

УДК 631.53.02

05.00.00 Технические науки

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ
КОМПЛЕКСНОГО ТРАВМИРОВАНИЯ ЗЕРНА
И СЕМЯН МАШИНАМИ**

Пехальский Игорь Анатольевич
к.т.н.

SPIN-код: 3772-6032, AuthorID: 106162

Артюшин Анатолий Алексеевич
д.т.н., профессор, член-корреспондент РАН
SPIN-код: 2763-2322, AuthorID: 702585

Елизаров Вадим Петрович
д.т.н., профессор
SPIN-код: 2934-6602, AuthorID: 693756
*ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский
институт механизации сельского хозяйства
(ФГБНУ ВИМ), Москва, Россия*

Славкин Владимир Иванович
д.т.н., профессор
SPIN-код: 2192-9041, AuthorID: 807521
*ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный
заочный университет» (ФГБОУ ВО РГАУ),
Московская область, г. Балашиха*

Сорочинский Владимир Федорович
д.т.н., профессор
SPIN-код: 1935-3993, AuthorID: 441316
*ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский
институт зерна и продуктов его переработки
(ФГБНУ ВНИИЗ), Москва, Россия*

Повреждение зерна и семян машинами оказывает существенное негативное влияние на посевные качества семян и технологические свойства зерна. При обработке зернового вороха различные машины и рабочие органы по-разному травмируют зерновки. Исключить травмирование зерна в процессе механической подготовки в настоящее время не представляется возможным, так как рабочие органы машин сами являются источником механических и термомеханических повреждений. Кроме того, травмированные зерновки по своим физико-механическим свойствам практически не отличаются от целых, то есть не обладают признаками для машинного разделения. Снизить травмирование зерновок возможно применением оптимальных технологий механической обработки, подбором соответствующих технологических режимов, использованием в составе рабочих органов конструкционных материалов с низким модулем упругости, совершенствованием их конструктивных параметров. Для определения травмирующей способности различных машин и рабочих органов,

УДК 631.53.02

Technical sciences

**METHODS OF DEFINITION OF COMPLEX
MACHINE GRAINS' AND SEEDS'
TRAUMATIZING**

Pekhalskiy Igor Anatolievich
Cand.Tech.Sci.

SPIN-code: 3772-6032, AuthorID: 106162

Artushin Anatoliy Alekseevich
Dr.Sci.Tech., professor, Corresponding member of the
Russian Academy of Sciences
SPIN-code: 2763-2322, AuthorID: 702585

Elizarov Vadim Petrovich
Dr.Sci.Tech., professor
SPIN-code: 2934-6602, AuthorID: 693756
*All-Russian Scientific Research Institute of
Mechanization of Agriculture, Moscow, Russia*

Slavkin Vladimir Ivanovich
Dr.Sci.Tech., professor
SPIN-code: 2192-9041, AuthorID: 807521
*FSBEI HE "Russian Agrarian Correspondence
University" (FSBEI HE RGASU), Moscow Region,
Balashiha, Russia*

Sorochinskiy Vladimir Fedorovich
Dr.Sci.Tech., professor
SPIN-code: 1935-3993, AuthorID: 441316
*All-Russian Scientific Research Institute of Grain and
Products of its Processing, Moscow, Russia*

Damage of grain and seeds by machines makes essential negative impact on sowing qualities of seeds and processing properties of grain. While processing of grain a lot of various cars and actions differently injure weevils. To exclude traumatizing of grains in the course of mechanical preparation is not obviously possible, as working bodies of cars are a source of mechanical and thermomechanical damages. Besides, injured weevils on the physical-mechanical properties practically do not differ from whole, i.e. they do not possess signs for machine division. To reduce traumatizing of weevils is possible with the help of application of optimum technologies of machining, selection of the conforming technological modes, using as a part of actions of constructional stuffs with a low elastic modulus, perfection of their design data. For definition of injuring ability of various machines and actions through which takes place grain lots, have developed a procedure which allows with high degree of reliance to estimate complex traumatizing of weevils (namely, their outside integuments and intrinsic frames) machines and the actions which are a part of

через которые проходит зерновой ворох, разработали методику, позволяющую с высокой степенью достоверности оценить комплексное травмирование зерновок (а именно, их наружных покровов и внутренних структур) машинами и рабочими органами, входящими в состав агрегатов и комплексов для машинной подготовки зерна и семян. Разработанная методика базируется на основе нормативных документов, регламентирующих методы испытаний сельскохозяйственной техники и вместе с этим позволяет учесть природную неоднородность зернового вороха, поступающего на переработку

Ключевые слова: МЕТОДИКА, РАБОЧИЕ ОРГАНЫ, МАШИННАЯ ПОДГОТОВКА, ЗЕРНОВОЙ ВОРОХ, ТРАВМИРОВАНИЕ СЕМЯН И ЗЕРНА

aggregates and complexes for machine preparation of grain and seeds. The developed procedure bases on a basis of the standard documents regulating test methods of agricultural machinery and together with it allows to consider connatural heterogeneity of the grain lots arriving for processing

Keywords: METHODS, WORKING BODIES, MACHINE PREPARATIONS, GRAIN HEAP, TRAUMATIZING OF SEEDS AND GRAINS

Повреждение зерна и семян рабочими органами машин и агрегатов в процессе механизированной подготовки оказывает существенное негативное влияние на посевные качества семян и технологические свойства зерна. Травмирование зерновок зависит от применяемых технологий и технологических схем подготовки, режимов работы агрегатов и машин, конструкционных материалов рабочих органов и т.д. Исследования [1] показали, что различные машины и рабочие органы по-разному влияют на травмирование зерновок, что обуславливает необходимость оценки каждого рабочего органа по количеству наносимых им травм в ходе машинной подготовки зерна и семян. Исключить травмирование зерна и семян в процессе механической подготовки в настоящее время не представляется возможным, так как, во-первых, источником травмирования являются сами машины и, во-вторых, травмированные зерновки по своим физико-механическим свойствам практически не отличаются от целых и принципы их выделения из зернового вороха пока находятся в стадии фундаментальных исследований. Однако при тщательном выборе оптимальных технологий обработки, технологических режимов работы машин и агрегатов, подбора соответствующих конструкционных материалов для рабочих органов возможно существенно сократить травмирование зерна и семян при

механической подготовке [2]. Для этого, в частности, необходимо иметь соответствующее методическое и приборное обеспечение, позволяющее корректно оценить травмирование зерновок при прохождении через каждую машину или рабочий орган комплекса или агрегата по отдельности и в целом. Методика определения травмирования семян машинами также должна учитывать неоднородность семенного вороха с целью получения корректных исследовательских данных о травмирующей способности машин и рабочих органов.

Цель исследования – разработать методику определения травмирования зерновок в ходе прохождения зернового вороха через машины и транспортирующие устройства при подготовке зерна и семян.

Материалы и методы. При разработке методики определения травмирования зерна машинами учитывали требования нормативных документов, регламентирующих порядок испытаний сельскохозяйственной техники [3], а также методы отбора образцов [4], определения влажности [5], чистоты и отхода семян [6].

Объектом исследования являлись семена зерновых культур (овес, ячмень, пшеница), отбирающиеся на различных этапах машинной послеуборочной обработки.

Результаты и обсуждение. Разработанная методика определения травмирования зерновок в ходе прохождения семенного вороха через машины и транспортирующие устройства семяочистительных агрегатов или комплексов при машинной подготовке семян предполагает проведение работ в следующем порядке:

1. Подготовка агрегата (комплекса) и приборов к работе;
2. Проведение работ по определению времени $T_{\text{п}}$ прохождения семенного вороха через машины агрегата;
3. Отбор средних образцов семян в намеченных точках;

4. Анализ полученных средних образцов семян на степень и их внешних и внутренних повреждений;
5. Статистическая обработка результатов анализа.

Схема анализа семян на степень их поврежденности при машинной обработке представлена на рис. 1.

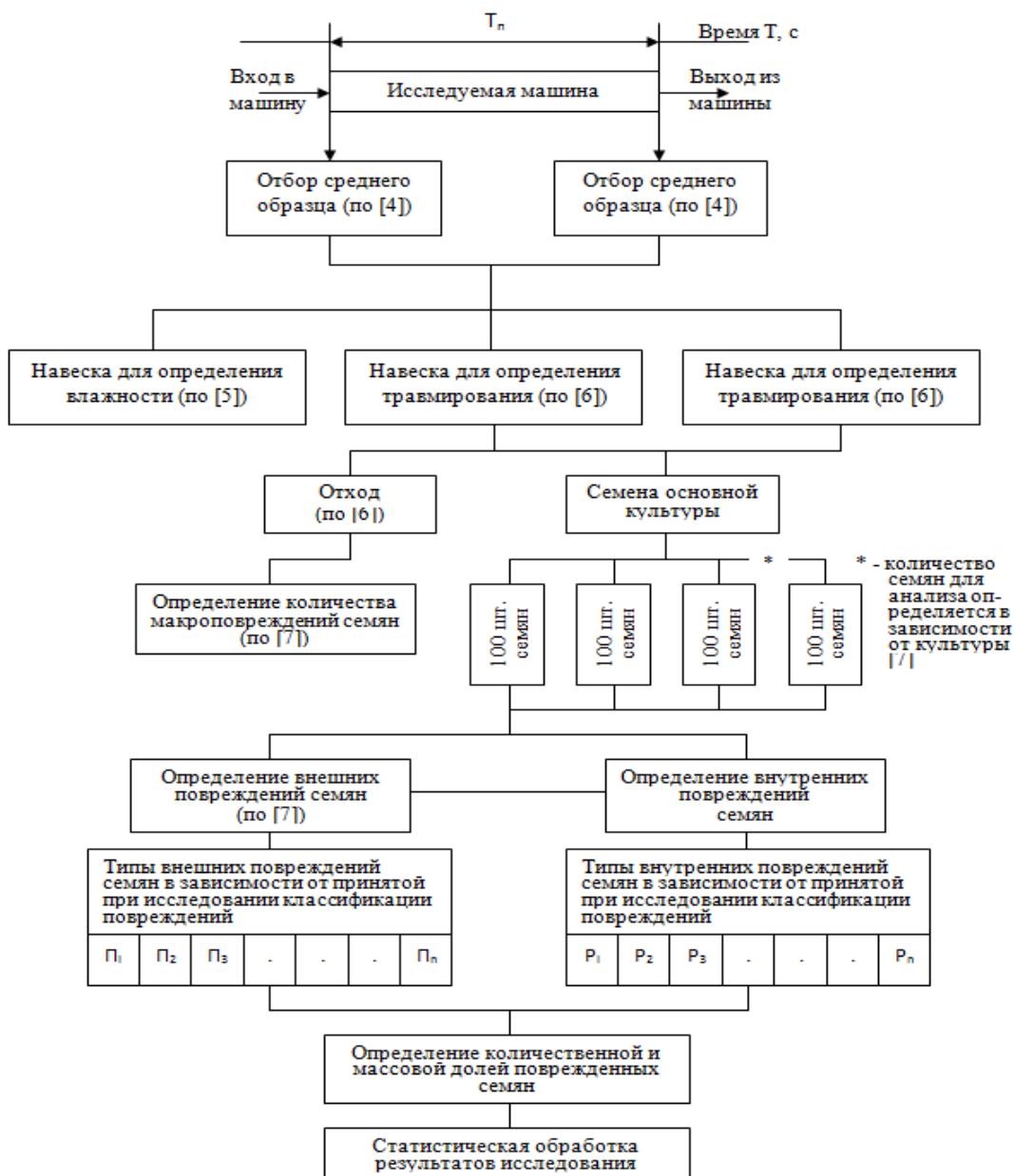


Рис. 1. Схема анализа семян на степень их поврежденности при машинной обработке.

1. Подготовка семяочистительного агрегата (комплекса) и приборов к работе.

1.1. Для проведения исследований подготавливаются следующие приборы и инструменты:

- весы циферблатные и весы быстродействующие типа В-80 «Лабор» с ценой деления шкалы 0,01;
- доски разборные, пинцеты, шпатели, совки лабораторные;
- мешочки из плотной ткани по [4] и этикетки для средних образцов семян (форма 8);
- пакеты для навесок;
- лупа 7...10-кратного увеличения;
- чашечки для семян с различными типами повреждений;
- анилиновый краситель («красный»);
- секундомеры;
- бумага фильтровальная, клей резиновый;
- рентгенографический комплекс для определения внутренней поврежденности семян;
- пленка листовая фотографическая форматом 13x18 см;
- реактивы для проявления рентгенограмм;
- рабочие таблицы для занесения данных анализа;
- электрический влагомер ПВЗ-10Д.

1.2. Проводится согласно [3] и соответствующих инструкций проверка технического состояния и подготовка к работе исследуемых агрегатов (комплексов) или машин, приборов, необходимых для выполнения программы исследований.

2. Проведение работ по определению времени T_n прохождения семян через машины и транспортирующие устройства агрегата (комплекса).

2.1. Необходимое для проведения экспериментов количество семян обрабатываемой культуры окрашивают анилиновым красителем и высушивают до влажности, соответствующей влажности обрабатываемого семенного вороха. Потребное количество семян для окрашивания $M_{с.окр.}$ рассчитывают по формуле

$$M_{с.окр.} = 0,2 \times n,$$

где 0,2 кг – сигнальная порция семян, вводимая в машину;

n – количество машин в агрегате.

2.2. Порцию окрашенных семян массой около 0,2 кг вводят в поток обрабатываемого семенного материала на входе в машину, засекая время в секундах до появления окрашенных семян на выходе из машины.

2.3. Опыты по определению времени T_n для каждой машины проводят в трех повторностях. Окончательно значение T_n определяется как среднее от значений, полученных при различных повторностях.

2.4. Для норий и транспортеров время T_n допускается определять по скорости пробега ленты с учетом коэффициентов проскальзывания.

3. Проведение работ по отбору средних образцов семян.

3.1. На технологической схеме агрегата (комплекса) намечают точки, отбор выемок в которых позволяет характеризовать повреждение семян отдельными машинами и транспортирующими устройствами агрегата (комплекса) по отдельности и в целом.

3.2. Отбор выемок и составление среднего образца в каждой точке по п. 3.1. проводят по [4] и [3] с разницей по времени T_n , равной времени

прохождения семян через машину или транспортирующее устройство, определяемой по п. 2.2.

3.3. Порядок отбора выемок (на примере определения травмирования семян при подготовке на семяочистительных агрегатах) следующий:

3.3.1. До начала отбора выемок очистить приемный бункер, а также остальное оборудование от остатков предшествующих по обработке культур;

3.3.2. Загрузить в приемный бункер 5...7 т семян с поля после комбайновой уборки;

3.3.3. Для оценки уровня исходного (для комплекса) повреждения семян в приемном бункере или в кузове автомашины отобрать средние образцы по [4] (количество средних образцов зависит от массы загружаемого в приемный бункер сменного материала и определяется [4]);

3.3.4. Включают в работу агрегат (комплекс) и, спустя 2...3 мин., отбирают средние образцы семян в намеченных точках по п. 3.1. по ходу движения семенного материала.

3.4. Методика отбора выемок в точках по п. 3.1. следующая:

- из семенного вороха, находящегося в кузове автомобиля или в технологических емкостях семяочистительно-сушильного комплекса насыпью, выемки отбирают щупом по [4]. Общая масса выемок в одной точке должна быть не менее 2,0 кг, т.е. достаточной для составления среднего образца по [4];

- от падающей струи семян и при их перемещении выемки отбирают специальным совком, пересекая им поток через равные промежутки времени в 4...6 с. Масса одной выемки по [3] – около 100 г, количество выемок в каждой точке по п. 3.1. – не менее 20 (количество выемок может

корректироваться в зависимости от удельного веса семян обрабатываемой культуры и их влажности).

3.5. С целью избежать влияния неоднородности семенного вороха на результаты исследований в каждой точке для последующего анализа необходимо отбирать не менее трех средних образцов с разницей во времени 8...12 с.

3.6. Для каждого среднего образца определяется влажность по [5].

4. Анализ полученных средних образцов семян на степень и виды внешних и внутренних повреждений зерновок.

4.1. Из средних образцов по п. 3.2. для определения степени поврежденности семян выделяют навески массой 50 г в соответствии с [6].

4.2. Анализ навесок, полученных по п. 4.1., проводят по [6] с определением количественного содержания битых и раздавленных семян (дробление машиной) по [3].

4.3. После разбора на чистоту по п. 4.2. из каждой навески для анализа на степень травмирования выделяли без выбора по четыре сотни семян (количество может меняться в зависимости от исследуемой культуры).

4.4. Определение внешних повреждений семян проводят в соответствии с [3] по методике [7], рекомендованной для использования при научных исследованиях.

4.5. Степень внутренней поврежденности семян определяют методом рентгенографии [8], включающим следующие этапы:

4.5.1. Из фильтровальной бумаги вырезают шаблоны размером 15x21 см. На шаблонах делают разметку съемочного поля (13x18 см) в оставлении полей для маркировки и сведений об исследуемом образце.

Ширина поля – 1,5 см вдоль длинных сторон шаблона и 1,0 см – вдоль коротких сторон;

4.5.2. На подготовленные шаблоны резиновым клеем наклеивают зерновки, отобранные по п. 4.3., прошедшие анализ на степень внешней поврежденности по п. 4.4., в количестве 100 или 200 шт. на один шаблон в зависимости от геометрических размеров семян исследуемой культуры, а также опыта исполнителя. На поле для маркировки простым карандашом заносят сведения об исследуемом образце: культура, сорт, репродукция, влажность, точка отбора и режим обработки, дата, номер и повторность опыта, шифр рентгенограммы;

4.5.3. Подготавливают фотоматериалы для рентгено съемки.

В качестве приемника рентгеновского излучения рекомендуется использовать пленку фотографическую черно-белую негативную чувствительностью не менее 65 ед. по ГОСТ 24876-81 листовую форматом 13x18 см.

Зарядку кассеты листовой фотопленки производят следующим образом:

- вырезают и склеивают из черной бумаги светонепроницаемые пакеты размером 13x18 см с клапаном;

- в полной темноте лист фотопленки помещают в пакет эмульсией к стороне, противоположной от клапана;

- подготовленные кассеты для рентгено съемки помещают в пакет для хранения неэкспонированной пленки, чтобы исключить перепутывание экспонированных и неэкспонированных кассет;

4.5.4. Рентгено съемку исследуемых семян проводят в следующем порядке:

- включают напряжение питания пульта рентгенографического аппарата «Электроника-25» нажатием кнопки «Сеть». После включения необходимо выдержать 1...5 мин. для подогрева нити накала рентгеновской трубки;

- включают напряжение трубки нажатием кнопки «Пуск»;

- устанавливают выбранный режим работы аппарата, с помощью ручек регулировки напряжения и тока трубки;

- включают излучатель. Все манипуляции с образцами семян фотоматериалами в съемочной камере необходимо производить только при полностью выключенном приборе;

- устанавливают шаблон с семенами в пазах съемочной камеры, в положении, соответствующем необходимому увеличению;

- закрывают съемочную камеру защитной крышкой и устанавливают необходимую выдержку нажатием соответствующей кнопки времени экспозиции на пульте управления;

- включают кнопку «Сеть» и, через 50...60 с, кнопку «Пуск»;

- после срабатывания реле времени при необходимости и после окончания работы аппарата отключить кнопку «Сеть»;

- открывают защитную крышку съемочной камеры, вынимают экспонированную кассету и помещают ее в пакет для экспонирования кассет;

4.5.5. Обработка рентгенограмм:

- проявление экспонированных пленок производится в метолгидрохиноновом проявителе стандартном № 1 по ОСТ 6-17 449-78. Температура рабочего раствора – $23 \pm 1^\circ\text{C}$, время проявления – 5 мин. Также могут быть использованы и другие проявляющие растворы;

- ополаскивание рентгенограмм в воде (промежуточная промывка) в течение 15...20 с – проводится при двухстадийном процессе обработки;

- фиксирование проявленных пленок осуществляют в фиксаже кислот или растворе тиосульфата натрия кристаллического (гипосульфит) в воде в количестве 250 г/л. Время фиксирования – 15...20 мин., температура рабочего раствора – $20 \pm 1^\circ\text{C}$;

- окончательную промывку осуществляют в проточной воде в течение 20...30 мин. Температура воды – $18...20^\circ\text{C}$;

- сушку рентгенограмм производят в сушильном шкафу при температуре не выше 45° и принудительной вентиляции или естественным вентилированием при комнатной температуре;

4.5.6. Анализ рентгенограмм.

Анализ рентгенограмм проводят в негатоскопе любой конструкции, обеспечивающем обзор всей поверхности рентгенограммы.

При подсчете количества повреждений различных типов составляют протоколы диагностики для каждого исследованного образца.

4.5.7. При использовании программы количественной оценки поврежденности семян на ПК возможно совмещение подсчета количества внешних и внутренних повреждений семян.

5. Статистическая обработка результатов анализа на поврежденность семян и представление полученных данных.

5.1. Результаты анализа обрабатывают согласно [9].

5.2. Для определения математического ожидания (среднеарифметического значения), среднеквадратического отклонения и доверительных границ случайной погрешности результатов наблюдений использовали соответствующие программы для ПК.

5.3. Для удобства анализа результаты исследований возможно также представлять в виде графиков, составленных в программе Excel.

Выводы:

1. Разработана методика, позволяющая с повышенной точностью по отдельности и в целом оценить влияние рабочих органов, машин, агрегатов на травмирование семян и зерна при машинной подготовке на все ее этапах;

2. Предложенная методика определения повреждения зерна и семян машинами позволяет учесть неоднородность зернового вороха, поступающего на обработку, и оценить комплексное травмирование зерновок, т.е. травматические изменения как их наружных покровов, так и внутренних структур.

Литература

1. Пугачев А.Н. Повреждение зерна машинами. – М., 1976. – 320 с.
2. Пехальский И.А. Пути снижения травмирования семян решетками / И.А.Пехальский, М.Н.Московский // Сельский механизатор.- 2015. - № 9. – с.22-23.
 3. ОСТ 70.10.2-83. Испытания сельскохозяйственной техники. Зерноочистительные машины и агрегаты, зерноочистительно-сушильные комплексы. Программа и методы испытаний.
 4. ГОСТ 12036-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы отбора образцов.
 5. ГОСТ 12041-82. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения влажности.
 6. ГОСТ 12037-81. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян.
 7. Методика определения механических повреждений зерна машинами и влияние их на посевные качества семян. – М.: Россельхозиздат, 1972. – 16 с.
 8. Пехальский И.А., Кожевникова М.В. Рентгенографический комплекс для определения и оценки степени механического повреждения семян при машинной обработке // Зерновые культуры.- 1992.- № 2-3.- С.27-28.
 9. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных. – М.: Колос, 1965. – 135 с.

References

1. Pugachev A.N. Povrezhdenie zerna mashinami. – M., 1976. – 320 S.
2. Pekhalskiy I.A. Puti snizheniya travmirovaniya semyan reshetami / I.A.Pekhalskiy, M.N.Moskovskiy // Selskiy mehanizator. – 2015. - № 9. – s.22-23.

3. OST 70.10.2-83. Ispitaniya selskohozyaystvennoy tehniki. Zernoochistitelnie mashini i agregati, zernoochistitelno-sushilnie kompleksi. Programma i metodi ispitaniy.
4. GOST 12036-84. Semena selskohozyaystvennih kultur. Metodi otbora obraztsov.
5. GOST 12041-82. Semena selskohozyaystvennih kultur. Metodi opredeleniya vlazhnosti.
6. GOST 12037-81. Semena selskohozyaystvennih kultur. Metodi opredeleniya chistoti i othoda semyan.
7. Metodika opredeleniya mehanicheskikh povrezhdeniy zerna mashinami i vliyanie ih na posevnie kachestva semyan. – M.: Rosselhozizdat, 1972. – 16 s.
8. Pekhalskiy I.A., Kozhevnikova M.V. Rentgenograficheskiy kompleks dlya opredeleniya i otsenki stepeni mehanicheskogo povrezhdeniya semyan pri mashinnoy obrabotke // Zernovie kulturi. - 1992.- № 2-3.- S.27-28.
9. Vedenyapin G.V. Obschaya metodika eksperimentalnogo issledovaniya i obrabotki opitnih dannih. – M.: Kolos, 1965. – 135 s.