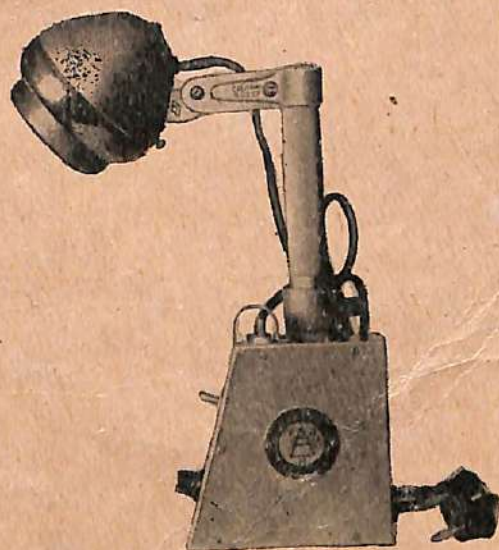


7002

УЛЬТРАСВЕТ



СССР

РСФСР
ЛЕНИНГРАДСКИЙ СОВЕТ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

УЛЬТРАСВЕТ
типа УМ-1

*Описание и руководство
к пользованию*

ЛЕНИНГРАД

І. НАЗНАЧЕНИЕ

Малогабаритный ультрафиолетовый осветитель типа «Ультрасвет» УМ-1 позволяет производить анализ веществ, растворов при возбуждении люминесценции длинноволновым ультрафиолетовым светом в 365,5 мк. Измерение производится визуальным методом по сравнению интенсивности свечения стандартного и исследуемого образцов. Прибор «Ультрасвет» может применяться в самых различных областях народного хозяйства.

В пищевой промышленности может быть применен для исследования чистоты продуктов (мяса, колбас, сыра, масла, фруктов, рыбы, овощей и др.) с точки зрения их доброкачественности и зараженности различными бактериями.

В сельском хозяйстве позволяет быстро определить сорт и вид зерна, проводить определение жизнеспособности некоторых семян. Рекомендован Министерством сельского хозяйства СССР для внедрения в семенные лаборатории.

В начальной и средней школе может служить для демонстрации явлений люминесценции.

В машиностроении приборы такого типа широко применяют для люминесцентной дефектоскопии: обнаружения трещин (закалочных, в поковках, в литье, а также шлифовочных) или обнаруживают в металлических резервуарах (картеры, баллоны, баки и т. д.) утечку масел и других жидких веществ.

В криминалистике можно применять для обнаружения незаметных надписей, подделки банкнотов и официальных документов.

В архивах с его помощью можно прочитывать попорченные надписи на старинных документах, имеющих историческое значение.

В палеонтологии его можно использовать для обнаружения остатков доисторических животных и растений, включенных в осадочные породы, изучать детали строения биологических объектов.

В геологии предназначен для определения в горных породах минералов, для разведки нефтеносных песков.

В фармацевтической промышленности используется для установления концентрации некоторых лекарственных веществ.

В химической промышленности его можно использовать для установления качества исходного сырья, для контроля отдельных стадий производства и для определения качества готовых препаратов и реактивов, может служить для определения различных изменений, происходящих в препаратах и изделиях.

В биологии, микробиологии и медицине может применяться при диагностике и лечении грибковых заболеваний кожи, устанавливает появление инфекции на коже, волосах и т. д., можно использовать для определения степени чистоты препаратов витаминов при их производстве. Позволяет использовать обычный микроскоп для люминесцентной микроскопии; определять выделение порфиринов с мочей при ранних стадиях отравлений свинцом.

В гидрологии позволяет наблюдать связь различных водоемов между собой.

Может применяться и в других отраслях народного хозяйства, науки и техники.

II. КОМПЛЕКТНОСТЬ

В комплект прибора входят:

1. Прибор «Ультрасвет» — 1 шт.
2. Лампа УФО-4-А (находится в колпаке) — 1 шт.
3. Светофильтр УФС-4 (находится в колпаке) — 1 шт.
4. Ключ для отворачивания «Светофильтра» — 1 шт.
5. Описание — 1 экз.

III. ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ

Рабочая длина волны возбуждающего ультрафиолетового света — 365,5 мкм.

Светофильтр — УФС-4 или УФС-3 (новая марка УФС-6).

Напряжение питающей сети — 127/220 в.

Потребляемый ток — 0,35 а.

Габаритные размеры 150 × 150 × 220 мм.

Вес — 1,6 кг.

IV. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И СХЕМА ПРИБОРА

Осветитель типа «Ультрасвет» позволяет производить анализ веществ и растворов при возбуждении люминесценции длинноволновым ультрафиолетовым светом. Измерение производится

визуальным методом путем сравнения интенсивности свечения стандартного и исследуемого образцов. Установки подобного типа широко применяются для работ, проводимых с помощью люминесценции. Точность измерения в этом случае зависит от ряда факторов, в том числе от интенсивности свечения, цвета, навыка исследователя и других. Принципиальная электросхема установки приведена на рис. 1. Электросхема состоит из лампы УФО-4-А 1, тумблера 2, трансформатора 3, диодов ДГ-Ц24 (Д-7-Г) 4, предохранителя 5, сопротивления 6 и тумблера для переключения с 127 на 220 вольт.

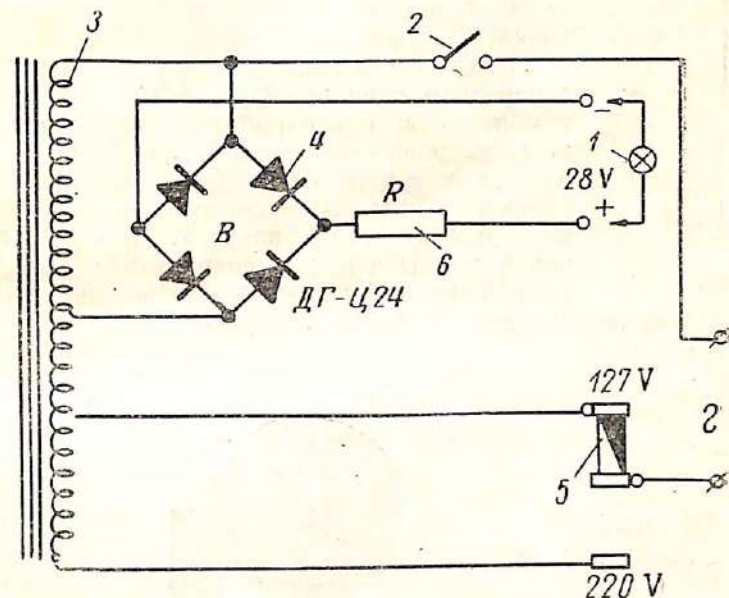


Рис. 1

Для возбуждения свечения при ультрафиолетовом анализе используют различные источники освещения. Чаще всего применяют ртутно-кварцевые лампы, закрываемые светофильтром — черным стеклом, которое задерживает все видимые лучи и хорошо пропускает ультрафиолетовое излучение определенной волны.

Повторное зажигание прибора возможно только после некоторого охлаждения лампы.

На рис. 2 изображена схема установки. Она состоит из следующих частей: ртутная лампа 1 (видна в проекции) находится в кожухе 2, светофильтр 3, расположенный под лампой, пропускает только ультрафиолетовые лучи, которые падают на ис-

следующий препарат 4, а его люминесценция наблюдается глазом или исследуется с помощью специальной аппаратуры. Иногда приемы люминесцентного анализа усложняются. Так, например, чтобы установить присутствие не люминесцентного вещества, его первоначально подвергают химической обработке, в результате которой оно переходит в люминесцентное соединение.

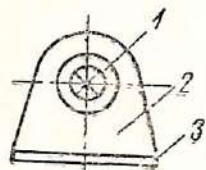


Рис. 2

патрона (фиксаторы расположены на разном расстоянии от торца лампы).

V. КОНСТРУКЦИЯ

Прибор (рис. 3) состоит из пульта управления и головки с лампой.

Пульт управления состоит из кожуха 1 с передней панелью 2, на которой укреплен тумблер 3 и предохранитель 4. Внутри кожуха расположена электросхема прибора. На кожухе крепится головка с лампой 5. Для замены лампы необходимо отвинтить кольцо 6 и снять светофильтр 7. При установке новой лампы следует сохранить правильное расположение фиксаторов лампы относительно

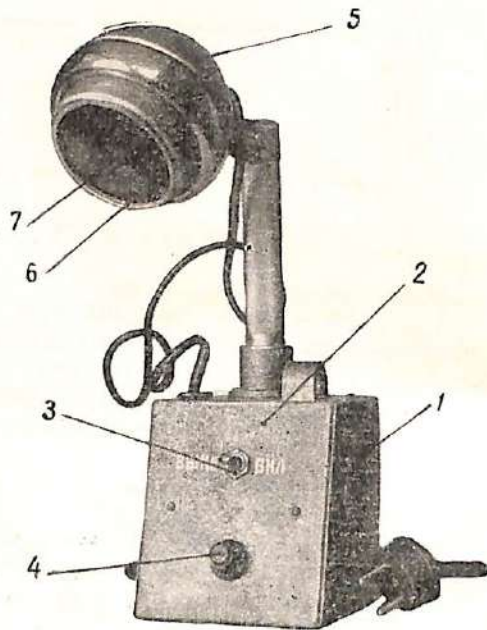


Рис. 3

VI. МЕТОДИКА РАБОТЫ

При работе головка прибора снимается или ставится в удобное для экспериментатора положение (рис. 4). После включения лампы в поток ультрафиолетовых лучей помещаются опытный и стандартный образцы, по люминесценции которых производится исследование. Необходимо помнить, что во

время работы следует оберегать глаза от прямого действия ультрафиолетовых лучей, которые могут вызвать ожоги глаз.

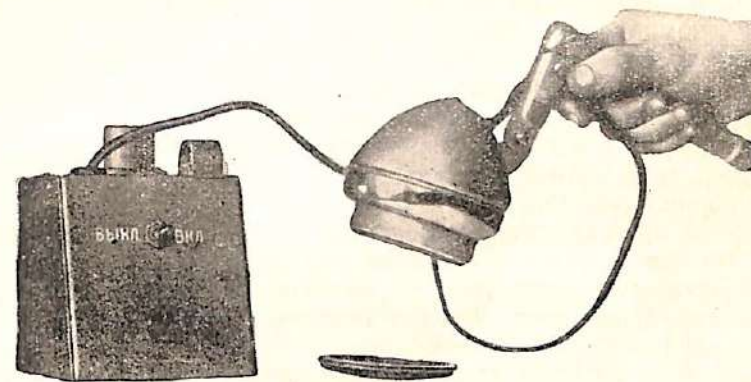


Рис. 4

Прибор «Ультрасвет» может эксплуатироваться в любом положении.

1. МЕТОДИКА РАБОТЫ ПРИ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ

Материалы

Основной люминесцентной дефектоскопией является флуоресцирующий раствор, по свечению которого устанавливается доброкачественность изделий.

По рекомендации доктора химических наук А. В. Карякина можно применять флуоресцирующие растворы двух составов.

Один из растворов состоит из:

- а) керосина — 500 мл
- б) бензина — 250 мл
- в) светлого минерального масла (вазелиновое, трансформаторное, велосит и т. д.) — 250 мл.
- г) флуоресцирующего красителя дефектоля зелено-золотистого — 250 мг.

Для приготовления этого раствора краситель растворяют в бензине, затем доливают керосин, а потом вливают масло. Если же часть красителя осталась нерастворенной, то следует раствор профильтровать.

Можно применять керосин, бензин и минеральное масло обычных торговых марок, но надо обратить внимание на то, чтобы они были чистыми и прозрачными.

Краситель дефектоль зелено-золотистый изготовляет Рубежанский химкомбинат и высылает его по требованию.

Данный раствор ярко флуоресцирует желто-зеленым светом с голубым оттенком. В тех случаях, когда взяты не особенно чистые компоненты (главным образом, минеральное масло), свечение раствора становится все более голубым, что в свою очередь понижает чувствительность метода, так как это свечение слабее выделяется на фиолетовом фоне детали.

Другой раствор состоит из:

а) керосина (или лучше лигроина) — 50%.

б) нориола — 50%.

Нориол представляет собой концентрат углеводородов, который дает желто-зеленое свечение под действием ультрафиолетовых лучей. Производство нориола организовано на заводе Ахалмшени Промсовета Грузии (г. Тбилиси, ул. Церетели, 9). Удобен для люминесцентной дефектоскопии. Оба перечисленных раствора требуют применения силикагеля (SiO_2) любой торговой марки, но перед употреблением он должен быть тонко измельчен и просушен при температуре 100—150°С.

Технология подготовки поверхности

Технология подготовки поверхности изделия для выявления поверхностных дефектов люминесцентным методом состоит из следующих операций.

Деталь погружают в бензиновую ванну на 1 час для очистки поверхности от жира и масел, поверхности крупногабаритных деталей протирают бензином. При наличии окалина проводится предварительная обработка поверхности пескоструйным аппаратом. Окалина тушит флуоресценцию применяемого красителя и мешает обнаружению дефектов. Окалина может также вызвать необоснованную забраковку изделия, поскольку свечение флуоресцирующего раствора, затекающего под окалину, легко приписать трещинам на поверхности детали.

Если поверхностные дефекты не имеют выхода на поверхность изделия, как это имеет место после полировки или травления кислотами, то они не могут быть обнаружены этим методом. Шлаковые включения также не выявляются.

Флуоресцирующий раствор наносят на поверхность контролируемой детали кистью или же кратковременно погружают деталь в ванну с раствором и потом выдерживают деталь на воздухе в течение 10—15 мин. За это время раствор, благодаря своей высокой смачивающей способности, проникает в дефекты поверхности, в том числе и в микротрещины.

Раствор с поверхности детали смывают сильной струей воды в течение 5—10 сек в зависимости от размеров и характера поверхности. Кратковременное смывание с применением сильно

бьющей струи обеспечивает удаление раствора с поверхности детали и из всех неровностей (в том числе из царапин), при сохранении его в трещинах, благодаря капиллярным силам сцепления. Критерием полного удаления флуоресцирующего раствора с поверхности является хорошая смачиваемость водой поверхности детали (удалить раствор с поверхности можно также и сжатым воздухом под давлением 3—10 атм, главным образом, для хорошо обработанных деталей).

Деталь сушат в струе подогретого до 50—60°С воздуха для удаления капель воды. Небольшое нагревание способствует выходу раствора из трещин на поверхность детали и некоторому растеканию его по краям трещин.

Поверхность посыпают слоем тонкоизмельченного сухого порошка силикагеля и выдерживают на воздухе для дальнейшего вытягивания раствора силами сорбции на поверхность. Время выдержки на воздухе зависит от характера и глубины трещин и колеблется от 1 до 30 минут.

Излишек силикагеля удаляют стряхиванием или сдуванием: пропитанный раствором силикагель слипается, достаточно прочно связывается с поверхностью, при стряхивании не удаляется.

Деталь осматривают в ультрафиолетовом свете. Яркая желто-зеленая или зелено-голубая флуоресценция раствора, адсорбированного силикагелем, дает четкую световую картину расположения трещин на темной поверхности детали. Глубокие трещины типа закалочных светятся в виде широких полос, и их свечение появляется почти сразу после посыпания поверхности детали силикагелем. Мелкие трещины, в частности шлифовочные, дают тонкие светящиеся линии или рисунки, причем свечение появляется не сразу, а через некоторое время и зависит от глубины трещин. Так, например, трещины глубиной около 1 мм выявляются через 20—30 мин после посыпания силикагелем.

Вышеописанная технология подготовки поверхности изделий к выявлению поверхностных дефектов является лабораторной методикой.

В тех случаях, когда люминесцентную дефектоскопию необходимо применять в производственных условиях для массового выборочного контроля и тем более в потоке, многие операции следует механизировать.

Это существенно сократит время на обработку каждой детали, т. е. делает этот метод более удобным для производства.

Определение глубины трещин

Вышеописанная методика позволяет достаточно точно определить глубину трещин по ширине флуоресцирующей полосы и времени появления свечения. Исследования, проведенные Каря-

киным А. В. и Никитиным В. А. по определению глубины трещин, приведены в таблице.

Время выявления в мин.	Ширина флуоресцирующей полосы в мм	Глубина трещин в мм	Характер трещин
менее 0,5	0,70—0,50	более 0,100	закалочные трещины
0,5—1	0,40—0,30	0,050—0,025	
1—2	0,30—0,20	0,025—0,015	
2—3	0,17—0,14	0,015—0,013	шлифовочные трещины
3—4	0,14—0,10	0,013—0,010	
4—5	0,10—0,08	0,010—0,008	
6—8	0,08—0,06	0,008—0,006	
8—10	0,06—0,004	0,006—0,004	
10—12	0,04—0,03	0,004—0,003	
12—15	0,03—0,002	0,003—0,002	
15—20	0,02—0,01	0,002—0,001	
20—30	около 0,01	менее 0,001	

Ширина флуоресцирующей полосы зависит, главным образом, от глубины трещины, причем для шлифовочных трещин эта зависимость приближается к линейной. Для закалочных глубоких трещин линейная зависимость нарушается, и данные таблицы в этом случае являются приближенными из-за трудности точного определения глубины. Впрочем, на практике в этом обычно нет необходимости, так как сам факт наличия глубокой закалочной или усадочной трещины на изделии позволяет с достаточным основанием забраковать такое изделие. Иначе обстоит дело с трещинами глубиной меньше 0,015 мм. Здесь данные таблицы могут служить практическим руководством для определения глубины трещин как по величине ширины флуоресцирующей полосы, так и по времени выявления, причем последнюю величину очень легко измерить — это время, прошедшее от момента посыпания изделия силикагелем до возникновения заметной флуоресценции. При проведении таких испытаний необходимо особо тщательное выполнение всех операций. В частности, для лучшего выявления на одной детали трещин, сильно отличающихся по глубине, необходимо обработку силикагелем производить следующим образом: поверхность детали обсыпать слоем силикагеля и через 1—2 мин осторожно стряхнуть его излишки так, чтобы тонкий слой его все же остался на поверхности (это легко удается, если силикагель тщательно измельчен и высушен). Ведя после этого наблюдение за поверхностью

детали при освещении ультрафиолетовым осветителем, можно отметить моменты появления флуоресценции на местах трещин и таким образом определить время выявления, а по таблице найти соответствующую величину глубины трещины.

Существенно также, что ширина флуоресцирующей полосы обычно примерно в 10 раз больше ширины самой трещины, благодаря растеканию флуоресцирующего раствора по краям трещин и адсорбции его в силикагеле. Этим самым обнаружение микротрещин значительно облегчается.

2. МЕТОДИКА РАБОТЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРИБОРА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В сельском хозяйстве люминесцентный анализ еще не нашел широкого применения, хотя имеются все данные для его широкого внедрения. Им можно пользоваться в сортовом анализе семян. Так, например, очень хорошо различают сорта семян овса «Победа», имеющих голубую люминесценцию, от семян овса «Золотой дождь», обладающих желто-зеленым свечением. Семена пырея бескорневищного люминесцируют светлым лилово-голубым цветом, тогда как семена пырея ползучего имеют тусклое темно-коричневое свечение. Кроме того, можно быстро определить засоренность семян некоторых культур другими, по внешнему виду сходными семенами. В горохе трудно при визуальном осмотре обнаружить пелюшку, но при освещении ультрафиолетовыми лучами это сделать очень легко, так как последняя обладает коричневым свечением, а горох голубым с желтоватым оттенком. Коричневые или черные пятна на горохе, обнаруживаемые при этом, указывают на то, что горох поражен бактериальным или грибковым заболеванием. Таким же образом можно обнаружить примесь плоской вики в чечевице, засоренность семян кормовых трав и т. д.

С помощью люминесценции можно определить качество пшеницы, ибо пшеница нового урожая светится зеленым цветом, пшеница прошлогоднего — голубым цветом, а поврежденная плесенью, вредителями или самовозгоранием светится значительно ярче здоровых семян. Зерна неполноценные, пострадавшие от сырости, светятся желтоватым цветом. Кроме того, испорченные и здоровые семена пшеницы и ржи можно определить по изменению свечения их вытяжек от голубого до зеленого цвета.

Люминесцентный анализ позволяет также четко определять качество корнеплодов и плодов, т. е. их зараженность различными болезнями, пораженность грибом, плесенью, а также подморозку. Это дает возможность своевременно обнаруживать начало гниения на такой ранней стадии, когда оно неуловимо при визуальном осмотре, и производить необходимую сортировку с целью увеличения срока хранения продукта. Так, на-

пример, в картофеле очень отчетливо выявляется фитоптора по яркому голубому свечению в пораженных местах, подморозка — по беловатому свечению, а кольцевая гниль — по зеленому свечению, в то время как срез клубня имеет свечение от ярко-желтого до серовато-коричневого (для различных сортов).

Аналогичным образом можно определить повреждения и заболевания других сельскохозяйственных продуктов: лука, капусты, чеснока, моркови, свеклы и т. п.

Появление темно-синего свечения с узкой голубой и широкой ярко-желтой каймой на темно-оранжевом фоне у мандаринов и на голубовато-желтом у лимонов указывает на то, что данные места поражены плесенью, которая при обычном визуальном осмотре незаметна.

Как показал опыт, срезы зародышей некоторых семян светятся в ультрафиолетовом свете и притом по-разному у семян различной степени жизнеспособности. На этом основании разработана методика определения жизнеспособности семян овса. Под лупой ясно видно, что вся ткань зародыша овса и видимая часть эндосперма светятся спокойным синеватым светом, на фоне которого выделяется интенсивное ярко-голубое или бледно-голубое свечение оболочек зародышевых корешков. Наряду с этим встречаются зерна, у которых оболочки зародышевых корешков имеют такое же синеватое свечение, как зародыш и эндосперм.

Наконец, бывают семена, у которых весь зародыш имеет совершенно иное свечение: желтое, оранжевое, черно-бурое и др. О жизнеспособности проверяемой партии семян овса можно судить по голубому и синеватому свечению оболочек зародышевых корешков, одно голубое их свечение в какой-то мере соответствует энергии прорастания.

Ткань зародыша жизнеспособных семян имеет синеватое свечение. У жизнеспособных семян овса ткань зародыша светится другими цветами.

Предварительные опыты показали также, что замечается различие в свечении корешка и семядоли на срезах семян хлопка, гороха и некоторых других семян древесных пород.

Методика определения жизнеспособности семян овса проверена и подтверждена на 9 сортах семян Центральной семенной лабораторией Министерства сельского хозяйства. Там же показана возможность распространить этот метод на определение жизнеспособности семян кукурузы и льна.

Однако не все семена имеют контрастное свечение зародышей, позволяющее определить их жизнеспособность. Увеличению контраста способствует окрашивание срезов зародышей флуорохромами. Так, например, для окраски ячменя применим содовый раствор (1% Na_2SO_3) акридин-оранжа концентрации 0,0003—0,0005 г/см³, а для окраски пшеницы — водноспиртовый

раствор родамина 6ЖДН концентрации 0,00005—0,0001 г/см³ (Карякин А. В., Лазарев Д. Н., Баринов Г. А.).

В ультрафиолетовом свете покрашенные срезы выглядят следующим образом: цвет свечения жизнеспособности зародыша ячменя — ярко-желтый, пшеницы — яркий оранжево-желтый или желтый. Нежизнеспособные зародыши ячменя и пшеницы светятся тусклым желтовато-коричневым светом различных оттенков (в зависимости от степени порчи зерна). Эндосперм ячменя на срезе сразу же после окраски светится синеватым светом, эндосперм пшеницы — желтым.

Окрашивание производится при помощи тонкой пипетки. Капля флуорохрома помещается непосредственно на срез, после чего избыток раствора красителя удаляется, так как иначе срез густо покрасится, а это в свою очередь затруднит анализ. Покрашенные срезы ячменя необходимо наблюдать тотчас же после окраски в течение 3—10 мин в зависимости от концентрации флуорохрома, пока краситель не проник в эндосперм и ярко-желтый жизнеспособный зародыш хорошо заметен на синеватом фоне эндосперма. Через 3—10 мин эндосперм ячменя окрашивается красителем и начинает светиться желтым светом, вследствие этого зародыш не выделяется так ясно, как прежде.

Покрашенные срезы пшеницы можно наблюдать в ультрафиолетовом свете в любой момент после окраски.

Надо сказать, что разница между зародышами хорошего и плохого семени для ячменя и пшеницы заметна и в видимом свете, но эта разница улавливается плохо.

Известно, что во время порчи зерна его кислотность увеличивается. Можно предположить, что уровни жизнеспособного и нежизнеспособного зародышей будут неодинаковы. Это обстоятельство было использовано для определения жизнеспособности семян люминесцентным методом с применением флуоресцирующих индикаторов.

Самые лучшие результаты показывает индикатор диметилнафтейродин, который дал более четкое различие в свечении жизнеспособного и нежизнеспособного зародышей, чем при использовании обычных флуорохромов. Кроме того, при применении этого индикатора значительно упрощается методика окрашивания срезов зародышей пшеницы и ячменя по сравнению с предыдущими опытами. В данном случае зерна ячменя и пшеницы со срезом через зародыш помещаются на 0,5 и 1 мин в стаканчик с водоспиртовым (50%) раствором диметилнафтейродина концентрации 0,001 г/см³. Затем, после однократного кратковременного (0,5 мин) промывания водой зерна просматриваются в ультрафиолетовом свете.

Окрашенные срезы жизнеспособных зародышей светятся ярким светло-желтым светом, а нежизнеспособные — тусклым

розовато-оранжевым светом, эта контрастность свечений улавливается без труда невооруженным глазом.

Жизнеспособность семян крестоцветных может быть определена иным путем, основанном на свойстве мертвых и поврежденных семян выделять флуоресцирующие вещества при набухании. Если положить на смоченную водой фильтровальную бумагу семена крестоцветных, то через несколько часов около некоторых семян образуются светящиеся в ультрафиолетовом свете с разной интенсивностью голубые кружки. Хорошо прорастают семена без свечения и не прорастают семена с ярким свечением. Семена со слабым свечением маленького кружка иногда прорастают, но росток в таком случае бывает недоразвитым и погибает после некоторого развития.

Люминесцентные методы определения жизнеспособности семян имеют преимущество быстроты. Ответ можно получить за период времени от одного часа (овес, ячмень, пшеница, кукуруза) до суток (крестоцветные), в то время как способ прокрашивания требует 7—10 дней.

По простоте операций они не уступают биохимическому методу определения жизнеспособности зерновых по методу Гуревича (с динитробензолом) и методу Иванова (с кислым фуксином). Больше того, зерна не нужно предварительно выдерживать в воде или растворе окрашивающего вещества, как это делается по вышеуказанным методам, а в некоторых случаях (овес, кукуруза, лен) не требуется и прокрашивания, что является непременным условием этих биохимических методов.

3. МЕТОД ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Овощи. Установлено, что изменение флуоресценции огурцов, бобов, белой и красной капусты, а также картофеля позволяет обнаруживать начало гниения на такой ранней стадии, когда оно неуловимо обычными методами.

Эта возможность может быть использована с большой эффективностью при изготовлении овощных консервов. Сказанное справедливо также в отношении апельсинов и других фруктов; в частности, имеются указания на возможность производить люминесцентным методом отбор подмороженных апельсинов в промышленном масштабе.

Большое внимание уделяют за последние годы контролю качества картофеля. По признаку люминесценции оказалось возможным обнаружить некоторые его заболевания, а также выявлять клубни, поврежденные морозом. В сообщении на конференции по люминесцентному анализу 1955 года указывалось, что пораженные ткани приобретают в ультрафиолетовых лучах характерное свечение задолго до того, как заболевание становится видимым при обычном свете. Подмороженность клубней, не

обнаруживаемая при обычном осмотре, выявляется по слабому белесовато-голубому свечению подмороженных мест на фоне однородного желтого или серо-коричневого свечения здоровой части клубня.

Установлено, что замороженные клубни картофеля или пораженные грибом *Rhizactania* флуоресцируют только в определенных ограниченных зонах, а именно: у подмороженного картофеля — по краю, у больных клубней — в пораженных местах.

Молоко. Согласно данным работы для молока от коров с большим выменем характерны бледные тона флуоресценции желтого цвета. Флуоресценция молока здоровых коров желто-коричневого цвета; она исчезает при подкислении до рН меньше 4 и при подщелачивании до рН больше 8. Необходимо более детальное бактериологическое и микроскопическое исследование молока во всех случаях, когда флуоресценция желто-коричневого цвета дает отклонения от норм.

Мясо. В ряде работ изучается флуоресценция паразитов в мясе.

Указывается, что *Cysticercus cellulosae* и живые *Cysticercus bovis* обнаруживают флуоресценцию красного цвета. Другие паразиты не флуоресцируют.

Рыба. В институте питания велась работа по определению люминесцентным методом порчи рыбы и установлена возможность в ряде случаев обнаруживать порчу на ранних стадиях, когда она еще неуловима органолептическими методами.

Мука и мучные изделия. Наблюдения флуоресценции можно использовать и для оценки качества муки. Так, наружный слой в зерне светится более интенсивным синим светом, чем зерно в целом; соответственно флуоресценция муки, богатой отрубями, ярче и синее по сравнению с безотрубным помолом.

Надо, однако, помнить, что люминесценция может зависеть не только от сорта зерна и помола, но и от ряда других условий. Так увеличение влажности муки может вызвать переход синего свечения в ярко-голубое; мука обладает флуоресценцией желтого цвета. Спорозисные палочки дают флуоресценцию красного цвета, протей — голубого, кишечная палочка — зеленого цвета.

Установлено, что различие в свечении видов муки становится хорошо заметным после окрашивания ее раствором диметилнафтейродина концентрации 0,01%. Пшеничная мука приобретает ярко-оранжевое свечение, ржаная и ячменная — серо-оранжевое, овсяная — серо-зеленое. Резкая разница наблюдается в свечении муки из вики яровой и озимой. Мука из вики яровой флуоресцирует ярко-оранжевым светом, а из вики озимой — ярким зелено-голубым светом. Примесь муки из вики и яровой и озимой к муке пшеничной, ржаной, ячменной и овсяной легко узнается по флуоресценции.

4. ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ НЕФТИ И БИТУМОВ

Исключительная чувствительность люминесцентного анализа и возможность применения его как экспресс-метода оказались весьма полезными при исследовании богатств недр земли и в первую очередь в исследовании залежей нефти. На первый взгляд как будто странно, что к нефти, добываемой в миллионах тонн, применяют метод, позволяющий обнаруживать сотые миллиграммы веществ. Но дело в том, что геолог-разведчик по битуминозности пород судит о направлении, в котором надлежит вести поиски нефти. Содержание битумов в породе ничтожно мало, число же образцов, анализируемых на содержание битума, должно быть колоссальным; только массовый характер анализов позволяет геологу разрешать стоящие перед ним задачи. Таким образом, специфические особенности люминесцентного анализа—чувствительность и быстрота выполнения—представляют собой именно те свойства, какими должны обладать методы исследования, пригодные для разрешения данной практической задачи.

Основными приемами люминесцентного анализа, какими пользуются при его применении в данной области, являются непосредственные наблюдения флуоресценции, а именно: наблюдения свечения битумов в породе или растворе после извлечения из породы, наблюдения флуоресценции нафтеновых кислот в пластовых водах, а также наблюдения флуоресценции растворов нефти. Для химика-аналитика в каждом отдельном случае существенно знать, какими именно веществами обуславливается наблюдаемая им флуоресценция.

Нефти и битумы представляют собой многокомпонентные смеси углекислородов. Следовательно, цвет и интенсивность их флуоресценции не зависит от кислотности среды; равным образом влияние растворителя должно быть минимальным.

Наблюдаемая флуоресценция нефти или битума представляет суммарное свечение всех флуоресцирующих компонентов. Различия цвета флуоресценции обуславливается не только тем, что в состав отдельных нефтей и битумов могут входить разные компоненты, но и неодинаковым количественным соотношением компонентов, флуоресцирующих разным цветом. Цвет флуоресценции нефти или битума определяется флуоресценцией количественно преобладающего компонента только в том случае, если среди остальных компонентов нет таких, которые при одинаковой концентрации обладают значительно более яркой флуоресценцией или флуоресцируют светом, для которого чувствительность глаза много больше. Например, смесь из двух компонентов, обладающих флуоресценцией синего и зеленого цвета, может нам казаться флуоресцирующей синим светом

только в том случае, если вещество с зеленым цветом свечения содержится в значительно меньшем количестве или обладает флуоресценцией существенно менее яркой; это обуславливается тем, что чувствительность человеческого глаза много больше в зеленой части спектра, чем в синей. Кроме того, на цвет свечения влияет присутствие компонентов, поглощающих в интервале длин волн, частично совпадающим со спектром люминесценции.

Как уже указывалось, широко пользуются люминесцентным методом для обнаружения битума в породах. Для этого или извлекают битум из породы, например, путем взбалтывания с хлороформом навески породы порядка десятых долей грамма или наносят на свежий разрез породы каплю хлороформа и изучают флуоресценцию образующего при этом пятна. По последней методике удастся по фигуре и цвету образующегося светящегося пятна давать оценку, правда, полуколичественную, содержания битума в породе. Так, сплошное светящееся пятно получается при сравнительно высоком содержании битумов—порядка процента; при очень малом их содержании, порядка процента, образуются отдельные светящиеся точки; при промежуточных концентрациях наблюдаются светящиеся кольца различного характера. Цвет флуоресценции может меняться в зависимости от природы битума; по этому признаку можно ориентировочно судить о составе битума. Для разных пород одна и та же форма пятна соответствует неодинаковому содержанию битума.

Для определения содержания битумов в породе сравнивают интенсивности свечения полученных растворов с заготовленной серией эталонов—растворов определенной концентрации.

5. ПРИМЕНЕНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА В МЕДИЦИНЕ

В биологии и медицине люминесцентный анализ начали применять с двадцатых годов текущего столетия. Как и во всех других областях науки и практики, метод оказался исключительно ценным и полезным в тех отдельных случаях, когда характер разрешаемых задач позволял использовать специфические преимущества люминесцентного анализа, в первую очередь его большую чувствительность. Свечение флуоресцентных веществ отчетливо выявляется при чрезвычайно малых концентрациях. Это дает возможность использовать в медицине пятый прием люминесцентного анализа, основанный на привнесении извне флуоресцентных веществ.

Введение в организм флуоресцентных веществ нашло в настоящее время применение в клинической практике.

Инъекция флуоресцентных красителей использована для изучения циркуляции крови: определяют время после впрыскивания (например, флуоресцеина), по истечении которого под ультрафиолетовыми лучами обнаруживается зеленоватая флуоресценция губ, век или других участков поверхности тела.

В сороковых годах этот же прием начали использовать в хирургии, в частности при пересадке кожных лоскутов; появление флуоресценции у пересаженной кожи после введения большого флуоресцеина доказывает, что между телом больного и пересаженной кожей установилось кровообращение.

Описано внутреннее введение флуоресцеина при операциях желчного пузыря и желчных протоков. Авторы предварительно исследовали, как быстро после введения флуоресцеина изменяется его содержание в крови, желчи и моче, и пришли к выводу, что через 4—5 часов после введения флуоресцеина желчь содержит значительное количество красителя; в работе указывается, что в ультрафиолетовом свете внешние печеночные протоки всего лучше видны именно через такие промежутки времени. На основании опыта проведенных операций считают, что при закупорках внешне-печеночных протоков желчи польза от применения флуоресцеина при операциях лишь ограниченная.

За последние годы обнаружено селективное накопление в опухолях таких люминесцентных веществ, как порфирины, акридиновый оранжевый, акрихин, флуоресцеин (натриевая соль). Установлено, что после одноразового внутривенного введения флуоресцеина у здорового человека краситель выделяется полностью за 50—70 часов, у больного злокачественной опухолью флуоресценция обнаруживается еще и через 2000 часов; это время значительно сокращается, если применять вместо флуоресцеина акрихин.

Отмечалось, что с помощью люминесценции обнаруживаются поражения кожи, неуловимые в видимом свете, причем эти невидимые поражения предшествуют и переживают видимые; указывалось, что экзема, пигментация кожи, эритема по люминесценции выявляются до того, как они становятся заметными в видимом свете. Тогда же было показано, что наблюдения люминесценции позволяют обнаруживать грибковые заболевания волос.

В настоящее время можно констатировать, что всецело оправдался и бесспорно ценен люминесцентный метод диагностики микроспории; это грибковое заболевание выявляется по зеленому свечению волос. Как указывает Розенталь (С. К. Розенталь, 1951, 1952) люминесценция обуславливается флуоресцирующими веществами, образующимися из волос под влиянием ферментативной деятельности грибов. Выявление детей, больных микроспорией, представляет одну из главных мер профилактики в борьбе с заболеваниями. Упрощенная переносная ка-

мера, снабженная светофильтром, не пропускающим видимый свет, позволяет осуществить массовое обследование детей, а также и переносчиков заболеваний — животных (кошек).

В статье Ефимова и Дьяченко (Ефимов и Дьяченко, 1950) описан опыт исследования детских коллективов с использованием такой камеры.

По данным Михайлова и Сваричевского (В. Михайлов и В. Сваричевский, 1942) можно диагностировать желтуху (до ее обнаружения в обычных условиях) путем наблюдения люминесценции кожи и слизистых оболочек полости рта; желчные пигменты обнаруживаются по темно-бурому пятнам с коричневым оттенком, появляющимся при освещении полости рта ультрафиолетовым светом.

Василовым (С. И. Василов, 1957) установлена люминесценция тканей здорового зуба и ее отсутствие на участках, пораженных кариозом, — диагностический признак, полезный при лечении зубов.

Особенности химического люминесцентного анализа делают его специфически удобным при решении задач, стоящих перед биологом и медиком. Методами химического люминесцентного анализа определяют следующие группы биологически важных веществ: порфирины, витамины (В₁, В₂ и др.), некоторые антибиотики, ряд лекарственных веществ и т. д.

Определение концентрации порфиринов в моче осуществляется методами люминесцентного анализа.

Здесь мы остановимся на работах по разрешению актуальной задачи диагноза отравления свинцом по повышенному выделению порфиринов с мочой (Я. Б. Резник и Г. М. Федоров, 1955). Методика определения порфиринов в моче и его диагностическое значение (Г. Ф. Океанова, 1956).

За последнее время метод усовершенствован. Так для извлечения порфиринов из эфирного экстракта было рекомендовано применять не соляную кислоту, а 10%-ную серную; раствор люминесцирует благодаря этому ярче (ионы хлора тушат люминесценцию) и, кроме того, в сернокислый раствор переходит меньше примесей.

Задачи медицины, для выяснения которых можно использовать химический люминесцентный анализ с применением прибора «Ультрасвет».

1. Исследование порфиринов при заболевании порфирурией, при отравлении сульфанолам и свинцом и при некоторых других заболеваниях (гепатит, пернициозная анемия и др.).

2. Определение содержания эстрогенных веществ в моче.

3. Определение витаминов при витаминотермии, при выяснении роли витаминов в обмене веществ.

4. Исследование процессов выделения организмом некоторых антибиотиков. Контроль выделения лечебных препаратов

их организма, например: стильбамидина при лечении больных лейшманиозом.

5. Наблюдение кумулятивного действия лечебных препаратов (например хинина); исследование претерпеваемых ими в организме изменений и место локализации в тканях.

6. ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ АНАЛИЗ В ФАРМАКОЛОГИИ

Имеется большое число отдельных работ, посвященных применению люминесцентного анализа в фармации.

По флуоресценции твердых кристаллических препаратов аспирина можно судить о степени их расположения. Опыты, проведенные в лаборатории Московского фармацевтического института (М. Константинова-Шлезингер и З. Кунеева, 1947), показали, что метод является исключительно чувствительным и удобным для контроля степени гидролиза.

Этот метод может быть широко использован для обнаружения флуоресцирующих компонентов как в лекарственных формах, так и в растительном сырье.

Область применения этого приема определяется в первую очередь тем, как часто встречаются флуоресцирующие вещества среди препаратов.

Из медикаментов яркая флуоресценция характерна для антрахиновых гликозидов, далее для акрихина, риванола и вообще производных акридина (М. Коренман и Ж. Костылев, 1941). Краснова (В. С. Краснова, 1945) разработала люминесцентно-хроматографический метод разделения алкалоидов группы хинина и применила его для определения содержания хинина в хинете. В качестве адсорбента она употребляла специально приготовленный ею силикагель.

Приемы II и III — качественные люминесцентные реакции и количественный флуоресцентный анализ — находят применение в фармации, поскольку в ней решаются задачи химического характера. Как на один из примеров укажем на люминесцентно-хроматографический метод разделения тинктуры белладонны на атропин, скополамин и гиосциамин и на их отдельное количественное определение (В. С. Краснова, 1945). В работах по люминесцентному анализу в фармации встречались за последнее десятилетие только с одним принципиально новым направлением — применением метода бумажной разделительной хроматографии.

Так для экстракта алоэ характерна капельная реакция на бумаге; при взаимодействии ацетоновой вытяжки с 1%-ным водным раствором буры появляется очень яркая светло-желтая флуоресценция. Реакция, много чувствительнее обычно рекомендуемой, применима для открытия алоэ в смесях.

Экстракт белладонны отличает ярко-голубая флуоресценция при капельной реакции, что обуславливается присутствием β-метил-эскулетина.

Эта реакция может быть использована для различения экстракта *Hyoscyoti* от экстракта белладонны.

Хинные экстракты — хлороформенные вытяжки из них дают более яркую флуоресценцию, чем эфирные.

Всего рассмотрено 38 экстрактов. Приведен список 48 применявшихся неорганических и органических реактивов (с указанием концентрации).

Для каждого экстракта указываются реакции с несколькими реактивами для различных вытяжек из него. Не останавливаясь на критическом разборе данных, сообщаемых в работе, мы приводим ее, полагая, что она стимулирует интерес к люминесцентному анализу у работников фармации.

В дополнительном списке литературы приведен ряд других интересных применений люминесцентного анализа в фармации.

VII. РАСПАКОВКА И УХОД ЗА ПРИБОРОМ

Исправность и срок службы в значительной мере зависят от правильного ухода и аккуратного обращения с ним.

Наиболее уязвимым и требующим особого внимания является светофильтр. При работе с прибором его не следует касаться руками. Протирать рекомендуется салфеткой, желательнее смоченной спиртом или эфиром.

Осветитель устанавливается в сухом помещении с температурой 15—20° С.

При работе необходимо предохранить осветитель от сотрясений.

Для предохранения от повреждений вороненные и никелированные детали осветителя после измерений и при консервации рекомендуется слегка смазывать и покрывать чехлом из плотной ткани.

При транспортировке осветитель укладывается в упаковочную коробку.

Чтобы установить прибор необходимо:

- 1) вынуть его из коробки,
- 2) снять упаковочную бумагу, удалить смазку и очистить светофильтр от смазки и пыли,
- 3) подключить прибор к электросети напряжением 127 или 220 в (устанавливается путем переключения тумблера-выключателя).

ПРИЛОЖЕНИЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ СВЕЖЕСТИ МЯСА МЕТОДОМ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ

Разработано центральной лабораторией Леннарпита
для нужд пищевых лабораторий

Метод люминесценции рекомендуется применять для определения степени свежести мяса наряду с применением для этой цели других общепринятых методов.

I. Правила отбора проб

1. От каждой туши пробы отбираются цельным куском в соответствии с ГОСТ 7269—54 весом не менее 200 г каждый.

2. Образцы берут из следующих частей туши:

а) у зареза против 4 и 5-го шейных позвонков.

б) из мышц в области лопатки,

в) из толстых частей мышц бедра.

3. При отправке в лабораторию отобранные образцы завертывают в пергаментную бумагу каждый в отдельности. На пергаменте простым карандашом обозначают номер туши и название ткани или органа, взятых для исследования.

Образцы сопровождают актом выемки с обозначением даты и места взятия образца, вида животного, номера туши, причины и цели исследования за подписями выемщика и материально-ответственного лица организации.

4. Полуфабрикаты мясные натуральные мелко-кусковые и порционные отбираются для анализа не более 2% от общего количества полуфабрикатов в партии. Упаковка и оформление документов на пробы, изъятые для анализа, проводится, как описано выше.

II. Подготовка аппаратуры «Ультрасвет» к работе

Определение свежести мяса с применением аппарата «Ультрасвет» производится в затемненных условиях.

Исследование образцов следует производить через 4—5 минут после включения аппарата в электросеть.

Необходимо помнить, что во время работы следует оберегать глаза от прямого действия ультрафиолетовых лучей.

III. Методические работы

Образцы проб мяса, доставленные в лабораторию, регистрируются в журналы в обычном порядке. Пробы мяса, подлежащие анализу, размещаются на стеклянные пластинки

($\times 150$ мм) и подводятся в поле освещения аппарата. При этом рассматривается поверхность образцов мяса (несвежих разрезом).

Примерная люминесценция мяса различных животных, по степени свежести, представлена в таблице 1.

Таблица № 1

№ пп.	Вид мяса	Люминесценция мяса		
		свежего	подозрительной свежести	несвежего
1	Говядина	Темно-красная, бурая	Разнотонная, темно-красная с серовато-зеленоватыми очагами	Разнотонность выражена сильно, серовато-зеленоватый налет с фиолетовым оттенком
2	Баранина	Темно-красная с коричневым оттенком, бархатистая	Разнотонная с коричневым оттенком, с очагами сероватого цвета	Разнотонность большая. Феолетовато-зеленоватый налет сероватого цвета
3	Свинина	Светло-коричневая и темно-красная	Появляется легкий сероватый оттенок	Серовато-зеленоватая с налетом

Примерная люминесценция различных тканей представлена в таблице 2.

Таблица № 2

№ пп.	Наименование тканей	Люминесценция		
		говядина	баранина	свинина
1	Сухожилие	Голубоватая	Голубоватая	Голубоватая
2	Жир внутренний	Желтоватая	Желтая	Розово-фиолетовая
3	Хрящи	Голубоватая	Голубоватая	Светло-голубая
4	Пленки	Голубоватая	Голубоватая	Голубоватая
5	Жилы	Белая	Белая	Белая

В таблицах 1 и 2 даны цвета люминесценции для ориентировки начинающим работать с применением этого метода.

В практической работе, видимо, будут встречаться иные оттенки свечения, и в этом отношении использование этого метода даст новый материал, который позволит шире познать явления люминесценции при исследовании свежести мяса.

IV. Оформление анализа

Регистрация в журнале результатов исследования свежести мяса методом люминесценции проводится по существующей форме.

Выписка анализов производится, как обычно, при исследовании продуктов на доброкачественность.

ЛЮМИНЕСЦЕНТНО-СПЕКТРАЛЬНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА МЯСА

Разработано на кафедре гигиены и питания ЛСГМИ (декабрь 1963) для нужд пищевых санэпидстанций

Люминесцентный метод определения влияния качества пищевых продуктов на их способность поглощать лучистую энергию и отдавать ее в виде так называемого холодного света.

Ультрафиолетовый свет, получаемый от ламп — источников, пропускается через фильтр Вуда для получения невидимых ультрафиолетовых лучей с максимальной длиной волны в 365 мкм, так как ультрафиолетовые лучи с другой длиной волны не возбуждают собственной люминесценции большинства пищевых продуктов.

Для люминесцентного анализа могут быть использованы разные источники ультрафиолетового света, в том числе прибор «Ультрасвет» УМ-1.

Прибор «Ультрасвет» УМ-1

С помощью малогабаритного ультрафиолетового осветителя типа «Ультрасвет» УМ-1 можно производить анализ разных веществ, растворов и других объектов внешней среды при возбуждении люминесценции ультрафиолетовым светом в 365 мкм.

Измерение производится визуальным методом.

Прибор состоит из пульта управления и головки с лампой.

Пульт управления расположен на передней панели кожуха и состоит из двух тумблеров включения прибора на 127 и 220 в и предохранителя.

Головка с лампой может устанавливаться в любом положении по отношению к исследуемому образцу.

Основные технические данные

Источник ультрафиолетового света . . . лампа УФО-4А
Рабочая длина ультрафиолетового света 365 мкм
Номинальный ток ртутной лампы . . . 0,35 а
Рабочее напряжение 28 в
Напряжение питающей сети 127/220 в

1. Из разных участков образца исследуемого мяса вырезается несколько пластинок 5—7 см², толщиной 3—4 мм, которые помещаются на фоне черной бумаги в лучи Вуда под углом падения лучевого потока в 45°. Так как интенсивность и характер свечения зависят от морфологического состава тканей, то желательнее, чтобы анализируемые срезы проходили через мышечную, жировую и соединительную ткани.

Применение этого метода позволяет установить так же принадлежность мяса к тому или иному виду животного.

Например, люминесценция мышечной ткани свежего говяжьего мяса темно-красная, бархатистая, баранины — темно-коричневая, свинины — светло-коричневая и т. д. Соединительной ткани — интенсивно-голубая, жировой — светло-желтая.

2. Параллельно с исследованием срезов мяса производится так же люминесцентный анализ мясной вытяжки. Для этого 10—13 мл приготовленного по описанному ранее методу экстракта тщательно отфильтровывают через двойной слой фильтровальной бумаги и помещают в пробирку из нефлюоресцирующего стекла. Последнюю облучают на темном фоне под углом в 45°.

Интенсивность люминесценции экстракта из свежего мяса невелика. В экстрактах из условно годного мяса интенсивность люминесценции значительно увеличивается.

Оценка результатов люминесценции производится по следующей таблице.

Таблица № 3

Степень свежести мяса	Цвет люминесценции	
	мышечные ткани	мясного экстракта из мышц
Свежее	Бархатистый, темно-красный	Желто-зеленый, зеленый
Подозрительной свежести	Темно-красный с зеленоватыми точками	Зелено-голубой
Несвежее	Темно-красный со сплошным зеленым налетом или зеленый цвет с фиолетовыми очагами	Интенсивно-голубой с молочным оттенком

ЛИТЕРАТУРА

1. М. А. Константинова-Шлезенгер. Люминесцентный анализ. АН СССР, 1948, 1961.
2. В. Н. Гиренко и М. И. Голланд. Люминесцентный анализ картофеля, овощей, плодов и других товаров. Госторгиздат, 1954.
3. А. В. Карякин, Д. И. Лазарев и Г. А. Баринов. Применение люминесцентного анализа для определения жизнеспособности семян. ДАН 106 № 4, 739, 1956.
4. А. В. Карякин, Л. С. Лаврентьев. Заводская лаборатория № 5, 559, 1961.
5. А. В. Карякин, В. А. Никитин. Известия АН СССР, серия физ. 15, 767, 1951; Заводская лаборатория 18 № 2, 192, 1952.
6. А. В. Карякин. Заводская лаборатория, 20, 317, 1954.
7. А. В. Карякин. Люминесцентная дефектоскопия, инф. — техн. листок ЛДНТИ № 17, 1956.
8. Г. Д. Лесков. Люминесценция бактерий и грибов. Вопросы питания 9, № 4, 28, 1950.
9. Г. Д. Лесков. Гигиена и санитария, № 4, 49, 1952.
10. А. П. Ларина. Анализ нефтей, газов и битумов, 1942.
11. М. А. Гладкова, Е. С. Лушников и А. В. Карякин на VI совещании по люминесценции, Ленинград, февраль, 1958.
12. Л. Я. Шаргородский, Г. М. Локтионов и А. С. Срапинов «Люминесцентно-флуоресцентный метод в диагностике некоторых форм патологии центральной нервной системы». Вопр. нейрохирургии 18, № 3, 14, 1954.
13. В. Х. Анестнади. Люминесцентно-микроскопический анализ рака кожи. Методы люминесцентного анализа. Материалы VIII совещания по люминесценции, 1959, Изд. АН БССР, Минск, 1960, стр. 107.
14. Л. Н. Брайнес, С. Н. Брайнес и Б. В. Свешников. Люминесцентный метод диагностики экспериментального гипертонического состояния. ДАН СССР 78, № 1, 47, 1951.
15. А. Гладков. Люминесцентный анализ в медицине. Гос. изд. Молдавии, Кишинев, 1958, стр. 109.
16. М. Н. Мгалоблишвили, «К вопросу диагностической ценности люминесцентного анализа при раке кожи». Сб. трудов научно-исслед. кожно-венеролог. ин-та М-ва здравоохранения Грузии, 77, 1954.
17. С. О. Лапина, Клиническая медицина, № 1, 118, 1957, «О люминесценции мочи при раковых новообразованиях».
18. М. С. Иоффе и Б. М. Эдельштейн. Флуоресцентная проба, как метод определения кровообращения тканей при облитерирующей болезни сосудов. Вопросы восст. хирург. травматол. и ортопед. Ш, III, Свердловск, 1951.

19. Л. Д. Деркачева, Н. Д. Жевандров и Ш. Д. Хан-Магомедова, Об одном люминесцентном методе определения малых количеств бактерий. Доклад на VI совещании по люминесценции, Ленинград, февраль 1958.

20. П. П. Воронцов, Опыт применения люминесцентного анализа в курортологии. Доклад на VI совещании по люминесценции, Ленинград, февраль 1958.

21. М. Константинова-Шлезенгер и З. И. Кунеева, Обнаружение флуоресцентным методом гидролиза аспирина. Доклад на конференции Моск. фарм. ин-та, 1947.

22. О. М. Ефименко, Люминесцентный метод определения хинных алкалоидов, ЖПХ 9, 1400, 1940.

23. А. И. Костякова, Флуоресцентный метод качественного и количественного определения акрихина и риванола в биологических объектах, Ж. анал. химии 6 № 4, 251, 1951.

24. М. М. Данилов, А. А. Кондратенко. Люминесцентно-спектральный метод определения качества мяса. Вопросы питания, № 1, 1961, стр. 77.

25. Метод определения свежести рыбы. Труды т. XVII (Всес. научн.-исслед. ин-т вет. санитарии), стр. 239.

26. Г. В. Колоботский. Лабораторные и практические занятия по ветеринарно-санитарной экспертизе. Сельхозгиз, 1960, стр. 185.

27. Журнал «Ветеринария», № 5, 1960, стр. 77—81.

28. Мясная индустрия СССР, № 4, 1959, стр. 44—46.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
I. Назначение	3
II. Комплектность	4
III. Основные данные	4
IV. Принцип действия и схема прибора	4
V. Конструкция	6
VI. Методика работы	6
VII. Распаковка и уход за прибором	21
Приложения	22
Литература	26

Заказ № 419

Типография № 1 Госбытиздата, Ленинград, Фонтанка, 62