

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 – Агронімія. – 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, насіннєзнавства 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.

Набуло 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 насіниною.

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 в 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 ширини 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.

Заключну оцінку способів сепарування насіння різних гібридів кукурудзи здійснено у польових дослідах. 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 deeds. 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, у 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. Том 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: <https://doi.org/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. м. 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).