

## Лабораторная работа

### АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА, КОНТРОЛЯ И СОРТИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

#### Общие положения

Контроль и учет позволяют своевременно выявить и устранить все недостатки производства и этим способствовать повышению качества и увеличению количества сельскохозяйственной продукции.

Поступающую в хранилище и отпускаемую из него продукцию обязательно учитывают и регистрируют в специальной ведомости или передают данные в память ЭВМ. Продукцию взвешивают на железнодорожных или автомобильных весах, устанавливаемых непосредственно при въезде на территорию хранилища.

Качество хранения сельскохозяйственной продукции контролируют визуально на местах или по отобраным образцам — химическими методами в лабораториях хозяйств и районных центральных лабораториях. Результаты анализов фиксируют в специальных журналах и сообщают руководителям и агротехническим службам колхозов и совхозов.

При помощи технических средств автоматики контролируют микроклимат в хранилищах, температуру и влажность хранимого продукта, очищают его и сортируют перед закладкой на хранение и перед поступлением к потребителю или на посев.

Электрические, оптические, тепловые и акустические свойства сельскохозяйственной продукции используют при создании новых приборов контроля загнивания клубней картофеля, спелости овощей и фруктов, зрелости арбузов, посевных качеств семян, содержания жира и белка в молоке, свежести яиц, упитанности животных и т.п.

#### Сортировка картофеля

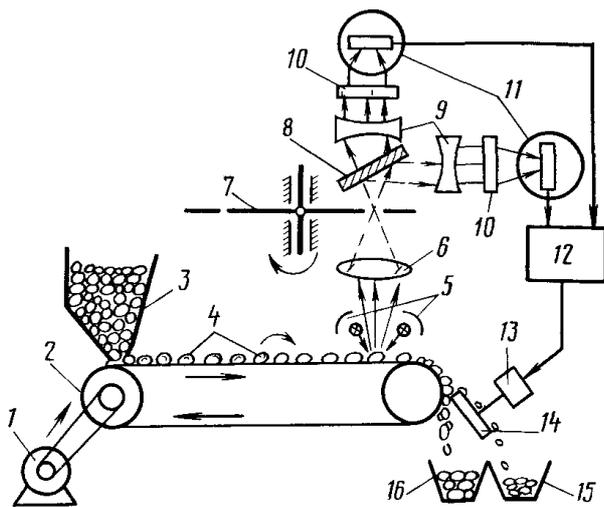


Рис. 1 Схема установки для автоматической сортировки клубней картофеля:

1-электродвигатель, 2-транспортер-выстраиватель, 3-бункер-питатель, 4-клубни картофеля, 5-оптические излучатели, 6-объектив, 7-анализатор изображения, 8-делитель излучения, 9-конденсаторы, 10-оптические фильтры, 11-фотоприемники, 12-блок обработки информации, 13-исполнительный механизм, 14-заслонка, 15 и 16-емкости для отходов и здоровых клубней

Весьма важной операцией при закладке на хранение картофеля является сортировка его по размерам, отделение комков земли, камней, клубней, пораженных гнилью и фитозеленью, а перед посадкой — отделение загнивших клубней. Необходимость сортировки посадочного картофеля вызвана тем, что в процессе хранения до 15...20% клубней семенного картофеля поражаются различными гнилями, основную часть из которых составляет сухая гниль.

Затраты ручного труда на отделение загнивших клубней перед посадкой составляют 20...30% общих трудозатрат на производство картофеля, а посадка несортированного картофеля приводит к недобору 15...20 % урожая.

Для сортировки картофеля разработаны оптические, радиоизотопные и температурные методы обнаружения загнивших клубней и клубней, пораженных фитозеленью, а также комков почвы и камней.

Рассмотрим принцип работы оптической установки для автоматической сортировки клубней картофеля (рис. 1), использующей спектральную характеристику коэффициентов отражения

клубней. Спектральные характеристики коэффициентов отражения здоровых и больных клубней, как и комков почвы и камней, имеют большие различия на определенных длинах волн  $\lambda$ . Из бункера-питателя 3 клубни картофеля 4 поступают на роликовый транспортер, который поштучно выстраивает и, вращая, перемещает их в зону оптического осмотра.

Отраженный от клубня оптический поток инфракрасных излучений 5 проходит через объектив 6 и анализатор изображения 7 на делитель излучения 8. С делителя излучений оптический поток, разделяемый на два канала, поступает через конденсоры 9 и фильтры 10 к фотоприемникам 11. Анализатор изображения позволяет поочередно осматривать (сканировать) поверхность клубня.

От фотоприемников сигналы, пропорциональные коэффициентам отражения оптического потока от поверхности клубня на двух длинах волн (0,95 мкм и 1,25 мкм), поступают на электронный блок обработки 12. Электронный блок вычитает эти сигналы. В результате на выходе блока 12 появляется сигнал, который передается на исполнительный механизм 13 только от поврежденного клубня или комков почвы и камней.

В этом случае электромеханический исполнительный механизм 13 поворачивает заслонку 14 и направляет гнилой клубень или инородные тела в емкость 15 для отходов.

При осмотре здорового клубня разность сигналов от обоих фотоэлементов положительная, исполнительный элемент 13 не срабатывает, а клубень свободно падает в емкость 16. Время передачи клубня из зоны осмотра в емкости согласуется со временем прохождения сигнала и срабатывания механизма 13 так, чтобы последний отбрасывал поврежденный клубень при прохождении его мимо заслонки 14. Производительность современной установки — до 6 штук клубней в секунду, или около 2 т/ч, погрешность работы 5...10 % в зависимости от загрязненности поверхности, а на мокрых клубнях доходит до 30 %.

#### Сортировка томатов и яблок

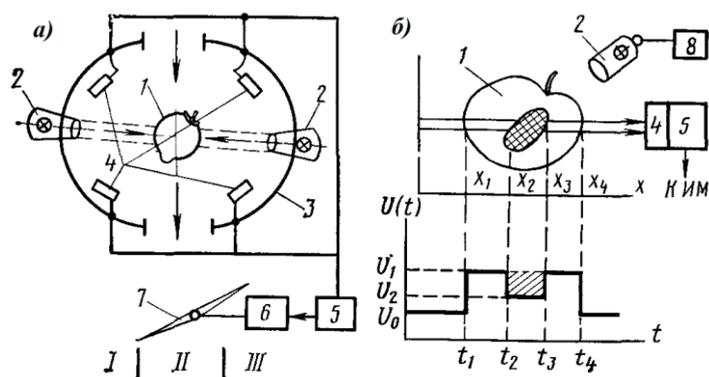


Рис. 2 Схема автоматической сортировки плодов томатов (а) и яблок (б) по оптическим спектральным характеристикам:

1-плод, 2-осветители, 3-фотометрическая камера, 4-фотоэлементы, 5-усилительно-преобразовательное устройство, 6-исполнительный механизм, 7-заслонка, 8-привод сканирующего устройства

Плоды томатов сортируют по размерам и зрелости, а также отделяют плоды, пораженные болезнями. По размеру плоды томатов сортируют на механических калибровочных машинах.

При разделении по зрелости и отделении больных плодов замеряют упругость и жесткость кожицы плодов или их оптические отражательные свойства.

На рисунке 2,а показан принцип разделения плодов томатов на 3 фракции по зрелости, а точнее, по окраске их поверхности. Плод 1 в свободном падении пролетает через центр фотометрической камеры 3, где он облучается осветителями 2 видимого излучения.

Отраженные от плода излучения, многократно преломляясь на внутренней, окрашенной в белый цвет поверхности камеры, попадают на светочувствительные фотоэлементы 4.

При отсутствии плода потоки видимого излучения от источников освещения, направленные навстречу друг другу, создают незначительную освещенность в камере.

При пересечении плодом светового потока фотоэлементы 4 воспринимают отраженный поток определенного спектра, зависящего от зрелости (цвета) плода 1. Сигнал с фотоэлементов суммируется и подается на усилительно-преобразовательное устройство 5, которое при помощи исполнительного механизма 6 с заслонкой 7 разделяет плоды на три фракции — I, II и III (зеленые, бурые и красные).

Для сортировки плодов яблок, имеющих поврежденную поверхность от механических ударов или пятна на коже от болезней, используются сканирующие устройства (рис. 2,б). В скани-

рующей системе видимое излучение от осветителя 2, управляемого при помощи электропривода 3, поэлементно освещает поверхность плода. Отраженный луч воспринимается фотоэлементом 4 и направляется в усилительно-преобразовательное устройство 5. Значение выходного сигнала  $U(t)$  фотоэлемента зависит от состояния поверхности и изменяется во времени по форме, показанной на нижней части рисунка 2, б.

Усилительно-преобразовательное, устройство 5 вычисляет сумму произведений:

$$\Sigma n(t_3 - t_2) \quad (1)$$

где  $n$  — число строк сканирования поврежденного участка поверхности плода (заштрихованная часть на рисунке);

$t_2$  и  $t_3$  — время пересечения сканирующим лучом границ поврежденного и неповрежденного участков.

С выхода устройства 5 к исполнительному механизму *ИМ* сортирующей установки поступает сигнал, пропорциональный площади повреждения  $S_{II}$ :

$$S_{II} = k \cdot \Sigma n(t_3 - t_2) \quad (2)$$

Эту же сортирующую установку можно использовать для разделения овощей и плодов по размеру, перенастроив усилительно-преобразовательное устройство на вычисление суммы, пропорциональной площади  $S_{II}$  медианного сечения объекта:

$$S_{II} = k \cdot \Sigma m(t_4 - t_1) \quad (3)$$

где  $k$  — коэффициент пропорциональности;

$t_1$  и  $t_4$  — время пересечения сканирующим лучом профиля плода;

$m$  — число строк сканирования поверхности объекта.

#### Определение свежести яиц

Схема прибора для определения свежести яиц перед их закладкой в инкубатор показана на рисунке 3, а. Работа прибора основана на оптическом методе измерения положения желтка, которое постепенно всплывает в процессе его хранения. В яйце со временем белок постепенно разжижается при одновременном повышении его плотности, а упругость связей, удерживающих желток в центре яйца, снижается. Вследствие этого расстояние между желтком и скорлупой под желтком увеличивается, а над желтком уменьшается. ИПЖ зависит от времени кладки яйца птицей (рис. 3, б).

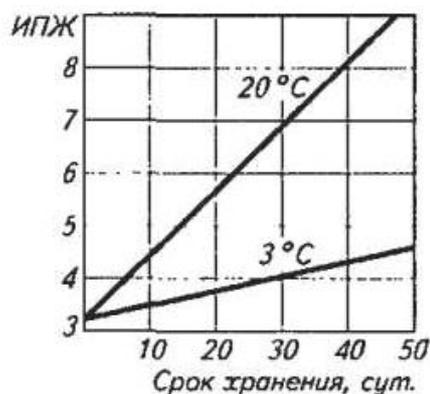
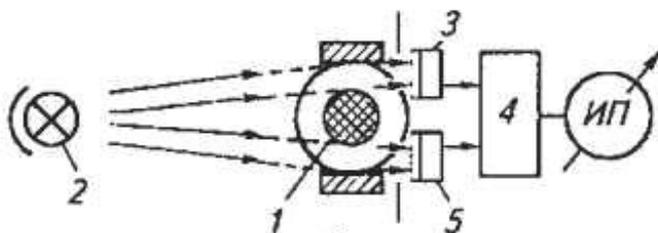


Рис. 3. Функциональная схема прибора (а) для определения свежести яиц и зависимость (б) индекса подъема желтка (ИПЖ) от температуры хранения:

1 — желток яйца; 2 — излучатель; 3, 5 — фотоэлементы; 4 — вычислительное устройство

Для определения свежести яйца его просвечивают излучателем 2. Световые потоки, прошедшие под желтком  $\Phi_{II}$  и над ним  $\Phi_{H}$ , замеряют фотоэлементами 3 и 5. Сигналы с них поступают на вычислительное устройство, которое определяет так называемый индекс подъема желтка (ИПЖ) по формуле:

$$ИПЖ = \Phi_{II} / \Phi_{H}.$$

## Устройство для сепарации семян

Электрические способы сортирования сельскохозяйственной продукции и материалов основаны на том, что их электрические параметры (электропроводность, диэлектрическая проницаемость, поляризуемость и др.) зависят от состава и структуры строения, спелости и зрелости, биофизических и биохимических свойств, шероховатости поверхности, плотности, жизнеспособности и других свойств сепарируемого материала.

Принцип действия таких сепарирующих устройств рассмотрим на примере диэлектрических сепараторов, применяемых в сельском хозяйстве для выделения биологически ценных семян, очистки семян от трудноотделимых карантинных семян сорных растений и для калибровки семян (по размерам, по однотипности посевных и пищевых свойств и т. п.).

На рис. 4 показана функциональная схема диэлектрического сепаратора семян. На цилиндрическом барабане бифилярно намотана в один слой двухпроводная изолированная обмотка. Бифилярной называется катушка, намотанная двумя параллельными проводами, замкнутыми с одной стороны. К другим несоединенным концам обмотки подается напряжение 0,5...0,7 кВ промышленной частоты 50 Гц от автотрансформатора 1 через кольца 5 и дроссель (внутри барабана). Значение напряжения устанавливают в соответствии с видом сепарируемых семян (злаковые, овощные бобовые, масличные, цветочные и другие культуры). Семена из бункера 2, попадая на обмотку 6, притягиваются к ней за счет создаваемого электрического поля, а затем под действием силы тяжести и центробежных сил отрываются с нижней части барабана и попадают в различные секции приемного бункера в зависимости от их свойств. Щетки 4 служат для удаления с обмоток прилипшей мелкой и легкой сорной примеси и пыли.

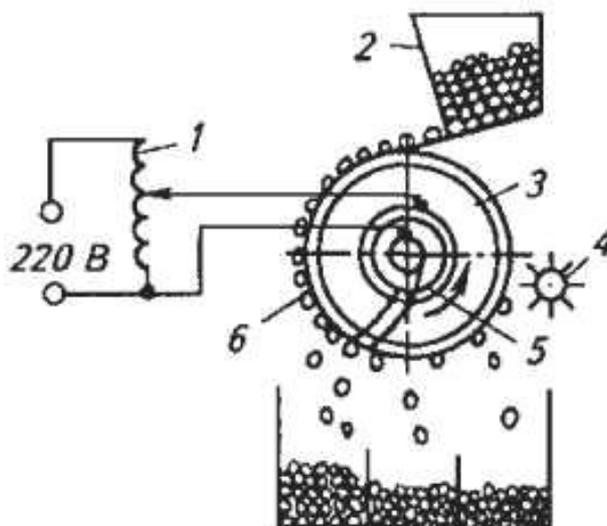


Рис. 4. Функциональная схема диэлектрического сепаратора семян:

1 — автотрансформатор; 2 — бункер; 3 — барабан; 4 — щетка; 5 — кольцо; 6 — обмотка

Таким образом, выделяется фракция семян (обычно первая по направлению вращения барабана), имеющая лучшие посевные качества. Из такой фракции получается более высокая урожайность (на 15...20%), снижаются нормы высева почти в 2 раза, наблюдается более раннее одновременное созревание урожая с повышенной на 10...15 % стандартностью продукции.