

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ**

**БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ  
АКАДЕМИЯ**

---

---

**Кафедра механизации животноводства  
и электрификации сельскохозяйственного производства**

# **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ С ПОМОЩЬЮ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРОПРИВОД И АВТОМАТИЗАЦИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ»**

**Для студентов специальностей**

**1-74 06 01 – техническое обеспечение процессов  
сельскохозяйственного производства**

**и 1-74 06 06 – материально-техническое обеспечение АПК**

**Горки 2002**

Составили И.А. ГАЙШУН, И. В. ДУБЕНЬ.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и порядок выполнения работы .....	3
2. Объект и средства исследования .....	3
3. Программа подготовки к выполнению рабочего задания .....	4
4. Рабочее задание .....	4
5. Методические указания по выполнению рабочего задания и обработке результатов эксперимента .....	5
6. Контрольные вопросы .....	8
7. Основные положения по определению качества продуктов с помощью люминесцентного анализа .....	8
Литература .....	11

УДК 637.15 : 658.562.012.12 (072)

**Определение качества сельскохозяйственных продуктов с помощью люминесцентного анализа:** Методические указания /Белорусская государственная сельскохозяйственная академия; Сост. И. А. Г а й ш у н, И. В. Д у б е н ь. Горки, 2002. 12 с.

Изложен порядок выполнения лабораторной работы при изучении дисциплины «Электрооборудование и средства автоматизации сельскохозяйственной техники». Приведена форма отчета и методика определения качества сельскохозяйственных продуктов с помощью люминесцентного анализа.

Для студентов специальностей 1-74 06 01 – техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства и 1-74 06 06 – материально-техническое обеспечение АПК.

Таблиц 3. Рисунков 3. Библиогр. 3.  
Рецензент А.И. БЕЛОВ.

©Составление. И.А. Гайшун, И.В. Дубень, 2002

©Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2002

## 1. ЦЕЛЬ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Целью работы является изучение устройства и принципа действия установок для субъективного люминесцентного анализа качества сельскохозяйственных продуктов, ознакомление с методикой и исследование качества сельскохозяйственных продуктов. При выполнении лабораторной работы необходимо:

1. Изучить устройство и принцип действия установок для субъективного люминесцентного анализа;
2. Освоить методику определения качества сельскохозяйственных продуктов;
3. Исследовать качество сельскохозяйственных продуктов, имеющих в лаборатории.

## 2. ОБЪЕКТ И СРЕДСТВА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являются сельскохозяйственные продукты, имеющиеся в лаборатории. Средствами исследования служат: устройство для люминесцентного анализа; лабораторный автотрансформатор TV типа ЛАТР-2М; вольтметр PV типа Э59 с пределами измерения 150 и 300 В.

Устройство для люминесцентного анализа (рис. 1) состоит из наружного кожуха 1, внутри которого находится камера 2 с тремя эритемными лампами ЛЭ-15, зеркальным отражателем 4, светофильтром 5 типа УФС-3. В кожухе имеется окошко 7, через которое производится наблюдение за характером свечения исследуемого сельскохозяйственного продукта 6.

Основные технические данные эритемной лампы ЛЭ-15: мощность – 15 Вт, напряжение – 127 В, номинальный ток – 0,33А, эритемный поток – 300 мэр, бактерицидный поток – 55 мбакт, срок службы – 5000 ч.

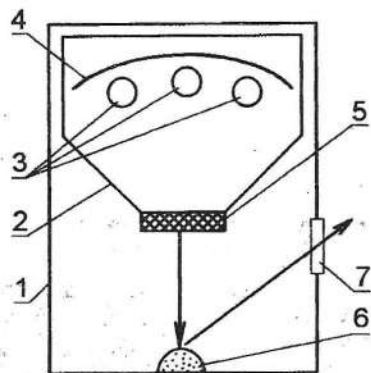


Рис. 1. Схема устройства для люминесцентного анализа.

### 3. ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОЧЕГО ЗАДАНИЯ

1. Изучить необходимые разделы в рекомендуемой литературе [1, с. 416...419], [2, с. 213...217], [3, с. 65...67].

### 4. РАБОЧЕЕ ЗАДАНИЕ

1. Записать наименования исследуемых сельскохозяйственных продуктов и технические данные эритемной лампы ЛЭ-15.

2. Записать в таблицу цвета свечения люминесценции различных сельскохозяйственных продуктов.

3. Начертить схему устройства для люминесцентного анализа (рис. 1), принципиальную электрическую схему лабораторной установки (рис. 2) и табл. 1 результатов люминесцентного анализа сельскохозяйственных продуктов.

4. С помощью проводников собрать цепь в соответствии со схемой (рис. 2) и подсоединить ее к силовому настенному щитку с напряжением 220 В. После разрешения преподавателя включить установку в сеть, прогреть в течение 5...10 минут и приступить к непосредственному исследованию качества сельскохозяйственных продуктов. Во время опытов при помощи автотрансформатора TV поддерживать неизменное напряжение 127 В. Результаты исследований – характер свечения продуктов – занести в табл. 1.

5. Сделать заключение о качестве продуктов и записать в табл. 1.

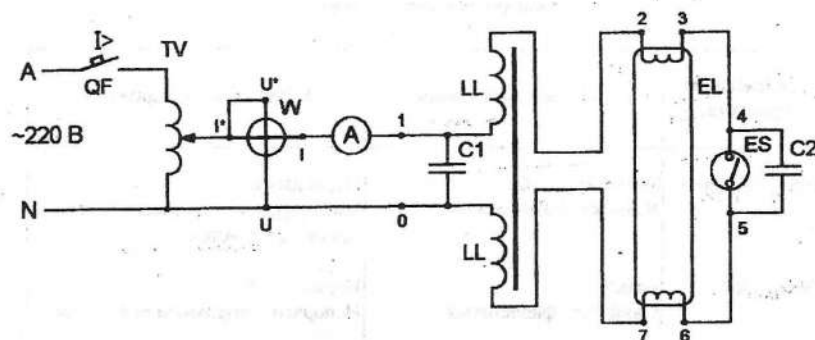


Рис. 2. Электрическая схема лабораторной установки.

Таблица 1. Результаты люминесцентного анализа качества сельскохозяйственных продуктов

Наименование продукта	Цвет люминесценции	Заключение о качестве продукта

### 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОЧЕГО ЗАДАНИЯ И ОБРАБОТКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

1. При работе с установкой необходимо соблюдать правила техники безопасности и эксплуатации электроустановок потребителей.

2. При измерениях следить за показаниями приборов и не перегружать их.

3. Справочные данные по свечению люминесценции некоторых сельскохозяйственных продуктов приведены в табл. 2 и 3.

Т а б л и ц а 2. Характер люминесценции сельскохозяйственных продуктов животного происхождения

Наименование продукта	Цвет люминесценции	Характеристика продукта
Мясо (говядина)	Темно-красный Ярко-розовые точки	Нормальное Мясо заражено личинками ленточных глистов
Жир свиной	Белый Синий или фиолетовый	Нормальный Испорчен длительным хранением
Жир говяжий и бараний	Не флуоресцирует или серовато-желтый Синс-фиолетовый или голубой	Нормальный Испорчен длительным хранением
Свиное сало	Не флуоресцирует Яркая флуоресценция	Нормальное Порченное (плесневеющее)
Рыба (лещ, судак, треска, севрюга)	Мышцы почти не флуоресцируют или дают тусклое зеленовато-синеватое свечение Яркий белый цвет Яркий белый цвет, с яркими пятнами канареечного цвета или сплошным свечением Оранжевые участки и пылающие красные пятна Тусклый зеленовато-синеватый	Парная рыба Лежалая рыба Начальная стадия порчи Явная порча Нормальная
Молоко	Желто-коричневый Желтый или бледно-желтый	Нормальное Получено от коров с большим выменем
Масло сливочное	Канареечно-желтый	Нормальное
Куриные яйца	Красный Голубое слабое свечение Бледно-желтый	Нормальные Хранились не менее двух недель Хранились более двух недель

Т а б л и ц а 3. Характер люминесценции сельскохозяйственных продуктов растительного происхождения

Наименование продукта	Цвет люминесценции	Характеристика продукта
Зерно пшеницы	Зеленый Синий Голубой Желтый	Зерно нового урожая Хорошее здоровое зерно Лежалое зерно Пострадавшее от сырости
Кукуруза	Ярко-голубой Буро-коричневый Розовый	Здоровое зерно Подмоченное зерно Здоровое зерно
Горох	С коричневыми зернами Серый	Смесь гороха с пелюшкой Подмоченное зерно
Овес	Золотисто-желтый Коричневый	Нормальное одного сорта Нормальное другого сорта
Фасоль	Белый Темные пятна	Нормальная Пораженная серой гнилью
Крупа	Синевато-белый	Нормальная
Мука пшеничная	Синеватый Фиолетовый	Нормальная Содержит спорынью
Мука гороховая	Розовый	Нормальная
Мука ячменная	Матово-белый	Нормальная
Мука ржаная	Синеватый Фиолетовый	Нормальная С присутствием спорыньи
Мука картофельная	С темно-оранжевыми точками	С частицами спорыньи
Картофель в разрезе	Серо-коричневый От ярко-желтого до серовато-коричневого Отдельные места ярко-голубого цвета	Нормальная Здоровый Скрытое слабое поражение фитофторой
Лук репчатый в разрезе	Пятна черного цвета с прилегающей тканью ярко-голубого цвета Белесоватый Фиолетовый цвет с бледно-синеватым цветом донца	Сильная степень поражения фитофторой Подморожен Нормальный
Лимоны-плоды	Неоднородный желтовато-белый цвет Желтоватый Синие пятна с голубым ободком	Заболевание серой гнилью Нормальные Заболевание голубой плесенью
Масло подсолнечное	Голубой с зеленоватым оттенком	Нормальное
Масло льняное	Бледно-голубой	Нормальное
Минеральное масло	Голубоватый цвет разных оттенков и значительной интенсивности	Примесь в растительном масле в количестве 1...2 %

## 6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Пояснить принцип люминесцентного анализа сельскохозяйственных продуктов.
2. Чем определяется различная люминесценция материалов?
3. Пояснить известные методы люминесцентного анализа, их преимущества и недостатки.
4. Каково назначение светофильтра и его принцип работы в установке люминесцентного анализа?
5. Пояснить устройство установки для люминесцентного анализа сельскохозяйственных продуктов и назначение ее отдельных элементов.

## 7. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ С ПОМОЩЬЮ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА

Качество большинства сельскохозяйственных продуктов можно определять химическими методами и люминесцентным анализом. Химические методы обычно сложны, требуют специального лабораторного оборудования, реактивов и больших затрат времени.

Люминесцентный анализ имеет ряд преимуществ перед химическим благодаря высокой точности, скорости и возможности провести анализ, не разрушая исследуемый объект. Он основан на использовании явления фотолюминесценции – свечении вещества в видимом спектре под воздействием УФ-излучения, потока электронов, рентгеновских или гамма-лучей. На практике наиболее удобно использовать УФ-излучение, так как его технически проще получать, оно не смешивается с видимым излучением, возникающим в результате люминесценции. Спектр люминесцентного свечения не зависит от длины волны возбуждающего его излучения.

В основе люминесцентного метода определения качества продуктов лежит зависимость спектрального состава люминесцентного свечения и его интенсивности от химического состава, строения и состояния молекул исследуемого вещества.

Свойства вещества в первую очередь определяются строением внешнего электронного слоя молекул и атомов. Поглощение веществом фотонов оптического излучения приводит к изменению энергии связи внешних электронов молекул и атомов с ядром. При достаточной энергии фотоны способны возбудить атомы и молекулы, при этом

электроны их внешнего слоя переходят на более высокий энергетический уровень. Если в течение времени существования в возбужденном состоянии (не менее 10 с) такие молекулы и атомы не испытывают внешних воздействий, то они спонтанно люминесцируют, переходя вновь в равновесное состояние на стационарный уровень. При этом происходит оптическое излучение в видимой части спектра, длина волны которого зависит от природы вещества и его качественных характеристик, излучаемый цвет может быть различным в интервале от фиолетового до красного. Происходит своеобразная трансформация невидимых коротковолновых лучей в лучи с большей длиной волны – видимые.

Степень изменения спектрального состава и интенсивности фотолюминесценции определяют либо на глаз (субъективный анализ), либо с помощью специальных приборов (объективный анализ). Субъективный анализ менее точен, требует большого навыка, но приборы для его проведения значительно проще. Состояние вещества (качество продуктов) определяют путем сравнения фактического спектрального состава и интенсивности люминесценции с табличным (табл. 2 и 3).

Люминесцентный анализ проводят путем облучения исследуемых продуктов в темноте УФ-лучами. В качестве источника УФ-лучей используют лампы типа ДРТ, ЛЭ, ДБ, в некоторых случаях – лампы накаливания. Устройства для субъективного анализа сельскохозяйственных продуктов представляют собой ультрафиолетовый осветитель (облучатель) с набором светофильтров, пропускающих излучение только с необходимой длиной волны. Промышленностью серийно выпускаются следующие приборы: «Луч» с ртутно-кварцевой лампой СВД-120А (сверхвысокого давления) номинальной мощностью 120 Вт, «Малютка», «Ультрасвет» с миниатюрной дуговой ртутной лампой УФО-4А, работающей от сети постоянного тока напряжением 26 В и светофильтром УФС-4 и др.

Из стеклянных светофильтров для ультрафиолетовой области наиболее известны светофильтры УФС-1, УФС-3 и УФС-4. Для целей люминесцентного анализа в основном применяют УФС-3 и УФС-4. Они представляют собой пластинки из черного увиолевого стекла размером 100×100 мм, которое задерживает видимые лучи и пропускает ультрафиолет. Каждый светофильтр характеризуется коэффициентом спектрального пропускания (рис. 3), равный отношению прошедшего через светофильтр лучистого потока к лучистому потоку той же длины волны, упавшему на светофильтр.

Простота конструкции аппарата для люминесцентного анализа (рис. 1) позволяет изготовить его в условиях хозяйства. При этом необходимо выдержать следующие размеры камеры: ширина – 500 мм (для лампы ЛЭ-15) или 300 мм (для лампы ДРТ), глубина – 300 мм. Расстояние от светофильтра до лампы ЛЭ-15 должно быть не менее 50 мм, до лампы ДРТ – не менее 200...250 мм; расстояние от светофильтра до исследуемого объекта – 130...210 мм.

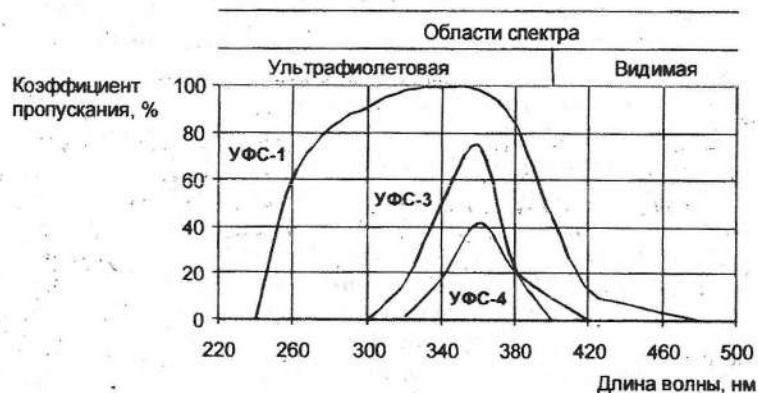


Рис. 3. Спектральные кривые пропускания светофильтров.

Рабочее место для проведения люминесцентного анализа должно быть организовано так, чтобы предотвращалось попадание прямых лучей от лампы через фильтр в глаза наблюдателя. Попадание УФ-лучей в глаза создает впечатление сильного тумана, так как начинают люминесцировать ткани глаза. При работе с коротковолновыми лучами области В и С (использование светофильтра УФС-1) попадание лучей в глаза может вызвать болезненное воспаление.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Применение электрической энергии в сельском хозяйстве /Под ред. М. Г. Евреинова. — М.: Сельхозгиз, 1958. — 500 с.
2. Жилинский Ю.М., Светицкий И.И. Электрическое освещение и облечение в сельскохозяйственном производстве. — М.: Колос, 1968. — 303 с.
3. Изаков Ф.Я. и др. Практикум по применению электрической энергии в сельском хозяйстве. — М.: Колос, 1972. — 304 с.