

УДК 630*232.315

- А. И. Ковалевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, директор
(Институт леса НАН Беларуси);
- А. П. Кончиц**, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник
(Институт леса НАН Беларуси);
- А. И. Сидор**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
(Институт леса НАН Беларуси)

ПРОГРАММНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС КОМПЬЮТЕРНОЙ БИОМЕТРИИ СЕМЕННОГО И ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ЛЕСНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ

Предложен метод оценки качества семенного и посадочного материала лесных древесных видов, основанный на применении методов анализа изображений. Наряду с анализом изображений, полученных цифровой камерой и сканером, используются рентгеновские изображения, сделанные на установке Faxitron. Представлен разработанный на основе данного метода программно-технологический комплекс компьютерной биометрии семенного и посадочного материала лесных древесных видов, позволяющий проводить экспресс анализ качества семян и посадочного материала лесных древесных видов.

The authors put forward a technique for the qualitative evaluation of seeds and planting material of forest trees that is based on the implementation of methods of analysis of images. The technique devised calls for the use of Faxitron-produced X-ray images, together with the analysis of digital camera- and scanner-produced images. Also, software is presented that is based on the above technique and is meant for computer measuring of seeds and planting material of forest trees. The software allows for a snap analysis of quality of the seeds and planting material of forest trees.

Введение. Ежегодно объемы лесовосстановления возрастают. Также возрастает и потребность в качественных семенах и посадочном материале, отвечающих показателям, предусмотренным действующими стандартами.

С учетом высокой трудоемкости заготовки семян лесных растений и выращивания на их основе посадочного материала посевные качества имеют очень большое хозяйственное значение. Посев недоброкачественными семенами, кроме больших финансовых потерь, как правило, приводит к недостатку посадочного материала, к перебою в непрерывном процессе лесовосстановления. Качество получаемого посадочного материала во многом определяет эффективность лесовосстановления.

Контроль качества семян и получаемого на их основе посадочного материала является важной задачей лесного семеноводства. Используемые в настоящее время в этой области технологии основаны на участии высококвалифицированных специалистов. Оценка семенного материала предусматривает определение посевных качеств семян, заготавливаемых лесхозами, с выдачей соответствующих документов, проведение фитопаталогической и энтомологической экспертизы семян [1].

Проводимые при этом работы предполагают большой объем измерений, требующих значительных материальных и временных затрат. Однако измерения, проводимые с участием человека, субъективны, зачастую содержат значительную погрешность. Описание формы, ок-

раски, текстуры семян носят качественный характер. Ввиду этого для решения данных задач разрабатываются системы компьютерной биометрии, основанные на анализе цифровых изображений [2].

Системы анализа и обработки изображений, бурно развивающиеся в последние десятилетия, позволяют при участии квалифицированного исследователя на порядки увеличить производительность труда и оперативно получать результаты высокого качества. В тоже время как инструмент для исследовательских и практических работ в селекции растений и семеноводстве анализ изображений используется сравнительно редко. Использование компьютерных технологий для описания семенного и посадочного материала представляет собой технологическую цепочку, включающую получение цифрового изображения, обработку его с целью выделения значимой информации на изображении и описания количественных признаков, последующий анализ полученных данных для классификации рассматриваемого класса биологических объектов.

Для идентификации семян, анализа их качества и жизнеспособности используются морфологические и фотометрические признаки [3]. Классификация семян проводится на основе баз данных, содержащих большое количество изображений образцов семян.

Системы, основанные на анализе цифровых изображений, используются также для определения энергии прорастания и других характеристик семян [4, 5, 6].

Состав и структура системы компьютерной биометрии семенного и посадочного материала SeedCom. Основной задачей системы анализа качества семенного и посадочного материала при проведении научно-исследовательских и практических работ является количественное описание морфологических и фотометрических характеристик образцов семенного и посадочного материала и их классификация.

Принцип работы системы при решении данных задач состоит в следующем: на первом этапе подготавливаются измеряемые образцы, проводится их съемка сканером, цифровым фотоаппаратом либо на рентген-установке Faxitron. На втором этапе проводится автоматическая обработка полученных изображений, в результате которой изображение становится пригодным для дальнейшего анализа. Затем под управлением специального программного обеспечения осуществляет автоматический или полуавтоматический анализ полученного изображения и распознавание входящих в него целевых объектов. На заключительном этапе проводится количественное описание измеряемых образцов семян, проростков, сеянцев.

Программный пакет SeedCom представляет собой интегрированную среду по обработке и анализу изображений образцов семян, проростков, сеянцев. Программное обеспечение реализовано с использованием среды разработки DELPHI 9.0 для WINDOWS 7 на основе инструментальной системы ImageEn 3.0, что определяет ее независимость от аппаратного обеспечения. Для статистической обработки данных используются процедуры пакета STATISTICA 6.0.

Поддерживаются следующие функциональные возможности:

- ввод изображений с цифровой камеры, видеокамеры, рентген-установки Faxitron, сканера;
- настройка параметров системы ввода изображений и ввод изображений с использованием основных графических форматов (BMP, JPEG, GIF, TIFF и др.);
- автоматическое масштабирование изображений;
- регулировка яркости и контраста изображений, гамма-коррекция;
- многократная обработка изображения;
- сглаживание и фильтрация изображения;
- морфологическая фильтрация изображений;
- анализ гистограммы яркости всего изображения и его отдельных областей;
- автоматическое отделение измеряемых объектов от фона;
- интерактивное выделение измеряемых объектов;
- получение биометрических данных выделенного объекта;

– обмен биометрической информацией через Clipboard;

– вывод изображений на печать.

Для получения цифровых фотографий биологических объектов используется цифровой фотоаппарат Canon PowerShot SX100 IS, рентген-установка Faxitron (снимки с пространственным разрешением 1200dpi и оптическим разрешением 16 bit), сканер EPSON 3170 с оптическим разрешением ~90 точек на миллиметр и цветовым разрешением 48 бит на точку.

Программа позволяет получать количественные данные о наборах семян, проростков, сеянцев. Вычисляются такие морфологические и фотометрические свойства как площадь, периметр, минимальное, среднее и максимальное значение яркости объекта, максимальные хорды, максимальные размеры, округлость, компактность, форм-фактор, эквивалентный диаметр, максимальная длина. Все параметры вычисляются с учетом размерных факторов. В системе анализа изображений реализован аппарат математической морфологии для работы с цветными, полутоновыми и бинарными изображениями, который является важной частью в решении многих задач анализа изображений.

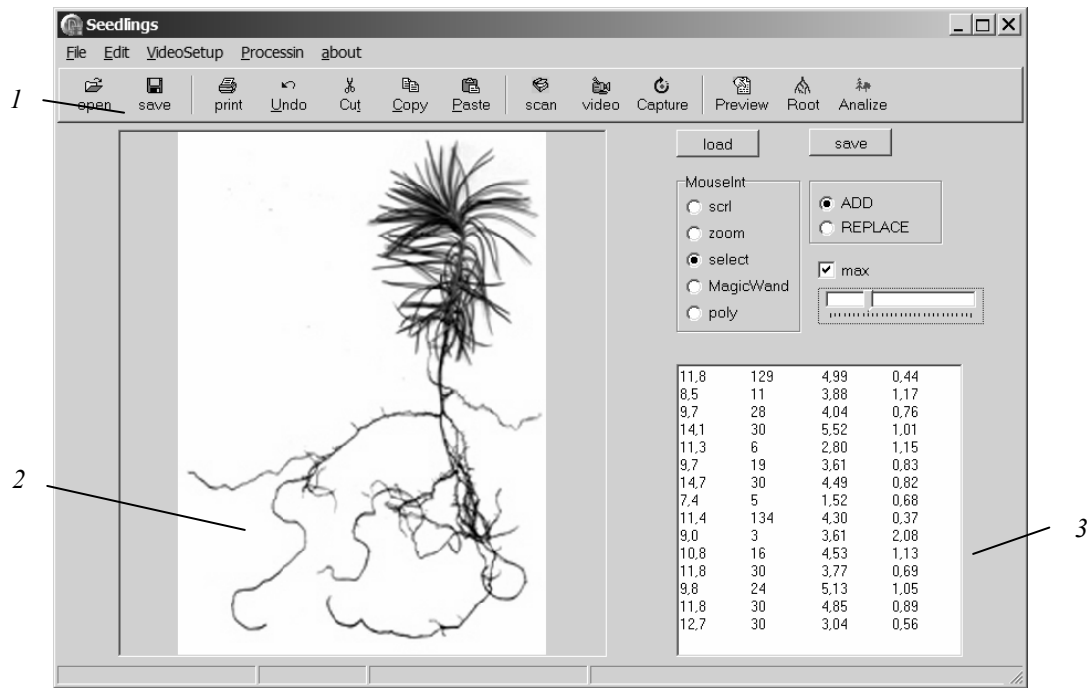
В состав программы входят необходимые для анализа процедуры предварительной обработки и сегментации исходного изображения. Результат работы программы сохраняется в виде, пригодном для использования стандартными средствами анализа табличных данных типа Excel, Statistica. В программе используются линейные и нелинейные фильтры для устранения влияния различного рода помех. Используются различные виды геометрической и яркостной коррекции изображений.

Программа содержит набор фильтров, позволяющих изменять визуальное качество изображений. Если на изображении не установлено рамки, то фильтрация проходит по всему изображению, при наличии рамки или активированного объекта – только внутри них.

В пакете SeedCom имеются следующие способы улучшения качества изображений: выравнивание гистограммы; методы сглаживания (фильтрации); методы сегментации; методы выделения границ областей.

Рабочая панель системы SeedCom приведена на рисунке.

Данный подход может быть использован для изучения динамики изменения геометрических размеров (длина, ширина, площадь) в ходе развития проростков семян. Таким образом можно количественно описывать медленно протекающие процессы развития проростков и измерять их скорость, причем измерения проводятся индивидуально для каждого проростка.



Рабочая панель системы SeedCom:

1 – панель инструментов; 2 – окно с изображением; 3 – окно с морфометрическими данными

Заключение. Использование метода компьютерного описания и классификации семенного и посадочного материала при проведении научно-исследовательских и практических работ в области семеноведения и семеноводства позволяет проводить биометрические работы с меньшими материальными и временными затратами. Современное оборудование, используемое для этих целей, дает возможность оперативно анализировать и классифицировать семенной и посадочный материал.

Литература

1. Вересин, М. М. Справочник по лесному селекционному семеноводству / М. М. Вересин, Ю. П. Ефимов, Ю. Ф. Арефьев. – М.: Агропромиздат, 1985. – 245с.
2. Кончиц, А. П. Использование методов компьютерной биометрии для количественной оценки фенотипических признаков растений / А. П. Кончиц, А. И. Ковалевич // Трансфер технологий в свободных экономических зонах.

Тенденции. Теория и практика. Транстех-2002: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, май 2002 г.: в 2 ч. / Ин-т механики металлополимер. систем Нац. акад. наук Беларуси, Гомель, 2002. – Ч. 2. – С. 316–321.

3. Petersen, P. E. Automatic identification of weed seeds by color machine vision / P. E. Petersen, G. W. Krutz // Seed Science and Technology. – 1992. – № 20. – P. 193–208.

4. McCormac, A. C. Automated vigor testing of field vegetables using image analysis / A. C. McCormac, P. D. Keefe, and S. R. Draper // Seed Science and Technology. – 1990. – № 18. – P. 103–112.

5. McDonald, M. B. Using scanners to improve seed, seedling evaluations / M. B. McDonald, A. F. Evans, M. A. Bennett // Seed Science and Technology. – 2001. – № 29. – P. 683–689.

6. Wurr, D. C. A determination of the seed vigor and field performance of crisp lettuce seedstocks / D. C. Wurr, J. R. Fellows // Seed Science and Technology. – 1985. – № 13. – P. 11–17.

Поступила 20.01.2013