

УДК 539.26:631.531.01:635.4

РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД В ОПРЕДЕЛЕНИИ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТИ СЕМЯН ЗЕЛЕННЫХ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР



Мусаев Ф.Б.¹ – кандидат с.-х. наук, зав. сектором адаптивного семеноводства
Харченко В.А.¹ – кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией селекции и семеноводства зеленных и пряновкусовых культур
Шевченко Ю.П.¹ – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зеленных и пряновкусовых культур
Потрахов Н.Н.² – доктор технических наук, заведующий кафедрой электронных приборов и устройств
Бессонов В.Б.² – кандидат, технических наук, ассистент кафедры электронных приборов и устройств

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур» (ФГБНУ ВНИИССОК) 143080, Россия, Московская обл., Одинцовский р-н, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14
 E-mail: vniissok@mail.ru

² Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» 197376, Россия, Санкт-Петербург, улица Профессора Попова, дом 5
 E-mail: post@eltech-med.ru

Приведены результаты рентгенографического анализа внутренней структуры семян зеленных овощных культур, показано преимущество метода над традиционными, заключающееся в его большей информативности, скорости исполнения и сохранности исследуемой пробы семян.

Ключевые слова: разнокачественность семян, рентгенография семян, семеноведение, зародыш, дефекты семян, выполненность семян, зеленные

Разнокачественность семян – явление известное и широко распространённое [1]. Причин ему множество, начиная от генетически обусловленных особенностей зиготы, возможно имеющих приспособительный характер [2], и кончая влиянием меняющихся во времени условий среды на семязачаток и развивающийся зародыш, расположенный в конкретном, исключительно ему принадлежащем месте в структуре целого растения [3]. Да и судьба зрелого семени, отделённого от материнского растения для послеуборочной обработ-

ки и хранения также оказывается сугубо индивидуальной (возможны травмы, заселение насекомыми и пр.) [4]. Однако в настоящее время популяционная разнокачественность семян в растениеводстве признана весьма нежелательной и с биологической, и с технологической точек зрения.

На семенах овощных культур, в силу их большого видового и сортового разнообразия, разнокачественность проявляется в большей степени [5,6]. Изучение этого явления, в частности, причин его возникновения, а также спектра наблюдаемой изменчивости,

включая скрытую изменчивость, изучение возможностей, как снижения изменчивости, так и путей её использования в адаптивном семеноводстве – всё это актуальные задачи для отрасли. Особенно мало изучена скрытая разнокачественность внутренней структуры семян и связь скрытых признаков структуры с посевными качествами семян и продуктивными свойствами растений, вырастающих из этих семян. Успешное производство овощной продукции связано с использованием высококачественных и однородных семян. Как отмечает академик

П.Л. Гончаров [7], за счет внедрения нового сорта урожайность можно увеличить на 25%, а за счет повышения качества семян – еще на 20%. Возможности новых сортов могут проявляться при использовании полноценных однородных семян. Отсюда следует, насколько важно практическое изучение разнокачественности семян в узком смысле понятия «качество».

В настоящее время распространенным методом оценки качества семян является определение их всхожести путем проращивания в лабораторных условиях. Простота метода не вызывает сомнения. Однако длительность проведения анализа и неизбежная ликвидация проанализированных семян не всегда являются приемлемыми при работе с малой партией или коллекцией семян, а также для экспресс-оценки. Полученные результаты анализа можно использовать лишь при расчёте нормы высева больших партий на значительные площади, либо для выбраковки всей партии семян, использование которой для посева экономически нецелесообразно. Кроме того, остаются не оцененными сила роста и потенциальная продуктивность всхожих семян. Семена высокого качества обладают высокой энергией прорастания, всхожестью, силой роста и высокой продуктивностью растений, из них выросших. Для этого они должны быть хорошо выполненными, зрелыми, нетравмированными, неповреждёнными вредителями и не заражёнными грибной или иной инфекцией. Все эти свойства лишь частично могут быть оценены по внешнему виду или физическим параметрам семян, на основании чего можно было бы осуществить их сепарацию известными способами. В основном же качественные пока-

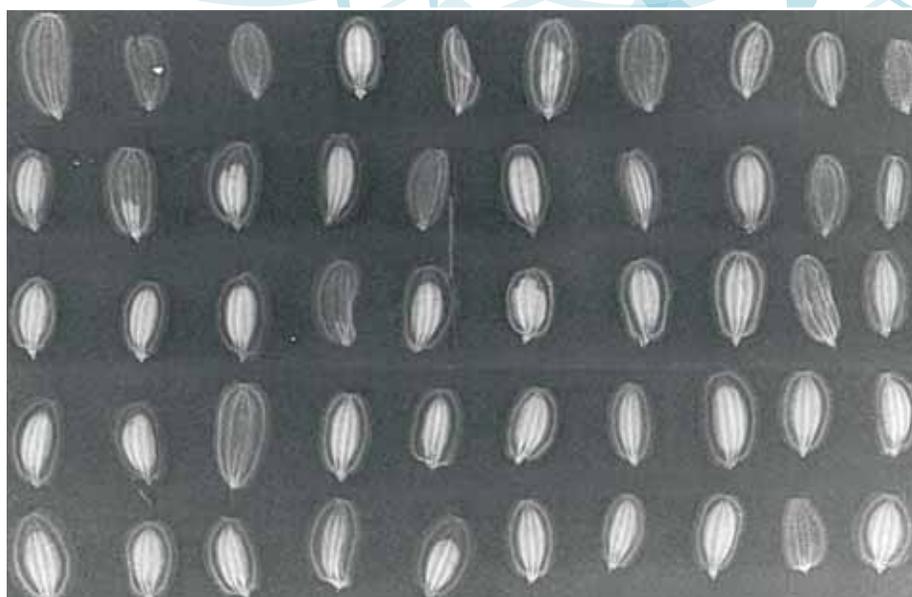


Рис. 1. Рентгенограмма разнокачественных семян укропа.



Рис. 2. Фрагменты из рентгенограммы и фотографии: а) рентгенография семян укропа, б) фотография семян укропа.

затели семян обусловлены состоянием внутренней структуры, которую можно оценить, не разрушая семени, только с помощью рентгеновских лучей [8,9,10].

В совместной работе сотрудников ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур, Агрофизического НИИ и Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета разработан метод микрофокусной мягколучевой рентгенографии семян овощных культур [11]. Новые разработки обеспечили существенное улучшение качества рентгеновских снимков благодаря применению микрофокусных излучателей, а низкие показатели напряжения на рентгеновской трубке (мягколучевая рентгенография), применяемые при съемках, исключают вредное воздействие для семян и оператора [12,13].

Материал и методы

Материалом исследования явились разнокачественные семена зеленных овощных культур: спаржи, укропа, кресс-салата и базилика из коллекции ВНИИССОК. Рентгенография семян проводилась на кафедре электронных приборов и устройств Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета, анализировались рентгенограммы в лаборатории экологических методов селекции и селекции и семеноводства зеленных и пряновкусовых овощных культур ВНИИССОК методом рентгенографии семян овощных культур [11,14].

Результаты и обсуждение

Анализ рентгенограмм семян укропа выявил достаточно большую вариабельность их внутренней структуры (рис.1). Выполненные семена на рисунке

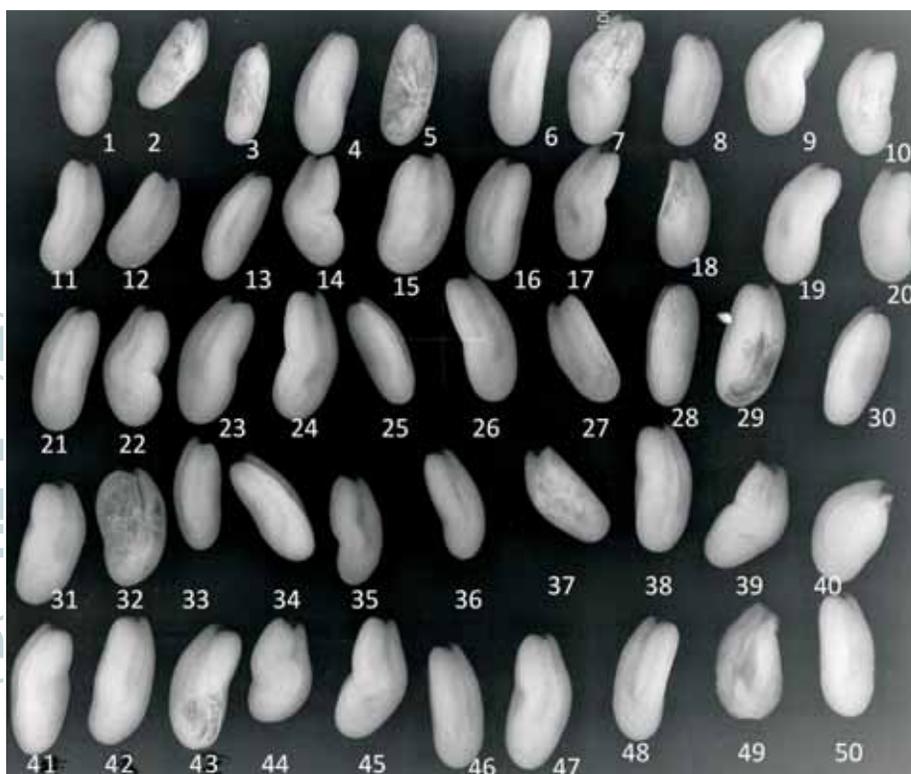


Рис.3. Рентгенограмма семян кресс-салата.

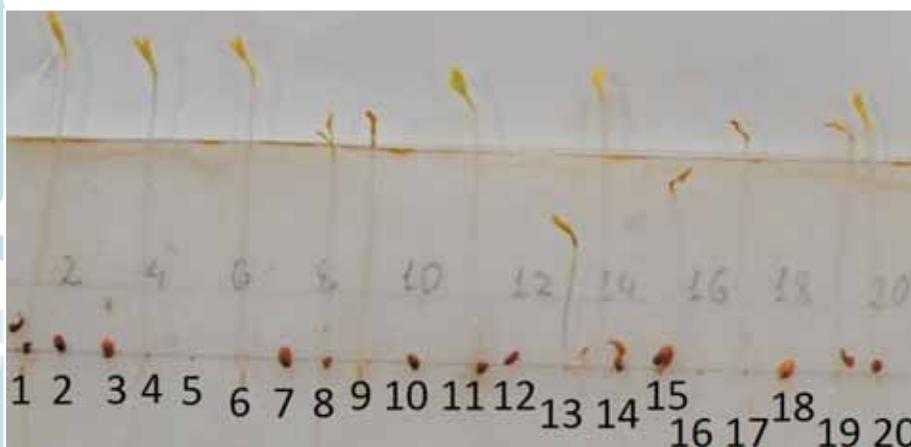


Рис. 4. Фрагменты из фотографии проростков семян кресс-салата.



Рис. 5. Внешний вид (фото) семян спаржи.

выглядят светлым овалом, с отчетливыми светлыми продольными перетяжками (семенные швы). Напротив, семена невыполненные, то есть, по существу – пустые оболочки, выглядят ровно тёмными, с неяркими продольными перетяжками. На рисунке 2 проанализирован фрагмент этой рентгенограммы. Так, на рисунке 2-а из 12 семян укропа только 7 (№ 1,4,6,7,8,9,11) оказались полноценными, судя по их рентгеновским проекциям. Два семени (№5 и 10) просматриваются невыполненными (пустыми), а семена под номером 2,3,12 имеют все признаки повреждения клопом – вредной черепашкой. Примечательно, что такое различие внутреннего устройства не отражено на внешнем облике семян (рис.2-б).

Не менее интересным оказался анализ внутренней структуры семян кресс-салата (рис.3). В отличие от семян укропа они более плотные и выделяются отчетливыми, светлыми проекциями на рентгенограммах. Часть семян отличается нерегулярными «рисунчатыми» затемнениями, разной степени интенсивности. Проведен анализ влияния данных рентгенпризнаков на жизнеспособность семян. Результаты проращивания семян (рис.4) показали, что семена под номером 2,3,5,7,10 и 18 с вышеназванными признаками, в основном, не проросли и не сформировали нормальный росток. Более «замаскированными» оказались нерегулярные затемнения у семян под номерами 12 и 15. При внимательном рассмотрении легко обнаружить потемневшие кончики корешков, что говорит об их некрозе. Естественно, эти семена тоже не проросли.

Семена спаржи так же, как и кресс-салата, впервые были подвергнуты рентгенографическому



Рис. 6. Рентгенограмма семян спаржи.

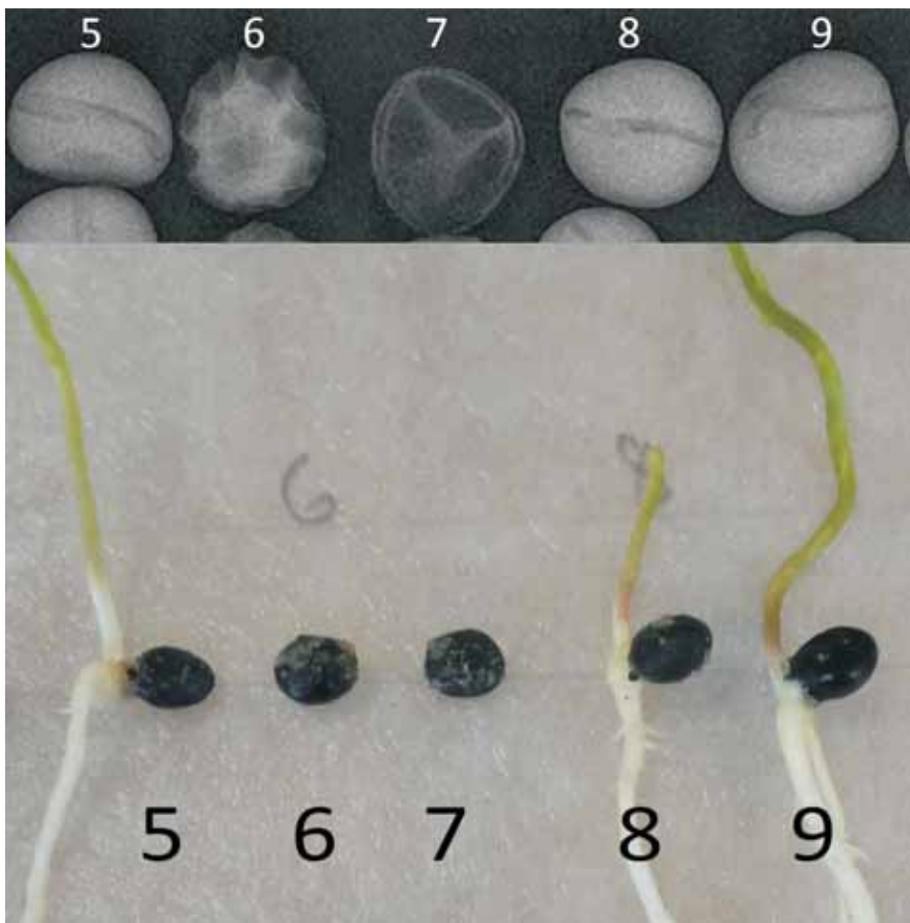


Рис. 7. Фрагменты рентгенографии семян и фотографии проростков спаржи.

анализу. Анализ рентгенограмм выявил некоторые характерные рентгенпризнаки для семян спаржи. Выполненные полноценные семена имеют яркую светлую проекцию круглой или овальной формы. Зародыш выделяется светлым удлинённым образованием на фоне темной сквозной полоски, обнаруживающей естественную щель между семядолями (рис.6). Недовыполненные семена на рентгенограммах выглядят множественно ячеистыми, где тёмные угловатые ячейки по краям и в середине семени обнаруживают глубокие вмятины и морщины в семядолях. Пустотелые семена выделяются только светлым очертанием оболочки, внутри же видны только слабо светлые тяжи усохших зачатков эндосперма и зародыша. На представленных фрагментах рисунков (рис.7) видно, что семена №6 и 7 с вышеприведенными негативными рентгенпризнаками при проращивании не сформировали росток, даже не наклюнулись, напротив, семена №5,8,9, не имеющие указанных признаков, проросли и продолжили рост. Семена базилика оказались весьма показательными для рентгенографического анализа. Во-первых, и полноценные, и недовыполненные семена внешне выглядят абсолютно одинаково, гладкими и твёрдыми, а во-вторых, внутренние недостатки семян четко

Сопоставление результатов рентгенографического анализа и лабораторного проращивания семян базилика

Образцы	Дефектные семена (по рентгенограммам), шт.				Нормальные семена (по рентгенограммам), шт.	Проросшие семена, шт.
	отслоение оболочки	недовыполненные	пустотелые	всего дефектных		
Osmin (фиолетовый)	10	12	6	28	22	23
Зеленый крупнолистный	4	4	4	12	38	37
Лиловый	3	3	2	8	42	42



Рис. 8. Фотография семян базилика сорта *Osmin*.



Рис. 9. Рентгенограмма семян базилика сорта *Osmin*

проявляются на рентгенограммах при съемке с большим увеличением, что позволяет их классифицировать (рис.8). В основном, эти недостатки были связаны с недоразвитием семян на материнском растении. Возможно, семена в неблагоприятных условиях вызрели не до конца.

Результаты рентгеновского

анализа семян почти полностью совпадают с результатами лабораторного проращивания (табл.). В статье мы приводим снимки только одного образца – *Osmin* (рис.8,9,10), а цифровые данные по трем образцам базилика (табл.).

Рентгенографический анализ семян трех образцов базилика

показал достаточно большую вариабельность их внутренней структуры (рис.9). Выявленные недостатки семян были классифицированы и включены в три группы: семена с отслоением оболочки, а также, невыполненные и пустотелые (табл.). Также были определены нормальные, полноценные семена. При лабораторном проращивании тех же семян, в том же порядке, выявлено, что проросли и сформировали нормальные ростки семена, классифицированные по результатам рентгеновского анализа как нормальные, полноценные. Семена из дефектных групп либо не проросли, либо только наклюнулись (рис. 10, табл.). Примечательно, что число полноценных семян (по рентгеноанализам) и нормальных ростков (по результатам проращивания), почти совпали по всем трем образцам как по количеству (табл.), так и по порядку (рис. 9, 10). Следовательно, рентгенографический анализ может быть успешно применен для определения жизнеспособности семян, в данном случае, семян базилика.

Выводы

1. Метод мягколучевой микрофокусной рентгенографии позволяет определить дефекты внутренней структуры семян овощных культур.

2. Метод особенно эффективен для анализа мелких, в основном, семян зеленных овощных культур при съемке с прямым рентгеновским увеличением без потери качества изображения.

3. Результаты рентгенографического анализа семян базилика совпадают с результатами их проращивания следовательно, и метод может быть применен как альтернативный при определении жизнеспособности семян.

4. Рентгенографический метод анализа качества семян выгодно

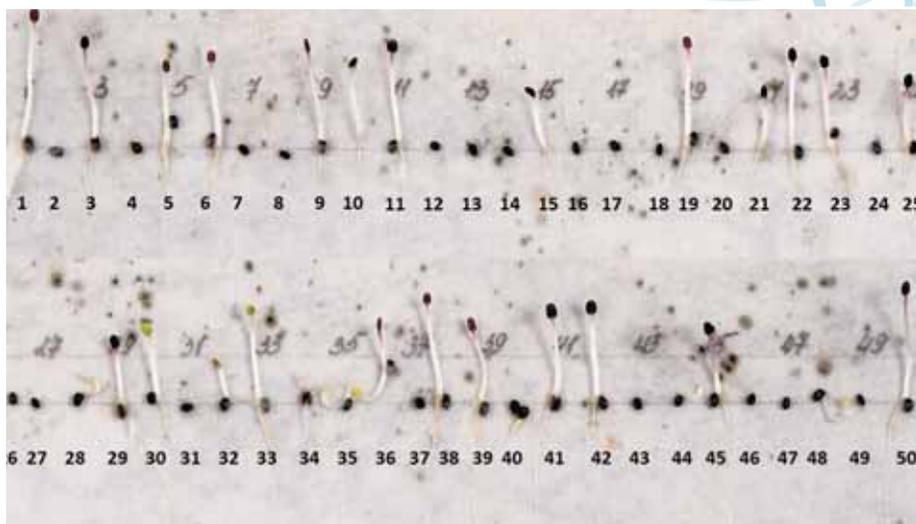


Рис. 10. Фотография проростков семян базилика сорта *Osmin*.

отличается от существующих традиционных методов:

- а) большей информативностью,
- б) быстрой исполнением,
- в) сохраняемостью анализируемого материала для дальнейшего использования.

5. Метод наиболее эффективен и, возможно, незаменим при работе с малым количеством семян коллекционных и селекционных партий.

X-RAY DIFFRACTION METHOD FOR EVALUATION OF HETEROGENEOUS SEEDS OF GREEN VEGETABLE CROPS

Musaev F.B.,¹ Kharchenko V.A.,¹ Shevcheko Y.P.,¹ Potrakhov N.N.,² Bessonov V.B.²

¹ Federal State Budgetary Scientific Research Institution "All-Russian Scientific Research Institute of vegetable breeding and seed production" 143080, Russia, Moscow region, Odintsovo district, p. VNISSOK, Selectionnaya street, 14
E-mail: vniissok@mail.ru

² Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI» 197376, Russia, Saint Petersburg, Professora Popova street, 5
E-mail: post@eltech-med.ru

Abstract

Results of X-Ray diffraction analysis of inner structure of seeds of green vegetable crops are shown. The advantage of this method over conventional analysis is the informative value, safe-keeping and integrity of tested seeds.

Keywords: heterogeneous of seeds, X-Ray diffraction, seed production, embryo seed, defects of seeds, filled seeds, green vegetable crops.

Литература

1. Макрушин Н.М. Экологические основы промышленного семеноводства зерновых культур. М., Агропромиздат, 1985. – 280 с.
2. Любич Ф.П. Разнокачественность плодов и семян у растений и её значение в жизни вида. Агробиология. 1951.– № 5.– С. 21-27.
3. Строна И.Г. Общее семеноведение полевых культур. М., 1966. –С. 328-337.
4. Войтенко В.Ф. Разнокачественность семян и гетероспермия: о сущности понятий. Селекция и семеноводство. 1991.–Т.3. –С. 56-59.
5. Лудилов В.А., Алексеев Ю.Б. Практическое семеноводство овощных культур с основами семеноведения. Москва, 2011. –200 с.
6. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Иванова М.И. Морфометрия разнокачественности семян овощных зонтичных культур в процессе формирования и прорастания. Вестник Алтайского государственного аграрного университета № 7 (117). – 2014.– С. 26-32.
7. Гончаров П.Л. Цит. По: Меркулов И.А. Высокий урожай – сортовые, качественные семена. – 2009 г. – www.zemlya-business.ru/index.php?option=com_content&task=view&id
8. Arkhipov M. V.,Gusakova L.P., Velikanov L.P., Vilichko A.K., Alferova D.V., Zheludkov A.G. Using X-ray method for prediction of field seeds germination in precision agriculture. – Joint International Agricultural Conference (JIAC), July-6-8, 2009. – Book of abstracts. – Wageningen, 2009. – P.291.
9. Архипов М.В., Гусакова Л.П., Алферова Д.В. Рентгенография растений при решении задач семеноведения и семеноводства. // Известия Санкт-петербургского государственного аграрного университета, 2011. – № 22. – С.336-341.
10. Мусаев Ф.Б., Курбакова О.В., Курбаков Е.Л., Архипов М.В., Великанов Л.П., Потрахов Н.Н. Применение рентгенографического метода в семеноведении овощных культур // «Гавриш». –2011.– №1. – С. 44-46.
11. Мусаев Ф.Б., Антошкина М.С., Архипов М.В., Великанов Л.П., Гусакова Л.П., Бессонов В.Б., Грязнов А.Ю., Жамова К.К., Косов В.О., Потрахов Е.Н., Потрахов Н.Н. Методические рекомендации по рентгенографическому анализу качества семян овощных культур. С.-Петербург, 2015. – 39 с.
12. Потрахов Н.Н. Метод и особенности формирования теневого рентгеновского изображения микрофокусными источниками излучения // Вестник новых медицинских технологий. – 2007. – Т. XIV. – №3. – С. 167-169.
13. Velikanov L. Some aspects of X-ray method for evaluation of wheat grain geometrical features. Book of Abstracts of the 6th ICA, September 15-18, 1997, Lublin, Poland.
14. Архипов М.В., Алексеева Д.И., Батыгин Н.Ф., Великанов Л.П., Гусакова Л.П., Дерунов И.В., Желудков А.Г., Николенко В.Ф., Никитина Л.И., Савин В.Н., Пономаренко Е.Н., Якушев В.П. Методика рентгенографии в земледелии и растениеводстве. – М.: РАСХН. – 2001. – 93 с.