

Всероссийский конкурс научно-технологических проектов “Большие вызовы”  
в 2021-2022 учебном году

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУХИХ  
ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ ЯГОД ВОРОНИКИ (*EMPETRUM L.*) ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ  
МАСЛА СЛИВОЧНОГО

Авторы:

Хреникова Полина Ростиславовна

Россия, Мурманская область, г. Мурманск

МБОУ г. Мурманска СОШ №5, 11 класс

ГАУДО МО «МОЦДО «Лапландия», Детский технопарк «Кванториум»

БиоТехПрофи. Линия 2

Лимонова Евгения Сергеевна

Россия, Мурманская область, г. Мурманск

МБОУ г. Мурманска СОШ №36, 10 класс

ГАУДО МО «МОЦДО «Лапландия», Детский технопарк «Кванториум»

БиоТехПрофи. Линия 2

Научный руководитель:

Соколан Нина Ивановна, педагог дополнительного образования детского

технопарка «Кванториум», младший научный сотрудник

научно-исследовательской лаборатории химии и морских биоресурсов ФГАОУ

ВО МГТУ

## **Введение**

В северных регионах актуальна проблема нехватки витаминов в ежедневном рационе, потому как фрукты и овощи на территории этих мест не произрастают, а то, что лежит на полках магазина привозится из других районов и обработано химическими веществами для транспортировки и более долгого хранения. Рыба, богатая насыщенными жирами, макро- и микроэлементами недоступна большей части населения в силу своей высокой стоимости. Наиболее целесообразно проводить обогащение подобными компонентами продуктов массового потребления [1]. В качестве одного из них может служить масло сливочное, пользующееся высоким спросом среди всех групп населения. Возможность его обогащения обусловлена тем, что произрастающие в северных регионах ягоды известны высоким содержанием витаминов и микроэлементов в своём составе. К ним относится вороника, которую можно заготавливать в достаточном количестве в мороженом или в сушеном виде [2]. Ягодное сырьё содержит достаточно большое количество природных антиоксидантов, что важно для стабилизации сливочного масла, мало устойчивого в процессе хранения. В связи с этим проблема его обогащения с целью повышения биологической ценности и стабилизации представляется актуальной. Но также необходимо, чтобы срок годности обогащённого продукта был относительно продолжительным.

Сливочное масло, известное человеку с древних времен, и теперь остается лучшим и практически единственным жировым продуктом животного происхождения, предназначенным для непосредственного потребления. Секрет его успеха в органолептической привлекательности, универсальности использования, высокой пищевой ценности и физиологической незаменимости. Вырабатываемое исключительно из коровьего молока, сливочное масло — продукт ресурсоемкий и затратный. Его статус как продукта питания и особенности производства предполагают надлежащее качество [3].

Традиционный, исторически сложившийся состав сливочного масла в нашей стране: жира – не менее 82,5 %, влаги – не более 16 %, сухого обезжиренного молочного остатка – 1,5 %. В других странах мира содержание жира в масле традиционного состава колеблется в диапазоне от 80 до 85 %. Это согласуется с требованиями Cod. Alimentarius. Изначально состав сливочного масла предопределяется преобладанием в нем молочного жира. При выделении из сливок так называемые «масляные зерна» содержат 80–83 % жира. При спрессовывании зерен в монолит и пластификации последнего они связывают 17–20 % нежировых составляющих веществ молока – плазмы, состоящей из 88–91 % воды и 9–12 % веществ СОМО (Рис.1, Приложение 1).

В настоящее время в ГОСТ Р 52969–2008 включены пять ассортиментных наименований сливочного масла: «Традиционное», «Любительское», «Крестьянское», «Бутербродное» и «Чайное». Такой широкий ассортимент является результатом наличия научной базы, обеспечивающей обоснование разработок, с другой – два метода производства сливочного масла: преобразование высокожирных сливок и сбивание сливок с использованием маслоизготовителей непрерывного и периодического действия [4].

Молочный жир, составляющий основу сливочного масла и являющийся одним из его основных классификационных признаков, во многом предопределяет его физико-химические свойства, качество и пищевую ценность. Физическое состояние молочного жира предопределяется температурным фактором: от жидкого – при температуре выше точки плавления основных глицеридов до твердообразного кристаллического – при температуре ниже точки застывания соответственно. Он хорошо растворяется в других жирах и большинстве гидрофобных органических растворителей; в воде нерастворим. Из сопутствующих молочному жиру веществ наиболее значимые – фосфолипиды, стерины, холестерин, жирорастворимые витамины.

Фосфолипиды – биологические активные вещества, входят в состав клеточных мембран, участвуют в транзите жира в организме, придают пище липотропные свойства. В ассоциации с белками и цереброзидами они составляют основу липопротеиновых оболочек жировых шариков. По химической природе это амфиполярные поверхностно активные вещества, стабилизирующие устойчивость молочно жировых дисперсий как «масло в воде», так и «вода в масле». В сливочном масле их содержание составляет от 1250 до 2059 мг/кг.

Стерины – вещества, сопутствующие жиру, по химической природе относящиеся к гидроароматическим спиртам. В молочном жире из этой группы веществ наиболее значим холестерин, он находится в жире в виде истинного раствора, в плазме – его следы. Входит в состав оболочек жировых шариков. Холестерин обладает способностью обезвреживать ядовитые вещества крови – сапонины, способствующие разрушению красных кровяных телец, участвует в образовании и превращениях желчных кислот, витамина D, половых гормонов и др. При снижении массовой доли жира в масле количество холестерина в нем снижается, а фосфолипидов увеличивается [4].

Чтобы сделать сливочное масло еще более полезным, увеличить срок его хранения, а также придать новые вкусовые качества уже известному продукту, целесообразно обогащать его северными ягодами, такими как вороника.

Вороника черная (*Empetrum L.*), она же водяника или шикша (Рис. 2., Приложение 1) произрастает практически на всей территории России, начиная примерно от 60 параллели и кончая северной оконечностью материка. Запасы водяники в РФ довольно значительны. Доминирующей группой биологически активных компонентов растения являются флавоноиды (рутин, кемпферол, изокверцетин, дигидрокверцетин, нарингенин, нарингин, катехин, эпикатехин, морин, а также гликозиды кверцетина, мирицетина, ларицитрина, изорамнетина и сирингенина). Также в растении содержатся флавоноиды

группы халконов (анголетин, эмпетрон, метилэмпетрон и др.), фенолкислоты и кумарины [5,6,7].

В основном она произрастает в скандинавских странах, в Западной Европе, встречается в Канаде, Китае, в Чили, в США, в Монголии, кроме того, на японских островах, а также в нашей стране преимущественно в прохладных регионах, в тундре и в горной местности, а также в полярно-арктической зоне.

Листья вороники представлены иголочками тёмно-зеленого окраса, напоминающие хвою. Они жестковатые на ощупь, а края их несколько завернуты внутрь. Цвести растение начинает в апреле июне, что определяется климатическими условиями. Цветки мелковатые, красно-розового цвета. Узнав немного о внешнем виде этой ягоды, самое время поговорить о ее полезных свойствах [8].

Стоит сказать, что эти съедобные ягоды могут сохраняться на кустике даже всю зиму. На вкус плоды с приятной кислинкой и довольно-таки сочные, не зря ее называют водяникой. Ее целебные компоненты сохраняются и в процессе замораживания. Она хорошо хранится в свежем виде, так как в ней присутствует бензойная кислота.

В этом пищевом продукте содержатся следующие полезные компоненты: дубильные вещества, тритерпеновые кумарины, воск, алкалоиды, эфирное масло, флавоноиды, смолы, андромедотоксин, фенолкарбоновые кислоты, жирные масла, аскорбиновая кислота, сапонины, каротин, присутствуют углеводы, кроме того, разные микроэлементы.

Кроме того, ее используют при нервных расстройствах и при стрессах, назначают при нервном истощении, при хронической усталости, при бессоннице, она отлично выводит радионуклиды из организма. Из вороники делают желчегонные, мочегонные, успокаивающие, а также гипотензивные фитосредства.

Применяется ягода при водянке, головной боли, обменных нарушениях, параличах, кроме того, при затрудненном мочеиспускании, судорогах, расстройстве кишечника, бессоннице, гипертонии, гастрите, а также при хроническом колите, при отеках, раньше её применяли при цинге, так как в ягодах много аскорбиновой кислоты.

Есть еще важное свойство у этих ягод, отвар, приготовленный на их основе может справляться с проблемой так называемого синдрома сухого глаза, что чаще всего развивается на фоне длительной работы перед монитором компьютера. В косметологии используют мякоть плодов, из них готовят различные компрессы, которые применяют при угревой сыпи, при ранах, а также при язвах [9].

Следуя из всего вышесказанного, можно прийти к выводу, что сливочное масло является частью рациона человека, которое необходимо потреблять каждый день, потому идея его обогащения актуальна и рациональна. Одним из перспективных компонентов обогащения сливочного масла может являться ягода вороника, так как содержит большое количество макроэлементов и микроэлементов, потому вороника имеет все возможности являться БАДом. Также вороника является недоиспользованным ресурсом северных регионов, так как произрастает на севере в больших количествах и не пользуется большой популярностью.

В связи с этим целью нашей работы является исследование возможности использования сушеной ягоды вороника с целью обогащения ею сливочного масла.

Следуя поставленной цели, были выделены следующие задачи:

1. Изучить ассортимент сливочного масла, выбрать подходящий образец;
2. Определить оптимальные условия тепловой сушки ягод (время, температура);

3. Приготовить образцы сливочного масла с внесением измельченных высушенных ягод разной концентрации;
4. Провести органолептические исследования образцов масла с ягодами;
5. Определить зависимость кислотного числа от концентрации сушёных ягод в течение 12 суток.

#### **Анализ рынка сливочного масла и выбор подходящего объекта/продукта.**

Мы проанализировали рынок сливочного масла Мурманского региона и решили сконцентрировать внимание на масле местного производителя – «Тулома». Мы остановили свой выбор на сливочном масле «Традиционное» производителя «Тулома», так как данный продукт производится строго по ГОСТ 32261-2013 [10], обладает высоким качеством и доверием покупателей, а также приемлемой ценовой категорией. Более того, производство молочных продуктов «Тулома» является местным фермерством, потому все продукты изготавливаются из молока самого производителя. В отличие от производителя «Латона», которое мы также рассматривали в качестве образца для наших исследований.

Состав масла «Тулома. Традиционное»; белки - 0,6 г, жиры - 82,5 г, углеводы - 0,8 г. Калорийность: 748 ккал/3132 кДж, цена 180 рублей (Рис.3, Приложение 1).

#### **Определение оптимальных условий тепловой сушки ягод**

Нами были проанализированы литературные данные [1] и ссылаясь на них, выбрали оптимальный режим высушивания ягод вороники - не более 60 градусов на протяжении 3-х суток, так как при более высоких температурах ягоды теряют свои полезные свойства. Ориентируясь на статью, было определено, что оптимальное время сушки ягод - 12 часов, но по истечению

этого времени ягода не имела постоянной массы, потому мы решили увеличить время сушки до трёх дней.

**Приготовление образцов сливочного масла с внесением  
измельченных высушенных ягод разной концентрации.**

Образцы для исследования возможности обогащения сливочного масла ягодами вороники готовили следующим образом: масло растапливали на водяной бане при температуре 45 °С в течение 30 минут. Далее делили масло на 3 части по 50 г и добавляли высушенную измельченную ягоду вороники определённой концентрации (табл.1). Перемешивали измельченные сушеные ягоды вороники и масло сливочное до равномерного распределения частиц ягод в масле. Затем проводили определение кислотного числа (нулевая точка), включая образец масла без добавления ягод, и далее хранили масло при температуре +5 - +7 °С в течение 12 суток. Определяли кислотное число с определённой периодичностью (Рис. 4 и 5, Приложение 1).

Образцы вороники собирались осенью 2021 года в районе Семёновского озера г. Мурманска.

Таблица 1. Концентрация измельченных высушенных ягод вороники в образцах масла сливочного

Образцы масла	Масса масла, г	Масса вороники, г	ω вороники, %
1	50	0	0
2	50	0,25	0,5
3	50	1,0	2,0
4	50	1,5	3,0



## Органолептические исследования образцов масла с ягодами.

Мы провели органолептический анализ, в котором приняло участие 10 человек. Органолептическими показателями качества для сливочного масла являются вкус, запах, цвет и консистенция, которые должны соответствовать требованиям ГОСТ 32261 [10]. Согласно ГОСТ органолептические показатели масла оценивают по 20-балльной шкале. Для масла сливочного высшего сорта суммарная балльная оценка должна составлять не менее 17 баллов. Для масла первого сорта - не менее 11 баллов. Масло, получившее общую оценку менее 11 баллов, в том числе за вкус и запах менее пяти баллов, за консистенцию менее трех баллов, за цвет менее одного балла, за упаковку и маркировку менее двух баллов, к реализации не допускается [11]. Результаты данного анализа можно видеть в таблице 2.

Таблица 2. Результаты органолептического анализа образцов масла сливочного с добавлением измельченных высушенных ягод вороники

Критерии оценки	Концентрация сухих ягод вороники в масле 0,5 (%) Образец №2	Концентрация сухих ягод вороники в масле 2,0 (%) Образец №3	Концентрация сухих ягод вороники в масле 3,0 (%) Образец №4
Вкус и запах	9,2	14,0	16,4
Консистенция и внешний вид	11,6	19,2	19,6
Цвет	5,2	10,8	16,8
Средний балл	8,6	14,6	17,6

По итогам органолептического анализа можно сделать вывод, что оптимальной концентрацией сухих ягод вороники в масле является 3,0% (образец №4). Масло при данной концентрации ягод обладает лучшими вкусовыми, визуальными качествами, а также оптимальной консистенцией. Более того, средний балл образца №4 соответствует баллу масла сливочного высшего сорта.

### **Определение кислотного числа исследуемых образцов масла сливочного.**

Определение кислотного числа исследуемых образцов масла сливочного выполнялась по методу, описанному в ГОСТ Р 50457-92 (ИСО 660-83) [12].

Кислотное число - количество миллиграмм гидроокиси калия, требуемое для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира или масла.

Для проведения анализа брали навеску образца масла 0,5 г и помещали в коническую колбу на 250 мл. Далее приливали в колбу с маслом смесь диэтилового эфира и этилового спирта 95%-ного раствора в соотношении 1:1 (от 50 до 150 мл). Затем тщательно перемешивали содержимое колбы до полного растворения масла в смеси. Добавляли 2-3 капли спиртового раствора фенолфталеина и титровали раствором КОН 0,1 моль/л до светло-розовой окраски (Рис.6, Приложение 1).

Кислотное число (1 мг КОН на 1 г жира) определяли по следующей формуле:

$$К.ч. = \frac{V \cdot c \cdot 56.1}{m}$$

где  $V$  - объем стандартного использованного титрованного раствора гидроокиси калия,  $\text{см}^3$ ;

$c$  - точная концентрация использованного стандартного титрованного раствора гидроокиси калия,  $\text{моль/дм}^3$ ;

56,1 - масса гидроокиси калия, соответствующая 1  $\text{см}^3$  1  $\text{моль/дм}^3$  раствора гидроокиси калия;

$m$  - масса навески, г.

За результат определения принимают среднеарифметическое результатов двух определений.

Зависимость кислотного числа от концентрации сушёных ягод в течение 12 суток представлена на Рисунке 7:

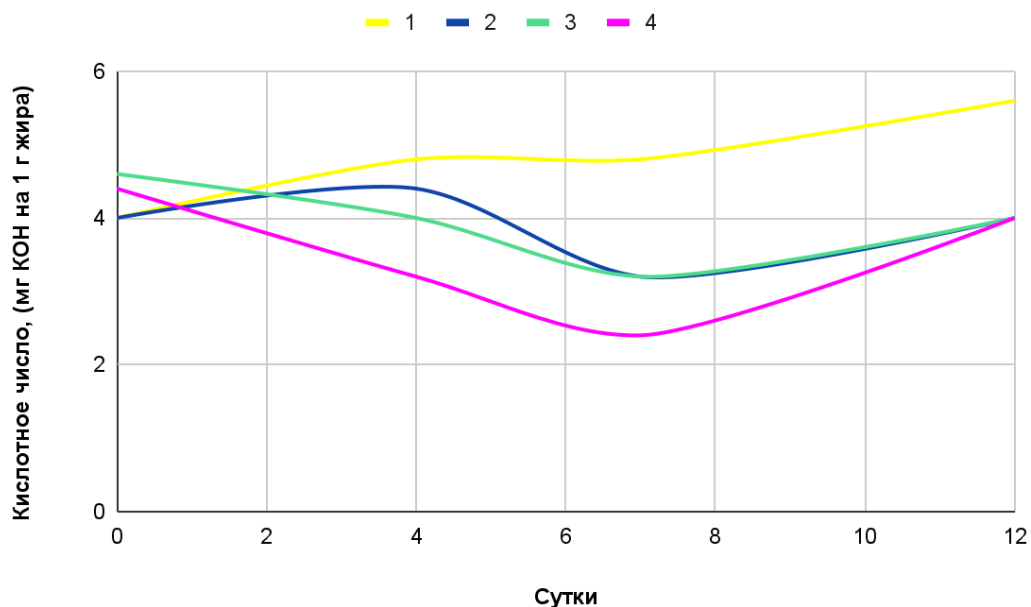


Рисунок 7. Динамика изменения кислотных чисел при хранении сливочного масла при обогащении сухими измельченными ягодами: 1 – масло сливочное без добавления сухих ягод вороники (контроль); 2 – с добавлением сухих ягод вороники,  $C_{\text{яг}} = 0,5\%$ ; 3 – с добавлением сухих ягод вороники,  $C_{\text{яг}} = 2,0\%$ ; 4 – с добавлением сухих ягод вороники,  $C_{\text{яг}} = 3,0\%$

Как показывают данные (Рис. 7), лучше всего себя продемонстрировало масло с концентрацией ягод вороники 3,0% (образец №4). Минимальное

значение кислотного числа образца №4 наблюдалось на 7 сутки (2,4 мг КОН на 1 г жира), у образцов №2 и 3 более высокие показатели (3,2 мг КОН на 1 г жира). На 12 сутки значение кислотного числа образца №4 возросло до 4,0 мг КОН на 1 г жира, как и остальных образцов обогащенного масла. При сравнении значений кислотного числа всех образцов масла видно, что на 12 сутки кислотное число обогащённых ягодами образцов масла почти в 1,5 раза ниже значения кислотного числа чистого образца масла без добавок (контроль), даже несмотря на то, что в нулевой точке (сразу после приготовления образцов масла) кислотное число обогащенного масла было значительно выше, чем у контроля. Более того, значение кислотного числа чистого масла стремительно росло в течение 12 суток, в отличие от образцов с ягодами. Отсюда можно сделать вывод, что при внесении сухих ягод кислотное число обогащенного масла сразу растет в сравнении с контролем за счет содержащихся в ягодах органических кислот. Но в процессе хранения гидролитические процессы в этих маслах идут заметно медленнее. Это позволяет заключить, что ягоды вороники обладают стабилизирующим эффектом в отношении гидролитических процессов в обогащенном сливочном масле, тем самым замедляя окислительные процессы и продлевая сроки хранения масла.

### **Заключение.**

В процессе проведения данной работы все поставленные задачи реализовались, и цель была достигнута.

В процессе работы нами был изучен ассортимент сливочного масла и выбран образец для исследования – масло сливочное «Традиционное» производителя «Тулома».

Были определены оптимальные условия тепловой сушки ягод вороники, при которой бы достигалась постоянная масса, а сами плоды ягод не теряли

своих полезных свойств (высушивание ягод вороники при 60 °С в течение трех суток).

Также были приготовлены образцы масла сливочного с добавлением измельченных высушенных ягод вороники,  $C_{\text{яг}} = 0,5; 2,0; 3,0\%$ .

Проведен органолептический анализ образцов масла в результате которого выбрана оптимальная концентрация ягод – 3,0%. Также проведен титриметрический анализ для определения кислотного числа в исследуемых образцах масла. Динамика изменения кислотных чисел при хранении обогащенного масла показала положительное влияние сухих измельченных ягод вороники на гидролитические процессы в масле сливочном, что позволяет рассматривать возможность увеличения сроков его годности при внесении указанного компонента. Лучшие показатели кислотного числа продемонстрировал образец №4 ( $C_{\text{яг}} = 3,0\%$ ).

Данные исследования показывают, что вороника является весьма значимым ресурсом и компонентом для обогащения масла сливочного, а идея разработки новых пищевых систем на основе добавления данной ягоды в качестве биоактивного вещества крайне перспективной.

### **Список литературы**

1. Гусев Н. А., Байдалинова Л. С. Использование сухих измельченных ягодных компонентов для обогащения масла сливочного //Известия КГТУ. – 2018. – №. 49.
2. Исаева Л. Г., Зануздаева Н. В. Разнообразие и урожайность ягодных дикорастущих растений лапландского заповедника //Заповедники-2019: биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление. – 2019. – С. 240-244.

3. Вышемирский Ф. А., Свириденко Ю. Я., Топникова Е. В. Сортная оценка качества сливочного масла //Сыроделие и маслоделие. – 2010. – №. 6. – С. 54-56.
4. Вышемирский Ф. А., Топникова Е. В. Современный ассортимент сливочного масла //Сыроделие и маслоделие. – 2010. – №. 4. – С. 46-48.
5. Laaksonen O. et al. Orosensory contributing compounds in crowberry (*Empetrum nigrum*) press-byproducts //Food chemistry. – 2011. – Т. 124. – №. 4. – С. 1514-1524.
6. Subramaniam S. R., Ellis E. M. Umbelliferone and esculetin protect against N-nitrosodiethylamine-induced hepatotoxicity in rats. Cell biology international, 2016, Vol. 40, №7, pp. 761-769.
7. Wollenweber E. et al. Lipophilic phenolics from the leaves of *Empetrum nigrum*—chemical structures and exudate localization //Botanica acta. – 1992. – Т. 105. – №. 4. – С. 300-305.
8. Moore D. M., Harborne J. B., WILLIAMS C. A. Chemotaxonomy, variation and geographical distribution of the Empetraceae //Botanical Journal of the Linnean Society. – 1970. – Т. 63. – №. 4. – С. 277-293.
9. Costa T. M., Tavares L. B. B., de Oliveira D. Fungi as a source of natural coumarins production //Applied microbiology and biotechnology. – 2016. – Т. 100. – №. 15. – С. 6571-6584.
10. ГОСТ 32261-2013. Масло сливочное. Технические условия (с Поправками). – Москва: Изд-во стандартов, 2013. – 23 с.
11. Гусева Т. Б., Солдатова С. Ю., Караньян О. М. Органолептическая оценка масла сливочного. Особенности проведения и интерпретации результатов //Бюллетень науки и практики. – 2020. – Т. 6. – №. 9.
12. ГОСТ Р 50457-92 (ИСО 660-83). Жиры и масла животные и растительные. Определение кислотного числа и кислотности. – Москва: Изд-во стандартов, 1992. – 8 с.

Показатель	Состав сливочного масла в соответствии с ГОСТ Р 52969–2008				
	«Традиционное»	«Любительское»	«Крестьянское»	«Бутербродное»	«Чайное»
Массовая доля в масле, %:					
жир	82,5	80	72,5	61,5	50
вода	16	28	25	35	45,5
СОМО	1,5	20	2,5	3,5	4,5
В том числе:					
белок	0,57	0,76	0,96	1,33	1,71
лактоза	0,81	1,08	1,35	1,89	2,45
минеральные вещества	0,12	0,17	0,2	0,25	0,29

Сливочное масло	Калорийность, ккал/100 г			Содержание, мг/кг		
	Общая	В том числе за счет нежирных компонентов (без лактозы)	Отношение калорийности за счет белка+лактозы к калорийности за счет жира	Фосфолипиды	Холестерин	Отношение фосфолипиды/холестерин
«Традиционное»	748	5,14	0,7	1250	2165	0,57
«Любительское»	727	7,17	0,9	1482	2077	0,72
«Крестьянское»	662	9,58	1,45	1631	1875	0,87
«Бутербродное»	567	12,35	2,7	1870	1558	1,2
«Чайное»	457	16,23	3,5	2059	1205	1,72

Рис. 1. Состав сливочного масла



Illustrations of the British Flora (1924)

Фотография Сергея Доли

Рис. 2. Внешний вид вороники



Рис. 3. Масло сливочное «Традиционное». Производитель «Тулума»



Рис. 4. Приготовление образцов масла с добавлением сухих измельченных ягод  
вороники





Рис. 5. Готовые образцы масла сливочного, обогащенного сухими измельченными ягодами вороники



Рис. 6. Титрование масла сливочного для определения кислотного числа