

ДЕРЖАВНА УСТАНОВА ІНСТИТУТ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

КУЛИК ВІКТОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 633.15:631.563.2/.561/.562:581.14

ДИСЕРТАЦІЯ
ВПЛИВ СПОСОБІВ СУШІННЯ ТА ОБРОБКИ НА ЯКІСТЬ НАСІННЯ
ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

06.01.05 – селекція і насінництво
(сільськогосподарські науки)

Подається на здобуття ступеня кандидата
сільськогосподарських наук

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

_____ Кулик В. О.

Науковий керівник: Кирпа Микола Якович
доктор сільськогосподарських наук, професор

Дніпро – 2021

АНОТАЦІЯ

Кулик В. О. Вплив способів сушіння та обробки на якість насіння гібридів кукурудзи. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.05 – селекція і насінництво (201 – агрономія). – Державна установа Інститут зернових культур НААН України, Дніпро, 2021.

Дисертація присвячена вирішенню важливого науково-практичного завдання, що полягає у визначенні впливу різних способів сушіння, зокрема нового енергоощадного, та післязбиральної обробки на якість насіння гібридів кукурудзи і їх батьківських компонентів.

Актуальність теми полягає у виявленні впливу різних способів сушіння, у тому числі енергоощадного, на посівні та врожайні властивості насіння гібридів кукурудзи і їх батьківських компонентів. Також актуальним є встановлення післядії способів сушіння у подальших технологічних операціях (обмолот качанів, сепарування насіння). Розробка й впровадження нових способів післязбиральної обробки та сушіння дозволить підвищити ефективність насінництва кукурудзи та забезпечити виробництво високоякісного посівного матеріалу вітчизняних гібридів кукурудзи, конкурентоспроможного в умовах сучасних ринкових відносин.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у вирішенні важливого наукового завдання щодо розроблення нових способів сушіння та їх впливу на якість насіння гібридів кукурудзи.

Уперше встановлено: закономірності нового енергоощадного способу сушіння насіння кукурудзи з використанням альтернативних видів палива в камерних кукурудзосушарках типу СКП; техніко-технологічні показники енергоощадного сушіння (температуру, відносну вологість, об'єм теплоносія) залежно від збиральної вологості насіння; вплив нового способу на посівні та врожайні властивості насіння гібридів кукурудзи і їх

батьківських компонентів; післядію способів сушіння у процесах обмолоту качанів та сепарування насіння.

Удосконалено: методи контролю якості насіння гібридів кукурудзи і їх батьківських компонентів у процесах їх післязбиральної обробки; техніко-технологічний режим теплогенератора для спалювання біомаси і оптимізації температури теплоносія.

Набула подальшого розвитку технологія сушіння насіння кукурудзи у сушарках камерного типу.

Робота включає проведення лабораторних польових та експериментально-виробничих дослідів, які включають визначення показників якості насіння і техніко-технологічні параметри сушарки.

У результаті виконання дисертаційної роботи отримано результати, які мають наукову новизну та практичне значення у галузях селекції і насінництва кукурудзи.

Висвітлено та охарактеризовано результати досліджень вітчизняних і зарубіжних авторів стосовно теоретичних основ сушіння насіння кукурудзи в качанах та методів енергозаощадження.

Аналіз наукової літератури свідчить, що всі відомі прийоми енергозаощадження були спрямовані лише на техніко-технологічну модернізацію камерних зерносушарок без заміни виду палива. Принципово іншим напрямом економії енергоматеріалів є використання рослинних видів палива (стрижні кукурудзи, солома, соняшникове лушпиння, щепи, пелети) та створення теплогенераторів для їх спалювання.

Об'єктом досліджень слугувало насіння кукурудзи селекції ДУ Інститут зернових культур НААН України різних груп стиглості: гібриди – Оржиця 237 МВ, ДН Зоряна, ДН Хортиця, ДБ Хотин, ДН Акватор, ДН Пивиха; батьківські компоненти – Крос 307М стерильна, Крос 267 С стерильна, Крос 254М, Крос 255М, Крос 266С, Крос 222С стерильна, Крос 260М, ДК 3070МВ, ДК281СВ, ДК7723МСВ, ДК365СВЗМ, ДК744СВЗМ.

Сушіння качанів кукурудзи досліджуваних гібридів і самозапилених ліній проводили на експериментальному комплексі, що складається з камерної кукурудзосушарки СКП-10, яку обладнано системою реверсування (зміни напрямку) теплоносія, та теплогенератора ТПГ-1/25.

Температурний режим нового способу був оптимальним змінювався від 38 °С до 43 °С, залежно від вологості качанів, а саме знижувався на початку сушіння, підвищувався – наприкінці. Зміна температури відбувалась також залежно від напрямку руху робочого теплоносія, тобто вона була різною в коридорах сушарки. Вперше зафіксовано для сушарки цього типу різницю температур між верхнім та нижнім коридорами сушарки, вона змінювалась в межах 8–10 °С на початку сушіння та 2–3 °С наприкінці.

Вентиляційний режим у сушарці складався залежно від режиму доступу повітря до паливно-вентиляційного відділення та від кількості задіяних вентиляторів. За повного доступу повітря до двох вентиляторів питома витрата теплоносія складалась на рівні 1393 м³/год. на 1т качанів, що відповідає нормі, встановленій для гібридів та самозапилених ліній кукурудзи (800–1000 м³/год.).

Вперше виявлено, що за енергоощадного сушіння відносна вологість робочого теплоносія була у межах 12–15 %, тому складався більш м'який температурний режим, що дуже важливо для сушіння термолабільних матеріалів. Як правило, низька відносна вологість відпрацьованого теплоносія досягалась наприкінці сушіння.

Встановлено, що на швидкість сушіння качанів кукурудзи впливає декілька чинників, зокрема збиральна вологість качанів, наявність в масі качанів самообрушу, розмір качана, вміст у ньому стрижня, тип зернівки. Досліди з енергоощадного сушіння проводили з гібридами та батьківськими формами кукурудзи, які мали збиральну вологість 21,8–37,3 %, а наприкінці сушіння 10,1–13,9 %. Тривалість сушіння складала 28–88 год. залежно від вологості зерна. Залежно від цих показників швидкість сушіння змінювалась в межах від 0,16 %/год. до 0,39 %/год.

Іншим показником, який характеризує ефективність різних способів сушіння є продуктивність однієї камери кукурудзосушарки. В дослідях виявлено, що продуктивність однієї камери складала 1,2–6,0 т-%/год. Висока продуктивність камери при сушінні лінії ДК365СВЗМ обумовлена її рекомендованою завантаженістю, близькою до норми та оптимальною вологістю наприкінці, яка складала 12,1 %.

Вперше встановлено вплив різних способів сушіння на посівні якості насіння гібридів кукурудзи та батьківських компонентів залежно від їх збиральної вологості. При вологості 16,0–30,5 % та сушінні до вологості 8,4–14,0 % отримано кондиційне за схожістю насіння гібридів (лабораторна схожість 92 % і вище). Насіння батьківських компонентів гібридів також зберігало високу енергію проростання і схожість за винятком самозапиленої лінії ДК365СВЗМ після термічного сушіння. За способами вентилявання та термічного сушіння насіння цієї лінії знижувало енергію проростання і схожість, що свідчить про її індивідуальну сортову термостійкість. Встановлені закономірності за стандартним методом пророщування підтверджуються методом холодного пророщування. Виявлено, що після енергоощадного способу сушіння схожість насіння була на рівні тієї, яка складалась після вентилявання, тобто за цих способів вологовіддача була повільною, а теплове ушкодження (тріщинуватість) – найменшим. Порівняно із швидким термічним сушінням схожість насіння була вищою на 2–7 % за методом стандартного пророщування та на 3–10 % – після холодного пророщування.

Вперше встановлено, що після сушіння в режимі вентилявання та енергоощадного сушіння тріщинуватість насіння була мінімальною – 1–7 %, після швидкого термічного способу – 15–27 %.

Заключну оцінку різних способів сушіння здійснювали у польових дослідях. Польова схожість насіння гібридів кукурудзи після сушіння енергоощадним способом була на високому рівні і складала 81–92 %, самозапилених ліній – 69–87 %. Виявлено тенденцію до підвищення польової

схожості на 2–7 % в результаті енергоощадного способу сушіння порівняно з іншими способами. Взагалі, найвищу польову схожість мав гібрид ДН Хортиця.

Виходячи із рекомендацій у польових дослідах формували оптимальну густоту стояння рослин, необхідну для збирання кожного гібрида. При цьому значно вплинула на густоту стояння рослин польова схожість насіння. Взагалі передзбиральна густота становила 45,9–57,7 тис./га залежно від гібридів, самозапиленої лінії – 46,5–53,6 тис./га, що відповідає агротехнічним вимогам.

Врожайність визначали на ділянках, де підраховували польову схожість насіння. Не виявлено впливу способів сушіння на врожайність насіння гібридів та батьківських компонентів кукурудзи за виключенням гібрида Оржиця 237 МВ та самозапиленої лінії ДК365СВЗМ. Найбільша врожайність цього гібрида була за енергоощадного сушіння качанів і підвищувалась на 0,53–0,63 т/га порівняно з вентиляванням та термічним сушінням.

Важливе місце в післязбиральній обробці насіння кукурудзи, окрім сушіння, мають обмолот качанів та сортування-калібрування посівного матеріалу. Як свідчать досліди, проведені на кукурудзообробних заводах, особливо важливою є операція обмолоту качанів, оскільки вона значним чином впливає на травмованість, схожість і силу росту насіння. При цьому складаються два види травмованості – макротравми (порушення цілісності насінини) та мікротравми (насіння ціле, але з внутрішніми тріщинами). Тому нами досліджувались режими обмолоту качанів за різних обертів молотильного барабану – 380, 500, 630, 675 обертів за хвилину. Встановлено, що при обертах більш як 600 за хвилину відбувається значне травмування насінини – загальна травмованість складає 16–20 %, з них мікротравми становлять 13–15 %, а макротравми – 3–5 %.

Вперше визначено дію фактора нового енергоощадного способу сушіння на якість насіння в процесі обмолоту качанів, очищення, сортування,

та калібрування на окремі посівні фракції.

Нами встановлено важливі закономірності, щодо формування якості насіння гібридів кукурудзи у процесі їх обробки. По-перше, після обмолоту качанів схожість насіння знижувалась на 4–5 % (за стандартним методом), на 6–12 % (холодне пророщування) та на 9–12 % (польова). Отже обмолот за рекомендованих режимів призводив до погіршення якості насіння, у першу чергу, внаслідок його механічного травмування. По-друге, через технологічну операцію, що включала сортування і калібрування, схожість підвищувалась, порівняно з попереднім обмолотом качанів, за рахунок відбору легкого, неповноцінного, дрібного насіння. Підвищення схожості, особливо крупніших фракцій (перша та друга), відбувалось до показників встановлених після енергоощадного сушіння.

Також після обмолоту при підвищених обертах молотильного барабану (більш як 600 за хвилину) спостерігається значне зниження врожайності насіння, що становило 0,28–1,03 т/га, залежно від гібридів та порівняно із операцією енергоощадного сушіння. Проте після сортування-калібрування врожайність була на рівні контролю, але тільки від першої і другої фракції. Насіння третьої та четвертої фракції достовірно знижувало врожайність на 0,73–1,74 т/га порівняно із енергоощадним сушінням.

Рівень викидів шкідливих речовин – закису азоту (N_2O), діоксиду сірки (SO_2), діоксиду азоту (NO_2), оксиду вуглецю (CO), а також зважених твердих частинок після енергоощадного сушіння не перевищує допустимих норм, встановлених чинними технологічними вимогами.

При впровадженні нового способу сушіння та виробничих випробуваннях енергоощадного комплексу встановлено його значну перевагу порівняно з традиційним способом, що включав паливо рідке та газоподібне. Наприклад, загальні грошові витрати на сушіння качанів кукурудзи за використання різних видів палива складають для дизельного – 933 грн/т, газоподібного – 620 грн/т, стрижнів кукурудзи – 313 грн/т, при цьому вартість однієї тонни стрижнів становила 600 грн.

Ключові слова: гібриди кукурудзи, сушарка камерна, теплогенератор, параметри сушіння, способи обробки, якість насіння, енергозощадження.

SUMMARY

Kulyk V.O. Influence of drying and processing methods on corn hybrids seed quality. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

A thesis to obtain a scientific degree of the candidate of agricultural sciences on a specialty 06.01.05 – selection and seed production (201 – agronomy). – State Enterprise Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine, Dnipro, 2021.

The thesis is devoted to the solution of an important scientific and practical task, which is to determine the influence of different drying methods, in particular of a new energy-saving one, and post-harvest treatment on the quality of corn hybrids seeds and their parent components.

The relevance of the topic is in identifying the impact of different drying methods, including energy-saving, on the sowing and yield properties of corn hybrids seeds and their parent components. It is also important to establish the aftereffects of drying methods in subsequent technological operations (cob threshing, separation of seeds). The development and implementation of new methods of post-harvest processing and drying will allow to increase the efficiency of corn seed production and to ensure the production of high-quality sowing material of domestic corn hybrids that is competitive in modern seeds market.

The scientific novelty of the obtained results is in solving an important scientific task – the development of new drying methods and their impact on the quality of corn hybrids seeds.

For the first time the following was established: regularities of a new energy-saving method of corn seeds drying with the use of alternative fuels in chamber corn dryers of the CKII type; technical and technological indicators of energy-saving drying (temperature, relative humidity, heat carrier quantity) depending on collecting humidity of seeds; the influence of the new method on the

sowing and yield properties of corn hybrids seeds and their parent components; aftereffect of drying methods in the processes of cob threshing and seed separation.

The following was improved: methods of quality control of corn hybrids seeds and their parent components in the processes of their post-harvest processing; technical and technological mode of the heat generator for biomass combustion and optimization of the heat carrier temperature.

The technology of corn seeds drying in chamber-type dryers has been further developed.

The work includes laboratory field and experimental-production experiments, among them determination of seed quality indicators and technical and technological parameters of the dryer.

Completion of dissertation work allowed to obtain the results that have scientific novelty and practical significance in the fields of selection and corn seed production.

We covered and characterized the results of domestic and foreign authors research concerning theoretical bases of corn seeds drying in cobs and methods of energy saving.

The scientific literature analysis shows that all known methods of energy saving were aimed only at the technical and technological modernization of chamber grain dryers without changing the type of fuel. A fundamentally different area of energy saving is the use of biomass fuels (corn cores, straw, sunflower husks, wood chips, pellets) and the creation of heat generators for their combustion.

The object of research was different maturity groups corn seeds selected at the Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine: hybrids – Orzhytsia 237 MV, DN Zoryana, DN Khortytsia, DB Khotin, DN Akvozor, DN Pyvykha; parental components – Cross 307M sterile, Cross 267 C sterile, Cross 254M, Cross 255M, Cross 266C, Cross 222C sterile, Cross 260M, DK 3070MV, DK281CV, DK772ZMCV, DK365CVZM, DK744CVZM.

Drying of corn cobs of the studied hybrids and self-pollinated lines was performed on an experimental unit consisting of a chamber corn dryer CKП-10, which is equipped with a heat carrier reversing system (change of direction), and a heat generator ТПГ-1/25.

The temperature regime of the new method was optimal and varied from 38 °C to 43 °C, depending on the cobs humidity, namely, decreased at the beginning of drying, increased – at the end. The temperature change also occurred depending on the movement direction of the working heat carrier, i.e. it was different in the dryer corridors. For the first time, a temperature difference between the dryer's upper and lower corridors was recorded for this type of dryer, it varied within 8–10 °C at the beginning of drying and 2–3 °C at the end.

The ventilation mode in the dryer consisted depending on the mode of air access to the fuel and ventilation compartment and the number of fans involved. With full access of air to two fans, the specific heat carrier consumption was 1393 m³/h. per 1 ton of cobs, which corresponds to the standard set for hybrids and self-pollinated corn lines (800–1000 m³/h).

For the first time, it was found that during energy-saving drying, the relative humidity of the working heat carrier was in the range of 12–15 %, this caused a milder temperature regime, which is very important for drying thermolabile materials. As a rule, low relative humidity of the exhaust heat carrier was reached by the end of drying.

It is established that the drying speed of corn cobs is influenced by several factors, in particular the harvesting moisture of cobs, the presence of self-collapse cobs in the mass, the cob size, the presence of the rod in it, the grain type. Experiments on energy-saving drying were performed with hybrids and parent forms of corn, which had harvest moisture of 21,8–37,3 %, and at the end of drying 10,1–13,9 %. The drying time was 28–88 hours depending on grain moisture content. Depending on these indicators, the drying rate varied from 0,16 %/hour up to 0,39 %/hour.

Another indicator that characterizes the efficiency of different drying methods is the performance of one chamber of the corn dryer. The experiments showed that the productivity of one chamber was 1,2–6,0 t-%/h. The high productivity of the chamber during drying of the line DK 365 CVZM is due to its recommended load, close to the standard and the optimal humidity at the end, which was 12,1%.

For the first time, we established the influence of different drying methods on the sowing quality of corn hybrids seeds and their parent components depending on their harvest moisture. At a humidity of 16,0–30,5 % and drying to a humidity of 8,4–14,0 %, hybrids seed with conditioned germination was obtained (laboratory germination of 92 % and above). The parent components hybrids seeds also retained high germination energy and germination except for the self-pollinated line DK365CVZM after thermal drying. Depending on the methods of ventilation and thermal drying, the seeds of this line reduced the germination energy and germination, which indicates its individual varietal heat resistance. The established regularities by the standard germination method are confirmed by the cold germination method. It was found that after the energy-saving drying method the seeds germination was at the level that formed after ventilation, i.e. with these methods the moisture yield was slow, and heat damage (cracking) – the minimal. Compared to rapid thermal drying, seed germination was higher by 2–7 % by the standard germination method and by 3–10 % – after cold germination.

For the first time it was found that after drying in the ventilation mode and energy-saving drying, the seeds crack fracture was minimal – 1–7 %, after the fast thermal method – 15–27 %.

The final evaluation of different drying methods was carried out in field experiments. Field germination of the studied corn hybrids seeds after energy-saving drying was at a high level and amounted to 81–92 %, self-pollinated line – 69–87 %. There is a tendency to increase the field germination by 2–7 % as a result of energy-saving drying method compared to other methods. In general, the hybrid DN Khortytisia had the highest field germination.

Based on the recommendations the optimal plant density required for harvesting each hybrid was formed in field experiments. The field germination of seeds significantly affected the standing density of plants. In general, the pre-harvest density was 45,9–57,7 thousand/ha, depending on the hybrids, the self-pollinated line – 46,5–53,6 thousand/ha, which meets the agronomic requirements.

Yield was determined on plots where the seeds field germination was calculated. No effect of drying methods on seed yield of corn hybrids and parent components was detected, except for the hybrid Orzhytsia 237 MW and the self-pollinated line DK365CVZM. The highest yield of this hybrid was during energy-saving cobs drying and it increased by 0,53–0,63 t/ha compared to ventilation and thermal drying.

An important place in the post-harvest processing of corn seeds, in addition to drying, have the cob threshing and sorting-calibration of seed. According to experiments conducted in corn processing plants, the operation of cob threshing is especially important, because it significantly affects the injury, germination and seed growth strength. There are two types of injuries – macrotrauma (violation of the seed integrity) and microtrauma (the seed is whole, but with internal cracks). Therefore, we studied the modes of cob threshing at different speeds of the threshing drum – 380, 500, 630, 675 revolutions per minute. It is established that at speeds of more than 600 per minute there is a significant injury to the seed - the total injury is 16–20 %, of which microtrauma is 13–15 %, and macrotrauma – 3–5 %.

For the first time, the effect of the factor was determined for a new energy-saving drying method – on the seed quality in the process of cob threshing, cleaning, sorting, and calibration on individual sowing fractions.

We have established important patterns in the formation of corn hybrids seed quality in the process of their processing. First, after cob threshing, seed germination decreased by 4–5% (by the standard method), by 6–12% (cold germination) and by 9–12% (field germination).

Therefore, threshing under the recommended modes led to deterioration in the quality of seeds, primarily as a result of its mechanical injury. Secondly, due to the technological operation, which included sorting and calibration, germination increased, compared to the previous cob threshing, due to retrieval of light, defective, small seeds. The increase in germination, especially of larger fractions (first and second), occurred up to the indicators established after energy-saving drying.

Also after threshing at high speeds of the threshing drum (more than 600 per minute) there is a significant decrease in seed yield, which was 0,28–1,03 t/ha, depending on the hybrids and compared with the operation of energy-saving drying. However, after sorting and calibration, the yield was at the level of control, but only from the first and second fractions. Seeds of the third and fourth fractions significantly reduced the yield by 0,73–1,74 t/ha compared to energy-saving drying.

The level of harmful substances emissions - nitrous oxide (N_2O), sulfur dioxide (SO_2), nitrogen dioxide (NO_2), carbon monoxide (CO), as well as suspended solids – after energy-saving drying does not exceed the permissible norms established by current technological requirements.

With the introduction of a new drying method and production tests of the energy-saving unit, its significant advantage was established as compared to the traditional method with use of liquid and gaseous fuel. For example, the total cost of corn cobs drying using different types of fuel constitutes: for diesel – 933 UAH/t, gaseous – 620 UAH/t, corn cobs rods – 313 UAH/t, while the cost of one ton of rods was 600 UAH.

Key words: corn hybrids, chamber dryer, heat generator, drying parameters, processing methods, seed quality, energy saving.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Статті в наукових фахових виданнях

1. Кирпа М. Я., Кулик В. О. Енергоощадні прийоми у технологіях

сушіння насіння кукурудзи. *Бюл. Ін-ту сільськ. госп-ва степової зони НААН*. 2016. № 11. С. 82–87. (частка авторства 60 %: проведення експериментальних досліджень, обробка отриманих результатів, узагальнення даних).

2. Кирпа М. Я, **Кулик В. О.** Способи зниження тепловитрат у технологіях сушіння насіння кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2017. №5. С. 49–53. (частка авторства 70 %: проведення експериментальних досліджень, обробка отриманих результатів, узагальнення даних).

3. Кирпа М. Я., **Кулик В. О.**, Йова О. В. Енергоощадне сушіння насіння кукурудзи та його техніко-економічна ефективність. *Зернові культури*. Дніпро, 2018. Т. 2. № 2. С. 226–231. (частка авторства 60 %: проведення досліджень, обробка отриманих результатів, узагальнення даних).

4. Кирпа М. Я., **Кулик В. О.** Енергоощадне сушіння насіння кукурудзи. *Agrology*. Дніпро, 2019. Т. 2. № 2 (2). С. 86–93. (частка авторства 80 %: проведення досліджень, обробка отриманих результатів, узагальнення даних).

5. Кирпа М. Я, **Кулик В. О.** Новий енергоощадний комплекс для сушіння насіння кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2019. №. 4. С. 60–66. (частка авторства 80 %: проведення досліджень, обробка отриманих результатів, узагальнення даних).

6. Кирпа М. Я., **Кулик В. О.** Енергоощадне сушіння та його вплив на якість насіння кукурудзи. *Селекція і насінництво: міжвід. темат. наук. зб.* Харків, 2019. Вип. 115. С. 103–111. (частка авторства 60 %: проведення досліджень, обробка отриманих результатів, узагальнення даних).

Статті у наукових іноземних виданнях

7. Кирпа М., **Kulyk V.**, Kupar J., Stasiv Oleg. Influence of a New Energy-Saving Drying Method on the Quality of Corn Seeds. *American Journal of Agriculture and Forestry*. Vol. 9. No 1. 2021. P. 1–6. (частка авторства 70 %: проведення досліджень, обробка отриманих результатів, узагальнення даних).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

8. Кирпа М. Я., Кулик В. О. Стан та перспективи енергозаощадження у технологіях сушіння насіння кукурудзи. *Роль наукових досліджень в забезпеченні процесів інноваційного розвитку аграрного виробництва України*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (м. Дніпропетровськ 25–26 травня 2016 р.). Вінниця: ТОВ Нілан-ЛТД, 2016. С. 23–24.

9. Кулик В. О., Кирпа М. Я. Визначення та нормування тепловитрат у процесі сушіння насіння кукурудзи. *Наукове забезпечення інноваційного розвитку агропромислового комплексу в умовах змін клімату*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів (м. Дніпро 25–26 травня 2017 р.). Вінниця: ФОП Корзун Д. Ю., 2017. С. 40–41.

10. Кулик В.О. Прийоми енергозбереження в технології сушіння насіння кукурудзи. *Наукове забезпечення інноваційного розвитку та адаптація агропромислового виробництва в умовах трансформації клімату*: матеріали всеукр. наук.-практ. конф. 24–25 травня 2018 р. Дніпро-Полтава: РВВ ДДАЕУ, 2018. С. 87.

11. Кулик В. О. Способи зниження енерговитрат у технології сушіння насіння кукурудзи. *Екологічна наукова діяльність: в концепції сталого розвитку*: зб. статей наук.-практ. конф. з міжнародною участю (4 грудня 2018 року м. Житомир) Житомир, 2018. С.176–180.

12. Лой О. Ю., Кулик В. О. Енергоощадне сушіння та його вплив на збереження та якість насіння кукурудзи. Актуальні проблеми науково-інноваційного забезпечення виробництва зерна в контексті сучасних ринкових умов: матеріали всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів (Дніпро, 30–31 травня, 2019 р.). НААН, ДУ Інститут зернових культур. Дніпро, 2019. С. 27–28.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	18
РОЗДІЛ 1 СПОСОБИ СУШІННЯ ТА ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ СУЧАСНОГО НАСІННИЦТВА КУКУРУДЗИ (огляд наукової літератури)....	23
1.1 Особливості сушіння качанів у процесі післязбиральної обробки насіння кукурудзи	23
1.2 Тепловий баланс та коефіцієнт корисної дії камерних кукурудзосушарок	26
1.3 Способи зниження витрати палива в камерних кукурудзосушарках та їх вплив на якість насіння	32
1.2.1 Двостадійне сушіння.....	32
1.3.2 Інтенсивне сушіння.....	34
1.3.3 Рекуперація теплоносія.....	36
1.4 Теплоутворювальна здатність різних видів палива	37
1.5 Техніко-технологічні параметри обробки насіння кукурудзи..	41
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МАТЕРІАЛ.....	46
2.1 Техніко-технологічна характеристика сушарок та теплогенератора в дослідях.....	46
2.2 Методи досліджень енергоощадного комплексу	49
2.3 Лабораторні досліді	51
2.4 Польові досліді	53
2.5 Ґрунтово-кліматичні умови	55
2.6 Матеріал для досліджень	62
РОЗДІЛ 3 ПОКАЗНИКИ ТА ПАРАМЕТРИ ЕНЕРГООЩАДНОГО СПОСОБУ СУШІННЯ ГІБРИДІВ ТА САМОЗАПИЛЕНИХ ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ.....	67

3.1	Техніко-технологічні показники енергоощадного способу сушіння	68
3.2	Характеристика теплоносія в технології сушіння	74
3.3	Швидкість сушіння та продуктивність сушильної камери	75
РОЗДІЛ 4	ВПЛИВ СПОСОБІВ СУШІННЯ НА СХОЖІСТЬ І ТЕПЛОВУ ТРАВМОВАНІСТЬ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ	80
4.1	Енергія проростання і лабораторна схожість	80
4.2	Теплова тріщинуватість	85
РОЗДІЛ 5	ВПЛИВ СПОСОБІВ СУШІННЯ НА ПОЛЬОВУ СХОЖІСТЬ НАСІННЯ, РІСТ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН ТА ВРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА.....	92
5.1	Польова схожість.....	92
5.2	Ріст і розвиток рослин.....	97
5.3	Врожайність зерна.....	102
РОЗДІЛ 6	ВПЛИВ СПОСОБІВ ОБРОБКИ НА ЯКІСТЬ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ.....	109
6.1	Вплив обмолоту на лабораторну схожість та травмованість насіння.....	109
6.2	Вплив обробки на посівні та врожайні властивості насіння	110
РОЗДІЛ 7	ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ ЕНЕРГООЩАДНОГО СПОСОБУ СУШІННЯ.....	115
РОЗДІЛ 8	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕНЕРГООЩАДНОГО СПОСОБУ СУШІННЯ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ	121
8.1	Розрахунок обсягу та основних витрат в процесі сушіння	121
8.2	Розрахунок кошторису капітальних вкладень	127
ВИСНОВКИ		130
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ		134
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		135
ДОДАТКИ.....		161

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Калюжний О.І., Литвиненко К.Л., Назаренко В.С., Остапенко Л.І. Залежність врожайності кукурудзи від якості насіння. *Енергозберігаючі технології вирощування зернових культур у Степу України*. Дніпропетровськ: Пороги, 1995. С. 34–38.
2. Циков В. С. Семеноводство кукурузы в условиях рыночных отношений. *Хранение и переработка зерна*. Днепропетровск, 2001. № 15 (23). С. 31-34.
3. Жемела Г. П., Мусатов А.Г. Агротехнічні основи підвищення якості зерна. Київ: Урожай, 1989. 158 с.
4. Жемела Г. П., Шемавньов В. І., Олексик О. М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Полтава, 2003. 420 с.
5. Науменко А. И., Кирпа Н. Я. Физико-механические свойства и посевные качества семян кукурузы при разных сроках уборки. *Селекция и семеноводство*. 1982. № 8. С. 44-46.
6. Уколов В. С. Сушка кукурузы. Москва: Колос, 1964. 304 с.
7. Голик М. Г. Хранение и обработка початков и зерна кукурузы. Москва: "Колос", 1968. 335 с.
8. Козьмина Н. П. Зерно. Москва: Колос, 1969. 460 с.
9. Chauhan A. D., Seth, N., Vyas D. K., Kumar N. A review of different drying techniques of freshly harvested maize cobs. *International journal of agricultural science and research*. 2017. 7(3), P. 173-180. DOI: 10.24247/ijasrjun201721.
10. Jokiniemi H. T., Ahokas J. M. Drying process optimisation in a mixed-flow batch grain dryer. *Biosystems Engineering*. 2014. Vol. 121. P. 209-220. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2014.01.002.
11. Barrozo M. A. S., Mujumdar A., Freire J. T. Air-Drying of Seeds: A Review. *Drying Technology An International Journal*. 2014. 32(10). P.1127-1141. DOI: 10.1080/07373937.2014.915220.

12. Vitázek I., Vereš P. Drying Rate of Grain Maize. *Acta Technologica Agriculturae*. 2013. Vol. 16, No. 2. P. 31-34. DOI: <https://doi.org/10.2478/ata-2013-0008>
13. Пермяков В. Н., Масалимов И. Х., Ганеев И. Р., Ефимов А. В. Перспективная технология сушки влажного зерна кукурузы. *Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина*. 2009. № 2 (33). С. 49-51.
14. Пермяков В. Н., Масалимов И. Х., Ганеев И. Р., Ефимов А. В. Поточная технология сушки зерна кукурузы. *Техника и оборудование для села*. 2010. № 1. С. 16-17.
15. Турусов В. И., Потапов А. П., Суров В. А. Срок посева, уборки и технология сушки початков семенной кукурузы в условиях изменяющегося климата юго-востока ЦЧР. *Кукуруза и сорго*. 2017. № 3. С. 11-18.
16. Анискин В. И., Рыбарук В. А. Теория и технология сушки и временной консервации зерна активным вентилированием. Москва: Колос, 1972. 200 с.
17. Мельник Б. Е. Техничко-экономическая эффективность вентилирования зерна. Москва: Колос, 1973. 191 с.
18. Мельник Б. Е. Активное вентилирование зерна. Москва: Агропромиздат, 1986, 159 с.
19. Зюлин А. Н., Чижиков А. Г. Перспективы механизации послеуборочной обработки и хранения зерна и семян. *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2002. № 6. С. 10-14.
20. Add – on design for flexibility. *Power Farming*. 1986. V. 65. N 4. 32 p.
21. Belüftungstrocknung mit dem Kaltesatz KL-F70 senkt den Energieaufwand und sichert die Qualität. *Saat und Pflanzgut*. 1985. Bd. 26. No 7. S. 109-110.

22. Energie und Kosteneinsparung bei der Kornerfruchtkonservierung und – Lagerung durch Belüftung. Landtechnik. 1985. Bd. 40. No 2. S. 82-84.
23. McLean K. A. Drying and storing combinable crops. London: Farming Press Ltd, 1980. 28 p.
24. Mühlbauer W. Entwicklungstendenzen bei der Trocknung Kühlkonservierung und Lagerung von Getreide und Mais. Die Mühle. 1986. Bd. 123. No 5. S. 57-58.
25. Hellevang, K. Corn Drying and Storage Tips for 2011, Extension Service, Ag & Bio systems. *Engineering Dept.* 2011. P. 1-9.
26. Машура С. И. Сушка кукурузы и влияние её на всхожесть. *Сушка и хранение кукурузы (сборник материалов). Труды Института кукурузы.* Днепропетровск, 1930. Вып. 9. С. 45–49.
27. Рябов М. Е. Уборка, сушка и хранение кукурузы. Самара: ОГИЗ, 1931. 54 с.
28. Репин А. Н. Сушка кукурузы. *Труды Института кукурузно-соргового хозяйства.* Днепропетровск, 1931. Вып. 11. С. 8–13.
29. Репин А. Н. Сушка и хранение кукурузы. *Селекция и сортовое семеновое производство кукурузы.* Харків: Держсільгоспвидав, 1934. С. 260–291.
30. Агрономов Е. А. Некоторые данные по хранению влажной кукурузы. Москва: Снабтехиздат, 1932. 32 с.
31. Земцев М. Збирання, сушіння та переховування кукурудзи. Харків: Держсільгоспвидав, 1933. 40 с.
32. Гержой А. П., Самочетов В. Ф. Зерносушение. Москва: Заготиздат, 1957. 324 с.
33. Самочетов В. Ф., Джорогян Г. А. Зерносушение. Москва: Колос, 1970. 287 с.
34. Птицын С. Д. Зерносушилки. Москва: Машгиз, 1962. 180 с.
35. Теленгатор М. А., Уколов В. С., Цециновский В. М. Обработка семян зерновых культур. Москва: Колос, 1972. 271 с.

36. Теленгатор М. А., Уколов В. С., Кузьмин И. И. Обработка и хранение семян. Москва: Колос, 1980. 272 с.
37. Баум А. Е., Резчиков В. А. Сушка зерна. Москва: Колос, 1983. 223 с.
38. Яковенко В. А. Приём, хранение и обработка кукурузы. Москва: Колос, 1972. 103 с.
39. Лукьяшко А. К. Интенсификация процесса сушки семенной кукурузы в камерных сушилках. *Хранение и переработка зерна*. Москва: ЦНИИТЭИ, 1974. Вып. 2. 18 с.
40. Suleiman, R., Bern, C. J., Brumm, T. J., Rosentrater, K. A. Impact of moisture content and maize weevils on maize quality during hermetic and non-hermetic storage. *Journal of Stored Products Research*. 2018. Vol.78. 1-10. DOI: 10.1016/j.jspr.2018.05.007.
41. Алейников В. И. Комплексное совершенствование процесса сушки в шахтных и камерных зерносушилках. *Наукові праці ОДАХТ*. Одеса, 2002. Вип. 24. С. 28–31.
42. Станкевич Г. М., Овсянникова Л. К. Розробка енергоощадної технології сушіння зерна в зерносушарках малої продуктивності. *Наукові праці ОДАХТ*. Одеса: 2002. Вип. 21. С. 24–26.
43. Таужнянський І. П. Рівень автоматизації зерносушарок і його вплив на ефективність процесу сушіння. *Автоматизація технологічних і бізнес-процесів*. 2011. № 7–8. С. 43–44.
44. Кирпа Н. Я. Методология энергосбережения при сушке высоковлажных зернопродуктов. *Современные энергосберегающие тепловые технологии*: Междунар. науч.-практ. конф. Москва, 2002. С. 83–87.
45. Сорочинский В. Ф. Эффективность сушки зерна на зерносушилках различных типов. *Хлебопродукты*. 2009. № 3. С. 42-43.
46. Алейников В. И. Интенсификация процесса сушки и энергосбережение в шахтных и камерных зерносушилках: автореф. ... дис. д-ра техн. наук: 05.20.01 / ЦНИИМЭСХ. Минск, 1988. 56 с.

47. Науменко А. И. Способы и режимы сушки семенной кукурузы на заводах и их влияние на посевные и урожайные качества семян: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Укр. н.-и. ин-т растениеводства, селекции и генетики им. В. Я. Юрьева. Днепропетровск, 1968. 21 с.
48. Галай Е. Г. Посевные и урожайные качества семян кукурузы в зависимости от фазы спелости, способов и режимов их сушки и внутренней трещиноватости: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Укр. н.-и. ин-т растениеводства, селекции и генетики им. В. Я. Юрьева. Днепропетровск, 1968. 21 с.
49. Кирпа Н. Я. Исследование посевных и урожайных качеств семян высоколизиновой кукурузы в зависимости от способов и режимов их сушки и хранения: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Укр. н.-и. ин-т растениеводства, селекции и генетики им. В. Я. Юрьева. Харьков, 1978. 24 с.
50. Чижиков А. Г. Некоторые особенности зерна кукурузы как объекта сушки. *Кукуруза*. 1960. № 11. С. 25–27.
51. Атаназевич В. И., Воронцов Г. О., Ивентьева О. В. Сушка семян кукурузы. Москва: Агропромиздат, 1986. 120 с.
52. Кирпа М. Я., Кулик В. О. Стан та перспективи енергозаощадження у технологіях сушіння насіння кукурудзи. *Роль наукових досліджень в забезпеченні процесів інноваційного розвитку аграрного виробництва України: матеріали всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів (м. Дніпропетровськ 25-26 трав. 2016 р.)*. Дніпропетровськ, 2016. С. 23-24.
53. Кирпа Н. Я. Интенсификация и энергосбережение процесса сушки семян кукурузы в камерных сушилках. *Зернові продукти і комбікорми*. 2014. № 3 (55). С. 10-14.
54. Репін А. М. Сушіння та зберігання кукурудзи / За ред. А.І. Задонцева. Дніпропетровськ, 1961. 34 с.

55. Яковенко В. А. Научные основы тепловой обработки зерна кукурузы: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.13 / Моск. техн. ин-т пищевой промышленности. Москва, 1979. 54 с.
56. Лукьяшко А. К. Исследование процесса сушки семенной кукурузы в камерных сушилках с целью его интенсификации: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.03 / Одесский техн. ин-т пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова. Одеса, 1974. 30 с.
57. Краснопоясковский С. К. Сушка семенной кукурузы и её физиолого-биохимические особенности: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Укр. н.-и. ин-т растениеводства, селекции и генетики им. В. Я. Юрьева. Харьков, 1966. 32 с.
58. Братерский Ф. Д. Биологические основы повышения семенных достоинств кукурузы в условиях обезвоживания: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.09. Ленинград, 1973. 50 с.
59. Del Campo B. G., Brumm T. J., Bern C. J., Nyendu G. C. Corn Cob Dry Matter Loss in Storage as Affected by Temperature and Moisture Content. American Society of Agricultural and Biological Engineers. 2014. Vol. 57(2), P. 573–578.
60. Занько М. Теплогенератори на біомасі: ефективно, продуктивно, економічно. URL: <https://propozitsiya.com/ua/teplogeneratori-na-biomasi-efektivno-produktivno-ekonomno>
61. Bin Li, Chengjie Li, Junying Huang, Changyou Li. Exergoeconomic Analysis of Corn Drying in a Novel Industrial Drying System. *Entropy*. 2020. Vol. 22(6). P. 689.
62. Мельников А. И. Поисковые экспериментальные исследования различных способов сушки зерна кукурузы. *Инновации в сельском хозяйстве*. 2015. № 5(15). С. 7-11.
63. Мельников А. И. Применение инфракрасных излучений для сушки зерна кукурузы. *Вестник донского государственного аграрного университета*. 2016. № 3-1 (21). С. 127-133.

64. Мартинів В. П. Раціональне використання енергоресурсів шляхом рекуперації теплової енергії. *Науковий вісник нубіп україни. Серія: техніка та енергетика АПК*. 2016. № 242. С. 151-154.
65. Amantea, R. P., Fortes, M., Ferreira, W. R., Santos, G. T. Energy and exergy efficiencies as desing criteria for grain dryers. *Drying Technology an International Journal*. 2018. Vol. 36(4). P. 491-507. DOI: 10.1080/07373937.2017.1409232.
66. Fushimi, C., Fukui, K. Simplification and Energy Saving of Drying Process Based on Self-Heat Recuperation Technology. *Drying Technology An International Journal*. 2014. Vol. 32(6). P. 667-678. DOI: 10.1080/07373937.2013.851085.
67. Simate I. N. Simulation of the mixed-mode natural-convection solar drying of maize. *Drying Technology An International Journal*. 2001. Vol. 19. No 6. P. 1137-1155. DOI: <https://doi.org/10.1081/DRT-100104810>.
68. Abdalgawad, G. A., Abdel-Salam, M. F., Mosa, M. M., Mostafa, M. M. Effect of solar drying on the quality of corn seeds. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*. 2018. Vol. 26(1). P. 199-214. DOI: 10.21608/AJS.2018.13906.
69. Rute Quelvía de Faria, Amanda Rithieli Pereira dos Santos, Yvan G., Edvaldo Aparecido Amaral da Silva, Maria Márcia Pereira Sartori, Vijaya Raghavan. Optimization of the process of drying of corn seeds with the use of microwaves. *Drying Technology*. 2020. Vol. 38(5-6). P. 676-684, DOI: 10.1080/07373937.2019.1686009.
70. Котов В. І. Моделювання і розрахунків енергозберігаючих режимів сушіння зерна в енергетичних полях. *Техніка та енергетика*. 2020. №11(1). С. 87-93.
71. Sundaram G. Grain drying using continuous and pulsed microwave energy. *Drying Technology*. 1990. No 8(5). P. 1039-1047.
72. Бошкова И., Волгушева Н. Циклическая микроволновая сушка плотного

- слоя зерновых материалов. *Теплофизика и теплоэнергетика*. 2016. Вип. 38 (4). С. 31-37. DOI: <https://doi.org/10.31472/ihe.4.2016.04>.
73. Gehad Abdalgawad, M. Abdel-Salam, Magda Mosa, M. Mostafa. Effect of solar drying on the quality of corn seeds. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*. 2018. Vol. 26(1). P. 199-214.
 74. Баклин А. А., Голошапов В. М., Терентьев А. Б., Харлашкин С. А. Автономная зерносушилка на альтернативных источниках энергии. *Аграрный вестник Урала*. 2011. №6(85). С 40-42.
 75. Иванова З.А., Шогенов Ю.М., Нагудова Ф.Х. Технологические свойства зерна и посевные качества семян кукурузы в зависимости от способов сушки. *Современные проблемы науки и образования*. 2014. №5. 750 с.
 76. Марченко С. А., Муханов Н. В. Зерно как объект сушки. *Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи: материалы VII Всероссийской научно-практической заочной конференции молодых ученых (Лесниково, 10 ноября 2015 г.)*. Лесниково, 2015. С. 63-65.
 77. Подпрятков Г. І. Особливості сушіння та зберігання зерна кукурудзи. *Посібник Українського хлібороба. Науково-виробничий щорічник*. Київ: ПП журнал “Welcome”, 2010. С. 278-279.
 78. Xu Jin, Chen Wang, Qingyue Bi, Zhongyan Liu, Zhentao Zhang. Study on drying characteristics of corn based on 3D model. *International Journal of Food Engineering*. 2020. 16 (8). DOI: <https://doi.org/10.1515/ijfe-2019-0320>.
 79. Woltz J., TeKrony M. D., Egli D. B. Corn Seed Germination and Vigor Following Freezing during Seed Development. *Alliance of Crop, Soil, and Environmental Science Societies*. 2006. Vol. 46, No 4. P. 1526-1535. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2005.08-0292>.
 80. Кирпа Н. Я. Поздняя уборка и сушка зерна кукурузы преимущества и недостатки. *Хранение и переработка зерна: научно-практический журнал*. 2015. № 10 (196). С. 50-52.

81. Циков В. С. Кукуруза: технология, гибриды, семена. Днепропетровск: Зоря, 2003. 296 с.
82. Колпакова О. Фінальні акорди кукурудзи. *The Ukrainian farmer*. Київ. 2014. № 9 (57). С. 94-95.
83. Вобликов Е. М. Технология хранения зерна: учебник для вузов / под ред. Е. М. Вобликова. СПб. Краснодар: Лань, 2003. 448 с.
84. Сабанчиев Х. Х., Ашабоков Р. Х. Исследование и выбор оптимального режима сушки семенной кукурузы методом многофакторного планирования. *Доклады Адыгской (Черкесской) Международной академии Наук*. 2008. №10(2). С. 117-120.
85. Тасибеева Р. Г. Исследование процесса сушки зерна кукурузы в рециркуляционных зерносушилках типа «Целинная». *Труды ВНИИЗ*. Москва, 1983. Вып.101. С.52-57.
86. Остапчук М., Станкевич Г., Дажикаєв Ю. Які ж чинники впливають на величину коефіцієнта тепловіддачі при вологотепловій обробці зерна. *Зерно і хліб*, 2006. № 3 (43). С. 32-33.
87. Жидко В.И., Резчиков В.А., Уколов В.С. Зерносушение и зерносушилki. Москва: Колос, 1982. 239 с.
88. Борта А. В., Станкевич Г. Н., Будюк Л. Ф. Исследование кинетики сушки семенного зерна кукурузы в плотном слое. *Наукові праці ОДАХТ*. Одеса, 2001. Вип. 21. С. 55-58.
89. Баум А. Е. Сушка зерна. Москва: ЦИНТИ Госкомзага, 1963. 268 с.
90. Атаназевич В. И. Сушка зерна. Москва: Агропромиздат, 1989. 240 с.
91. Атаназевич В. И. Сушка зерна. Москва: Лабиринт, 1997. 245 с.
92. Кирпа Н.Я. Двухстадийная сушка семян кукурузы. *Селекция и семеноводство кукурузы: сб. науч. тр. ВНИИ кукурузы*. Днепропетровск, 1986. С. 174–181.
93. Бакиев И. Т. Интенсификация процесса сушки початков кукурузы: автореф. дис. канд. тех. наук: 05.20.01 / ФГОУ ВПО Башкирский

- государственный аграрный университет. Санкт-Петербург-Павловск, 2005. 16 с.
94. Науменко А. И., Кирпа Н. Я., Алейников В. И. Новый способ сушки семян кукурузы. *Доклады ВАСХНИЛ*, 1986. № 11. С. 43-45.
 95. Панасюк С. Г. Обґрунтування параметрів технологічного процесу сушіння качанів кукурудзи: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.05.11. Вінниця, 2008. 20 с.
 96. Копець К.Є. Розробка та обґрунтування параметрів пристрою підготовки зерен сої до сушіння : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11; Львів, 2016. 20 с.
 97. Кірчук Р. В., Оласюк Я. В., Хвесик В. О., Хомич Ю. А. Аналіз методів і засобів інтенсифікації сушіння сільськогосподарських рослинних матеріалів. *Сільськогосподарські машини*. 2019. №42. С. 38-48
 98. Волхонов М. С., Волхонов Р. М., Смирнов И. А., Соколинский Р. В. Встраиваемый теплогенератор прямого действия. *Вестник НГИЭИ*. 2017. № 11 (78). С. 23-33.
 99. Дзядикевич Ю. В., Розум Р. І., Буряк М. В. Управління енергозабезпеченням шляхом використання вторинних енергоресурсів. *Інноваційна економіка*. 2010. № 2. С. 44-50.
 100. Федорейко В. С., Іскерський І. С., Шульга В. М. Біоресурсна диверсифікація джерел енергії в Україні. *Науковий вісник НУБІП України*. 2016. № 256. С. 7-13.
 101. Кирпа М. Я. Нормування витрат палива при сушінні насіння кукурудзи. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2001. №15-16. С. 37-41.
 102. Ткаченко С. Й., Співак О. Ю. Сушильні процеси та установки: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2007. 76 с.
 103. Голик М. Г. Научные основы хранения и обработки кукурузы. Москва: Изд-во АН СССР. 1961. 348 с.
 104. Голик М. Г. Научные основы обработки зерна в потоке. Москва: Колос, 1972. 263 с.

105. Пугачев А. Н. Повреждение зерна машинами. Москва: Колос, 1976. 319 с.
106. Кирпа М. Я. Оптимізація процесів обробляння і зберігання насіння кукурудзи та методи поліпшення його якостей: дис. ... докт. с.-г. наук: спец 06.01.14/ Дніпропетровськ, 2007. 372 с.
107. Эльмесов Р. Р. Оптимизация процесса обмолота семенной кукурузы. Метод многофакторного планирования. *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 1-1. С. 16-22.
108. El-Abady, M. I. Viability of Stored Maize Seed Exposed to Different Periods of High Temperature During the Artificial Drying. *Research Journal of Seed Sciece*. 2014. Vol. 7(3). P. 75-86. DOI: [10.3923/rjss.2014.75.86](https://doi.org/10.3923/rjss.2014.75.86).
109. Huart, F., Malumba, P., Odjo, S., Al-Izzi, W., Béra, F., Beckers, Y. (2018) In vitro and in vivo assessment of the effect of initial moisture content and drying temperature on the feeding value of maize grain. *British Poultry Science*. 2018. Vol. 59(4). P. 452-462. DOI: [10.1080/00071668.2018.1477253](https://doi.org/10.1080/00071668.2018.1477253).
110. Снежкін Ю. Ф., Пазюк В. М., Петрова Ж. О., Вишнівський В. М. Розробка енергоефективних режимів сушіння насіння зернових культур. *Scientific Works*, 2019. № 83(2), С 121-127.
111. Петриченко В. Ф., Дзюбецький Б. В., Черенков А. В. Насінництво кукурудзи: науково-методичні рекомендації / за ред. Б. В. Дзюбецького. Дніпропетровськ: Роял Принт, 2012. 184 с.
112. Яковенко В. А., Остапчук Н. В., Лукьяшко А. К. Влияние интенсифицирующих режимов сушки семян кукурузы на повышение производительности сушилок и урожайность. *Хранение зерна*. ЦНИИТЭН Минзага СССР, 1975. №3. С. 8-12.
113. Корчак А. С. Исследование процесса сушки зерна продовольственно-кормовой кукурузы в зерне: автореф. дис. ... канд. техн. наук: Одесса, 1970. 29 с.

114. Kotov B. I., Spirin A. B., Tverdokhlib I. V., Polyevoda Y. A., Hryshchenko V. O., Kalinichenko R. A. Theoretical researches of cooling process regularity of the grain material in the layer. *INMATEH: Agricultural Engineering*. 2018. Vol. 54(1), 87-94.
115. Kuznetsov Y.A., Volzhentsev A.V., Kolomeichenko A.V., Kalashnikova L.V. Influence of technological parameters of pseudofluidized layer grain dryer on the grain drying quality. *INMATEH: Agricultural Engineering*. 2018. Vol. 54(1). P. 81-86.
116. Кирпа М. Я. Енергозберігаюча технологія сушіння насіння кукурудзи. Бюлетень завершених наукових розробок УААН. Київ: Аграрна наука, 2001. № 4. С. 11.
117. Федорейко В. С., Загородній Р. І., Іскерський І. С. Дослідження теплових викидів біотеплогенератора зернової сушки. *Науковий вісник НУБІП України*. 2017. № 268. С. 22-28.
118. Анискин В. И., Голубкович А. В. Перспективы использования растительных отходов в качестве топлива. *Теплоэнергетика*. 2004. №5. С. 60-65
119. Бубенчиков А. А., Киселёв Г. Ю., Киселёв Б. Ю., Есипович Н. В., Николаев М. И. Целесообразность применения гелиоустановок. *Современная наука и практика*. 2015. № 4 (4). С. 77-80.
120. Grassi G., Bridgwater T. Biomass for energy and environment, agriculture and industry in European strategy for the Future. *Commission of European Communities*. 1995. P. 24.
121. Waste to Energy - using fluidized bed technology. *Kvaerner Enviro Power*. 1996. P. 8.
122. Nikolaisen L., Nielsen C., et al. Straw for Energy Production. *Centre for Biomass Technology*. Copenhagen. 1992. P. 12-20.
123. Asplund D.A. Finish bioenergy research programme. Seminar on Power Production from Biomass II. Espoo, Finland. 1995. P. 34.

124. Pohjonen V. Wood power in eastern Finland. Biofuels for sustainable development proceeding of the second international seminar. University of Joensuu, 1995. P. 208–28.
125. Богданович В. П., Шевченко Н. В. Перспективы использования альтернативного топлива в сельском хозяйстве. Техника в сельском хозяйстве. 2012. № 5. С. 38–40.
126. Каныгин, П. Альтернативная энергетика в ЕС: возможности и пределы. Экономист. 2010. № 1. С. 49–57.
127. Перспективы мировой энергетики: WEO 2009. *Проблемы окружающей среды и природных ресурсов*. 2010. № 6. С. 71–85.
128. Dubrovin, V., Melnychuk M. Agricultural & environmental engineering for Bioenergy Production. *Proceedings of the 33TH CIOSTA & 5TH cigr Conference*. Reggio Calabria. 2009. Vol. 2. P. 1121–1123.
129. Demirbas, A. Combustion characteristics of different biomass fuels. *Progress in Energy and Combustion Science*. 2004. Vol. 30. P. 219–230.
130. Koppejan, I. Results from Biomass combustion. *SUPERGEN meeting*. Birmingham. 2007. 35 p.
131. Harding, S. Biomass as a reburning fuel: a specialized cofiring applications. *Biomass and Bioenergy*. 2000. Vol. 19. P. 429–445.
132. Mikolaj D., Kažimírová V. Abbreviated measuring the emission combustion parameters of selected types of biomass. *Agrobioenergia*. 2009. Vol. 4. P. 12–13.
133. Кирпа М. Теплогенератори для насіння кукурудзи, *The Ukrainian farmer*. Київ, 2015. № 11 (71). С. 86-87.
134. Tillman D. A. Biomass co-firing: the technology, the experience, the combustion consequences. *Biomass and Bioenergy*. 2000. Vol.19. P. 365–384.
135. Baxter-Potential L. Contributions of biomass towards Sustainable Energy. Baxter-Potential. Beijing. China. 2005. 56 p.

136. Sami, M., Annamalai, K., Wooldridge, M. Co-firing of coal and Biomass Fuel blends. *Progress in Energy and Combustion Science* 27. 2001. 214 p.
137. Кирпа М. Я., Кулик В. О. Способи зниження тепловитрат у технологіях сушіння насіння кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2017. №5. С. 49-53.
138. В Україні енергоресурс біомаси й досі використовують на ембріональному рівні: підгот. прес-служба редакції. *Зерно і хліб*. 2014. № 4 (76). С. 84 – 86.
139. Пруцький А. Альтернатива для зерносушіння. *The Ukrainian farmer*. 2015. № 10 (70). С. 100-101.
140. Виявляється зарубіжні зерносушарки, але з українськими теплогенераторами, раціональніше опалювати тюкованою соломою: підгот. прес-служба редакції. *Зерно і хліб*. 2014. № 4 (76). С. 87.
141. Авдеев А. В., Баленкова Е. К. Взаимосвязь механизации уборки и послеуборочной обработки зерна. *Наукові праці ОДАХТ*. Одеса, 2002. Вип. 24. С. 46-52.
142. Кузьмин Н. А. Солома – источник тепла для сушки кукурузы. *Хранение и переработка зерна*. Днепропетровск, 2005. № 2 (68). С. 21-22.
143. Шемавньов В. І., Кирпа М. Я. Концепція розвитку технологій та енергозбереження в процесах післязбиральної обробки і зберігання зерна. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. Дніпропетровськ, 2003. № 3. С. 52-57.
144. Ксенович И. П. Аспекты экологического конструирования сельскохозяйственной техники и проблемы энергоресурсосбережения / *Перспективные направления технического прогресса в растениеводстве*. Сборник научных докладов международной научно-практической конференции «Земледельческая механика в растениеводстве» (18-19 декабря 2001 г.). Москва, 2001. Т.1. С. 179-198.
145. Fuel Ethanol and Agriculture. *An Economic Assesment*. 1986. No 562. P. 1-45.

146. Mühlerbauer W. Entwicklungstendenzen bei der Trocknung Kühlkonservierung und Lagerung von Getreide und Mais. *Die Mühle*. 1986. Bd. 123. No. 6. S. 266-270.
147. Голубкович А. В., Беленькая Л. И., Дадыко А. Н., Ловкис В. Б. Опыт сжигания растительных отходов в топочном блоке ТБР-2,0. *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2017. № 1. С. 37-41.
148. Кирпа М. Я. Післязбиральна обробка і якість насіння кукурудзи. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. 2001. №17. С. 31-35.
149. Юдина Е. М., Авилова Е. Ю., Калитко С. А., Юдин М. О. Технологии в растениеводстве: учебное пособие. Краснодар: КубГАУ, 2015. 119 с.
150. Калюжный О. И., Литвиненко К. Л., Гречанюк А. М. Снизить механические повреждения семян кукурузы в условиях промышленного семеноводства. *Селекция и семеноводство*. 1984. № 8. С. 42-44.
151. Калюжный О. И., Литвиненко К. Л., Гречанюк А. М. Роль пленкообразующих составов в снижении отрицательного влияния травмирования семян кукурузы. *Селекция и семеноводство*. 1986. № 1. С. 43-45.
152. Шекихачев Ю. А. Обоснование оптимальной влажности зерна кукурузы при обмолоте початков. *NOVAINFO.RU*. 2016. Том 2. № 46. С 43-48.
153. Kopecky O., Danborsky F. O Vysokych venosech kukurice rozhoduje. *Kvalita osina. Uroda*. 1982. Vol. 10. P. 449-450.
154. Czeresnyes Z., Besus V., Vororenci O. Cauze si efecte ale vatamaeilor mecanice asupra calitatii semintelor de porumb si soia. *Veget Cereale Plande tehn.* 1985. Vol. 1. P. 7-17.
155. Кирпа М. Я., Бондарь Л. М. Особливості післязбиральної обробки насіння самозапиленних ліній 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. 15-16.

156. Мамедов А. И. Обмолот початков кукурузы. *Аграрная наука*. 2015. № 11. С. 30-31.
157. Кирпа М. Я., Стюрко М. О., Бондарь Л. М. Формування якості насіння кукурудзи в умовах типового кукурудзообробного заводу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2014. №7. С. 36-40.
158. Шекихачев Ю. А., Хажметов Л. М., Цримов А. З. Исследование влияния основных параметров и режимов работы кукурузной молотилки на эффективность обмолота початков. *Вестник ФГОУ ВПО «Московский ГАУ им. В.П. Горячкина*. Москва: МГАУ, 2007. Вып. 1(21). С. 105-107.
159. Шекихачев Ю. А., Цримов А. З., Хажметов Л. М. Влияние влажности зерна кукурузы на эффективность обмолота початков. *Сборник научных трудов «Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе»*. Ставрополь: АГРУС, 2007. С.201-203.
160. Кирпа М. Я. Обґрунтування та вдосконалення прийомів очищення-сортування насіння кукурудзи. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2002. №18-19. С. 83-87.
161. Козаев П. З., Козаева Д. П. Влияние фракции семян на продуктивность кукурузы в условиях лесостепной зоны РСО-АЛАНИИ. *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2017. Т. 54. №2. С. 24-28.
162. Лебідь Є. М., Кирпа М. Я. Науково-практичні особливості підготовки насіння кукурудзи до посіву. *Хранение и переработка зерна*. 2000. № 3 (9). С. 16–17.
163. 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
164. 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.

165. Юрьев В. Я., Строна И. Г. Пути улучшения качества семян. *Селекция семеноводство*. 1961. № 3. С. 6-8.
166. 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.
167. Кирпа Н. Я. Уборка и доработка кукурузы. *Хранение и переработка зерна*. Днепропетровск, 1999. № 3. С. 11-13.
168. Черенков А. В. та ін. Оптимізація технологічних процесів, обробки та зберігання зерна кукурудзи. *Науково-практичні рекомендації*. Дніпропетровськ. 2011. С. 6-7.
169. Калашников Г. В., Алияскарова Л. М. Анализ равномерности сушки зерна кукурузы. [*Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство*](#). 2017. С. 118-121.
170. Козлов А. В., Хилько В. И. Энергосберегающая технология сушки семян в камерной зерносушилке напольного типа. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. 2015. № 11 (110). С. 85-89.
171. Бражевский В. В., Жеребцов А. С., Кизуров А. С. Анализ зерносушилок. *Вестник государственного аграрного университета северного Зауралья*. 2017 № 1 (36). С. 93-100.
172. Инструкция по обработке гибридных и сортовых семян кукурузы на заводах. Москва: ЦНИИТЭИ, 1971. 83 с.
173. Витоженц Э. Н., Окунь Г. С., Чижиков А. Г. Рекомендации по использованию материально-технической базы для сушки семян зерновых и других культур в семеноводческих хозяйствах. Москва: Колос, 1983. 38 с.
174. Кульков О. В., Коган В. А. Измерение влажности воздуха в сельскохозяйственных целях. Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. 143 с.
175. Бородин И. Ф., Мищенко С. В. Приборы контроля и управления влажностотепловыми процессами: справочная книга. Москва:

Россельхозиздат, 1985. 239 с.

176. Торжинская Л. Р., Яковенко В. А. Технологический контроль хлебопродуктов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Агроромиздат, 1986. 399 с.
177. ГОСТ 6416-75. Термографы метеорологические с биметаллическим чувствительным элементом (технические условия). [Дата введения 1977-01-01]. Москва: Государственный стандарт Союза ССР, 1977. 10 с.
178. Жидко В.И., Атаназевич В.И. Лабораторный практикум по зерносушению. – Москва: Колос, 1983. 96 с.
179. ГОСТ 13586.5-93. Зерно. Метод определения влажности. Минск: Изд. стандартов, 1995. 13 с.
180. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови: [Чинний від 1994- 07-01]. Київ: Держстандарт України, 1994. 73 с..
181. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 2004-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
182. 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.
183. Кулешов Н. Н. Пути к высокой всхожести. Иркутск: ОГИЗ, 1936. 338 с.
184. Кулешов Н. Н. Влияние всхожести и условий выращивания семенного материала на густоту стояния, выживания урожайность следующего поколения: Труды института генетики и селекции. Киев: Изд. АН УССР, 1995. С. 41-46.
185. Кирпа М. Я., Остапенко Л. І., Базілева Ю. С. Травмування насіння кукурудзи та методи поліпшення його якості. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ, 2009. №36. С. 103-109.
186. Кирпа М. Я., Пащенко Н. А., Базілева Ю. С. Природа травмування

- насіння та методи його визначення. *Селекція і насінництво: між від. тем. наук. зб.* Харків, 2009. Вип. 97. С. 196-201.
187. Лебідь Є. М., Циков В. С., Пащенко Ю. М. [та ін.] Методика проведення польових дослідів з кукурудзою: методичні рекомендації. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.
 188. Филев Д. С., Циков В. С., Золотов В. И. [и др.] Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой. Днепропетровск, 1980. 56 с.
 189. Квятковский А. Ф. Методические указания по проведению производственных испытаний и полевых опытов по определению эффективности пленкообразующих составов для предпосевной обработки семян кукурузы. Днепропетровск, 1983. 26 с.
 190. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1965. 422 с.
 191. Доспехов Б. А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных: Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений. Москва: Колос, 1972. 207 с.
 192. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
 193. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1979. С. 271–289.
 194. Лакин Г. Ф. Биометрия: Учебное пособие для биологических специальностей ВУЗов. Москва: Высшая школа, 1990. 352 с.
 195. 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.
 196. Лопухов В. И. Потребность кукурузы по влаге. *Кукуруза*. 1965. № 12. С. 15–17.
 197. Чирков Ю. И. Агрометеорологические условия и продуктивность

- кукурузы. Ленинград: Гидрометиздат, 1969. 251 с.
198. 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.
 199. Лыков А. М., Гриценко В. В., Кауричев И. С. Развитие учения о системах земледелия в Тимирязевской академии. *Известия ТСХА*. 1987. № 6. С. 30–41.
 200. Ю. Е. Кизяков та ін. 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.
 201. Фізична та економічна географія Дніпропетровської області : [посіб. для вчителів] / ред. Пасічного Г. В. Дніпропетровськ: ДДУ, 1992. 188 с.
 202. Каталог сортів та гібридів ДУ Інституту сільського господарства степової зони НААН України / А. В. Черенков та ін.. Дніпропетровськ : ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН України, 2013. 106 с.
 203. Каталог сортів та гібридів ДУ Інституту сільського господарства степової зони НААН України / А. В. Черенков та ін. Дніпропетровськ: ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН України, 2014. 104 с.
 204. Каталог сортів та гібридів ДУ Інституту зернових культур НААН України / А. В. Черенков та ін. Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2017. 124 с.
 205. Каталог сортів та гібридів ДУ Інституту зернових культур НААН України / А. В. Черенков та ін. Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2018. 124 с.
 206. Каталог сортів та гібридів сільськогосподарських культур / А. В. Черенков та ін. Дніпропетровськ: Інститут сільського господарства

- степоної зони, 2011. 60 с.
207. Каталог сортів та гібридів ДУ Інституту зернових культур НААН України / А. В. Черенков та ін. Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2018. 124 с.
 208. Лебедь Е. М., Дзюбецкий Б. В., Циков В. С. и др. Ресурсосберегающая технология выращивания кукурузы: методические рекомендации. Ин-т зернового хозяйства УААН. Днепропетровск: Компания «МАИС», 2002. 18 с.
 209. Struve W. M. Drying and germinability of maize: Doctor of philosophy/Iowa State College. Ames, Iowa, 1958. 81 p. DOI: <https://doi.org/10.31274/rtd-180815-1251>.
 210. Cordova-Tellez L. Alignment of Lipid Bodies along the Plasma Membrane during the Acquisition of Desiccation Tolerance in Maize Seed. *Crop Science*. 2002. № 6. P. 42.
 211. Bdliya P. M. Diallel Analysis of Tolerance of Drying Injury in Seed Corn. *Crop Science*. 1988. № 6. P. 28.
 212. Harter U. Effect of drying on corn seed quality. *Retrospective Theses and Dissertations*. 1987. URL: <https://lib.dr.iastate.edu/rtd>.
 213. Федоренко В. Ф. Ресурсосбережение в АПК: научное издание. Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2012. 384 с.
 214. Кирпа М. Я., Кулик В. О. Енергоощадні прийоми у технологіях сушіння насіння кукурудзи. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 82-87.
 215. Cross H. Z. Selection procedure for ear drying-rates in maize. *Euphytica*. 1985. Vol. 34, No. 2. P. 409-418.
 216. Лыков А. В. Теория сушки. Москва: Энергия, 1968. 460 с.
 217. Гержой А. П., Самочетов В. Ф. Зерносушение. Москва: Гос.изд. технической и экономической литературы по вопросам заготовок, 1951. 320 с.
 218. Кулик В. О. Способи зниження енерговитрат у технології сушіння

- насіння кукурудзи. *Екологічна наукова діяльність: в концепції сталого розвитку*: Збірник статей науково-практичної конференції з міжнародною участю (Житомир, 4 грудня 2018). Житомир: Вид-во ЕЦ Укрекобіокон, 2018. С. 176–180.
219. Кирпа М. Я., Кулик В. О. Новий енергоощадний комплекс для сушіння насіння кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. Київ, №4. 2019. С. 60–66.
220. Кирпа М. Я., Кулик В. О. Енергоощадне сушіння насіння кукурудзи. *Agrology*. Дніпро, 2019. Т. 2. № 2 (2). С. 86–93. DOI: <https://doi.org/10.32819/019012>.
221. Строна И. Г. Общее семеноведение полевых культур Москва: Колос, 1966. 464 с.
222. Мельник Б. Е., Малин Н. И. Справочник по сушке и активному вентилированию зерна. Москва, 1980. 175 с.
223. Cil B., Topuz A. Fluidized bed drying of corn, bean and chickpea. *Journal of Food Process Engineering*. 2010. Vol. 33, No. 6. P. 1079-1096.
224. Everson Reis Carvalho, Victor Moss Francischini, Suemar Alexandre Gonçalves Avelar, Júlia Camargos da Costa. (2019). Temperatures and periods of drying delay and quality of corn seeds harvested on the ears. *Journal of Seed Science*. 2019. Vol. 41 (3). P. 336-343.
225. Строна И. Г. Травмирование семян и его предупреждение Москва: Колос, 1972. 159 с.
226. Соловьева Е. В., Шипилин И. В. Пути снижения травмирования зерна кукурузы в процессе транспортировки и послеуборочной обработки. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2015. № 4 (346). С. 91-93.
227. Hnilica, P. Rheology and grain breakage mechanism, process of its processing and transport. PhD dissertation, Praha. 1990. 75 p.
228. Доктор Н. М., Новицкая Н. В. Интенсивность дыхания семян в зависимости от травмирования. *Вестник алтайского государственного аграрного университета*. 2017. №7 (153). С. 78-82.

229. Кирпа М. Я., Бондарь Л. М. Якість насіння кукурудзи залежно від її післязбиральної обробки. *Роль наукових досліджень в забезпеченні процесів інноваційного розвитку аграрного виробництва України: матеріали всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів (м. Дніпропетровськ 25-26 трав. 2016 р.).* Дніпропетровськ, 2016. С. 20-21.
230. Jech, J. Grain cleaning and grading on sites. Professional seminar "Grain and seed treatment". Proceedings of papers, Nitra, 1999. P. 44-52.
231. Фейденгольд В. Б., Белецкий С. Л. Причины травмирования зерна и меры по их устранению. *Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд.* 2016. № 6 (6). С. 204-217.
232. Abasi, S., Minael, S. Effect of Drying Temperature on Mechanical Properties of Dried Corn. *Drying Technology An International Journal.* 2014. Vol. 32(7). P. 774-780. DOI: 10.1080/07373937.2013.845203.
233. Coradi, P., C., Fernandes, C., H., P., Helmich J., C., Goneli, A., L., D. (2016) Effects of drying air temperature and grain initial moisture content on soybean quality (Glycine Max (L.) Merrill). *Engenharia Agrícola.* 2016. Vol. 36(5). DOI: 10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n5p866-876/2016.
234. Coradi, P., C., Fernandes, C., H., P., Peralta, C., C., Pereira, T., L. (2015) Effects of drying and storage conditions in the quality of sunflower seeds. *Pap Pesquisa Agropecuaria Pernambucana.* 2015. Vol. 20(1). doi: 10.12661/pap.2015.005
235. Židek, B., Kubovič, M., Žitňák, M, Jech, J. Evaluation quality work the after-harvest line. VII. International Conference of Young Scientists, Česká Zemědělská Univerzita Praha, Česká Republika, 2005. P. 244-250.
236. Kuznetsov Y.A., Volzhentsev A.V., Kolomeichenko A.V., Kalashnikova L.V. Grounding of construction parameters of pseudofluidized layer dryer working chamber. *INMATEH: Agricultural Engineering.* 2017. Vol. 52(2). P. 33-38.
237. Peter Bajus, Miroslav Mraz, Ivan Rigo, Pavol Findura, Adam Fürstenzeller, Pawel Kielbasa, Urszula Malaga-Tobola. The influence of

- drying temperature and moisture of corn seeds planted on their damage. *Agricultural Engineerin.*, 2019. Vol. 23(1). P. 5-11.
238. Shuo Wei, Bo Xiao, Weijun Xie, Fenghe Wang, Pengxiao Chen, Deyong Yang. Stress simulation and cracking prediction of corn kernels during hot-air drying. *Food and Bioproducts Processing*. 2020. Vol. 121. P. 202-212.
239. Кирпа М. Я., Кулик В. О. Енергоощадне сушіння та його вплив на якість насіння кукурудзи. *Селекція і насінництво*. Харків, 2019. Вип. 115. С. 103-111.
240. Kyrpa Mykola, Kulyk Victor, Kupar Julia, Stasiv Oleg. Influence of a New Energy-Saving Drying Method on the Quality of Corn Seeds. *American Journal of Agriculture and Forestry*. Vol. 9, No. 1, 2021, pp. 1-6. DOI: 10.11648/j.ajaf.20210901.11.
241. Лой О. Ю., Кулик В. О. Енергоощадне сушіння та його вплив на збереження та якість насіння кукурудзи. Актуальні проблеми науково-інноваційного забезпечення виробництва зерна в контексті сучасних ринкових умов: матеріали всеукр. наук.- практ. конф. молодих вчених і спеціалістів (Дніпро, 30-31 травня, 2019 р.) / НААН, ДУ Інститут зернових культур. Дніпро, 2019. С. 27–28.
242. Кирпа М. Я. Методологія визначення якості насіння зернових культур. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 10. С. 20-25.
243. Макрушин М. М., Макрушина Є.М. Насінництво: підручник. Сімферополь: ВД «Аріал», 2011. 476 с.
244. Кирпа М. Я., Пащенко Н. О. Ознаки та показники якості насіння гібридів кукурудзи. *Бюлетень Інституту зернового господарства НААН України*. 2011. № 40. С. 14-20.
245. Манжос Д. М., Киндрук Н. А. Биологические и хозяйственно-ценные свойства семян. *Мироновские пшеницы* / ред. В. И. Ремесло. 2-е изд. дополн. и перераб. Москва: Колос, 1976. С. 278-296.
246. Ижик Н. К. Полевая всхожесть семян. Киев: Урожай, 1976. 190 с.

247. Енергетична стратегія України на період до 2035 року: Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність. URL: <http://www.kmu.gov.ua/control/uk/cardnpd?docid=250250456>.
248. Bioenergy, LandUse, Changeand Climate Change Mitigation / IEA Bioenergy. – 2010. 20 p. URL: <http://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2013/10/Bioenergy-Land-Use-Change-and-Climate-Change-Mitigation-Background-Technical-Report.pdf>.
249. Практичний посібник з використання біомаси як палива в муніципальному секторі України. URL: <http://dia.dp.gov.ua/wp-content/uploads/2019/0496.pdf>
250. Остапчук М. В. Проблеми енергозбереження і екологічної безпеки зерносушарок *Хлібопродукти-2005*: тези доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції (14-16 вересня 2005 р.). Одеса: Одеська національна академія харчових технологій, 2005. С. 22.
251. Бурдо О. Г., Зиков О. В., Воскресенська О. В. Енерго-екологічні проблеми зерно сушіння *Хлібопродукти-2005*: тези доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції (14-16 вересня 2005 р.). Одеса: Одеська національна академія харчових технологій, 2005. С. 25.
252. Дмитрук Е. А., Комаровских Ю. П. Борьба с пылеобразованием при переработке зерна. *Хранение и переработка зерна*. Днепропетровск, 2006. № 7 (85). С. 37-39.
253. Malaťák J., Passian L. Heat-emission analysis of small combustion equipments for biomass. *Research in Agricultural Engineering*. 2011. Vol. 57. P. 37–50.
254. Beauchemin P.A., Tampier M. Emissions from wood-fired combustion equipment. URL: [http:// www.bcairquality.ca/reports/emissions_woodfired_equipment.html](http://www.bcairquality.ca/reports/emissions_woodfired_equipment.html)
255. Williams A., Jones J.M., Pourkashanian M. Pollutants from the combustion of solid biomass fuels. *Progress in Energy and Combustion Science*. 2012. Vol. 38. P. 113–137.

256. Осьмак А. А., Серёгин А. А. Растительная биомасса как органическое топливо. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2014. Т. 2. №8(68). С. 57-61.
257. Johansson L.S. Emission characteristics of modern and old-type residential boilers fired with wood logs and wood pellets. *Atmospheric Environment*. 2004. Vol. 25. P. 4183–4195.
258. Liu H., Chaney J., Li J., Sun C. (2013): Control of NO_x emissions of a domestic small-scale biomass pellet boiler by air staging. *Fuel*. 2013. Vol. 103. P. 792–798.
259. V. Kažimírová, R. Opáth. Biomass combustion emissions. *Res. Agr. Eng*. 2016. Vol. 62. S. 61–65.
260. Наказ Мінприроди від 13.10.2009 р. № 540 "Про затвердження Технологічних нормативів допустимих викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря із котелень, що працюють на лущинні соняшнику" URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z1023-09>
261. Про оплату праці: Закон України від 25.04.1995 р. № 108/95. *Відомості Верховної Ради України*. 1995. № 17. Ст. 121.
262. Рогач С. М. Економіка і підприємництво, менеджмент: навч. посіб. Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2015. 726 с.
263. Wilcke B. Energy costs for corn drying and cooling. *University of Minnesota Extension*. URL: <https://www.extension.umn.edu/agriculture/corn/harvest/energy-costs-for-corn-drying-and-cooling/index.html>.
264. Кирпа М. Я., Кулик В. О., Йова О. В. Енергоощадне сушіння насіння кукурудзи та його техніко-економічна ефективність. *Зернові культури*. 2018. Т. 2. № 2. С. 226-231.