

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОРФОМЕТРИЯ В СИСТЕМАТИКЕ ЛЬНА КУЛЬТУРНОГО (*LINUM USITATISSIMUM* L.)

Т.В. Никитинская¹, С.И. Вакула¹, М.Н. Коваленко², В.Г. Лугин³, В.В. Титок¹

¹Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, Минск, Республики Беларусь;

²Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

³Белорусский государственный технологический университет, Минск, Республика Беларусь

Введение

В последние годы быстрыми темпами модернизируется электронно-вычислительная техника, а соответственно и компьютерные программы, что способствует использованию автоматизированного количественного анализа изображений, направленного на категоризацию и группировку сортов по незначительным количественным отличиям исследуемых признаков, которые сенсорно могут быть неразличимы. Традиционные визуальные исследования количественных морфологических и анатомических признаков обладают меньшей надежностью при получении первичной информации, в связи с ограниченными возможностями человеческого глаза. В то время как программы-анализаторы изображений обладают большей точностью и объективностью, и, соответственно, лучше определяют идентичность сорта и его индивидуальность на фоне всего генофонда.

Современные анализаторы изображений позволяют получать точную количественную информацию по десяткам и сотням объектов изображения за доли секунды [1]. Предлагаемый разными фирмами-производителями набор параметров варьирует. Измеряемые параметры могут быть сгруппированы следующим образом:

- площадные (площадь и периметр);
- размерные (диаметр, хорда, габарит, длина, ширина и др.);
- описывающие форму (фактор формы, округлость, удлинненность и др.);
- характеризующие положение и ориентацию объектов (координаты X и Y, направление и др.);
- денситометрические или оптические (яркость, оптическая плотность и др.).

Все методы морфометрии и сбора первичной информации разделены [2] на три группы:

– «традиционные» методы морфометрии объединяют данные (линейные измерения углов, областей и т.д.) и методы (функции подобия, систематизации, классификации), используемые для захвата изображения и суммирования информации изменения формы. Данный метод используют как дополнение к другим, более специализированным измерениям, для обеспечения унифицированного индекса наиболее важных характеристик формы;

– методы морфометрии, основанные «на ориентирах» (геометрическая морфометрия). Ориентиры – пункты на биологическом объекте, его изображении или схеме, которые расположены согласно определенному правилу, и считаются соответствующими образцу одного и того же вида объекта (например, листья, семена растения и т.д.). Связки между ориентирами образуют треугольники, обеспечивающие измерения формы. Для анализа различий формы стали доступны более сложные методы анализа, основанные на ориентире (x, y [z]) координат;

– метод морфометрии, основанный «на схеме» (метод *elliptic Fourier analysis* (EFA)) применим для биологических объектов, обладающих недостатком ориентиров, и основан на закрытой схеме объектов. Это метод построения типовой кривой на основе

коэффициентов тригонометрических функций, которые максимально близко воспроизводят форму анализируемого объекта. Метод EFA используют для графического описания многомерных данных.

Компьютерный анализ изображений использован в систематике растений видов *Ambrosia trifida* L. [3], *Fagopyrum sculentum* Moench [4], *Glycine max* L. [5, 6] и *Capsicum annum* L. [7], а также для изучения различий родов *Triticum*, *Hordeum*, *Secale*, *Avena* [8]. Himmelsbach et al. [9] получили карту распределения химических компонентов в тканях стебля льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L. subsp. *elongatum* Vav. et Ell.) при помощи инфракрасной микроспектрометрии с преобразованием Фурье. Функциональные группы частот, используемые для получения химических карт, основаны на диагностической способности спектра к выявлению на микроснимке каждого «чистого» химического компонента. Полученные инфракрасные карты были наложены на видимые изображения образцов, что позволило изучить локализацию химических соединений на анатомической структуре стебля льна. Wang H.M. et al. [10] провели сравнительный анализ систем изучения тонкости лубяного волокна и обычного анализа изображений на трех культурах (конопля, лен и рами). Результаты исследования свидетельствовали о наличии существенной линейной корреляции между данными, полученными из тех различных систем анализа изображений. Young J. Han et al. [11] использовали компьютерный анализ изображений для изучения анатомических параметров волокон хлопка (длина, площадь, периметр, число скрученных участков, средняя ширина и фактор формы). С целью определения точности работы компьютерного алгоритма его данные были сравнены с результатами визуального анализа. Достоверность компьютерного анализа составила 89,6% исследованных изображений.

Лен – это однолетнее, травянистое растение, дающее волокна с одноименным названием. Ткани, изготовленные из волокон льна, обладают высокой прочностью, гигроскопичностью, стойкостью против гниения. Источником льняного волокна являются специализированные клетки стебля (структурно-функциональный элемент склеренхимы), которым характерна веретенообразная форма, длина до нескольких сантиметров и мощно развитая вторичная клеточная стенка. Особенности строения элементарных клеток обеспечивают прочность и эластичность волокна, т.е. его качество. Содержание и качество лубяного волокна являются главными критериями оценки этой важной технической культуры.

Целью нашего исследования являлась оценка генетической гетерогенности коллекции сортов льна культурного по анатомо-морфологическим признакам элементарных волокон стеблей, а также изучение возможностей использования программного комплекса *AutoScan Studio 3.0* для решения этих задач.

Материалы и методы исследования

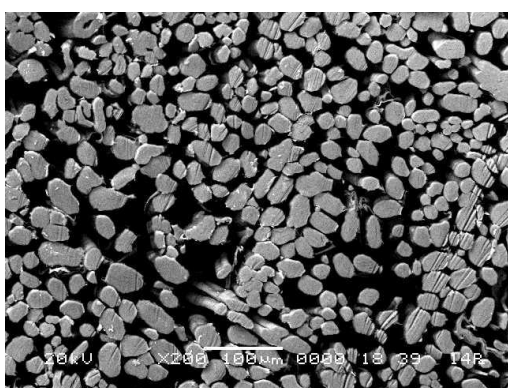
Материалом исследования служили образцы элементарных волокон 22 сортов 5 подвидов: лен-долгунец (subsp. *elongatum* Vav. et Ell., сорта Блакит, А-29, Славный 82, Ariane), лен-межеумок (subsp. *usitatissimum* convar. *intermedium* Czernom., сорта Koto, Leona, Cree, Norlin, Culbert), лен-кудряш (subsp. *usitatissimum* convar. *humile* Czernom., сорта Ручеек, Lirina, Gold Flax, Flanders, Raluca), лен крупносемянный (subsp. *mediterraneum* Vav. et Ell., сорта Ocean, K1210, Maracian, Endress Oljlen), лен растрескивающийся (subsp. *crepitans* Voenn., сорта K-4821, Grandal, Dehiscent, Mourisco E730) льна культурного коллекции ИГЦ НАН Беларуси.

Для выделения льняного волокна использовали химический метод, основанный на применении хелатирующих агентов и автоклавирования [12]. Стебли льна (фрагменты по 4-5 см из средней части 20-25 стеблей растений) помещали в 0,05 М Трис-буфер (рН 8,0) с добавлением 0,05 М ЭДТА и автоклавировали при 120°C в течение 30 мин., затем отмывали

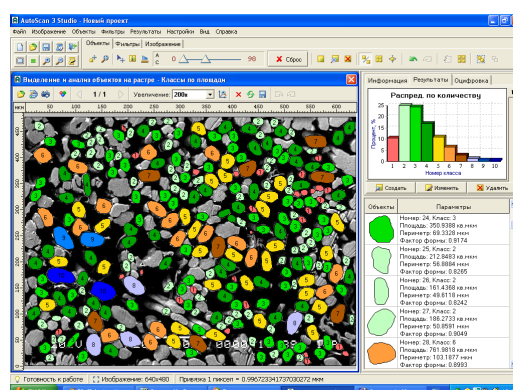
проточной и ополаскивали дистиллированной водой. Высушивание проводили при 23°C в течение 2 суток, затем вычесывали для лучшего разделения элементарных волокон.

Цифровые микроснимки элементарных волокон льна были получены при помощи сканирующего электронного микроскопа JSM-5610 LV, оснащенного системой химического анализа EDX JED-2201 JEOL (Япония). Микрофотографии лубяных волокон были получены в низковакуумном режиме работы электронного микроскопа с использованием детектора обратно отраженных электронов, что позволяло получать структуру образцов без нанесения проводящих покрытий.

Микрофотографии поперечных срезов элементарных волокон сортов льна, разных подвидов были проанализированы с использованием полуавтоматического метода компьютерной программы-анализатора изображений *AutoScan 3.0* (рис. 1). Для многофакторной статистической обработки был использован пакет программ Statistica 7. Достоверность генотипических различий оценивали по наименьшей существенной разнице при $P \leq 0.05$ (НСР₀₅).



А



Б

Рисунок 1 – Электронно-микроскопические снимки поперечных срезов элементарных волокон до (А) и после (Б) обработки компьютерной программой *AutoScan 3.0* (сорт Grandal)

Результаты и обсуждение

Использование полуавтоматического метода компьютерной программы-анализатора изображений *AutoScan 3.0* позволяет проводить первичную статистическую обработку и получить автоотчет (рис. 2) по величинам среднего арифметического, среднеквадратичного отклонения выборки, среднеквадратичного отклонения среднего, эксцесса, дисперсии и др. для шести количественных параметров [13]:

А) площадь (*area*) – площадь объекта. Рассчитывается методом трапеций, т.е. путем проектирования отрезков, составляющих объект, на ось x и подсчетом суммы и разности полученных трапеций;

Б) периметр (*perimeter*) – периметр объекта. Характеризуется простым суммированием длин отрезков, составляющих контур объекта;

В) длина (*length*) – длина объекта. Определяется как наибольшее расстояние между двумя точками на контуре объекта (с перебором всех пар);

Г) ширина (*breadth*) – ширина объекта. Равна размеру проекции объекта на ось, перпендикулярную оси длины объекта;

Д) округлость – отношение периметра объекта к периметру круга с той же площадью;

Е) фактор формы объекта (*circularity*). Обобщающий параметр для оценки формы объекта. Безразмерный коэффициент, независимый от ориентации объекта. Максимальное

значение этого коэффициента равно единице в случае окружности. Он равен отношению площади объекта к квадрату его периметра, умноженному на 4π .

Свойства проекта
 Описание проекта: № 43
 Дата и время: 28.03.2008 (10:39:59)
Основные результаты

Общая информация	
Общее количество объектов	276
Количество классов	10
Всего объектов	276
Минимум (Площадь)	26.07
Максимум (Площадь)	1304.78
Сред. ариф. (Площадь)	399.41
Дисп. выб. (Площадь)	52371.32
СКО выб. (Площадь)	228.84
СКО сред. (Площадь)	13.77
Дисп. сов. (Площадь)	52181.57
Отн. ошиб. (Площадь)	0.03
Экспесс (Площадь)	4.27

Цвет	Класс	Объектов	%Колич	%Массы	Описание
■	1	29	10.51	2.98	50-150
■	2	69	25	13.31	150-250
■	3	67	24.28	20.98	250-350
■	4	47	17.03	20.42	350-450
■	5	30	10.87	16.36	450-550
■	6	18	6.52	11.82	550-650
■	7	8	2.9	6.14	650-750
■	8	4	1.45	3.64	750-850
■	9	2	0.72	2.02	850-950
■	10	2	0.72	2.32	950-1050



А

Б

В

Рисунок 2 – Пример элементов автоотчета, предлагаемого программой-анализатором *AutoScan 3.0* (А – статистические величины по параметру площадь; Б – таблица классификаций анализируемых объектов; В – гистограмма распределения по количеству объектов в каждом классе)

Сравнительный анализ анатомо-морфологических параметров выявил достоверные различия по исследуемым признакам (табл. 1). Значение признака площадь поперечного среза лубяного волокна у анализируемых сортов колебалось в пределах от 103,60 мкм² (Славный 82, лен-долгунец) до 488,16 мкм² (Raluca, лен-кудряш). Наиболее высокие значения площади поперечного среза обнаружены у сортов подвида лен растрескивающийся Mourisco E730 (415,25 мкм²), Grandal (399,41 мкм²) и Dehiscent (398,35 мкм²). Относительно низкими величинами этого параметра характеризовались сорта подвида лен-долгунец Славный 82 (103,60 мкм²), А-29 (150,65 мкм²), Блакит (185,93 мкм²). Остальные изученные генотипы по величине этого признака занимали промежуточное положение, что подтверждается результатами, представленными в таблице 1.

Не менее важным показателем для характеристики волокна является периметр поперечного среза элементарного волокна. Высокие значения этого признака свидетельствует о более крупных (с утолщенной клеточной стенкой) волокнах, которые характеризуются низким качеством. Средние значения (50-70 мкм) периметра среза элементарного волокна выявлены у 12 сортов, у 4 генотипов этот показатель изменялся в пределах 30-50 мкм, и у 6 образцов он достигал 70-82 мкм.

Известно, что у качественного волокна величины параметров длина и ширина поперечного среза элементарного волокна должны иметь достаточно близкие значения [14]. В данной выборке сортов длина поперечного среза элементарного волокна изменялась от 13,48 мкм (у сорта льна-долгунца – Славный 82) до 29,65 мкм (у сорта льна-кудряша – Raluca), а ширина поперечного среза колебалась в пределах 10,42-22,03 мкм (у сортов Славный 82 и Raluca соответственно) (таблица 2). Минимальная разница между параметрами длина и ширина были у сортов льна-долгунца Блакит (2,85 мкм), Славный 82 (3,06 мкм), А-29 (3,48 мкм), а максимальная – у сортов К-4821 (8,32 мкм), Ocean (7,64 мкм), Raluca (7,62 мкм) и сортов Magasian и Grandal (по 7,25 мкм).

Качество технического волокна зависит от строения элементарных клеток. Если элементарные волокна не выровнены по диаметру на поперечном срезе, то это является свидетельством короткой дины волокна [14, 15]. Другими словами у высококачественных

сортов величина параметров «округлость» и «фактор формы» элементарных клеток должна приближаться к единице.

Сравнительный анализ полученных результатов по критериям «округлость» и «фактор формы» существенных различий между подвидами не выявил. Значение признака «округлость» варьировало в пределах от 1,04 (Блакит) до 1,10 (А-29) и значение признака «фактор формы» – от 0,85 (Ocean) до 0,92 (Блакит).

Таблица 1 – Количественные признаки поперечного среза индивидуального волокна и показатели продуктивности сортов *Linum usitatissimum* L.

Сорт	Морфологические признаки волокна							Продуктивность		
	Площадь, мкм ²	Периметр, мкм	Длина, мкм	Ширина, мкм	Фактор формы	Округ-лость	Диаметр, мкм	Масса соломы, г	Масса волокна, мг	Процент волокна, %
Блакит	185,93	49,45	17,24	14,39	0,92	1,04	13,05	0,32	84,14	26,29
А-29	150,65	46,43	16,36	12,88	0,86	1,10	12,40	0,21	52,29	26,09
Славный 82	103,60	37,48	13,48	10,42	0,87	1,07	12,15	0,18	28,43	16,83
Ariane	212,28	53,20	19,08	14,81	0,91	1,05	14,03	0,19	42,29	23,29
Koto	238,22	56,51	19,96	15,98	0,89	1,06	13,41	0,25	34,00	13,64
Leona	176,23	48,62	17,66	13,20	0,88	1,07	12,13	0,16	28,71	18,28
Cree	326,31	65,83	23,48	18,34	0,91	1,05	15,03	0,17	30,29	18,96
Norlin	205,44	52,63	19,28	14,19	0,89	1,06	12,21	0,18	22,29	12,51
Culbert	199,30	51,46	18,39	14,43	0,91	1,05	14,63	0,15	23,43	16,51
Ручеек	326,93	66,46	24,46	17,37	0,86	1,08	14,83	0,28	27,00	10,79
Lirina	301,63	62,39	22,45	17,07	0,89	1,06	12,58	0,28	43,86	15,76
Gold Flax	211,99	53,07	18,93	14,93	0,91	1,05	13,31	0,22	35,86	17,63
Flanders	334,66	67,81	24,54	18,33	0,88	1,07	15,50	0,25	41,43	16,80
Raluca	488,16	81,80	29,65	22,03	0,87	1,07	16,70	0,31	43,86	14,64
Ocean	339,00	69,30	25,67	18,03	0,85	1,09	16,36	0,21	22,00	10,56
K1210	365,81	69,72	24,95	19,32	0,90	1,06	22,33	0,25	26,28	10,37
Maracian	375,11	71,22	26,20	18,95	0,88	1,07	17,41	0,38	61,57	17,64
Endress Oljlen	283,01	61,78	22,53	16,51	0,88	1,07	24,23	0,50	35,63	8,09
Grandal	399,41	72,64	26,56	19,31	0,88	1,07	17,23	1,38	243,43	18,14
Dehiscen t	398,35	73,30	26,65	19,93	0,88	1,07	15,66	2,77	615,50	22,53
Mourisco E730	415,25	75,54	27,44	20,53	0,88	1,07	22,43	2,41	445,23	19,43
К-4821	447,71	77,81	28,80	20,28	0,87	1,07	15,15	3,17	473,75	14,60
НСП 0,05	0,08	0,04	0,04	0,04	0,01	0,01	3,05	0,08	12,48	5,41

Сравнительный анализ признаков продуктивности выявил достоверные различия по исследуемым параметрам. В среднем у сортов льна культурного содержание волокна в соломе составляет 20-25%. Наиболее высокими значениями содержания волокна обладали сорта льна-долгунца – Блакит (26,29%), А-29 (26,09%), Ariane (23,29%), а относительно низкими – сортообразцы льна крупносемянного Endress Oljlen (8,09%), K1210 (10,37%), Ocean (10,56%). Остальные подвиды характеризовались средними показателями по данному критерию.

Для выявления связи между анатомо-морфологическими признаками индивидуального волокна льна и параметрами продуктивности изучаемых сортов был проведен корреляционный анализ, позволивший обнаружить достоверные положительные зависимости между массой соломки и волокна и морфологическими признаками волокна – площадью, периметром, длиной и шириной индивидуальных волокон стеблей льна культурного (табл. 2). Выявлена достоверная отрицательная корреляция между процентом выхода волокна и диаметром элементарного волокна. Полученные зависимости могут свидетельствовать о генетических связях между исследуемыми характеристиками. Выявленные закономерности доказывают достоверность метода компьютерной морфометрии и целесообразность его использования в селекционном процессе при отборе генотипов с заданными свойствами – содержанием и морфологическими признаками лубяного волокна.

Таблица 2 – Корреляционные зависимости между анатомо-морфологическими параметрами элементарного волокна и признаками продуктивности у *Linum usitatissimum* L.

	Площадь	Периметр	Длина	Ширина	Фактор формы	Диаметр
Масса соломки	0,53*	0,51*	0,51*	0,51*	-0,16	0,29
Масса волокна	0,49*	0,47*	0,47*	0,47*	-0,13	0,23
Процент волокна	-0,28	-0,30	-0,32	-0,27	0,30	-0,43*

Примечание * $p \leq 0,05$

Применение компьютерного анализа изображений позволило сгруппировать исследуемые генотипы на основе количественных признаков, описывающих форму лубяных волокон. Методом кластерного анализа полученные результаты представлены в виде дендрограммы, отображающей гетерогенность подвидов по исследуемым показателям.

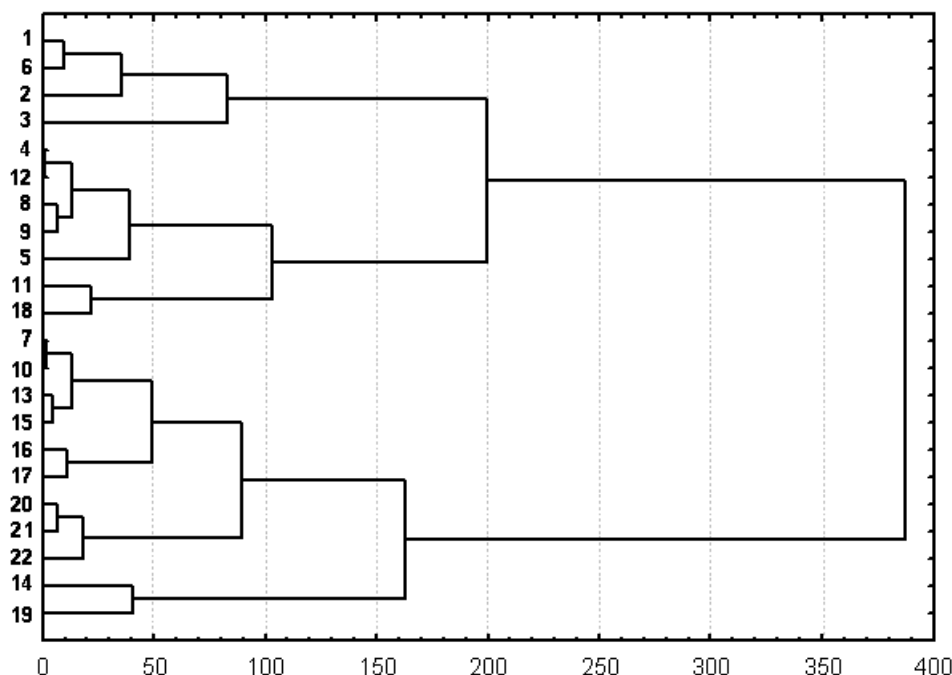


Рисунок 3 – Дендрограмма представителей подвидов льна культурного по анатомо-морфологическим показателям (1 – Блакит, 2 – А-29, 3 – Славный 82, 4 – Ariane, 5 – Koto, 6 – Leona, 7 – Cree, 8 – Norlin, 9 – Culbert, 10 – Ручеек, 11 – Lirina, 12 – Gold Flax, 13 – С Flanders, 14 – Raluca, 15 – Ocean, 16 – K1210, 17 – Maracian, 18 – Endress Oljlen, 19 – K-4821, 20 – Grandal, 21 – Dehiscent, 22 – Mourisco)

Анализируемые сорта образовали два крупных кластера с расстоянием 388 евклидовых единиц между крайними сортами кластеров (Славный 82 и Raluca). Первый кластер объединил генотипы, обладающие высокими показателями качества волокна (табл. 1). В свою очередь этот кластер соединил 2 субкластера из 4 и 7 сортов, дистанция между ними составляет 200 единиц. Первый объединил сорта подвидов *subsp. elongatum* Vav. et Ell. (Блакит, А-29, Славный 82), и *subsp. usitatissimum* convar. *intermedium* Czernom. (Leona), второй – сорта подвидов *subsp. elongatum* Vav. et Ell. (Ariane), *subsp. usitatissimum* convar. *intermedium* Czernom. (Norlin, Culbert, Koto), *subsp. usitatissimum* convar. *humile* Czernom. (Gold Flax, Lirina) и *subsp. mediterraneum* Vav. et Ell. (Endress Oljlen) (рис. 3).

Во вторую группу вошли преимущественно генотипы, волокно которых в меньшей степени пригодно для использования в текстильной промышленности. Это сорта подвидов *subsp. usitatissimum* convar. *humile* Czernom. (Ручеек, С Flanders, Raluca), *subsp. mediterraneum* Vav. et Ell. (Ocean, K1210, Maracian), а также *subsp. crepitans* Boenn. (Grandal, Dehiscent, Mourisco E730, K-4821).

Таким образом, генетически родственные *subsp. usitatissimum* convar. *humile* Czernom. и *subsp. mediterraneum* Vav. et Ell., а также *subsp. crepitans* Boenn. по исследуемым количественным признакам образуют единую группу, обособленную от сортов *subsp. elongatum* Vav. et Ell. и *subsp. usitatissimum* convar. *intermedium* Czernom.

Выводы

Результаты электронно-микроскопического анализа позволили обнаружить взаимосвязь между структурно-функциональными параметрами элементарных волокон, качеством волокна и продуктивностью сортов льна культурного. Полученные данные свидетельствуют об эффективности использования сканирующей электронной микроскопии в сочетании с обработкой полученных изображений в программе *AutoScan 3.0* для проведения сравнительного анализа перспективных сортов и скрининга уникальных генотипов льна культурного.

Выявлено, что кластеризация исследуемых подвидов льна культурного по анатомо-морфологическим показателям волокна соответствует общепринятой классификации. Показана целесообразность использования комп. морфометрии при разработке критериев прогнозирования и идентификации качества льноволокна.

Литература

1. News of Infectology and Parasitology [Электронный ресурс]. – 1998-2005. – Режим доступа: http://www.infectology.ru/microscopy/today/analysis/read_analysis8.aspx – Дата доступа: 11.11.08.
2. Dickinson Lab University of Toronto [Электронный ресурс]. – 2001. – Режим доступа: <http://www.botany.utoronto.ca/faculty/dickinson/MorphometricMethods.HTML> – Дата доступа: 11.11.08.
3. A computer imaging technique to classify polymorphic seeds of giant ragweed (*Ambrosia trifida*) / Y. Sako [et al.] // Weed Sci. – 2001. – Vol. 49. – P. 738–745.
4. Tetsuka, T. Variation in seed shape and husk color in Japanese native cultivars of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.) / T. Tetsuka, A. Uchino // Plant. Prod. Sci. – 2005. – Vol. 8, № 1. – P. 60–64.
5. Shatadal, P. Identifying damaged soybeans by color image analysis / P. Shatadal, J. Tan // Appl. Eng. Agri. – 2003. – Vol. 19, № 1. – P. 65–69.
6. Cober, E.R. Heritability of seed shape and size in soybean / E.R. Cober, H.D. Voldeng, J.A. Fregeau-Reid // Crop Sci. – 1997. – Vol. 37, № 6. – P. 1767–1769.
7. Design and performance of a color chart based on digitally processed images for sensory evaluation of Piquillo Pepper (*Capsicum annum*) / B. Hernandez [et al.] // Color Res. Appl. – 2004. – Vol. 29, № 4. – P. 305–311.
8. Automatic calibration of seeds using digital image analysis / M. Sokefeld [et al.] // Agribiol. Res-Zeitschr. Agrarbiol. Agri. Okol. – 1999. – Vol. 52, № 2. – P. 183–191.
9. Himmelsbach, D.S. FT-IR microspectroscopic imaging of flax (*Linum usitatissimum* L.) stems / D.S. Himmelsbach, S. Khalili, D.E. Akin // Cell. Mol. Biol. – 1998. – Vol. 44, № 1. – P. 99–108.
10. Wang, H.M. Evaluation of the fineness of degummed bast fibers / H.M. Wang, X. Wang // Fibers and Polymers. – 2004. – Vol. 5, № 3. – P. 171–176.
11. Identification and measurement of convolutions in cotton fiber using image analysis / J. Han Young [et al.] // Artificial Intelligence Review. – 1998. – Vol. 12. – P. 201–211.
12. Improved method for fibre content and quality analysis and their application to flax genetic diversity investigations / van den Oever M.J.A. [et al.] // Industrial crop and products. – 2003. – Vol. 18. – P. 231–243.
13. AutoScan // [Электронный ресурс]: методическое руководство к программному пакету / PDF документ (5,72 МБ) ЗАО Спектроскопические системы, 2002.
14. Тихвинский, С.Ф. Методы оценки качества льняного волокна на первых этапах селекции / С.Ф. Тихвинский, С.В. Доронин, А.Н. Дудина // Вестник ВНИИЛК. – 2003. – № 1. – С. 73–75.

15. Тихвинский, С.Ф. Влияние различных факторов на анатомическое строение стебля льна-долгунца в связи с содержанием и качеством волокна: автореф. дис. д-ра с.-х. наук: 16.12.1968 / С.Ф. Тихвинский; НИИР им. Н.И. Вавилова. – Л., 1968. – 65 с.

DIGITAL IMAGE ANALYSIS IN TAXONOMY OF *LINUM USITATISSIMUM* L.

T.V. Nikitinskaya¹, S.I. Vakula¹, M.N. Kovalenko², V.G. Lugin³, V.V. Titok¹

¹Institute of Genetics and Cytology, Minsk, Republic of Belarus;

²Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus;

³Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus

Anatomic and morphological characteristics were studied in 22 common *L. usitatissimum* L. of five subspecies (subsp. *elongatum* Vav. et Ell., subsp. *usitatissimum* convar. *intermedium* Czernom., subsp. *usitatissimum* convar. *humile* Czernom., subsp. *mediterraneum* Vav. et Ell., subsp. *crepitans* Boenn.). A complex approach including the method of scanning electron microscopy in combination with computer analysis of anatomic and morphological differences in fiber cells of various subspecies, to reveal correlations between structural-functional parameters of elementary fibers, fiber quality and technological characteristics of productivity in common *L. usitatissimum* L. Clustering of common flax species anatomic and morphological parameters of fiber corresponds to the generally accepted classification.