

## Обоснование информативных признаков сортирования семенного картофеля по морфологическим признакам

Джахфер Алиханов, Русин Цонев, Жандос Шыныбай

**Selection of informative features for potatoes classification using morphological characteristics:** *The substantiation and choice of signs of tubers of a potato on the one hand connected with high-quality parameters and quality is resulted, and by means of modern means reception and processing of images on the other hand gives in to a quantitative estimation.*

**Key words:** *morphologic characteristics, potatoes, informative features, classification.*

### Сокращенные слова

УРОВ – Международный союз по охране новых сортов растений (Union Internationale pour la protection des obtentions de végétation)

ПЗС – прибор с зарядовой связью

ООС – отличимость, однородность и стабильность

ОС – оригинальный семенной картофель

ЭС – элитный семенной картофель

РСК – репродукционный семенной картофель

### ВЪВЕДЕНИЕ

Картофель является одним из основных продуктов питания. В мире производится около 310 миллионов тонн картофеля. Увеличение производство картофеля может решить проблемы продовольственного обеспечения населения мира. При производстве семенного картофеля наряду с агротехникой большое значение имеют погодные условия и качество семенного материала. При средней урожайности 12-15 тонны с гектара, при соблюдении агротехники и использовании сертифицированного семенного материала получают стабильные урожаи в два раза больше. Ученые селекционеры работают над проблемой повышение урожайности картофеля путем создания высокопродуктивных сортов устойчивых к жаре и засухе. С сортом связана большая часть внутренних показателей качества: содержание крахмала, редуцирующих сахаров и других веществ, устойчивость к вирусным болезням, цвет мякоти. Основными морфологическими признаками клубней картофеля, которые, с одной стороны, тесно связаны с внутренним состоянием, а с другой – могут служить показателями, позволяющими производить оценку внутренних показателей качества и сортности, являются размеры (масса), форма и плотность клубней. Целью статьи является обоснование и выбор признаков клубней картофеля с одной стороны связанные с сортовыми параметрами и качеством, а с другой стороны поддается количественной оценке с помощью современных средств получение и обработки изображений.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

В соответствии с ГОСТ Р 53136-2008 (с 01 января 2010г.) [4] семенной картофель по качеству клубней и качеству посадок в зависимости от ступени размножения подразделяют на категории:

Оригинальный семенной картофель (ОС);

Элитный семенной картофель (ЭС);

Репродукционный семенной картофель (РСК).

К категории репродукционного семенного картофеля отнесены первая и вторая репродукции после элиты для производства семенного материала, а также последующие репродукции для производства товарного картофеля. В странах ЕС

применяется европейская система классификации семенного картофеля, в соответствии которой семенной картофель существуют три категории:

Pre-Basic Seed, который соответствует оригинальному семенному материалу;

Basic Seed – элитный семенной картофель (ЭС);

Certified Seed–репродукционный семенной картофель (РС-1 и РС-2).

Основные требования к качеству семенного картофеля, в соответствии с ГОСТ Р 53136 – 2008 [1], приведены в табл. 1.

Таблица 1

Требования к качеству клубней семенного картофеля

Наименование показателя	Нормы для категории семенного картофеля		
	ОС	ЭС	РС 1-2
1. Размер клубней по наибольшему поперечному диаметру, мм: - для сортов с удлиненной формой - для мини-клубней - для сортов с округло-овальной формой - для мини-клубней	28 – 55 7 – 55 30 – 60 9 -60	28 – 55 – 30 – 60 –	28 – 55 – 30 – 60 –
2. Наличие клубней, не отвечающих требованиям по размеру, % по счету, не более	3,0	3,0	3,0
3. Наличие клубней других ботанических сортов, % по счету, не более	Не допускается	Не допускается	0,5

Клубни семенного картофеля должны быть здоровыми, целыми, с окрепшей кожурой, по форме и окраске типичными для соответствующего ботанического сорта, сухими. В семенном картофеле не допускается наличие клубней с признаками «удушья», подмороженных, с ожогами, уродливых, с израстаниями и легко обламывающимися наростами, разрезанных, раздавленных, с ободранной кожурой. Требования к семенному материалу по новому ГОСТу существенно отличаются от требований старого ГОСТа 7001-66, в котором, вместе наибольшего поперечного диаметра, размеры клубней определялось массой (от 35 до 150 граммов). При описании формы клубней наряду с словесным описанием, специалистами используется и количественный коэффициент формы равный отношению длины

клубня к ширине ( $K_1 = \frac{a}{b}$ ). По этому показателю сорта картофеля были разделены на 5 групп:

1. Круглые до округлой,  $K_1 = 0,8 – 1,09$ ;
2. Округлые до продолговато-овальной,  $K_1 = 1,1 – 1,39$ ;
3. Продолговато-овальной до длинной,  $K_1 = 1,4 – 1,59$ ;
4. Длинные,  $K_1 = 1,7 – 1,99$ ;
5. Очень длинные,  $K_1 = 2,0$ .

Из данных приведенных в таблице 1 следует, что показателям определяющим форму клубней дается только словесное описание (удлиненной, округло-овальной). Следовательно, для количественной оценки формы клубней картофеля требуется ввести коэффициент дающий оценку формы клубня и поддающийся измерению с помощью современных средств оптико-электронной техники. В ГОСТе, из количественных признаков, приводится диаметр по наибольшему поперечному диаметру и количество клубней не отвечающим требованиям по счету в процентах. Для определения этих показателей необходимо произвести клубневый анализ с измерением, подсчетом, регистрацией и обработкой результатов анализа.

Клубневый анализ проводится с использованием механических измерительных приборов и приспособлений.

При выращивании картофеля в условиях производстве семена утрачивают свою продуктивность, и сорт перестает соответствовать требованиям UPOV на отличимость, однородность и стабильность (ООС) [6]. Происходит вырождение сорта семенных клубней, что приводит к потере урожая на 30-40%.

Форма клубней картофеля имеет большое значение для подбора клубней с повышенным содержанием сухих веществ. Клубни округлой формы имеют более высокую плотность. При поражении картофеля вирусными болезнями, а также при неблагоприятных условиях клубнеобразования клубни картофеля деформируются и приобретают удлиненную или неправильную форму, что приводит к снижению семенных качеств картофеля. Содержание клубней неправильных форм в семенном материале в условиях юго-востока Казахстана составляет 20-30%. Поэтому требуется отделения клубней неправильных форм. Применяемый органолептический способ определения качества семенных клубней картофеля зависит от уровня квалификации эксперта, позволяет производить лишь качественную оценку морфологических признаков клубней картофеля и не имеет дальнейшей перспективы. Ручная отбраковка имеет низкую точность и требует больших трудозатрат. Для автоматизации процесса сортирования требуется выбор и определение количественных значений информативных признаков клубней картофеля. Идея применения оптико-электронных систем обработки изображений для сортирования томатов, яблок и клубней картофеля является не новой. Было разработано способ и устройство сортирования клубней картофеля по морфологическим признакам на базе ПЗС – линейки с пространственно-временной разверткой изображения движущихся на транспортере клубней картофеля [1]. Предложен вариант информационно-советующего устройства для оценки клубней семенного картофеля по морфологическим параметрам во время послеуборочного клубного анализа [5]. Проводится исследование по определению спелости томатов по цвету [2]. Благодаря развитию оптико-электронных средств обработки изображений и динамичному развитию программных продуктов обработки изображений появились возможности совершенствования систем контроля качества клубней картофеля, кукурузы [3] и других продуктов. Для создания системы автоматического контроля качества необходимо выбрать признаки с одной стороны характеризующие показатели качества клубней картофеля, а с другой стороны пригодные к машинной обработке и количественной оценке морфологических параметров клубней.

В процессе формирования изображения объекта могут появляться всевозможные изкожения связанные как со свойствами объекта (клубни картофеля), с условиями формирования изображения (освещенность, фон и т.д.), а также расположением объекта относительно устройства формирования изображения.

На рисунке 1 представлено изображение клубня картофеля, полученное с помощью вебкамеры. Процедура обработки изображения включает: выделение изображения на фоне рамкой, линейные размеры сечения клубня – длина и ширина определяется сторонами рамки. Поэтому эти размеры зависят от расположения объекта относительно вебкамеры. Если необходимо определить размер клубня по наибольшему поперечному диаметру (ширина), то клубень должен быть правильно ориентирован относительно к вебкамере. В случае отклонения от горизонтали в ту или иную сторону возникают погрешности. Значение погрешности зависит и от формы клубня. Проведенные исследования показали, что для клубней округлой формы величина погрешности составляет 5 – 10%, а для клубней удлиненной формы может достигать до 40%. В связи с этим для измерения линейных размеров требуется обеспечить ориентацию объекта относительно камеры. В то же время существует параметры, для определения которых не требуется ориентации объекта

относительно камеры. К таким параметрам относятся площадь и периметр. Зная значения площади сечения и форму клубня, можно определить приведенный в новом ГОСТе [4], морфологический показатель – размер клубней по наибольшему поперечному диаметру. Теоретически наибольший поперечный диаметр можно определить опракимируя клубень картофеля эллипсоидом, а сечение – эллипсом. Причем, соотношение диаметров эллипса может изменяться, в зависимости от формы, в пределах от 1 до 2.

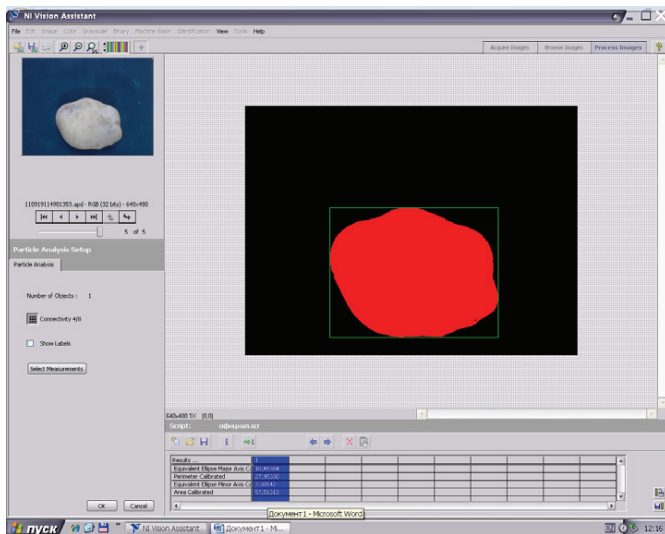


Рисунок 1. Изображение клубня картофеля, полученное с помощью вебкамеры

Для получения достоверных данных необходимо провести экспериментальные исследования размерно-массовых характеристик клубней картофеля каждого сорта. Учитывая, что форма клубней картофеля одного сорта зависит и от погодных условий, требуется определить пределы изменения коэффициента формы для сорта и вносить соответствующие изменения каждый год. В результате проведенных исследований [6] установлено, что для оценки формы эффективно использования коэффициента сложности формы

$$K = \frac{L_1^2}{S_1}$$

где  $L_1$  - периметр продольного сечения клубня;

$S_1$  - площадь продольного сечения клубня.

Значение коэффициента сложности формы  $K$  не зависит от размеров и расположения объекта относительно вебкамеры. Имеет минимальное значение для круга ( $4\pi$ ). При отклонении формы клубней картофеля от округлой, значения коэффициента увеличивается.

Для исследования размерно-массовых характеристик изготовлено экспериментальная установка на базе вебкамеры и ПК с программным обеспечением. Экспериментальная установка позволяет измерить линейные размеры, площадь, периметр сечения. Использование эталонов известных размеров и ввод данных с вебкамеры на ПК позволяет получить значения геометрических параметров в миллиметрах с последующей обработкой данных на программе Excel. Экспериментальная установка обеспечивает возможность визуального контроля изображения объекта, что позволяет устанавливать границы поля объекта,

отстраиваться от влияния помех, фона и других объектов, которые могут возникнуть в процессе измерения (остаток почвы и растений). На экспериментальной установке определены морфологические показатели и количественные значения информативных признаков для 2 сортов картофеля Казахской селекции: «Нэрли» и «Тениз». Полученные результаты подтвердили достоверность и точность измерения, преобразования и вычисления информативных признаков.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Из проведенного анализа и экспериментальных исследований следует, что в качестве информативных признаков для сортирования семенного картофеля по морфологическим признакам следует выбрать площадь и периметр продольного сечения клубня. Значение диаметра наибольшего поперечного сечения и коэффициента сложности формы равно отношению квадрата периметра к площади можно вычислить по соответствующим математическим зависимостям.

### **ЛИТЕРАТУРА**

[1] Алиханов Д.М. Разработка оптико-электронного устройства для сортирования семенных клубней картофеля по морфологическим признакам: Автореферат дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. М., 1983.

[2] Даскалов П., Ц. Драганова, Р. Цонев, Определяне степента на зрялост на домати чрез анализ на цветни цифрови изображения, Научни трудове на РУ"Ангел Кънчев", 2008, том 47, серия 3.1, с. 136-140.

[3] Драганова Ц., Р. Цонев., "Разработване на програмен инструмент в средата на MATLAB за разпознаване на заболяването фузариоза по царевични семена", ФНТСБ и СЕМИБ, Пета национална младежка научно-практическа сесия, София 2007, ISBN 978-954-91547-5-7, стр. 148-153

[4] Национальный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р 53136-2008 от 01 января 2010 года.

[5] Покидов О.В. Электроннооптическое устройство оценки морфологических параметров клубней картофеля при сортосопровождении: Автореферат дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. М., 2005.

[6] UPOV TG/23/5 GUIDELINES FOR THE CONDUCT OF TESTS FOR DISTINCTNESS, HOMOGENEITY AND STABILITY.

### **За контакти:**

Алиханов Джахфер Музаферович кандидат технических наук, доцент кафедры "Энергосбережения и автоматизация", КазНАУ, г. Алматы, Казахстан, раб. тел.: +7 (727) 264 53 78, моб. тел.: +7 777 315 65 98, E-mail:alikhanov.d@list.ru

Русин Цонев доктор наук, доцент кафедры "Автоматика, информационная и управляющая техника", Русенский университет имени "Ангел Кънчев", г.Русе, Болгария тел.:082 888379, E-mail:rtzonev@ru.acad.bg.

Шыныбай Жандос Сапаргалиулы докторант Ph.D по специальности 6D081200 – "Энергообеспечение сельского хозяйства", КазНАУ, г. Алматы, Казахстан, раб. тел.: +7 (727) 264 53 78, моб. тел.: +7 777 258 98 70, E-mail:jandos\_76@mail.ru

**Докладът е рецензиран.**