

УДК 633.11 «324»:631.53.011:632.754
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.32>

ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗЕРНА СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ, ПОШКОДЖЕНОЇ КЛОПОМ ШКІДЛИВОЮ ЧЕРЕПАШКОЮ (EURYGASTER INTEGRICEPS PUT.), В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Ярчук І.І. – д.с.-г.н., професор кафедри агрохімії,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Черних С.А. – к.с.-г.н., доцент кафедри агрохімії,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Лемішко С.М. – к.с.-г.н., старший викладач кафедри агрохімії,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення хлібних клопів, зокрема шкідливої черепашки. Визначено втрати врожаю сортів пшениці озимої (прямі та приховані), що призводять до суттєвого погіршення його якості. Висвітлено показники груп якості зерна пшениці, що враховуються під час виробництва хлібобулочної продукції. Результати дослідження зразків пшениці озимої довели, що за зростання пошкодженої клопом шкідливою черепашкою відбувається підвищення показника ВДК (до 2-ї та 3-ї груп якості клейковини – задовільно слабкої та незадовільно слабкої) за збільшення класу партії пшениці озимої (3–4). Зміни білково-протеїназного комплексу призводять до погіршення фізичних властивостей та ослаблення клейковини, відзначається різке зниження вмісту загального та білкового азоту за підвищення водорозчинних азотистих речовин та протеолітичної активності зерна.

Установлено зміни вмісту в зерні досліджуваних сортів пшениці озимої клейковини залежно від пошкодження шкідником. Висвітлено особливості шкідливого впливу клопа шкідливої черепашки на посівах пшениці озимої різних сортів в умовах Північного Степу. Під час аналізу технологічних показників якості зерна пшениці озимої виявлено існування прямої закономірності між зміною якості клейковини і наявною кількістю зерна, що має пошкодження клопом шкідливою черепашкою. Результатами проведених досліджень встановлено, що ця закономірність носить лінійний характер: за збільшення кількості пошкоджених зерен пшениці озимої досліджуваних сортів відбувається збільшення показника якості клейковини.

Наведені технологічні показники якості зерна пшениці озимої сортів Співанка, Комерційна, Подолянка, Ліра Одеська, Мелодія Одеська. Висвітлено чисельність клопа шкідливої черепашки, яка має коливання по роках (показники завжди перевищували ЕПШ). З'ясовано, що найбільш високий вміст білка (14,8%) мав сорт Подолянка, тоді як сорти Співанка та Ліра Одеська лише незначно йому поступалися (на 0,36–0,9%). Найвищий вміст білка в зерні пшениці відзначався за підвищених температур повітря, що скорочує період наливу зерна та уповільнює накопичення в ньому вуглеводів.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, сорт, технологічні властивості зерна, показники якості, клейковина, клоп шкідлива черепашка.

Yarchuk I.I., Chernykh S.A., Lemishko S.M. Technological evaluation of grain quality of winter wheat varieties damaged by sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) under the conditions of the Northern Steppe of Ukraine

The article presents the results of research on the study of wheat bugs and in particular the sunn pest. The yield losses of winter wheat varieties (direct and hidden) have been determined, which lead to a significant deterioration of its quality. Indicators of wheat grain quality groups taken into account in the production of bakery products are highlighted. The results of the study of winter wheat samples proved that with the increase in sunn pest damage there is an increase in the VDK (up to 2 and 3 groups of gluten quality – satisfactory weak and unsatisfactory weak) with increasing class of winter wheat (3-4). Changes in the protein-proteinase complex lead to deterioration of physical properties and weakening of gluten, there is a sharp decrease in total and protein nitrogen with increasing water-soluble nitrogenous substances and proteolytic activity of grain.

The results of the research show that this pattern is linear in nature: with an increase in the number of damaged grains of winter wheat of the studied varieties there is an increase in the quality of gluten.

Technological indicators of quality of winter wheat grain of Spivanka, Commercial, Podolyanka, Lira Odesa, Melody Odesa varieties are given. The number of bugs, which has fluctuations over the years (indicators have always exceeded EPS) is determined. It was found that the highest protein content (14.8%) had the variety Podolyanka, while the varieties Spivanka and Lira Odeska were only slightly inferior to it (0.36–0.9%). The highest protein content in wheat grain was observed at elevated air temperatures, which shortens the period of grain filling and slows down the accumulation of carbohydrates in it. The grain content of the studied winter wheat gluten varieties was characterized from medium to high levels and had a slight change due to the deterioration of growing conditions.

Varieties that belong to the group of durum wheat have a much higher resistance to pest enzymes and a much higher level of resistance to damage by wheat bugs (up to 5.1%) without a significant reduction in grain quality. The results of research on the quality of grain varieties that were studied by technological indicators were quite high and showed that the grain meets the established quality standards.

Key words: *soft winter wheat, variety, technological properties of grain, quality indicators, gluten, Eurygaster integriceps Put..*

Постановка проблеми. Пшениця м'яка озима зі стабільним річним валовим збором понад 750 млн т стала однією з основних зернових культур людства [7, с. 164]. Вона є основною зерновою культурою, яку вирощують на території України. Її посіви займають 6–7 млн га, що становить понад 40% посівів усіх зернових культур. Ця культура характеризується високим рівнем урожайності зерна, яке є важливою сировиною як для борошномельної, круп'яної, так і хлібопекарської, комбікормової та інших галузей переробної промисловості [19, с. 39]. Загальновідомо, що за сучасних умов господарювання конкурентоспроможність зерновиробництва залежить насамперед від якості продукції [8, с. 208].

Звісно, що хлібні злаки пошкоджують кілька видів хлібних клопів, які багато в чому схожі між собою, хоча є представниками різних родин: щитники-черепашки – Scutelleridae (шкідлива, маврська та австрійська черепашки) і пентатоміди – Pentatomidae (гостроголові клопи – гостроголова й носата елії). Найшкідливішим серед хлібних клопів є шкідлива черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.), яка поширена в Україні в зоні Степу та Лісостепу, пошкоджує пшеницю, рідше ячмінь, жито, овес [3, с. 68–74]. Останніми роками внаслідок глобального потепління клімату відзначається розширення ареалу розповсюдження хлібних клопів, зокрема шкідливої черепашки, та ріст її чисельності серед інших клопів [5, с. 159].

Незначний за розміром клоп шкідлива черепашка нині є найбільшою проблемою для українських виробників зерна. Засилля цього шкідника на полях призводить до втрати мільйонів доларів за рахунок зміни класу зерна з високоякісної продовольчої пшениці на фуражну. У результаті такого процесу аграрії втрачають прибутки, а держава – репутацію [4, с. 4–12].

Серед груп показників якості зерна пшениці, що враховуються під час виробництва хлібобулочної продукції, особливої уваги заслуговують фізичні (натура, маса 1000 зерен, скловидність, вирівняність, колір і запах зерна та деякі ін.), біохімічні (уміст білка, його фракційний та амінокислотний склад, кількість вітамінів та зольних елементів) та технологічні (уміст «сирої» клейковини та її якість, хлібопекарські властивості борошна тощо). Важлива роль приділяється таким показникам якості, що характеризують не лише харчову цінність зерна, а й можуть забезпечити одержання хліба, що має високий об'єм, пористість, однорідну структуру м'якуша, володіє приємним специфічним ароматом, смаком і кольором [1, с. 96]. Оскільки хліб є кінцевим продуктом переробки зерна, то хлібопекарські

властивості зерна, які характеризують поведінку виробленого борошна в технологічних процесах випічки хліба, вважають визначальними під час оцінки технологічних властивостей зерна [9, с. 65].

За показниками з хлібоприймальних пунктів середньозважений показник пошкодженості клопом шкідливою черепашкою зерна пшениці становив по країні 4,6%, а в межах областей був вищим, і дорівнював для Дніпропетровської – 8,3%, Кіровоградської – 7,6%, Миколаївської – 9,2%, Одеської – 7,4%, Херсонської – 8,8%, тоді як для інших областей відсоток пошкодження зерна був нижчий (від 1,6% для Вінницької області до 3,8% – для Запорізької). Окремі партії мали значно вищий показник пошкодженості (у Донецькій області – 18%, у Харківській – 20%, у Кіровоградській – 46%) [11; 12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ушкодження рослин хлібними клопами шкідливими черепашками спричиняє значні втрати врожаю (прямі та приховані), призводять до суттєвого погіршення його якості. За наявності в урожаї 3–5% пошкодженого зерна суттєво знижується пружність клейковини та погіршуються хлібопекарські якості. Із вищих рівнів пошкоджень зерна (до 10–15% і більше) можлива повна його втрата [13]. Унаслідок пошкодження рослин дорослими клопами (імаго) виникає часткова або повна білоколосиця, личинками – формується деформоване та щупле зерно, що призводить до кількісних утрат, погіршення кондицій насіння пшениці. Проте найбільшу шкоду личинки завдають смаковим, хлібопекарським властивостям, погіршують й інші технологічні показники зерна [17].

Шкідливість личинок клопів залежить від їхнього вікового стану [22, с. 30–33]. Зерно, пошкоджене личинками молодших віків, деформується і його маса зменшується майже на 50–70%. За живлення личинок старшого віку, коли відбувається позашлункове травлення рослинного білка, у зерні пшениці істотно знижуються вміст і якість клейковини, що погіршує хлібопекарські властивості борошна [23, с. 305].

У сухому борошні ферменти не діють, але під час додавання в нього води для замісу тіста починається процес розщеплення білкових молекул, і клейковина втрачає свої властивості або деградує. Окрім того, пошкодженість зерна клопами призводить до погіршення показників кондиції насіння: зменшуються енергія проростання та схожість зерна [14]. Кількість відкладених яєць шкідника не залежить від сорту пшениці, що зумовлено подібністю їхніх морфологічних ознак, зокрема відсутністю опушених листків [19, с. 69]. Як правило, високій шкідливості клопа сприяє жарка суха погода в передзбиральний і збиральний періоди. Під час аналізу топографії ушкоджень різних генотипів пшениці м'якої озимої з'ясовано, що на колосі клопи розміщуються на різних ярусах, але здебільшого зосереджені у середньому і нижньому. Незалежно від сорту максимальна кількість пошкоджень клопом шкідливою черепашкою (*Eurygaster integriceps* Put.) зосереджена в базальній частині зернівки – спинці та зародковій зоні, що істотно впливає на посівні якості зерна [16, с. 280–291].

Постановка завдання. Мета дослідження – вивчення особливостей впливу шкідливості клопа-черепашки на посівах пшениці озимої різних сортів в умовах Північного Степу, який відноситься до зони масового розмноження і постійної шкоди згідно з агрокліматичними умовами ареалу шкідника.

Широке впровадження системи інтегрованого захисту пшениці озимої пшениці дає змогу звести до мінімуму втрати врожаю від шкідливих організмів, зокрема хлібним клопом шкідлива черепашка [15]. Технологічні заходи захисту

пшениці озимої передбачають застосування та поєднання різних методів захисту рослин (організаційно-господарських, агротехнічних, хімічних та ін.) [20, с. 113].

Особливої уваги заслуговує застосування саме тих сортів пшениці озимої, що мають стійкість до пошкодження поширеними та небезпечними видами [10, с. 29]. Досі відсутні стійкі до пошкодження клопом шкідливою черепашкою сорти пшениці озимої, хоча їм притаманна різна відповідна реакція до дії протеолітичних ферментів, які шкідник вводить до зернівки підчас живлення [21, с. 9–11]. Для не класоутворюючих показників зерна пшениці озимої м'якої рекомендуються значення за пошкодження зерна клопом-черепашкою не більше ніж: 1% для зерна 1-го класу; 2% – для 2-го класу; 2% – для 3-го класу; не обмежено – для 4-го класу [18, с. 9].

За підвищення гідратації клейковини створюється ілюзія збільшення кількості клейковини під час ушкодження зерна шкідником, хоча зростання маси сирової клейковини відбувається за рахунок її більшої обводненості, яка збільшується в два рази [2, с. 13]. Деагрегуючі клейковину протеолітичні ферменти клопа-черепашки зрушують і її сульфгїдрильно-диоульфїнду систему, що призводить до розслаблення клейковини [1, с. 64].

Для більш докладного уточнення шкідливої дії личинок та дорослих імаго клопів у проведених дослідженнях низки установ було покладено суттєво вагомий критерій, що полягає у визначенні стійкості сорту до ферментів (протеолітичних) клопа-черепашки клейковинних білків пшениці озимої [4, с. 5].

Зерно пшениці озимої сортів Співанка, Комерційна, Подолянка, Ліра Одеська, Мелодія Одеська вирощено на дослідному полі Дніпровського державного аграрно-економічного університету, дослідження проведено впродовж 2015–2020 рр. в науково-дослідній лабораторії кафедри агрохімії Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Ґрунтовий покрив дослідного поля Дніпровського державного аграрно-економічного університету представлений чорноземом звичайним малогумусним середньо-суглинковим. Потужність гумусованого профілю – 75 см. Уміст гумусу (за Тюрїним) у верхній частині гумусо-аккумулятивного горизонту становить 3,1–3,2%. Уміст у верхньому шарі ґрунту (0–20 см) азоту, що легко гідролізується (за Тюрїним та Коновою), становить 8,0–8,5 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору (за Чириковим) – 9,0–10,0 мг/100 г ґрунту і обмінного калію (за Масловою) – 14,0–15,0 мг/100 г ґрунту. Погодні умови в роки проведення досліджень переважно були характерними для зони Степу. Сприятливими для росту, розвитку і формування врожаю пшениці озимої були умови вегетації 2016–2017, 2017–2018, 2018–2019 та 2019–2020 рр., менш сприятливими – 2014–2015 і 2015–2016 рр. Агротехніка в дослідіх відповідала зональним рекомендаціям з вирощування пшениці озимої для умов Північного Степу. У посівах пшениці озимої відповідно до прогнозування відбувалося продовження розвитку личинок клопа шкідливої черепашки та перехід їх до стадії імаго. У I–III декадах червня відзначено вихід окрилених клопів. Унаслідок перепадів температурного режиму в травні (різкого зниження в вечірній та нічний час температури повітря) відзначався розтягнутий період заселення хлібними клопами посівів, що призводило до розтягнутих строків відкладання яєць шкідником та відродження личинок. У посівах відмічалася одночасна поява перезимувалих клопів, яєць і різних віків личинок. Відзначалося, що на тій самій площі за фази молочної стиглості відбулося збільшення чисельності імаго шкідника (5 шт./м²) і його личинок (7 шт./м²), що суттєво перевищує економічний поріг шкодочинності. Чисельність клопа шкідливої черепашки має коливання по роках (показники завжди перевищували ЕПШ). Для клопа шкідливої черепашки ЕПШ становить 1–2 дорослих клопа, або 2–3 екз. личинок на 1 м² [6, с. 402; 18, с. 12].

Під час визначення якості зерна були застосовані загальноприйняті методи: відбір проб, визначення кольору і запаху, зараженості, засміченості, вологості, натурі, маси 1000 зерен, кількості й якості клейковини [18, с. 9].

Виклад основного матеріалу дослідження. Технологічні властивості зерна – це сукупність ознак і показників його якості, які характеризують стан зерна в технологічних процесах переробки і впливають на вихід і якість одержуваної продукції (борошна та крупи). Наявність кількісно-якісного стану клейковинного комплексу є найважливішим для одержання зерна та борошна з високою хлібопекарською якістю. Порівняльну характеристику технологічних властивостей зерна сортів пшениці озимої, що досліджували, наведено в табл. 1.

Таблиця 1
Технологічні показники якості зерна пшениці озимої (середнє за 2015–2020 рр.)

Показник	Сорт пшениці					НІР ₀₅
	Співанка	Комерційна	Подольянка	Ліра Одеська	Мелодія Одеська	
Вологість, %	12,4	12,7	13,2	12,6	13,1	0,55
Сміттєва домішка, %	0,8	0,6	0,7	0,7	0,8	0,07
Зернова домішка, %	3,1	3,2	3,3	2,9	3,6	0,014
Натура, г/л	770	765	775	756	771	1,88
Маса 1000 зерен, г	43,2	42,0	44,5	40,5	43,3	2,07
Склоподібність, %	45	38	50	33	46	1,66
Вміст білка, %	14,42	13,36	14,8	14,3	13,9	1,14
Масова частка сирової клейковини, %	28,0	32,0	31,0	32,1	30,3	1,01
Пружність клейковини, од. ВДК	70	78	75	79	82	1,96
Група якості	I	II	I	II	II	

Результати досліджень якості зерна сортів, які досліджували, за технологічними показниками були достатньо високими та показали, що зерно має відповідність до встановлених норм якості. Вологість зерна пшениці озимої становила менше допустимих меж (на 0,8–1,6%). Менше допустимих норм був загальний вміст як сміттєвої (на 0,2–0,4%), так і зернової домішок (1,4–2,1%), що свідчить про ретельну його очистку.

Аналіз технологічних показників якості зерна пшениці озимої свідчить, що існує пряма закономірність між зміною якості клейковини і наявною кількістю зерна, що має пошкодження клопом-черепашкою зерна. Ця закономірність носить лінійний характер, за збільшення кількості пошкоджених зерен пшениці озимої досліджуваних сортів відбувається збільшення показника якості клейковини, визначеного на приладі ВДК-3М з похибкою 0,5 ум.од.

Хлібопекарські властивості мають тісний зв'язок з якістю клейковини. Найбільш високий вміст білка (14,8%) мав сорт Подольянка, тоді як сорти Співанка та Ліра Одеська лише незначно йому поступалися (на 0,36–0,9%). У зерні пшениці відзначався за підвищених температур повітря, що скорочує період наливу зерна та уповільнює накопичення в ньому вуглеводів. За таких умов відбувається і зростання частки білка. Аналогічні закономірності простежувалися також під час формування сирової клейковини в зерні. Зерно пшениці озимої сортів Співанка

та Мелодія Одеська мало майже однакову натуру, масу 1000 зерен. Вищий вміст білка мав сорт Подолянка. Сорти Комерційна та Ліра Одеська характеризувалися вищим вмістом сирого клейковини. Вміст клейковини в зерні пшениці озимої в середньому за роки досліджень залежно від сорту був у межах 28,0–32,1%. Сорт Співанка мав найнижчий її вміст, а сорт Ліра Одеська – найвищий. Показник якості клейковини (група якості), визначений на приладі ВДК для всіх сортів відносився до I–II. Клейковина в борошні у сорту Комерційна деградувала більшою мірою, ніж у сильних сортів.

Натурна маса зерна досліджуваних сортів пшениці озимої змінювалася згідно з погодними умовами років досліджень. Найбільші показники натурної маси зерна формувалися в 2016 р., тоді як у 2019 та 2020 рр. вони мали значно менші показники (на 20–40 г/л). Подібна тенденція була встановлена за вирощування усіх досліджуваних сортів.

Значно вища температура повітря, яка спостерігалася останніми роками під час досягання зерна пшениці озимої досліджуваних сортів, призводила до підвищення вмісту білка в зерні. Вміст білка був вищим і становив 14,9–15,1% у 2019–2020 рр.

Вміст у зерні досліджуваних сортів пшениці озимої клейковини характеризувався від середнього до високого рівня та за погіршення умов вирощування мав незначну зміну. За пошкодження шкідником зерна пшениці (проколу оболонки) до центру зернівки надходить рідина, у складі якої є ферменти (типу триптази), що мають за слаболужної реакції оптимум дії. Ферменти, введені клопом-черепашкою містяться в зерні та зберігають активність тривалий час. За сухого стану (зерна та борошна) діяльність ферментів слабка або майже відсутня. За збільшення вологості під час замісу тіста активність ферментів збільшується, відбувається процес розщеплення білкових молекул, утрата клейковиною пружно-еластичних властивостей (липка, тягуча), тісто набуває сірого кольору.

У табл. 2 наведено реакцію досліджуваних сортів пшениці озимої на рівень пошкоженості клопом шкідливою черепашкою.

Таблиця 2

Пошкоженість зерна озимої пшениці клопом шкідливою черепашкою залежно від сорту, %

Роки досліджень	Сорт пшениці				
	Співанка	Комерційна	Подолянка	Ліра Одеська	Мелодія Одеська
2015	2,6	4,2	2,4	2,3	3,2
2016	2,0	3,8	2,2	2,2	2,9
2017	2,1	4,0	2,0	2,0	3,1
2018	2,8	5,1	3,4	2,4	3,0
2019	2,2	3,9	2,0	2,2	3,2
2020	2,3	4,0	2,1	2,3	3,0
Середнє за 5 років	2,33	4,17	2,35	2,57	3,07

Результати дослідження зразків пшениці озимої довели, що за зростання пошкоженості клопом шкідливою черепашкою відбувається підвищення показника ВДК (до 2-ї та 3-ї груп якості клейковини – задовільно слабкої та незадовільно слабкої) за збільшення класу партії пшениці озимої (3–4). Зміни білково-протеїназного

комплексу призводять до погіршення фізичних властивостей та ослаблення клейковини, відзначається різке зниження вмісту загального та білкового азоту за підвищення водорозчинних азотистих речовин та протеолітичної активності зерна.

Сорти, які входять до групи сильних пшениць (Співанка, Подолянка, Ліра Одеська та Мелодія Одеська), мають значно вищу стійкість до ферментів шкідника та значно більший рівень витривалості до пошкодження клопом шкідливою черепашкою (до 5,1 %) без суттєвого зниження якості зерна. Найбільш сприятливим для живлення клопа був сорт Комерційна.

У сортів пшениці озимої Комерційна та Лада Одеська масова частка сирової клейковини була досить високою і суттєво майже не змінювалася за підвищення пошкодження зерна (до 5%), що свідчить про високу стійкість стосовно дії протеолітичних ферментів. Сорти Співанка та Ліра Одеська відрізнялися кращою якістю клейковини.

Висновки і пропозиції. Задля підвищення під час вирощування пшениці озимої показників якості зерна, які мають значний вплив на технологічні, борошно-мельно-хлібопекарські властивості та його товарну цінність, на формування високої ефективності фітоценозів, необхідним є використання більш стійких сортів проти клопа-черепашки. Такими сортами серед досліджуваних сортів пшениці озимої виявилися Комерційна та Лада Одеська, що мають значно вищу стійкість до ферментів шкідника та значно більший рівень витривалості до пошкодження клопом шкідливою черепашкою. Застосування такого заходу серед комплексу заходів, які спрямовані на отримання зерна пшениці озимої високої якості, є одним із найбільш головних методів боротьби, що відзначається екологічною безпекою проти клопа шкідливої черепашки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва / за ред. Г.І. Подпрятова. Київ : Вища освіта, 2004. 272 с.
2. Рекомендації з інтегрованої системи захисту озимої пшениці від хвороб, шкідників та бур'янів / М.П. Лісовий та ін. Київ : Колос, 2002. 123 с.
3. Довгань С.В., Фецин Д.М., Сядриста О.Б. Клоп шкідлива черепашка та проблема якості зерна озимої пшениці. *Пропозиція*. 2008. № 6. С. 68–74.
4. Алехин В.Т. Методика прогноза поврежденности зерна пшеницы и снижения его качества от вредной черепашки. Москва : Колос, 1996. 15 с.
5. Методология оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб / С.О. Трибеля та ін. ; за ред. С.О. Трибеля. Київ : Колообіг, 2010. 392 с.
6. Довідник із захисту рослин / Л.І. Бублик та ін. ; за ред. М.П. Лісового. Київ : Урожай, 1999. 744 с.
7. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Івашук П.В. Зерновиробництво : навчальний посібник. Львів : Українські технології, 2008. 624 с.
8. Нетіс І.Т. Пшениця озима на півдні України : монографія. Херсон : Олдіплюс, 2011. 460 с.
9. Мерко І.Т., Моргун В.О. Наукові основи і технологія переробки зерна : підручник. Одеса : Друк, 2001. 348 с.
10. Орлюк А.П., Гончарова К.В. Адаптивний і продуктивний потенціали пшениці : монографія. Херсон, 2002. 272 с.
11. World Agricultural Supply and Demand Estimates: USDA. URL: <https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf> (дата звернення: 28.12.2018).
12. Клоп шкідлива черепашка (клоп вредная черепашка). URL: <https://superagronom.com/shkidnikinapivtverdokrili-hemiptera/shkidliva-cherepashka-id16658> (дата звернення: 17.03.2019).

13. Пшениця. Шкідник номер один пшеничного поля – клоп шкідлива черепашка. URL: <http://agro.ua.net/plant/catalog/cg-1/c-1/info/cag-319/> (дата звернення: 22.03.2019).
 14. Клоп шкідлива черепашка та проблема якості зерна озимої пшениці. URL: <https://propozitsiya.com/ua/klop-shkidлива-cherepashka-ta-problema-yakosti-zerna-ozimoyi-pshenici> (дата звернення: 17.03.2019).
 15. Пошкоджене і неповноцінне зерно та його використання. URL: <https://propozitsiya.com/ua/poshkodzhene-i-nerovnocinne-zerno-ta-yogo-vikoristannya> (дата звернення: 22.03.2019).
 16. Жигунов Д.О., Ковальова В.П. Підвищення хлібопекарської якості пшеничного борошна. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2018. Вип. 1(27). С. 280–291.
 17. Клоп «вредная черепашка» – опасный враг злаковых культур. URL: <https://agrostory.com/infocentre/knowledge-lab/bug-bad-bug-a-dangerous-enemy-of-cereal-crops> (дата звернення: 17.03.2019).
 18. ДСТУ 3768:2019 Зерно. Пшениця. Технічні умови – Чинний від 2019-01-06. Київ : Держспоживстандарт України, 2019. 17 с.
 19. Пшениця озима в зоні Степу, кліматичні зміни та технології вирощування / А.В. Черенков та ін. ; за ред. А.В. Черенкова. Дніпро : Нова ідеологія, 2015. 548 с.
 20. Економіка виробництва зерна в зоні Степу України (з основами організації і технології виробництва) : монографія / А.В. Черенков та ін. Дніпро : Нова ідеологія, 2015. 300 с.
 21. Секун М.П. Шкідлива черепашка. Київ : Світ, 2002. С. 9–11.
 22. Рыбалко А.И., Топораш И.Г. Качество украинской пшеницы: состояние и проблемы. *Хранение и переработка зерна*. 2007. № 9(99). С. 30–33.
 23. Синекологічні аспекти формування високопродуктивних фітоценозів зернових і зернобобових культур : монографія / Т.З. Москалець та ін. Херсон : Гринь Д.С., 2014. 514 с.
-