

ДЕРЖАВНА УСТАНОВА ІНСТИТУТ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

КОВАЛЬОВ ДЕНИС ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 633.15:631.527.5/.562

ДИСЕРТАЦІЯ

**ПОФРАКЦІЙНЕ СЕПАРУВАННЯ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ЯКІСТЬ
НАСІННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ**

201 – агрономія

(Аграрні науки та продовольства)

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Д. В. Ковальов

Науковий керівник (консультант) Кирпа Микола Якович

доктор сільськогосподарських наук, професор

Дніпро – 2020

АНОТАЦІЯ

Ковальов Д. В. Пофракційне сепарування та його вплив на якість насіння гібридів кукурудзи. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агрономія. – ДУ Інститут зернових культур НААН України, Дніпро, 2021.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне обґрунтування й нове вирішення важливого науково-практичного завдання, що полягає у розробленні різних способів сепарування насіння кукурудзи шляхом встановлення оптимальних техніко-технологічних параметрів та виділення високоякісних фракцій залежно від сортових особливостей гібридів. Це дозволяє підвищити ефективність процесів очищення, сортування і калібрування насіння, отримувати посівний матеріал гібридів кукурудзи з високою схожістю, силою росту і продуктивністю.

Актуальність теми обумовлена створенням вітчизняних високопродуктивних гібридів кукурудзи, для впровадження яких необхідно розробити технологію післязбиральної обробки та підвищення якості насіння, що значним чином залежить від способів його сепарування і підготовки до сівби.

У результаті виконання дисертаційної роботи отримано результати, які мають наукову новизну та практичне значення у галузях селекції, насіннізнавства і насінництва кукурудзи. Наукова новизна полягає у встановленні нових закономірностей, що характеризують процес сепарування та особливості його впливу на якість насіння гібридів кукурудзи.

Уперше встановлено техніко-технологічні особливості способів сепарування (ситовий, гравітаційний, аеродинамічний) залежно від сортових ознак гібридів кукурудзи різних груп стиглості, а також їх фізико-механічних

та біологічних показників, що характеризують посівні та врожайні властивості фракцій насіння. Розроблено новий спосіб ситового сепарування залежно від вирівняності суміші насіння, який включає формування посівних груп і фракцій різної крупності, форми насінини та її якості. Визначено, що за гравітаційного сепарування виділяється найбільш якісне насіння, але з низьким виходом. Уперше виявлено особливості аеродинамічного сепарування суміші насіння кукурудзи на окремі фракції у горизонтальному повітряному потоці, показано нестабільність процесу аеросепарації.

Отримано нові дані з динаміки водопоглинання і проростання насіння гібридів кукурудзи, його сили росту залежно від крупності насінини, виявлено фізіологічний зв'язок між лінійним розміром і життєздатністю насінини.

Удосконалено процеси очищення, сортування, калібрування посівного матеріалу гібридів кукурудзи на основі пофракційного сепарування, контролювання виходу і якості продукції, а також методику визначення схожості насіння з використанням різноглибинного проростання та в умовах контрольованого тиску на ростки.

Набули подальшого розвитку теорія та практика процесу сепарування сумішей насіння в технологіях його післязбиральної обробки і підготовки до сівби. Визначено новий напрямок у методології визначення якості посівного матеріалу гібридів кукурудзи шляхом запровадження додаткових показників, які тісно пов'язані з посівними та врожайними властивостями насіння.

Теоретично обґрунтовано процес сепарування насіння кукурудзи та техніко-технологічні ознаки, за якими здійснюється виділення окремих фракцій. Виявлено, що за ситовим сепаруванням формування фракцій відбувається залежно від лінійного розміру насінини та співвідношення її окремих параметрів – ширини і товщини, а практично здійснюється на ситах відповідно з круглими отворами та довгастими вічками. При сепаруванні на ситах з круглими отворами вихід крупної фракції становив 10,1 – 17,9 %, середньої – 64,8 – 79,0 % і дрібної – 9,6 – 22,1 %, з довгастими вічками

відповідно 12,2 – 22,7 %, 52,2 – 73,2 % і 14,6 – 33,2 % (гібриди ДН Патріот, ДН Світязь, ДН Деметра, ДН Олена). Отже при ситовому сепаруванні виділяються різноякісні фракції за формою насінини, її крупністю, а також із виходом і співвідношенням окремих фракцій між собою.

За гравітаційного сепарування досліджуваних гібридів встановлено особливі закономірності щодо розділення сумішей насіння на фракції. Порівняно з іншими способами підвищується вихід легкої фракції (в межах 19,7 – 33,3 %), а також важкої (20,0 – 28,7 %), натомість знижується вихід середньої (42,3 – 55,1 %). За цим способом сепарування виділяються фракції з найбільшою масою 1000 насінин – до 350 – 400 г, їх вміст становив 12–18 %.

За аеродинамічного сепарування у горизонтальному повітряному потоці отримано три фракції із співвідношенням умовно легкої – 10,0 – 15,6 %, середньої – 70,3 – 80,6 %, важкої – 8,9 – 17,9 %. Встановлено, що аеродинамічне сепарування є особливим процесом, який значним чином залежить від ознаки парусності насінини, її лінійного розміру, форми, питомої маси. Впливає також повітряний потік – його швидкість, орієнтація у ньому насінини, площа миделового перерізу. За таких умов, під впливом сил тяжіння і аеродинамічного опору, що діють на насінину у повітряному потоці, фракції формуються нестабільно і до певної міри довільно. Вперше виявлено, що із однієї частини горизонтального повітряного потоку можуть виділятися неоднорідні фракції із різною масою насіння і, як наслідок, якістю. Тому фракції, отримані в досліджах, по-перше, відрізняються між собою несуттєво за масою 1000 насінин, по-друге у окремих гібридів з пласкою геометричною формою насінини (гібрид ДН Деметра) маса середньої фракції була більшою порівняно із важкою, по-третє, межі розподілу насіння між фракціями були нестабільними і постійно змінювались. Такі результати необхідно враховувати у практиці аеросепарації насіння гібридів кукурудзи, особливо з метою їх сортування і калібрування на окремі фракції.

У науковій літературі наводяться різні дані щодо впливу крупності насіння на його посівні та врожайні властивості. У зв'язку з цим проведено дослідження процесів водопоглинання і проростання насіння гібридів кукурудзи різних фракцій, отриманих шляхом ситового сепарування на ситах з круглими отворами і довгастими вічками. Уперше виявлено закономірності поглинання крапельно-рідкої вологи насінням гібридів кукурудзи різної крупності у динаміці, встановлено, що в результаті сорбції маса насіння дрібної фракції збільшувалась на 35,8 %, середньої – на 32,0 – 32,9 %, крупної – на 29,2 % відносно початкової. Більш висока сорбція, що виявлена у дрібного насіння, пояснюється особливим співвідношенням між площею зовнішньої поверхні і об'ємом насінини. Доказано, що у дрібного насіння на одиницю об'єму припадає більше площі, в результаті збільшується його здатність до водопоглинання порівняно з більш крупною насінниною.

Також виявлено особливості проростання насіння різної крупності у динаміці тривалістю 96 годин. На першу добу кількість пророслого насіння дрібної фракції становила 31 – 37 %, на другу 59 – 73 %, на третю 88 – 95 %, крупної відповідно 15 – 20 %, 31 – 43 і 80 %. Проте, на четверту добу кількість пророслого насіння від усіх фракцій складала 96 – 98 %, тобто в умовах лабораторного пророщування вплив крупності відчутний лише упродовж першої – третьої доби і стосується підвищення схожості дрібного насіння, у подальшому, на 96 годину, різниця між фракціями нівелюється.

Окрім схожості але більш важливим показником якості насіння є його сила росту, що визначалась в дослідях методом проростання із різної глибини загортання, тобто імітувались умови періоду сівба – сходи кукурудзи на полі. Уперше виявлено силу росту насіння гібридів кукурудзи залежно не тільки від глибини загортання, а й від ознаки, за якою формується фракція при сепаруванні. При виділенні фракцій за ознакою «ширина насінини» шляхом сепарування на ситах з круглими отворами отримується крупна і середня фракції з найвищою силою росту. За сівби насінням цих фракцій основний показник сили росту – число сходів збільшувалось на 8 –

11 %, 3 – 16 % і 2 – 5 % при глибині загортання насіння відповідно 5, 9 і 13 см та порівняно із дрібною фракцією.

Проте залежність між силою росту і крупністю змінювалась у тому разі, коли фракції формувались за ознакою товщини насінини при сепаруванні на ситах з довгастими вічками. За таким способом сепарування сила росту насіння різної крупності була, практично, однаковою, або навіть вищою у дрібного насіння окремих гібридів. Отже, уперше виявлено фізіологічний зв'язок між силою росту і параметрами лінійного розміру насінини, а саме її ширини і товщини, який полягає в тому, що більш широка за розміром, з розвиненим зародком насінина здатна до кращого проростання і формування сильних ростків.

Встановлені залежності між крупністю насіння, фракціями гібридів кукурудзи та їх проростанням підтверджено методом холодного пророщування. Схожість насіння гібридів ДН Деметра, ДН Світязь, ДН Патріот, ДН Олена, підвищувалась від крупніших фракцій на 5 – 13 %, порівняно з дрібними. Новий спосіб ситового сепарування, який полягав у розділенні суміші насіння на дві посівні групи з наступним відбором фракцій, також підвищував схожість гібридів, але при сепарації за ознакою «ширина насінини».

Гравітаційне та аеродинамічне сепарування по-різному впливало на схожість, визначену методом холодного пророщування. При гравітаційному сепаруванні виділялись фракції зі схожістю насіння вищою на 3 – 13% за всіма гібридами, при аеродинамічному – лише за окремими, що свідчить про індивідуальну сортову різноякісність гібридів, як об'єктів сепарування.

Остаточну оцінку способів сепарування насіння різних гібридів кукурудзи здійснено у польових дослідях. Польова схожість насіння крупніших фракцій, виділених при ситовому сепаруванні, підвищувалась на 5 – 11 %, гравітаційному – на 9 – 14 % порівняно з насінням дрібних фракцій. При аеродинамічному сепаруванні відмінностей за польовою схожістю між різними фракціями, практично, не виявлено.

Вперше встановлено врожайні властивості насіння залежно від різних способів та технологічних ознак пофракційного сепарування гібридів кукурудзи. При ситовому сепаруванні за ознакою «ширина насінини» із суміші насіння виділяються фракції зі збільшеною на 1,11 – 1,40 т/га врожайністю, при гравітаційному – на 0,90 – 1,25 т/га порівняно з контролем (насіння не сепароване) та відносно дрібними (легкими) фракціями. При аеродинамічному сепаруванні у горизонтальному повітряному потоці виділяються фракції насіння, які за врожайними властивостями та результатами математичної обробки, практично, не відрізняються між собою. Отже ситове та гравітаційне сепарування можна покласти в основу процесів сортування і калібрування посівного матеріалу гібридів кукурудзи, аеродинамічне – в основу очищення.

За результатами проведених досліджень внесено ряд нових техніко-технологічних пропозицій в теорію і практику сепарування насіння гібридів кукурудзи, а саме: регламент і режими пофракційного сепарування насіння залежно від його вирівняності, за якими виконується очищення, сортування і калібрування посівного матеріалу; спосіб ситового двостадійного сепарування у разі низької (нижче 80 %) вирівняності насіннєвого матеріалу; модель аеродинамічної сепарації у горизонтальному повітряному потоці для встановлення режиму і параметрів процесу розділення суміші насіння.

Регламент, спосіб і модель упроваджено в насінницьких господарствах для підготовки посівного матеріалу гібридів кукурудзи об'ємом 50 – 70 т щорічно. В результаті впровадження отримано насіння зі схожістю 95 – 96 %, силою росту 85 – 90 % без будь-якого механічного травмування, від якого врожайність зерна збільшувалась на 0,90 – 1,40 т/га. За рахунок оптимізації процесу сепарування продуктивність зерносепараторів збільшується на 15 – 20 %, питомі витрати електроенергії зменшувались на 6 – 8 %.

Ключові слова: насіння кукурудзи, гібриди, способи сепарування, фракції, посівні якості, врожайні властивості.

ANNOTATION

Kovalov D. V. Fractional separation and its impact to the seed's quality of corn hybrids – Qualifying scientific work printed as manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 201 – Agriculture. – SE Institute of Grain Crops at Ukraine's National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Dnipro, 2021.

The dissertation work presents the theoretical grounding and new solution for the important scientific-practical task, which consists in development of different ways of separating of corn seeds by finding the optimal technical-technological characteristics and sorting out the fractions of the highest quality depending upon the sort peculiarities of hybrids. It allows improving the effectiveness of the processes of cleaning, sorting and calibrating of the seeds, getting sowing material of corn hybrids with high germination ability, strength of growth and productivity.

The topicality of the theme is dictated by development of the national highly productive corn hybrids, for introduction of which it is necessary to work out the technology of after-collecting processing and improvement of seeds quality, which mainly depends upon the ways of its separating and preparing for sowing.

After completing the dissertation work we got the results, which have scientific novelty and practical importance in the fields of selection, seed breeding and corn breeding. The scientific novelty consists in finding new regularities, which describe the process of separating and peculiarities of its influence upon the quality of corn hybrids.

It is the first work, which finds technical-technological peculiarities of separating methods (sieve, gravitational, aerodynamic) depending upon the sort characteristics of corn hybrids of different ripeness groups, and also their physical-mechanical and biological indices, which describe sowing and productive peculiarities of seed fractions.

We developed the new method of sieve separating depending on grain mixture alignment, which includes formation of sowing groups and fractions of

different size, shape of a seed and its quality. It was found, that in a result of gravitational separating the seeds of higher quality, but with low issue are selected. It is the first time, when the peculiarities of aerodynamic separating of corn seeds mixture on certain fractions in horizontal air stream were found, the instability of air separating process is shown.

We got the new data in dynamics of water soaking and germination of corn hybrid seeds, its growth strength depending on seed size, the physiological connection of size and viability of the seed was found.

We improved the processes of cleaning, sorting, calibrating of sowing material of corn hybrids on the base of fraction separating, control of issue and quality of production, and also the methodology of identification of seeds germination ability using different level germination and under condition of controlled pressure on the sprouts.

We continued developing the theory and practice of the process of seed mixtures separating in the technologies of its post-harvesting processing and preparation for sowing. We found the new direction in methodology of identifying of sowing material quality of corn hybrids by using additional indicators, which are closely connected to the sowing and productive properties of seeds.

We give the theoretical grounding of the process of corn seeds separating and technical-technological signs, according to which separating of certain fractions is done. We found, that in a result of sieve separating the formation of fractions takes place depending on linear seed size and correlation of its certain parameters – width and thickness, and is practically done on the sieve with round openings and oblong eyelets. In a result of sieve separating with round openings the issue of large fraction made 10,1 – 17,9 %, medium – 64,8 – 79,0 % and fine – 9,6 – 22,1 %, with oblong eyelets – 12,2 – 22,7 %, 52,2 – 73,2 % and 14,6 – 33,2 % (hybrids DN Patriot, DN Svityaz, DN Demetra, DN Olena). So at sieve separating it is possible to select different quality fractions according to the shape of the seed, its size, and also with issue and correlation of certain fractions among themselves.

At the gravitational separating of the investigated hybrids we found special regularities about separating the seeds mixtures into fractions. Comparatively with other methods, the issue of the light fraction is higher (in measures 19,7 – 33,3 %), and also the heavy one (20,0 – 28,7 %), instead the issue of the medium is lower (42,3 – 55,1 %). According to this method of separating the fractions with the biggest mass 1000 seeds – to 350 – 400 g were selected, their content was 12-18 %.

At aerodynamic separating in the horizontal air stream three fractions were obtained, with correlation of conditionally light – 10,0 – 15,6 %, medium – 70,3 – 80,6 %, heavy – 8,9 – 17,9 %. It was found, that aerodynamic separating is a process, which mainly depends on the attribute of seed windage, its linear size, shape, specific mass. There is also influence of the air stream – its speed, orientation of the seeds in it, square of the cross section. Under these conditions and influence of gravitation strength and aerodynamic resistance, which exercise influence over the seed in the air stream, fractions are being formed unstably and comparatively arbitrarily. It is the first time, when it was found, that from the one part of the horizontal air stream the heterogeneous fractions with different seed mass can be selected and, as a result, with different quality. That's why fractions, obtained in a result of researches, firstly had small differences according to the mass 1000 seeds, secondly certain hybrids with flat geometrical shape of the seed (hybrid DN Demetra) had the mass of the medium fraction, which was bigger, than that of the heavy one, thirdly, the measures of seed distributing among the fractions were unstable and changed all the time. Such results must be taken into consideration in the practice of air separating of corn hybrid seeds, especially with a purpose of their sorting and calibrating into certain fractions.

Different data about the influence of seed size on its sowing and productive properties can be found in the scientific literature. According to this, the research of the processes of water soaking and germination of corn hybrid seeds of different fractions, obtained by sieve separating with round openings and oblong eyelets sieve, was held. It is the first time, when the regularities of drip-liquid moisture

soaking of corn hybrids of different size in dynamics were found, it is found, that in a result of sorption the mass of seeds of the fine fraction increased to 35,8 %, medium to 32,0 – 32,9 %, large to 29,2 % comparatively with the initial one. Higher sorption, which was found in fine seeds, is explained with special correlation of outer surface square area and the volume of seeds. It is proved, that the fine seeds have more square area per one unit, in a result of this its ability to water soaking increases comparatively to bigger seed.

We also found the peculiarities of germination of different sized seeds in dynamics with duration of 96 hours. During the first day the amount of germinated seeds of the fine fraction made 31 – 37 %, during the second 59-73 %, during the third 88-95 %, the large one 15-20, 31-43 and 80 %. Otherwise, during the fourth day the amount of germinated seeds from all fractions made 96-98 %, so under the conditions of the laboratory germination the influence of size takes place only during the first – third days and concerns increasing of germination ability of fine seeds, later, during 96 hour, the difference between fractions disappear.

Except germination ability the more important indicator of seeds quality is its growth strength, which was defined in researches with the method of germination from different sealing depth, so the conditions of sowing-germination period for corn in the field were imitated. It was the first time to find the growth strength of corn hybrids, depending not only on sealing depth, but also on attribute, upon which the fraction at separating is being formed. In a result of selecting the fractions according to the attribute of seed width by separating on the sieve with the round openings the large and medium fractions with the highest growth strength are obtained. At sowing the seeds of these fractions the main indicator of the growth strength – the number of germinations increased to 8-11 %, 3-16 % and 2-5 % under seeds sealing depth corresponding to 5, 9 and 13 cm and comparatively to the fine fraction.

Otherwise, dependence between growth strength and size changed in case of formation of fraction according to the attribute of seed thickness at separating on sieve with oblong eyelets. With such a way of separating the growth strength of

different sized seeds was almost the same, or even higher with fine seeds of certain hybrids. So, it is the first time to find the physiological connection between the growth strength and parameters of the linear size of the seed, namely its width and thickness, which means, that wider in size seed with a developed embryo is able to germinate better and form the strong sprouts.

The connection between the seeds size, corn hybrids fractions and their germination is confirmed with the method of the cold germination. The ability to germination of hybrid seeds DN Demetra, DN Svityaz, DN Patriot, DN Olena was increasing from the large fractions to 5 – 13 % comparatively to the fine ones. The new method of sieve separating, which consisted in separating the seeds mixture into two sowing groups with the following selection of fractions, also increased the hybrids germination ability, but at the separating according to the attribute «seed width».

Gravitational and aerodynamic separating influenced the germination ability, which was defined with cold germination method, differently. The gravitational separating selected the fractions with germination ability on 3 – 13% higher in all the hybrids, the aerodynamic only in certain ones, which shows the individual sort difference in quality of hybrids, as objects of separating.

The final estimate of separating methods for different corn hybrids seeds was done in field researches. The field germination of large fractions seeds, selected at sieve separating, was increasing on 5-11 %, gravitational – on 9 – 14 % comparatively to fine fraction seeds. At aerodynamic separating the differences in the field germination in different fractions were not almost found.

It was the first time to define the productive properties of the seeds depending on different ways and technological attributes of fractional separating of corn hybrids. At the sieve separating according to the attribute «width of a seed» from the seeds mixture three fractions are selected, with increased on 1,11 – 1,40 t / ha productivity, at gravitational – on 0,90 – 1,25 t / ha comparatively to the control (the seeds are not separated) and comparatively fine (light) fractions. At the aerodynamic separating in the horizontal air stream the seeds fractions are selected,

which almost don't differ from each other according to the productive properties and the results of the mathematical processing. So the sieve and gravitational separating can be put in the base of the processes of sorting and calibrating of the sowing material of corn hybrids, aerodynamic – in the base of cleaning.

According to the results of researches, which were made, we suggest a set of new technical-technological offers to the theory and practice of separating of corn hybrids seeds, namely: regulations and regimes of fraction separating of corn hybrids seeds depending on its alignment, according to which the cleaning, sorting and calibrating of sowing material is done; the method of sieve two-stage separating in case of low (lower, than 80 %) alignment of sowing material; the model of aerodynamic separating in the horizontal air stream for definition the regime and parameters of the seeds mixture separating process.

Regulations, method and model are implemented in seed economies for preparation of sowing material of corn hybrids with volume 50 – 70 t yearly. In a result of implementation the seeds were obtained with germination ability 95-96 %, growth strength 85 – 90 % without any mechanical injury, from which the productivity of the seeds was increasing on 0,90 – 1,40 t/ha. On account of optimization of separating process the productivity of seed separators increases on 15 -20 %, specific expenses on electric energy decreased on 6 – 8 %.

Key words: corn seeds, hybrids, separating methods, fractions, sowing properties, productive properties.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, в яких опубліковані основні результати дисертації

Статті в наукових фахових виданнях

1. Кирпа М. Я., **Ковальов Д. В.** Способи сепарування сумішей насіння в процесі їх післязбиральної обробки (на прикладі кукурудзи). *Селекція і насінництво*. Харків, 2018. № 113. С. 201–208. (Здобувачем проведено експериментальну роботу, аналіз та обговорення результатів дослідження).
2. Кирпа М. Я., **Ковальов Д. В.** Особливості проростання насіння гібридів кукурудзи залежно від його крупності. *Зернові культури*. Дніпро, 2020. Т. 4. № 1. С. 46–52. (Здобувачем проведено експериментальну роботу, аналіз та обговорення результатів дослідження).
3. Кирпа М. Я., Скотар С. О., **Ковальов Д. В.** Моделювання процесу та параметрів аеросепарації сумішей насіння гібридів кукурудзи. *Селекція і насінництво*. Харків, 2020. № 117. С. 178–186. (Здобувачем проведено експериментальну роботу, аналіз та обговорення результатів дослідження).

Статті в наукометричних базах Scopus і Web of Science

4. Кирпа М., **Kovalov D.**, Skotar S., Bazilieva Y., Lupitko, O. Seed harvesting properties of corn hybrids under two-stage separation. *Agriculture (Pol'nohospodárstvo)*. 2020. Vol. 66 (3). P. 118–127. DOI:10.2478/agri-2020-0011. (Здобувачем проведено експериментальну роботу, аналіз та обговорення результатів дослідження).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

5. Скотар С. О., Лупітько О. І., **Ковальов Д. В.** Особливості сепарування сумішей насіння (на прикладі кукурудзи). *Наукове забезпечення інноваційного розвитку агропромислового комплексу в умовах змін клімату: матеріали Міжнародної наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів*, м. Дніпро, 25-26 трав. 2017 р. Дніпро, 2017. С. 34–35.

6. **Ковальов Д. В.** Способи сепарування насіння кукурудзи. *Наукове забезпечення інноваційного розвитку та адаптація агропромислового виробництва в умовах трансформації клімату*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., м. Дніпро, м. Полтава, 24-25 трав. 2018 р. / Дніпровський державний аграрно-економічний університет; Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція ім. М. І. Вавилова ІС і АПВ НААН. Полтава, 2018. С. 79.

7. **Ковальов Д. В.** Водопоглинаюча здібність та проростання кукурудзи залежно від крупності насіння. *Актуальні проблеми науково-інноваційного забезпечення виробництва зерна в контексті сучасних ринкових умов*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів. м. Дніпро, 30-31 трав. 2019 р. Дніпро, 2019. С. 25.

8. Кирпа М. Я., Скотар С. О., **Ковальов Д. В.** Двостадійний метод сепарування насіння гібридів кукурудзи на фракції. *Аграрна наука – виробництво*. Київ, 2020. №2 (92). С. 21. (Здобувачем проведено експериментальну роботу, аналіз та обговорення результатів дослідження).

Наукові праці, які додатково відображають результати дисертації

9. Кирпа Н. Я., Скотарь С. А., **Ковалев Д. В.** Очистка сортировка и калибровка семян. *Хранение и переработка зерна*. Днепр, 2018. № 4 (224). С. 55–57. (Здобувачем проведено експериментальну роботу, аналіз та обговорення результатів дослідження).

10. Кирпа Н. Я., Скотарь С. А., **Ковалев Д. В.** Готовим к севу качественные высокопродуктивные семена. *Хранение и переработка зерна*. Днепр, 2018. № 5-6 (225). С. 26–29. (Здобувачем проведено експериментальну роботу, аналіз та обговорення результатів дослідження).

ЗМІСТ

ВСТУП.....	18
РОЗДІЛ 1 СЕПАНУВАННЯ НАСІННЯ ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ У ТЕХНОЛОГІЯХ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ І ПІДГОТОВКИ ПОСІВНОГО МАТЕРІАЛУ ДО СІВБИ (огляд наукової літератури).....	23
1.1 Явище різноякісності насіння, її причини та види (генетична, матрикальна, екологічна). Сепарація, як спосіб подолання різноякісності.....	23
1.2 Техніко-технологічні ознаки сепарування насіння.....	25
1.3 Способи сепарування насіння в режимах очищення – сортуння – калібрування.....	27
1.4 Показники якості насіння залежно від його сепарації.....	29
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА, МАТЕРІАЛИ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	32
2.1 Характеристика обладнання та моделювання процесу сепарації насіння.....	32
2.2 Лабораторні дослідження з визначення якості насіння.....	34
2.3 Польові дослідження з визначення посівних і врожайних властивостей насіння.....	35
2.4 Характеристика гібридів кукурудзи, як об'єкта сепарації ...	37
2.5 Ґрунтово-кліматичні умови	39
РОЗДІЛ 3 ЗАКОНОМІРНОСТІ ПОФРАКЦІЙНОГО СЕПАНУВАННЯ СУМІШЕЙ НАСІННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ.....	50
3.1 Характеристика сумішей насіння гібридів кукурудзи, їх фізико-механічні показники.....	50
3.2 Характеристика фракцій насіння кукурудзи, їх фізико-	

механічні показники залежно від способів сепарування.....	52
3.2.1 Ситове сепарування.....	52
3.2.2 Гравітаційне сепарування.....	62
3.2.3 Аеродинамічне сепарування.....	67
РОЗДІЛ 4 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ЙОГО КРУПНОСТІ.....	76
4.1 Показники його проростання насіння.....	76
4.2 Динаміка водопоглинання насіння.....	78
4.3 Схожість та сила росту рослин кукурудзи.....	82
РОЗДІЛ 5 ВПЛИВ СПОСОБІВ СЕПАРУВАННЯ НА СХОЖІСТЬ НАСІННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗА РІЗНИМИ МЕТОДАМИ ПРОРОЩУВАННЯ.....	88
5.1 Методом стандартного пророщування.....	88
5.2 Холодне пророщування.....	90
РОЗДІЛ 6 ВПЛИВ СПОСОБІВ СЕПАРУВАННЯ НА ПОСІВНІ ЯКОСТІ І ВРОЖАЙНІ ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ.....	96
6.1 Польова схожість насіння різних фракцій.....	96
6.2 Особливості росту і розвитку рослин.....	99
6.3 Врожайність насіння різних фракцій гібридів кукурудзи.....	103
РОЗДІЛ 7 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ НОВОГО СПОСОБУ СЕПАРУВАННЯ У ТЕХНОЛОГІЇ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ТА ПЕРЕДПОСІВНОЇ ПІДГОТОВКИ НАСІННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ.....	108
ВИСНОВКИ.....	114
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	117
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	118
ДОДАТКИ.....	142

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кирпа Н. Я., Скотарь С. А., Рослик А. А. Аэродинамическое сепарирование зерновых масс. *Хранение и переработка зерна*. 2014. №3(180). С. 44–46.
2. Podpryatov G. I. et al. Quantity of impurities and completeness of cleaning the grain mass of maize at different technologies post-harvest handling. *Науковий журнал «Рослинництво та ґрунтознавство»*, 2017 [S.l.], №. 235. Р. 233–241.
3. Bakoye O. N., Baoua I. B., Seyni H., Amadou L., Murdock, and D. Baributsa L. L. Quality of maize for sale in markets in Benin and Niger. *J Stored Prod Res*. 2017. Vol. 71. Р. 99–105. DOI: 10.1016/j.jspr.2017.02.001
4. Кирпа М. Я. Обґрунтування та вдосконалення прийомів очищення-сортування насіння кукурудзи. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ, 2002. № 18-19. С. 83–87.
5. Кирпа М. Я., Скотар С. О. Способи сепарування насіння кукурудзи та його якості. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2013. № 15. С. 205–212.
6. Невзоров В. Н., Кох Д. А., Кох Ж. А., Салыхов Д. В., Чепелев Н. И. Технология сепарации зерна. *Вестник КрасГАУ*. 2018. №5 С. 198–202.
7. Кирпа М. Я., Скотар С. О. Особливості сепарування зерна кукурудзи. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ. 2007. №30. С. 127–132.
8. Алієв Е. Б. Критерії оцінки якості процесу сепарації насіннєвої суміші. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин.*, 2018. № 48. С. 170–176. DOI: 10.32515/2414-3820.2018.48.170-176
9. Ижик Н. К. Полевая всхожесть семян. Київ: Урожай, 1976. 200 с.

10. Рарок В. А., Рарок А. В. Материнська різноякісність та її вплив на продуктивність гречки. *Збірник наукових праць* / За ред. доктора с.-г. наук, професора М.І. Бахмата. Кам'янець-Подільський. 2005. № 13. С. 52–55.
11. Кирпа М. Я., Пащенко Н. О. Ознаки та показники якості насіння гібридів кукурудзи. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. Дніпропетровськ, 2011. № 40. С. 14–19.
12. Страна И. Г. Разнокачественность семян полевых культур и её значение в семеноводческой практике. *Биологические основы повышения качества семян: материалы научной сессии (26-30 ноября 1963 г. в Москве)*. Москва: Наука, 1964. С. 21–25.
13. Макрушин Н. М. Экологические основы промышленного семеноводства зерновых культур. Москва: Агропромиздат, 1985. 216 с.
14. Білоножко В. Я. Агробіологічні та екологічні основи формування врожайних властивостей насіння гречки в правобережному Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.09 / Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2004. 35 с.
15. Насінництво й насіннєзнавство зернових культур / ред. М. О. Кіндрука. – Київ: Аграрна наука, 2003. 240 с.
16. Кизилова Е. Г. Разнокачественность семян и её агрономическое значение. Київ: Урожай, 1974. 216 с.
17. Исмагилов Р.Р., Нехороших М.С. Качества семян озимой ржи в зависимости от места их формирования в колосе. *Современные проблемы науки и образования*. 2014. № 6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=15855> (дата обращения: 30.06.2020).
18. Волощук О. В. Урожайні властивості насіння пшениці озимої залежно від місця його формування у колосі. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2008. № 50. С. 31–35.

19. Овчаров, К. Е., Кизилова Е. Г. Разнокачественность семян и продуктивность растений. Москва: Колос, 1966. 160 с.
20. Орлюк А. П., Шапоринська Н. М. Різноманітність насіння озимої пшениці залежно від розташування його у колосі. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: Айлант, 2001 №18. С. 27–31.
21. Рарок В. А., Диянчук М. В., Рарок А. В. Різноманітність насіння та продуктивність районуваних сортів гречки. *Збірник наукових праць* / за ред. доктора с.-г. наук, професора М. І. Бахмата. Кам'янець-Подільський, 2004. № 12. С. 37–41.
22. Рарок В. А., Рарок А. В. Материнська різноманітність та її вплив на продуктивність гречки. *Збірник наукових праць* / за ред. доктора с.-г. наук, професора М. І. Бахмата. – Кам'янець-Подільський, 2005. № 13. С. 52–55.
23. Балан В. Н. Разнокачественность семян. *Сахарная свекла*. 2000. № 1. С. 15–17.
24. Новохацький М. Різноманітність насіння сої: види, причини, наслідки. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2014. № 18(32), Т.2. С. 195–206
25. Іжик М. К. Сільськогосподарське насіннєзнавство. Харків, 2001. 117 с.
26. Землеробство / під ред. М. С. Кравченко : підручник. Київ: Либідь, 2002. 496 с.
27. Кулешов Н. Н. Агрономическое семеноведение. Москва: изд-во с.-х. лит., журн. и плакатов, 1963. 304 с.
28. Забазный П. А. Увеличить производство зерна кукурузы. *Кукуруза*. 1972. № 7. С. 1–2.
29. Успенский Н. А. Корольков П. Т. Повышение урожайных качеств семян яровой пшеницы при подготовке их к посеву. *Вопросы семеноводства, семеноведения и контрольно-семенного дела*: Материалы совещания по организации научно-исследовательской работы, созданного МСХ СССР при Украинском научно-исследовательском институте растениеводства,

- селекции и генетики им. В. Я. Юрьева (Киев 17 – 22 декабря 1962 г., 2).
Киев: Урожай, 1964. С. 161–165.
30. Загальне землеробство / під ред. В. О. Єщенко. Київ: Вища освіта. 2004. 336 с.
 31. Доброхотов В. Н. Семеноведение и контрольно-семенное дело. Москва: Сельхозиздат, 1940. 198 с.
 32. Кулешов Н. Н. Пути к высокой всхожести : ОГИЗ, 1936. 18 с.
 33. Кизилова Е. Г. О причинах относительной биологической выравненности калиброванных семян кукурузы и потомства, развившегося из этих семян. *Вопросы растениеводства: труды Укр. НИИ РСиГ*. Харьков, 1962. Т. 7. С. 163–170.
 34. Кирпа М. Я. Післязбиральна обробка і якість насіння кукурудзи. *Бюлетень ІЗГ*. Дніпропетровськ, 2001. № 17. С. 31–35.
 35. Кирпа М. Я., Скотар С. О., Шишкіна О. Ю. Способи сепарування насіння гібридів кукурудзи та їх економічна ефективність. *Бюл. Інституту зернового господарства*. Дніпропетровськ, 2009. № 37. С. 68–73.
 36. Юрьев В. Я., Строна И. Г. Пути улучшения качества семян. *Селекция семеноводство*. 1961. № 3. С. 6–8.
 37. Кукуруза и её улучшение / под ред. П. М. Жуковского пер. с англ. Е. Н. Волотова, Н. А. Емельяновой, О. В. Лисовской, М. П. Шикеданц. Москва: Изд-во иностранной литературы, 1957. 560 с.
 38. Кирпа Н. Я. Уборка и доработка кукурузы. *Хранение и переработка зерна*. Днепропетровск, 1999. № 3. С. 11–13
 39. Черенков А. В. та ін. Оптимізація технологічних процесів, обробки та зберігання зерна кукурудзи. *Науково-практичні рекомендації*. Дніпропетровськ, 2011. С. 6–7.
 40. Воронцов О. С. Элеваторная промышленность, зерносушение и зерноочистка. Москва: Колос, 1974. 432 с.
 41. Теленгатор М. А., Уколов В. С., Цециновский В. М. Обработка семян зерновых культур. Москва. Колос, 1972. 271 с.

42. Винокуров К. В., Никоноров С. Н. Элеваторы, склады, зерносушиллки: учеб. Пособие. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2008. 88 с.
43. Cabrera E. R. Special purpose seed separetors. URL: <http://ir.library.msstate/Edu/bitstream/handle/11668/14127/1990&1992-03-Cabrera.pdf?sequence=1> (дата звернення 15.05.2020)
44. Лебедев В. Б. Промышленная обработка и хранение семян. Москва: Агропромиздат, 1991. 253 с.
45. Заика П. М., Мазнев Г. Е. Сепарация семян по комплексу физико-механических свойств. Москва: Колос, 1978. 288 с.
46. Кожуховский И. Е., Павловский Г. Т. Механизация очистки и сушки зерна. Москва: Колос, 1968. 439 с.
47. Harmond J. E., Brandenburg N. R., Klein L. M. Mechanical seed cleaning and handling. *USDA Agricultural Handbook No. 354*. Washington, D.C., 1968. 56 p.
48. Глебов Л. А., Демский А. Б., Веденьев В. Ф. Технологическое оборудование предприятий отрасли (зерноперерабатывающие предприятия): учебник. Москва: ДеЛи принт, 2006. 816 с.
49. Мандыра А. В. Некоторые вопросы решетного разделения зерна. *Хранение и переработка зерна*. 2012. № 12 (162). С. 57-59.
50. Кирпа М. Я., Скотар С. О. Повітряне сепарування насіння кукурудзи та методика визначення його параметрів. *Селекція і насінництво*. 2012. №101. С. 239–246.
51. Fattahi S. H., Abdollahpour S., Ghassemzadeh H., Behfar H., Mohammadi S. A. Regression model of sunflower seed separation and the investigation of its germination in corona field. *AgricEngInt: CIGR Journal*. 2017. No. 2. P. 187–192.
52. Basiry M., Esehaghbeygi A. Cleaning and charging of seeds with an electrostatic separatjr. *Applied Engineering in Agriculture*, 2012. No.28(1). P. 143-147

53. Archana C., Suresh N. Mali Digital Separation of occluded seeds using image analysis. *International Journal of Computer Applications*. 2015. No.4. P. 30-38. DOI: 10.5120 / ijca2015905284.
54. Калюжный А. И. Семеноведение и стандартизация семян кукурузы: итоги и перспективы. *Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института кукурузы*. Днепропетровск, 1990. № 72–73. С. 27–29.
55. Кукурудза, / за ред. акад. М. М. Кулешова. Київ: Держ. вид. с.-г. літератури Української РСР, 1958. 284 с.
56. Пивень М. В., Борщ Ю. П. Закономерности внутрислоевого движения частиц зерновой смеси при сепарировании плоскими вибрационными решетками. *Хранение и переработка зерна*. 2012. №4 (154). С. 68–73.
57. Пивень М. В. Эффективность сепарирования зерновых смесей плоскими виброрешетками с разрыхлителями. *Інженерія природокористування*. 2017. №2(8). С. 38–44.
58. Ms. Shraddha N. Ranaware, Prof .Dr. K. N. Barbole Implementation of Grain sorting algorithm by using Raspberry PI. *International Journal of Advanced Research in Science. Engineering and Technology*. 2016. Vol. 3, Issue 5. P. 2110–2115.
59. Wan Y. N., Lin C. M. and Chiou J. F. Rice Quality Classification using an automatic grain quality inspection system, *Trans. ASAE*, 2002. vol. 45, no. 2. P. 379–387.
60. Zhao Q., Liu Y., Yu Y., Song J., Zhou G. Intelligent system for monitoring and controlling of the grain condition based on ARM9, *The 26th Chinese Control and Decision Conference (2014 CCDC)*, 2014, P. 4117-4121.
61. Гортинский В. В., Демский А. Б., Борискин М. А. Процессы сепарации на зернообрабатывающих предприятиях. Москва: Колос, 1980. 304 с.
62. Макрушин Н. М. Семеноводство зерновых культур на промышленной основе. Москва: ВНИИТЭИСХ, 1979. 64 с.
63. Modiano SH, Deppermann KL, Crain J, Eathington SR, Graham M. Seed sorter. GooglePatents. US Patent 8,189,901. 2012.

64. Koehler KL, Tragesser G, Swanson M. Apparatus and method for sorting plant material. Google Patents. US Patent 9,156,064. 2015.
65. Panasiewicz, M.; Sobczak, P.; Mazur, J.; Zawislak, K.; Andrejko, D. The Technique and Analysis of the Process of Separation and Cleaning Grain Materials. *J. Food Eng.* 2012, Vol. 109. P. 603–608. DOI: 10.1016 / j.jfoodeng.2011.10.010
66. Krzysiak, Z. Cleaning Device for Seeds. Patent PL65892 (Y1), 30 April 2012. (In Polish).
67. Мельник Б. Е., Лебедев Б. В., Вишняков Г. А. Технология приемки, хранения и переработки зерна. Москва: Агропромиздат, 1990. 366 с.
68. Бурков А. И., Сучугов Н. П. Зерноочистительные машины. Конструкция, исследования, расчет и испытание. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2000. 261с.
67. Жемела Г. П., Шемавньов В .І., Олексик О. М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Полтава, 2003. 420 с.
68. Тищенко Л. Н., Ольшанский В. П., Ольшанский С. В. Виброрешетная сепарация зерновых смесей. Харьков: Місьдрук, 2011. 280 с.
69. Гарбар І. Г., Дерев'янка Д. А., Герук С. М., Вплив чинників післязбиральної обробки зерна на якість насіннєвого матеріалу. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин.* 2010. № 40, Ч. I. С. 3–5.
70. Бранденбург Н. Р. Принципы и практика очистки семян: сортирование аппаратурой, которая учитывает размеры, форму, плотность и конечную скорость семян; пер. с нем. Москва, 1980. 124 с.
71. Братерский Ф. Д., Карабанов С. А. Послеуборочная обработка зерна. Москва: Агропромиздат, 1986. 172 с.
72. Подпратов Г. І., Скалецька Л. Ф., Сеньков А. М., Хилевич В. С. Зберігання і переробка продукції рослинництва: навч. посібник. Київ: Мета, 2002. 495 с.

73. Сенчук М. М., Демещук В. А. Насіннєочисні машини: навчально-методичний посібник для самостійної роботи та лабораторно-практичних занять за кредитно-модульною системою навчання студентів агробіотехнологічного факультету. Біла Церква, 2015. 195 с.
74. Борковский В. А., Мерко М. И., Мельников Е. М. Технологии зерноперерабатывающих производств. Москва: Интерграф Сервис, 1999. 472 с.
75. Шаршунов В. А., Урбанчик Е. Н. Послеуборочная обработка и хранение зерна и семян : пособие в 2 ч. Ч. 2 : Технологическое оборудование для хранилищ зерна и семян. Минск: Мисанта, 2014. 847 с.
76. Бусол Н. В., Атаманенко А. А., Дигтяр Н. Г., Мацебера А. Г. Особенности послеуборочной обработки семян гибридов, созданных на ЦМС основе, и семян, выращенных безвысадочным способом. *Новые приёмы в семеноводстве сахарной свеклы*. Киев: ВНИС, 1987. С. 109–120.
77. Майсурян Н. А. Биологические основы сортирования по удельному весу. Москва: Сельхозгиз, 1947. 133 с.
78. Пузік Л. М., Пузік В. К. Технологія зберігання і переробки зерна : навч. посібник. Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва. Харків: ХНАУ, 2013. 312 с.
79. Страна И. Г. Общее семеноведение полевых культур. Москва: Колос, 1966. 464 с.
80. Овчаров К. Е. Физиологические основы всхожести семян. Москва: Наука, 1969. 280 с.
81. Овчаров К. Е. Физиология формирования и прорастания семян. Москва: Колос, 1976. 256 с.
82. Калюжный А. И. Стандартизация семян кукурузы и сорго. *Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института кукурузы*. Днепропетровск, 1976. № 1–2 (41–42). С. 61–64.
83. Наumenко А. И. Развитие исследований по сушке и хранению семян кукурузы. *Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института кукурузы*. Днепропетровск, 1980. № 2–3 (56–57). С. 33–37.

84. Ливинский Ф. А. Деловое сотрудничество. *Кукуруза и сорго*. 1989. № 6. С. 6–8.
85. Кашеваров Н. И. Из опыта венгерских коллег. *Кукуруза и сорго*. 1989. № 6. С. 42–43.
86. Лебідь Є. М., Кирпа М. Я. Науково-практичні особливості підготовки насіння кукурудзи до посіву. *Хранение и переработка зерна*. 2000. № 3 (9). С. 16–17.
87. Циков В. С. О состоянии и мерах по улучшению семеноводства сельскохозяйственных культур. *Хранение и переработка зерна*. 2001. № 11 (29). С. 23–24.
88. Мартынов Б. П. Состояние отрасли в Российской Федерации. *Кукуруза и сорго*. 1989. № 6. С. 2–5.
89. Калюжный А. И. Семеноведение и стандартизация семян кукурузы: итоги и перспективы. *Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института кукурузы*. Днепропетровск, 1990. № 72–73. С. 27–29.
90. Купченко А. В. Сушилка зерновая селекционного материала. *Хранение и переработка зерна*. 2001. № 1 (19). С. 46–48.
91. Циков В. С. Насінництво кукурудзи в умовах ринкових відносин. *Пропозиція*. 2001. № 7. С. 40–41.
92. Тарасенко А. П., Оробинский В. И., Мерчалова М. Е. Влияние влажности зерна при уборке и послеуборочной обработке на полевые качества семян. *Хранение и переработка зерна*. 2000. № 2 (8). С. 12–13.
93. Кирпа М. Я. Теоретичні аспекти формування якості насіння кукурудзи. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. Дніпропетровськ, 2000. № 14. С. 51–56.
94. Кирпа М. Я. Зберігання насіння кукурудзи та його якість. *Вісник Полтавського державного сільськогосподарського інституту*. Полтава, 2000. № 5. С. 5–7.
95. Кирпа Н. Я. Качество семян зерновых культур и методология их оценки в технологиях хранения и подготовки к посеву. *Хранение и переработка зерна*. 2003. № 4 (46). С. 28–29.

96. Юнусов Р. А. Новый способ предпосевной обработки семян сахарной свеклы. *Селекция и семеноводство*. 2000. № 3. С. 40–41.
97. Шемавнъов В. І., Ковалевська Н. І., Мороз В. В. Насінництво польових культур. Дніпропетровськ: ДАУ, 2004. 232 с.
98. Прогноз урожая основных сельскохозяйственных культур в Украине/ подгот. Аналитическим отделом ИА «АПК – Информ». *Хранение и переработка зерна*. 2004. № 1 (55). С. 10–14.
99. Кирпа М. Я. Післязбиральна обробка і якість насіння кукурудзи. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. Дніпропетровськ, 2001. № 17. С. 31–35.
100. Циков В. С. Кукурудза. Дніпропетровськ: Зоря, 2003. 296 с.
101. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методика визначення якості. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
102. ДСТУ 2949-94. Насіння сільськогосподарських культур. Терміни та визначення. [Чинний від 1994-01-01]. Київ: Держстандарт, 1994. 49 с.
103. Казаков Е. Д. Методы оценки качества зерна. Москва: Агропромиздат, 1987. 215 с.
104. Вожегова Р. А., Филиппев И. Д., Мелашич А. В., Дымов А. Н. Пособие при проведении полевых и лабораторных работ. Херсон, 2011. 14 с.
105. Циков В. С., Пикуш Г. Р. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с зерновыми, зернобобовыми и кормовыми культурами. Днепропетровск, 1983. 49 с.
106. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1965. 422 с.
107. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
108. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1979. С. 271–289.
109. Филев Д. С., Циков В. С., Золотов В. И. [и др.] Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой. Днепропетровск, 1980. 56 с.

110. Лебідь Є. М., Циков В. С., Пащенко Ю. М. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою: методичні рекомендації. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.
111. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
112. Леснікова І. Ю., Харченко Є. М. Основи роботи і вирішення задач сільського господарства в середовищі електронних таблиць EXCEL. Дніпропетровськ: Пороги, 2002. 147 с.
113. Ушкаренко В. А., Нікіщенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві і рослинництві: навчальний посібник. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.
114. Лебедь Е. М., Дзюбецкий Б. В., Циков В. С. Ресурсосберегающая технология выращивания кукурузы: методические рекомендации. Ин-т зернового хозяйства УААН. Днепропетровск: Компания «МАИС», 2002. 18 с.
115. Черчель В. Ю., Дзюбецкий Б. В., Кирпа М. Я., Гирка А. Д., Бенда Р. В. та ін. Каталог сортів та гібридів. ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2020. 132 с.
116. Діндорого В. Г., Петренкова В. П., Скляревський К. М. Патогенні чинники зниження кондиційності насіння зернових культур. *Зб. наук. пр. Селекційно-генетичного інституту – національного центру насіннєзнавства та сортовивчення*. Одеса, 2005. № 7 (47). С. 56–61.
117. Лопухов В. И. Потребность кукурузы по влаге. *Кукуруза*. 1965. № 12. С. 15–17.
118. Чирков Ю. И. Агрометеорологические условия и продуктивность кукурузы. Ленинград: Гидрометиздат, 1969. 251 с.
119. Шоу Р. Г. Требования к климату / под ред. П. М. Жуковского / пер. с англ. Волотова Е. Н., Емельяновой Н. А., Лисовской О. В.,

- Шикеданц М. П. *Кукуруза и ее улучшение*. Москва: Изд-во иностранной литературы, 1957. Гл. VII. С. 241–263.
120. Лыков А. М., Гриценко В. В., Кауричев И. С. Развитие учения о системах земледелия в Тимирязевской академии. *Известия ТСХА*. Москва, 1987. № 6. С. 30–41.
 121. Кизяков Ю. Е., Гниненко Н. В., Турчин В. В. Агроклиматические особенности и краткая характеристика почв Опытного хозяйства ВНИИ кукурузы. *Приемы повышения продуктивности кукурузы и озимой пшеницы в Степи УССР*. Днепропетровск, 1974. С. 18–29.
 122. Фізична та економічна географія Дніпропетровської області: посіб. для вчителів/ ред. Пасічного Г. В. Дніпропетровськ: ДДУ, 1992. 188 с.
 123. Голик М. Г. Хранение и обработка початков и зерна кукурузы. Москва: Колос, 1968. 335 с.
 124. Карпов Б. А. Технология послеуборочной обработки и хранения зерна Москва: Агропромиздат, 1987. 288 с.
 125. Подпратов Г. І., Скалецька Л. Ф., Сеньков А. М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва: навч. посібник. Київ: ЦП Компрінт, 2010. 495 с.
 126. Подпратов Г. І., Скалецька Л.Ф., Бобер А. В. Післязбиральна доробка та зберігання продукції рослинництва: нав. посіб. Київ: Центр інформаційних технологій, 2009. 296 с.
 127. Pahl H. Maisanbau 98. Top-Sorten bringen Bares. *DLZ Agrarmagazin*. 1997. № 12. P. 21–22.
 128. Vitazek I., Havelka J., Pirsal M. Sorption isotherms of maize grains. *Agriculture*. 2003. Vol. 49. № 3. P. 137–142.
 129. Гортинский В. В. Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях. Москва: Колос, 1973. 295 с.
 130. Кирпа М. Я. Оптимізація процесів обробляння і зберігання насіння кукурудзи та методи поліпшення його якостей: дис. доктора с.-г. наук. Дніпропетровськ, 2007. 410 с.

131. Теленгатор М. А., Уколов В. С., Цециновский В. М. Обработка семян зерновых культур. Москва: Колос, 1972. 271 с.
132. Кирпа, М. Я., Ковальов, Д. В. Способи сепарування сумішей насіння в процесах їх післязбиральної обробки (на прикладі кукурудзи). *Селекція і насінництво*, №. 113, С. 201-208. DOI: 10.30835/2413-7510.2018.134379.
133. Щеглов В. В., Боярский Л. Г. Корма. Приготовление, хранение, использование: справочник. Москва: Агропромиздат, 1990. 255 с.
134. Казаков Е. Д., Кретович В. Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. Москва: Колос, 1989. 368 с.
135. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Воробйова Н. В. Фізико-механічні властивості зерна різних сортів і ліній пшениць. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. Дніпро, 2017. № 3(45). С. 11–18.
136. Barroso M., Silva A., Oliveira D. The use of curvature and measures to discriminate among equilibrium moisture equations for mustard seed. *J. of Stored Products Research*. 2008. Vol. 44. P. 67–70.
137. Алієв Е. Б., Шевченко І. А. Дослідження аеродинамічних властивостей насіння олійних культур. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 2. С. 63–65.
138. Овсянникова Л., Орлова С., Гончарук Г. Ефективне очищення насіння від важковідокремлюваних домішок. *Зерно і хліб*. 2007. № 2. С. 24–25.
139. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основы научных исследований в агрономии. Київ, 2005. 286 с.
140. Казаков Е. Д. Зерноведение с основами растениеводства. изд. 2-е, перераб. и доп.: уч-к для студентов высш. учеб. заведений по специальности пищевой промышленности). Москва: Колос, 1973. 288 с.
141. Кирпа М. Я., Скотар С. О. Особливості сепарування та якості зерна кукурудзи. *Хранение и переработка зерна*. 2005. № 2 (68). С. 23–25.
142. Кирпа М. Я., Скотар С. О., Лупитько О. І., Рослик О. О. Особливості аеродинамічного сепарування однокомпонентних сумішей на прикладі

- кукурудзи. *Науковий журнал «Зернові культури»*. Дніпро. Т. 1. №1. 2017. С. 45–50.
143. Теленгатор М. А., Уколов В. С., Кузьмин И. И. Обработка и хранение семян. Москва: Колос, 1980. 272 с.
 144. Голик М. Г. Научные основы обработки зерна в потоке. Москва: Колос, 1972. 263 с.
 145. Кирпа Н. Я. Принципы и способы сепарирования зерновых масс. *Хранение и переработка зерна*. 2011. № 4. С. 33–36.
 146. Кіндрук М. О., Соколов В. М., Вишневський В. В. Насінництво з основами насіннєзнавства./ за ред. М. О. Кіндрука. Київ: Аграрна наука, 2012. 264 с.
 147. Насінництво й насіннєзнавство польових культур. / за ред. М. М. Гаврилюка. Київ: Аграрна наука, 2007. 216 с.
 148. Демин Г. С., Павловский Г. Т., Теленгатор М. А., Цециновский В. М. Очистка зерна на хлебоприемных предприятиях. Москва: Колос, 1968. 288 с.
 149. Котов Б. І., Степаненко С. П., Пастушенко М. Г. Дослідження шляхів підвищення ефективності віброрешітних сепараторів зерна і насіння. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2004. № 3. С. 61–63.
 150. Котов Б. І., Степаненко С. П., Пастушенко М. Г. Технологічні аспекти сепарації зерна у вертикальному каналі [Текст]. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: *Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник*. 2016. № 46. С. 154–159.
 151. Shearer S. A., Mcneill S. G., Watkins, G. A., Higgins S. F. Grain Drill Calibration Procedures for Winter Wheat. In *Agricultural Engineering Extension Publications*. 2000. 12. https://uknowledge.uky.edu/aen_reports/12
 152. Enayatgholizadeh M. R., Bakhshandeh A. M., Dehghan Shoar M., Ghaine M. H., Alami Saeid K. H., Sharafizadeh M. Effect of source and seed size on yield component of corn S.C704 in Khuzestan. In *African*

- journal Biotechnology*, 2012. Vol.11(12). P. 2938–2944.
DOI: 10.5897/AJB11.2720
153. Morais J. P. S. , Rosa M. F. , M.S.M. de Souza Filho, Nascimento, D. M. do Nascimento L. D. , Ribeiro A. C., Extraction and characterization of nanocellulose structures from raw cotton linter. *Carbohydrate Polymers*, № 91, 2013, P. 229–235. Doi: 10.1016/j.carbpol.2012.08.010.
 154. Kaliniewicz Z., Tylek P. Aspects of the Process of Sorting European Black Pine Seeds. In *Forests*, 2019. Vol. 10. P. 966. DOI:10.3390/f10110966
 155. Bratoev K. Study of the grain mixtures separation process by using of surface mechanical separators – PART I. In *International scientific journal "Mechanization in agriculture"*, 2014. Vol. 60. P. 16–17.
 156. Yan J., Liu C., Zhao L. Dynamic characteristics of vibrating screen with determinate structure and statistically indeterminate structure. *Applied Mechanics and Materials*, 2010. Vol. 34-35. P. 1850–1854.
 157. Găgeanu P. Study on corn seeds sorting, Doctoral Thesis, UPB-ISB, 2001. 185 p.
 158. Ciobanu V. G., Vişan A. L., Păun A, Nedelcu A. Comparative study regarding seed sorting equipment and the importance of implementing smart systems within the working process. *JoKULL Journal*, 2015. Vol. 64. No. 9. P. 91–100.
 159. Căsandroi T. Primary processing and agricultural products storing, lithographed course. *Politehnica University of Bucharest*, 1993. 176 p.
 160. Brăcăescu C., Găgeanu I., Popescu S., Kemal C. S. Researches concerning impurities separation process from mass of cereal seeds using vibrating sieves in air flow currents, in Proceedings of 5th International Scientific Conference “Engineering for rural development 2016” Jelgava, Letonia , P. 364–370.
 161. Некрасов. А. В. Совершенствование процесса гравитационной классификации зернистых смесей и расширение области применения

- гравитационных сепараторов: дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2001. 241 с.
162. Ямпиров С. С. Технологическое и техническое обеспечение ресурсо-энергосберегающих процессов очистки и сортирования зерна и семян. Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2003. 262 с.
 163. Гортинский В. В., Демский А. Б., Борискин М. А. Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях. Москва: Колос, 1980. 304 с.
 164. Заика П. М. Динамика вибрационных зерноочистительных машин. Москва: Машиностроение, 1977. 287 с.
 165. Nicholas A., Krueger Carl J., Bern Manjit K., Misra K. M., Adam Gravity Table Sorting of Commodity Corn. *Applied Engineering in Agriculture*, 2007. Vol. 2. P. 319–325. DOI:10.13031/2013.22674.
 166. Ялпачик Ф. Ю., Шпиганович Т. О., Хомутіна Н.М. Визначення суттєвих факторів гравітаційної сепарації зерна методом Дельфи. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь: ТДАТУ. 2011. № 11, Т.6. С. 38–44. <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/906>.
 167. Єрмак В. П., Богданов Є. В., Ільченко Ф. Ф. Класифікація засобів сепарації та конструкцій машин для відбору насіння з високими посівними властивостями. *Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету*. Луганськ: ЛНАУ, 2012. С. 127–132.
 168. Choszcz D. J, Reszczyński P. S, Kolankowska E., Konopka S., Lipiński A. The Effect of Selected Factors on Separation Efficiency in a Pneumatic Conical Separator Sustainability 2020, 12, 3051. DOI:10.3390/su12073051
 169. Roz, M.; Rinaudo, C.; Rossanigo, P.; Polati, S.; Gennaro, M.C. Gravitational Grain Size Separation of Contaminated Ground: Potential and Limits. *Appl. Clay Sci.* 2006, Vol. 31, P.85–89.

170. Panasiewicz, M.; Sobczak, P.; Mazur, J.; Zawiślak, K.; Andrejko, D. The Technique and Analysis of the Process of Separation and Cleaning Grain Materials. *J. Food Eng.* 2012, Vol. 109, P. 603–608. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2011.10.010.
171. Gorial B. Y., O'Callaghan J. R. Aerodynamic properties of grain/straw materials. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 1990. Vol: 46, P. 275-290.
172. Choszcz D. J., Reszczyński P. S., Kolankowska E., Konopka S., Lipiński A. The Effect of Selected Factors on Separation Efficiency in a Pneumatic Conical Separator. *Sustainability*, 2020, 12, P. 3051. Doi:10.3390/su12073051.
173. Eissa A. A., Physical and aerodynamic properties of flaxseeds for proper separation by using airstream. *Journal of Food Process Engineering*, 2011. Vol. 34. P. 983–1012. Doi.org/10.1111/j.1745-4530.2009.00526.x
174. Швидя В. О. Теоретичне дослідження аеродинамічного процесу сепарації зерна. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь: ТДАТУ, 2010. № 10. Т. 5. С. 56 – 63.
175. Ozguven, F., Vursavus, K. Some physical, mechanical and aerodynamic properties of pine (*Pinus pinea*) nuts. *Journal of Food Engineering*, 2006. Vol. 68, P. 191–196,. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2006.03.010
176. Khoshtaghaza M. H., Mehdizadeh R. Aerodynamic property of wheat kernel and straw materials. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*, 2006. Vol. VIII, 10 p.
177. Selvi C. S., Pinar Y., Yesiloglu E. Some physical properties of linseed. *Biosystems Engineering*, 2006. Vol. 95. P. 607–612. DOI:10.1016/j.biosystemseng.2006.08.008
178. Afonso Jr. P. C., Correa P. C., Pinto F. A. C., Queiroz D. M., Aerodynamic properties of coffee cherries and beans. *Biosys. Eng.*, 2007. Vol. 98. P. 39–46.
179. Gupta R. K., Arora G., Sharma R. 2007. Aerodynamic properties of sunflower seed (*Helianthus annuus* L.). *J. Food Eng.*, 2007. Vol.79. P. 899–904.

180. Jha S. N., Kachru R. P. Physical and aerodynamic properties of makhana. *J. Food Proces. Eng.*, 2007. Vol. 21. P. 301–316. Doi.org/10.1111/j.1745-4530.1998.tb00455.x.
181. Khoshtaghaza M. H., Mehdizadeh R. 2006. Aerodynamic properties of wheat kernel and straw materials. *Agric. Eng. Int., CIGR Ejournal*, 2006. Vol. 8. P. 1–10.
182. Matouk A. M., Abd El-latif S. M., Tharwat A. Aerodynamic and mechanical properties of some oil crops. *J. Agric. Sci. Mansoura Univ.*, 2008. Vol. 33(6). P. 4195–4211.
183. Matouk A. M., El-Kholy M. M., Hamam A. S., Ewis T. R. Aerodynamic characteristics for different varieties of some cereal crops. *J. Agric. Eng. Res.*, 2005. Vol. 22(3). P. 1086–1102.
184. Shahbazi F. Aerodynamic properties of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) seed for separation from canola. *J. Sci. Food Agric.*, 2013. Vol. 93. P. 1466–1470. DOI: 10.1002 / jsfa.5916.
185. Zewdu A. D., Aerodynamic properties of tef grain and straw material. *Biosys. Eng.*, 2007. Vol. 98. P. 304–309. DOI:10.1016/j.biosystemseng.2007.08.003.
186. Кирпа М. Я., Скотар С. О., Ковальов Д.В. Моделювання процесу та параметрів аеросепарації сумішей насіння гібридів кукурудзи. *Селекція і насінництво*. Харків, 2020, № 117. С. 178–186.
187. Кирпа М. Я., Скотар С. О., Ковальов Д.В. Двостадійний метод сепарування насіння гібридів кукурудзи на фракції. *Аграрна наука – виробництво*. Київ, 2020. №2(92). С. 21.
188. Овчаров К. Е. Физиологические основы всхожести семян. Москва: Наука, 1969. 280 с.
189. Кулешов Н. Н. Агрономическое семеноведение. Москва: Сельхозгиз, 1963. 304 с.
190. Калюжный А. И., Литвиненко Е. Л., Гладыш В. П. Всхожесть семян кукурузы и их урожайность. *Селекция и семеноводство: республ. межвед. темат. науч. сб.* Киев: Урожай, 1981. № 47. С. 70–74.

191. Гриценко В. В., Калошина З. М. Семеноведение полевых культур. Москва: Колос, 1972. 216 с.
192. Асмолов С. П. Зависимость полевой всхожести семян кукурузы от их качества в условиях северной степи УССР: дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09. Днепропетровск, 1987. 191 с.
193. Гуйда Н. И. Исследование посевных и урожайных качеств семян кукурузы различных фракций заводской калибровки, классов по всхожести и норм высева при непрерывном возделывании кукурузы: дис. ... канд. с.-х. наук. Днепропетровск, 1963. 180 с.
194. Кирпа М. Я., Скотар С. О., Остапенко Л. І. Способи передпосівної обробки насіння та його якість на прикладі гібрида кукурудзи Дніпровський 337 МВ. *Бюл. Інституту зернового господарства*. Дніпропетровськ, 2006. № 28–29. С. 20–25.
195. Трегубенко М. Я. Посевные и урожайные качества семян различных фракций при калибровке кукурузы *Бюл. Всесоюзного научно-исследовательского института кукурузы*. Днепропетровск, 1957. № 1(3). С. 8–14.
196. Кизилова Е. Г. О причинах относительной биологической выравненности калиброванных семян кукурузы и потомства, развившегося из этих семян. *Вопросы растениеводства : труды Укр. НИИ РСиГ*. Харьков, 1962. Т. 7. С. 163–170.
197. Кизилова Е. Г. О соотношении веса эндосперма и зародыша у семян кукурузы разной крупности и их начальной силе роста. *Вопросы семеноводства, семеноведения и контрольно-семенного дела*. Киев: Урожай, 1964. С. 235–237.
198. Фаюстов И. Г. Биологические и урожайные качества семян кукурузы в зависимости от их крупности и места образования: дис. ... канд. с.-х. наук: Днепропетровск, 1963. 182 с.
199. Калюжный А. И., Гладыш В. П. Маса семян и урожай. *Селекционно-генетические и агрофизические методы улучшения технологических*

- качеств и посевных свойств кукурузы и пшеницы: сб. ст. Днепропетровск, 1978. С. 48–52.
200. Кучерявая М. И., Османова Р. О. Роль абсолютного веса зерна в величине и качестве урожая. *Вопросы растениеводства*: Институт растениеводства, селекции и генетики им. В. Я. Юрьева. Харьков, 1962. Т. 7. С. 77–86
 201. Черчель В. Ю., Марочко В. А. Фізико-механічні властивості зерна гібридів кукурудзи з різною консистенцією ендосперму. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. Дніпропетровськ, 2006. № 28-29. С. 31–34.
 202. Рак Ф. К. Зависимость урожая озимой пшеницы от крупности семян. сб. статей Биологические основы повышения урожаев кукурузы и других полевых культур в северной Степи УССР. Днепропетровск, 1976. С. 107–110.
 203. Дзюбецький Б. В., Черчель В. Ю., Кирпа М. Я., Алдошин А. В., Сатарова Т. М., Черенков А. В., Ляшенко Н. О., Боденко Н. А. Насінництво кукурудзи. Київ: Аграрна наука, 2019. 200 с.
 204. Ткаліч І. Д., Гирка А. Д., Бочевар О. В., Ткаліч Ю. І. Агротехнічні заходи підвищення урожайності насіння соняшника в умовах Степу України. *Зернові культури*. Дніпро, 2018. Т. 2. №1. С. 44–52.
 205. Кирпа М. Я., Ковальов Д. В. Особливості проростання насіння гібридів кукурудзи залежно від його крупності. *Зернові культури*. Дніпро. 2020. Т. 4. № 1. С. 46–52
 206. Heydecker W., Higgins J., Gulliver R. L. Accelerated germination by osmotic seed treatment. *Nature*, 1973. Vol. 246, №. 5427, P. 42–44.
 207. Finch-Savage W. E., Dent K. C., Clark L. J. Soak conditions and temperature following sowing influence the response of maize (*Zea mays* L.) seeds to on-farm priming (pre-sowing seed soak). *Field Crops Research*, 2004. Vol. 90, № 2-3, P. 361–374.

208. Bradford K. J. Water relations in seed germination. In *Seed Development and Germination* / Eds. Kigel J., Galili G., Marcel Dekker, New York, NY, USA, 1995. P. 351–396.
209. Гродзинский А. М., Гродзинский Д. М. Краткий справочник по физиологии растений. 2-е изд., испр. и доп. Киев: Наукова думка, 1973. 591 с.
210. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 2004-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
211. Kandasamy S., Weerasuriya N., Gritsiouk D., Patterson G., Saldias S., Ali S., Lazarovits G. Size Variability in Seed Lot Impact Seed Nutritional Balance, Seedling Vigor, Microbial Composition and Plant Performance of Common Corn Hybrids. In *Agronomy*, 2020. Vol.10, P. 157.
212. Panasiewicz K., Koziara W., Sulewska H. Parameters of vigor tests depending on seed size of some grain cereals. *Fragmenta Agronomica*, 2008. Vol, 1 (97). P. 297–306.
213. Enayatgholizadeh M. R., Bakhshandeh A. M., Gharineh M. H., Alami saeid K.h., Dehghan shoar M., Sharafizadeh M. The Study of Seed Source on The S.C704 Corn Seedling Characteristics In Laboratory Conditions Using The Cold Test. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2011. Vol. 5(12). P. 557–563.
214. Marcos Filho J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. *Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)*. 2015. Vol. 72, №.4. P. 363–374. DOI: 10.1590/0103-9016-2015-0007.
215. Woltz J. M., TeKrony D. M., Egli D. B., Vincelli P. Corn Cold Test Germination as Influenced by Soil Moisture, Temperature, and Pathogens. *Seed Technology*, 1998. Vol. 20. No. 1. P. 56–70.
216. Спосіб визначення схожості насіння кукурудзи: пат. 86727, Україна. МПК (2006.01) A01C 1/02; заявник і власник патенту Державна установа

- Інститут сільського господарства степової зони НААН України. № U2013 08287; заявл. 01.07.2013; опубл. 10.01.2014, Бюл. №1.
217. Кирпа М. Я., Пащенко Н. О., Стюрко М. О. Метод визначення придатності насіння кукурудзи для сівби. *Аграрна наука-виробництво: науково-інформ. бюл. завершених наукових розробок*. Київ, 2013. №4. С. 20.
 218. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 2004-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
 219. Кирпа М. Я., Пащенко Н. О. Методи визначення схожості різноякісного насіння кукурудзи. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*, 2003. № 20. С. 60–62.
 220. Кирпа М. Я., Стюрко М. О. Схожість насіння кукурудзи і методи її визначення. *Селекція і насінництво: Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Харків, 2012. № 102. С. 135–143.
 221. Стаценко А. П. Модифицированный метод оценки всхожести семян кукурузы. *Кукуруза и сорго*, 2000. № 4. С. 9–10.
 222. Насінництво й насіннезнавство зернових культур/ за ред. Кіндрука М. О. Київ: Аграрна наука, 2003. 238 с.
 223. Гриценко В. В., Калошина З. М. Семеноведение полевых культур. Москва: Колос, 1976. 253 с.
 224. Семеноводство зерновых, кормовых и масличных культур/ под ред. Н. Н. Макрушина. Киев: Урожай, 1984. 193 с.
 225. Жемела Г. П. Добрива, урожай і якість зерна. Київ: Урожай, 1991. 135 с.
 226. Максименко Л. Д., Калашникова К. В., Абдуразаков А. А. Агротехника, урожай, качество. *Зерновое хозяйство*. 1984. № 7. С. 9.
 227. Паламарчук В. Д., Мазур В. А., Зозуля О. Л. Кукурудза. Селекція та вирощування гібридів: монографія. Вінниця, 2009. 200 с.
 228. Кирпа М. Я. Оптимізація процесів обробляння і зберігання насіння кукурудзи та методи поліпшення його якостей : дис. ... доктора с.-г. наук : 06.01.14. Дніпропетровськ, 2007. 410 с.

229. Кирпа М. Я., Пащенко Н. О. Ознаки та показники якості насіння гібридів кукурудзи. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2011. №. 40. С. 14–19.
230. Ilbi H. Kavak S., Eser B. Cool germination test can be an alternative vigour test for maize. In *Seed Science and Technology*. 2009. Vol. 37, P. 516–519.
231. Овчаров К. Е., Кизилова Е. Г. Разнокачественность и продуктивность растений. Москва: Колос, 1966. 160 с.
232. Ткаліч І. Д., Мамчук О. Л., Морщацький А. А. Вплив крупності та глибини заробки насіння соняшнику в ґрунт на його врожайність. *Хранение и переработка зерна*. 2008. № 1 (103). С. 10–12.
233. Буткевич В. В. Приемы и условия улучшения посевного материала. Москва: Сельхозгиз, 1959. 351 с.
234. Кузьмина Н. П. Зерно. Москва: Колос, 1969. 368 с.
235. Трисвятский Л. А. Товароведение зерна и продуктов его переработки. Москва: Колос, 1965. 487 с.
236. Фаюстов И. Г. Биологические и урожайные качества семян кукурузы в зависимости от их зрелости, крупности и места образования: дис. ... канд. с.-х. наук. Днепропетровск, 1963. 182 с.
237. Кучумов П. В. Использование крупной фракции семян зерновых культур для повышения урожайности. *Селекция и семеноводство зерновых культур*: сб. научн. работ за 1946–1950 / под ред. В. Я. Юрьева Москва: Сельхозгиз, 1953. С. 58–66.
238. Кизилова Е. Г. Изучение прорастания семян кукурузы в период посев – всходы для обоснования приемов получения своевременных, дружных всходов: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Харьков, 1961. 20 с.
239. Алёхин Н. В. Влияние сортирования семян на урожай и качество урожайного зерна. *Механизация и электрификация сельского хозяйства. Геодезия*: доклады научн. конф. ТСХА / под ред. В. Е. Егорова. Москва, 1959. № 44. С. 69–76.
240. Стебут А. И. Сортоводство (Селекция с.-х. растений). *сб. статей по сортоведению и семенному делу*. Саратов, 1911. 220 с.

241. Кулжинский С. П. Зернобобовые культуры. Москва: Сельхозгиз, 1948. 296 с.
242. Boe A. Seed size studies on some variability of soybeans. *Agron. Sci.*, 2003. Vol. 11. № 2. P. 89–96.
243. Юрьев В. Я. Общая селекция и семеноводство полевых культур: для агр. фак. / под ред. чл. акад. наук УССР проф. В. Я. Юрьева. – 3-е перераб. изд.. Москва: Сельхозгиз, 1958. 344 с.
244. Гуляев Г. В., Дубинин А.П. Селекция и семеноводство полевых культур с основами генетики. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Колос, 1980. 375 с.
245. Kara B. Effect of Seed Size and Shape on Grain Yield and Some Ear Characteristics of Maize. In *Research on Crops*, 2011. Vol.12 (3), P. 680–685.
246. Morrison M. J., Xue A. G. The influence of seed size on soybean yield in short-season regions. *Canadian Journal of Plant Science*, 2007. Vol. 87. №.1, P. 89–91. DOI: abs/10.4141/P05-209.
247. Sleibi, A. T. Effect of grain size and shape on some characteristics of the development of young stage corn. In *Eurasia J Biosci*, 2020. Vol. 14, P. 659–663.
248. Graven L. M., CARTER P. R. Seed Size/Shape and Tillage System Effect on Corn Growth and Grain Yield. In *Journal of Production Agriculture*, 1990. Vol. 3. №. 4, P. 445–452.
249. Chaudhry A. U., Ullah I. M. Influence of seed size on yield, yield components and quality of three maize genotypes. *Journal of Biological Sciences*, 2001. Vol. 1(3). P. 150–151. DOI: 10.3923/jbs.2001.150.151.
250. Sulewska H., Śmiatacz K., Szymańska G., Panasiewicz K., Bandurska H. Głowicka-Wołoszyn R. Seed size effect on yield quantity and quality of maize (*Zea mays* L.) cultivated in South East Baltic region. In *Zemdirbyste-Agriculture*, 2014. Vol. 101(1), P. 35–40. DOI: 10.13080/z-a.2014.101.005.
251. Kyrpa M., Kovalov D., Skotar S., Bazilieva Y., Lupitko, O. Seed harvesting properties of corn hybrids under two-stage separation, *Agriculture (Pol'nohospodárstvo)*, 2020. Vol. 66, №. 3, P. 118–127. DOI:10.2478/agri-2020-0011.