омыления жиров различными «традиционными» использовались жиры масличных культур, таких как подсолнечник, конопля, лён и другие [16]. Что касается жиров животного происхождения: в описанных источниках указываются жиры «охотничьих пород», например, утиный или свиной жиры [16, 18].

Материал и методы.

В нашей работе материалом послужило собранное в полевых условиях сырьё для приготовления предреагентов с последующим проведением реакции омыления жиров различными традиционными способами и методами, описанными в главе 1. В период 2021-2022 годов в Алексеевском, Кумылженском и Урюпинском районах нами проведены полевые сборы различных сорных злаковых растений местного произрастания (житняк, овсюг) [9], определенных по справочнику-определителю [4]. Вторую группу составляли околоводные травянистые растения Хопёрско-Бузулукского побережья [4]. Материал был собран в период ювенильной и имматурной стадии, когда в растениях имеется оптимальное содержание ионов калия и натрия. Сырьё собирали методом кошения и ручного сбора, далее сырьё сушили. После растения сжигали в специальном контейнере. Зола замачивали в корчаге (глиняном горшке) по рецептуре 2/3 золы к 1/3 воды. Верхнюю часть воды через двое суток аккуратно сливали и, профильтровав, убирали в тару чёрного стекла. Таким образом, нами было получено два «различных» щелока: 1. Злаковый (R_2) 2. Осоковый (R_2^*). В упрощенной схеме для проведения основной реакции нашего исследования мы условно обозначим данный вид прекурсора как R_2 и R_2^* .

В качестве реактива 1 (или R_1 в упрощенной схеме реакции) нами были получены следующие жиры и жировые составы: а) жиры растительного происхождения (свежевыжатое масло подсолнечника урожая 2021 местного происхождения; выжатое ручным способом оливковое масло из маслин, привезённых из провинции Хаэн, Испания); б) жиры животного происхождения

(утиный жир, вытопленный из диких уток, добытых местными охотниками; свиной нутряной жир). В качестве агглютантов (то есть компонентов, предназначенных для примесной добавки в качестве веществ, инициирующих слипание образующихся солей жирных кислот в реакции омыления), нами был получен настой корней мыльнянки местного.

Для определения качественных и количественных характеристик протекания реакции нами были выполнены следующие показательные пробы:

1. Индикаторная рН-метрия для определения водородного потенциала исходного щелока и полученных продуктов реакции омыления. Для данного метода мы использовали сверхточную (для бумаги) универсальную индикаторную бумагу рН-SCAN (и её аналогом рН-TZAKZY) с шагом в 0,4 единицы. Данный вид индикации допустим и производится по Г. Шарло [7].

2. Определение коэффициента внутреннего трения полученных продуктов омыления проводили по методу Стокса [8]. В данном контексте стоит учесть, что показатель внутреннего трения или по-другому коэффициент вязкости – весьма важный показатель ввиду перехода масел, или жировых составов при омылении, в вещества с более высоким означенным коэффициентом. Также стоит учесть, что мыла очень быстро затвердевают в силу специфических особенностей при остывании, поэтому все манипуляции в данной части поставленного эксперимента проводились при температуре 56,5 °С, в термостатических условиях. Исходное сырьё реактивов группы R₁ подвергалось повторному измерению в контрольной группе для исключения погрешности и приведения референтных значений исходных жировых смесей (данные в табл. 1 в колонке *Ref*). Погрешность и её доверительные границы в данном методе при данных условиях определяли по методике Лапласа [15].

Анализ результатов собственного исследования.

Так как важным условием в основной реакции данной работы является взаимодействие жиров со щелочными растворами, нами были вынужденно поставлены несколько параллельных реакционных рядов (упрощенно по схеме):
 $R_1 + R_2 \rightarrow$ Глицерин + Соли жирных кислот (Мыла). Где R₁ – это различные

жиры, а R_2 – различные щелочные растворы. Жировые составы различного генезиса для удобства были нами распределены по группам: монолипидные L1 (растительные жиры, от слова «lipos»), монолипидные L2 (животные жиры), композитные L3 (с включениями агглютантов по методикам Черняева, описанным в главе 1).

А) Анализ данных, полученных в результате измерения коэффициента вязкости в продуктах гидролиза жиров.

В результате химической реакции омыления жиров L₁, L₂, L₃ различными способами нами были получены следующие данные, представленные в таблице 1.

*Табл. 1. Коэффициент вязкости (динамическая вязкость, μ) прекурсоров R_1 и полученных продуктов омыления (по методу Стокса), мПа*с при $t^0=56,5$ °С*

Состав исходного сырья	Ref.	<i>Злаковый щелок (R)</i>	<i>Осоковый щелок (R*)</i>
<i>Подсолнечное масло L1</i>	1089,82±0,36	1243,56±1,74	1208,04±0,94
<i>Оливковое масло L1*</i>	1142,01±2,39	1247,21±0,67	1213,44±1,18
<i>Свиной жир L2</i>	794,26±6,12	803,35±2,60	791,2±2,37
<i>Утиный жир L2*</i>	775,65±0,26	846,16±0,42	823,71±0,41
<i>L1 + агглютант (L3)</i>	1019,44±2,15	1412,91±0,63	1380,48±1,02
<i>L2 + агглютант (L3*)</i>	688,96±4,04	1052,40±1,18	981,01±1,47

**жирным шрифтом выделены продукты гидролиза с большим и меньшим показателем коэффициента вязкости*

При омылении растительных жиров наблюдалась следующая картина: подсолнечный и оливковый жир довольно быстро и полно реагируют с любым из представленных щелочных растворов (злаковый, осоковый). На это указывают их показатели омыления (понижение щелочности полученного продукта реакции, повышение коэффициента внутреннего трения). Что касается жировых составов группы L₂, их омыление не столь эффективно ввиду низкого коэффициента вязкости и более высокого перманентного уровня щелочности

получившегося продукта омыления. Полученные нами данные соответствуют картине реологических показателей животных жиров, приведенных в исследованиях И.А. Рогова и А.В. Горбаткова [3].

Из таблицы 1 также можно выделить самое низкое число внутреннего трения у продукта реакции омыления свиного жира. Особенно аномальным выглядит коэффициент вязкости мыла, полученного в результате реакции свиного жира с осоковым щелочком – его значение ниже референтного, что может свидетельствовать о неполном взаимодействии либо недостаточном количестве времени для реакции.

Для полного представления картины все данные по коэффициенту вязкости показаны на рисунке 1.

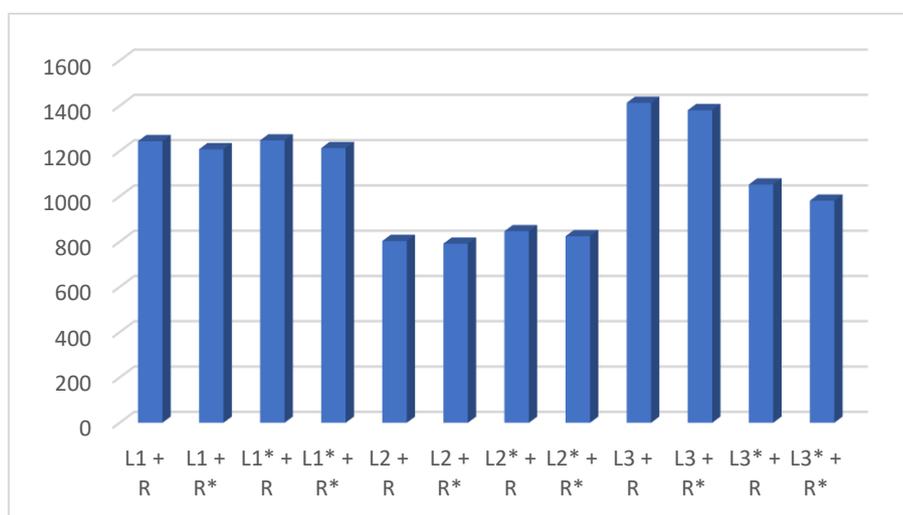


Рис. 1. Сравнительный анализ количественных показателей продуктов реакции различных способов омыления. Синим – коэффициент вязкости (мПа*с)

Б) Анализ данных, полученных в результате измерения рН-показателя в продуктах гидролиза жиров

Исходя из получившихся данных, самым эффективным способом омыления является реакция, в состав реагентов которой входят композитные жировые + злаковые щелочные составы.

Табл. 2. Сравнительные показатели рН-среды исходных и полученных растворов (определение остаточной щелочности)

	Злаковый щелок R	Осоковый щелок R*

Состав исходного сырья	Исходн рН	$\geq 10,0$	Исходн рН	$\geq 10,0$
Подсолнечное масло L1	7,4		8,0 - 9,0	
Оливковое масло L1*	7,4		8,0 - 9,0	
Свиной жир L2	8,0		9,0	
Утиный жир L2*	8,0		9,0	
L1 + агглютант (L3)	7,0		8,0	
L2 + агглютант (L3*)	8,0		8,0	

**жирным шрифтом выделены значения с меньшим и большим рН-показателем после реакционного процесса*

Это подтверждает самый низкий рН-показатель, приближенный к 7.0, среди всех получившихся мыльных продуктов. Коэффициент внутреннего трения в данном продукте является наиболее высоким с минимальным коррекционным числом, что позволяет предположить о более полном переходе исходных реактивов в соли жирных кислот, то есть судить о более полном омылении ($\mu=1412,91\pm 0,63$).

Для того, чтобы визуализировать данные, полученные в результате различных способов омыления жиров, мы покажем их на рисунке 2.

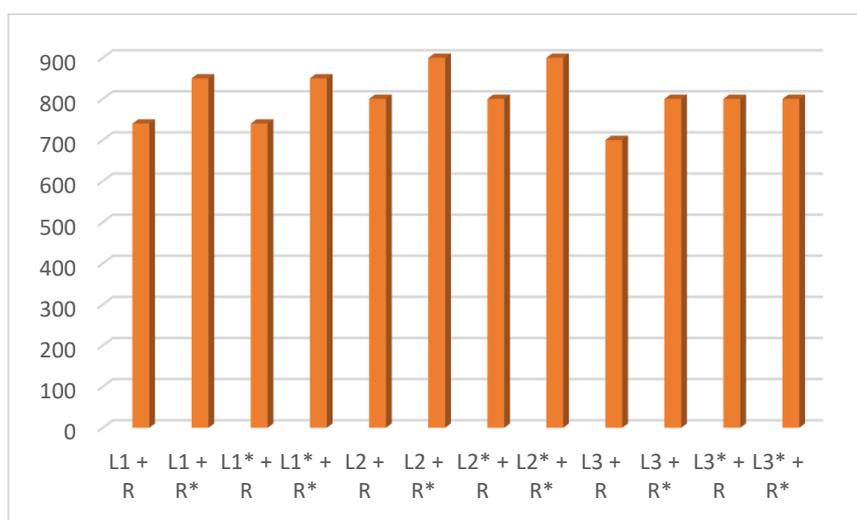


Рис.2. Сравнительный анализ количественных показателей продуктов реакции различных способов омыления. Оранжевым – водородный показатель (условная единица рН среды).

Таким образом, при проведении реакции омыления жиров различными аутентичными для нашего региона способами, мы пришли к следующим результатам: наиболее успешный способ – гидролиз растительных масел злаковым щелоком в присутствии агглютантов ($\text{pH} \approx 7$, $\mu=1412,91 \pm 0,63$ Па*с), а самым неэффективным оказался способ, при котором реагируют свиной жир и щелочной раствор из осоковых ($\mu=791,2 \pm 2,37$ Па*с при $\text{pH} \approx 9$).

Выводы.

1. Проанализировав данные способы, мы предложили классифицировать их по группам: 1) омыление жиров растительного происхождения 2) омыление животных жиров 3) омыление жировых смесей первой и второй групп в присутствии агглютантов.

2. Добыты необходимые реагенты для проведения данных способов реакций: получен щелок двух видов (злаковый и осоковый), добыты растительные (подсолнечное, оливковое масло) и животные жиры (свиной, утиный) местного происхождения или натурального происхождения, указанного в рецептуре, а также изготовлены агглютанты в виде отвара корня мыльнянки.

3. В результате серии экспериментов, поставленных нами в ходе исследования, проверены все указанные нативные способы в виде реакций омыления, определили качественные и количественные показатели полученных продуктов реакции и сравнили их между собой.

4. Наиболее успешный способ – гидролиз растительных масел злаковым щелоком в присутствии агглютантов ($\text{pH} \approx 7$, $\mu=1412,91 \pm 0,63$ Па*с), а самым неэффективным оказался способ, при котором реагируют свиной жир и щелочной раствор из осоковых ($\mu=791,2 \pm 2,37$ Па*с при $\text{pH} \approx 9$).

Ввиду полученных данных, гипотеза, поставленная вначале исследования, является полностью доказанной. Действительно, среди традиционных для нашей местности способов реакции гидролиза жиров в щелочной среде есть эффективные по своим качественным и количественным показателям, а главное, конкурентоспособные с современными аналогичными средствами продукты данной реакции (уровень pH-показателя (7.0) продукта приближен к

натуральному для кожи (5.5) и практическое отсутствие потенциально опасных для организма веществ в таком мыле, мы смело можем говорить об экологичном и безопасном продукте).

Список литературы.

1. Арет, В. А. Реологические основы расчета оборудования производства жиросодержащих пищевых продуктов: Учеб. пособие / В. А. Арет, Б. Л. Николаев, Г. П. Забровский, Л. К. Николаев. – СПб., 2006. – 435 с.

2. География и экология Волгоградской области. / Под ред. В. А. Брылёва – Волгоград, 2005. – 260 с.

3. Горбатков, А. В. Реология мясных и молочных продуктов. / А. В. Горбатков. – Москва, 1979. – 383 с.

4. Губанов, И. А. Дикорастущие полезные растения СССР (справочник-определитель географа и путешественника) / И. А. Губанов. – Москва, 1976. – С. 119-126

5. Лидин, Р. А. Справочник по общей и неорганической химии. / Р. А. Лидин. – Москва, 1997. – 256 с.

6. Матвейко, Н. П. Экологический аспект применения мыла. / Н.П. Матвейко, В. В. Садовский, Н. М. Носова // Известия ТулГУ. Естественные науки, 2016. Вып. 1, С. 13-28.

7. Методы аналитической химии. Количественный анализ неорганических веществ. Ч.I. / Под ред. П. К. Агасяна - Москва, 1969. – С. 386

8. Никулин, С. С. Определение вязкости жидкости методом Стокса: методические указания / сост.: С. С. Никулин, А. С. Чех. – Тамбов, 2011. – 12 с.

9. Сагалаев, В. А. Очерки истории изучения флоры Юго-Востока Европейской России: учебно-справочное пособие / В. А. Сагалаев - Волгоград, 2006. - 223 с.

10. Сагалаев, В. А. Географический анализ аридной флоры степей и пустынь Юго-Востока Европейской части России // Известия ВГПУ. Естественные и математические науки. Волгоград, 2004. – С. 27-43

11. Срабова, М. Е. Исследование физических и химических свойств животных жиров // Старт в науке. №6 (часть 2). Москва, 2018. – С. 262-269.

12. Сунцова, Л. Н. Физиология растений: Курс лекций по физиологии растений для бакалавров направления подготовки 250100 «Лесное дело» и 250700 «Ландшафтная архитектура» очной формы обучения. / Л. Н. Сунцова. – Красноярск, 2011. – 116 с.

13. Тютюнников, Б. Н. Химия жиров / Б. Н. Тютюнников, З. И. Бухштаб, Ф. Ф. Гладкий и др. – Москва, 1992. – 448 с.

14. Химический Энциклопедический словарь / Под ред. проф. И. Л. Кнунянца. – Москва, 1983. – С. 357

15. Химмельблау, Д. Анализ процессов статистическими методами / Д. Химмельблау. – Москва, 1973. – 960 с.

16. Черняев, С. Д. Старинные рецептуры и способы мыловарения, бытовавшие по Хопру и Медведице Донской Области. Рукописи экспедиционных материалов по аутентичному мыловарению, проводимых в Хопёрском и Усть-Медведицком округах Области Войска Донского. С. Михайловка, 1892-1908

17. Динамика потребления элементов питания растениями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.activestudy.info/dinamika-potrebleniya-elementov-pitaniya-rastenyami/> (дата обращения 30.04.2022)

18. Вестник мыловарения и жировой промышленности 1910-1915 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_006769615/ (дата обращения 06.06.2022)