

ЗАДОРОЖНА О.А., ЄГОРОВ Д.К.

*Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН*

*Національний центр генетичних ресурсів рослин України*

*Московський просп. 142, Харків, 61060, Україна*

*E-mail: olzador@ukr.net*

## ЗБЕРІГАННЯ ЗРАЗКІВ НАСІННЯ ЖИТА (*SECALE CEREALE* L.) У СХОВИЩІ З НЕРЕГУЛЬОВАНОЮ ТЕМПЕРАТУРОЮ

Проведено аналіз результатів зберігання насіння простого гібриду та чотирьох ліній жита (*Secale cereale* L.) селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, що зберігались у сховищі за нерегульованої температури в умовах східного лісостепу України з вологістю насіння 5 – 7 % протягом 42 місяців. Середня температура в сховищі, де проводились ці дослідження, становила 9 °С. Не виявлено переваг для довговічності насіння жита з різними рівнями вологості в межах 5 – 7 % усіх зразків. Аналіз елементів структури врожаю та висоти рослин не виявив істотного негативного впливу використаних режимів зберігання на ці ознаки протягом зазначеного терміну. Для окремих зразків виявлена істотна кореляція між польовою схожістю насіння та рівнем опадів у місяці року посіву; між висотою рослин, продуктивністю та кількістю опадів у критичні фази розвитку періоду вегетації.

**Ключові слова:** *жито озиме, насіння, зберігання, довговічність, температура, вологість, схожість, висота рослин, продуктивність.*

Жито є традиційною для Європи культурою. Згідно даних FAO stat 89,3 % усього зерна жита виробляється саме в Європі, 6,3 % — в Азії, 3,6 % — в Америці. Україна займає п'яте місце в світі за виробництвом жита після Російської Федерації, Польщі, Німеччини, Білорусі. У середньому за 1994–2020 роки в Україні виробництво зерна жита складало 840,0 тис. тон [1]. Для успішної селекції жита необхідно мати вихідний генофонд, який слід зберігати в спеціальних умовах [2]. Відомо, що на довговічність насіння одночасно можуть впливати багато чинників: генотип зразка, умови року репродукції, режими зберігання та ін. Згідно відомої класифікації Еварта, жито належить до групи насіння-мікробіотиків, що в природних умовах втрачає схожість протягом трьох років [3]. Відомі дані, що за температури –18 °С при зберіганні насіння з вологістю 3 – 5 % після 30 років зберігання посилювалось варіювання схожості, але перші 20 – 25 років зберігання за зазначених умов схожість залишалась без змін [4]. Установлено наявність QTL (Quantitative Trait Loci), які контролюють довговічність насіння пшениці твердої [5]. Погодні умови формування насінин впливають на накопичення і склад поживних речовин насінини, його довговічність [6, 7]. Вважається, що на формування насінин впливає експресія генів, яка залежить від впливу чинників навколишнього середовища [8]. Для оптимізації зберігання насіння жита важливо встановити як впливає температурний режим зберігання на продуктивність, зокрема, масу 1000 зернин. Результатів досліджень за цих питань, навіть для інших культур обмаль. Проте відомо, що під час природного та штучного старіння у насіння можуть відбуватися різні зміни, зокрема пошкодження ДНК, що впливають на життєздатність

насіння та експресію генів, що в свою чергу може впливати на подальший розвиток рослин [9].

Метою роботи було встановити вплив зберігання насіння жита за нерегульованої температури в умовах східного лісостепу України, при вологості насіння 5–7 % на показники схожості, елементи продуктивності та висоту рослин.

### МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА УМОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Матеріалом для досліджень було насіння гібриду та ліній жита (*Secale cereale* L. subsp. *cereale* var. *vulgare* Koern) селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Досліджували насіння простого гібриду F<sub>1</sub> Харків'янка ЧС (Харків'янка ЧС) 2012 року врожаю батьківськими компонентами якого є лінії Л 90691 А та Л 961358 Б. У досліді вивчались також лінії Л 90691 А, Л 120337 Б, Л 1201 А, Л 1201 Б 2011 року врожаю. Насіння, використане в досліді, вирощувалось на дослідних полях Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, що розташований у східному лісостепу України. Перед зберіганням насіння висушували згідно режимів, рекомендованих Стандартними для генбанків [10]. Насіння для дослідження висушувалось потоком повітря за температури  $\leq 25^{\circ}\text{C}$  та відносної вологості 25 %. Вихідна вологість насіння жита 9 % поступово знижувалась до 5–7 %. Висушене насіння поміщали в герметично закриті скляні пляшки, які зберігались у сховищі з нерегульованою температурою. Середньорічна температура в сховищі становила  $9^{\circ}\text{C}$  при варіюванні середньомісячної від  $-3^{\circ}\text{C}$  до  $23^{\circ}\text{C}$  (рис. 1).



Рис. 1. Коливання середньомісячної температури протягом року в сховищі з нерегульованою температурою

Установлено тривалість впливу температури відповідного рівня на насіння протягом року: 42 % часу вона була в межах  $11 - 23^{\circ}\text{C}$ , 33 % —  $1 - 10^{\circ}\text{C}$ , 25 % —  $\leq 0^{\circ}\text{C}$  (рис. 2).

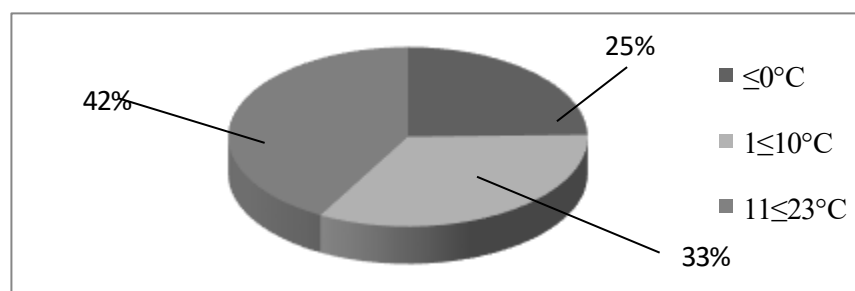


Рис. 2. Тривалість впливу різних температур на насіння жита в сховищі з нерегульованою температурою протягом року, %

У сховищі з нерегульованою температурою насіння зберігалось 42 місяці. Через 18, 30 і 42 місяці зразки відбирали для контролю схожості. Оцінка лабораторної схожості проводилась згідно Міжнародних правил аналізу насіння [11]. Насіння після зберігання висівали на дослідному полі Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН (ІР), що розташовано у східній частині лісостепу України протягом вегетаційних періодів 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018 років з метою оцінки польової схожості та елементів продуктивності рослин [12, 13]. Рівень температури та кількості опадів періоду вирощування насіння наведені на рис. 3.

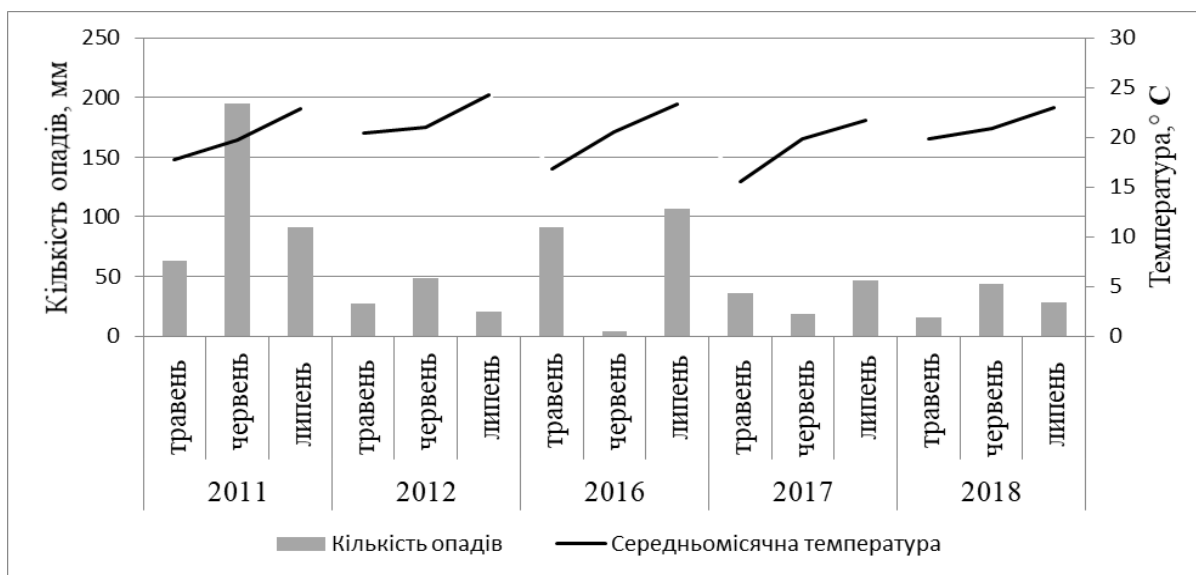


Рис. 3. Кількість опадів та температура за період дослідження

Польова схожість дослідних зразків визначалось на початку жовтня в роки посіву: 2015 р., 2016 р., 2017 р. Кількість опадів та середньомісячну температуру у вересні років досліджень наведено на рис. 4.

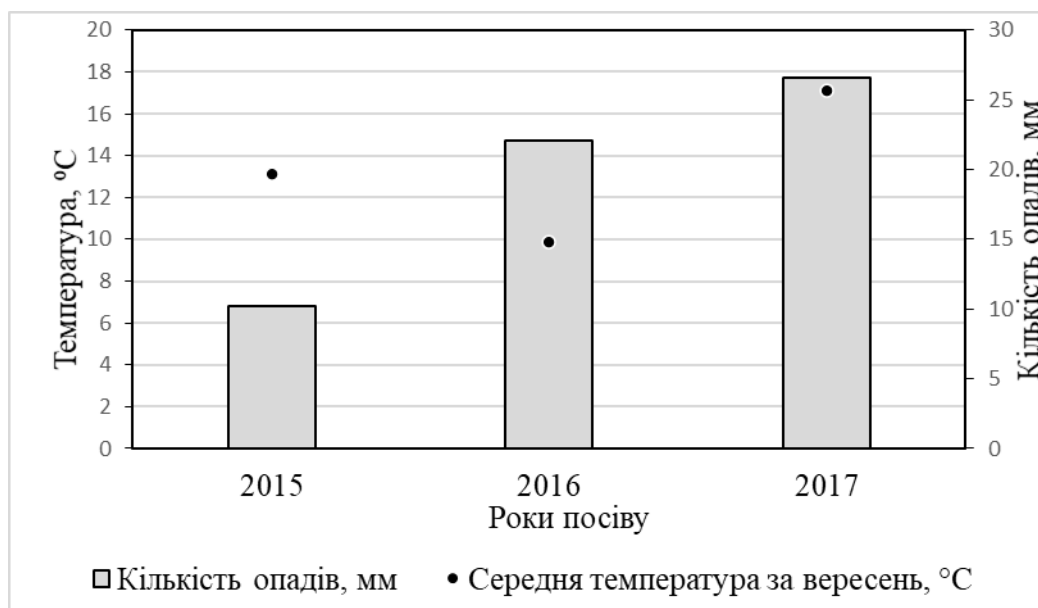


Рис. 4. Кількість опадів та температура за вересень років досліджень

Досліджували основні елементи продуктивності рослин жита: довжину колоса, кількість продуктивних стебел, масу 1000 зернин, масу зерна з рослини, масу зерна з колоса та висоту рослин.

Статистичну обробку отриманих даних проводили стандартними методами [14] за допомогою програми Excel. Для аналізу істотності розбіжностей за лабораторною та польовою схожістю різних варіантів досліду використовували критерій вибіркової частки, які є значущими (істотними) при  $p > 0,05$ . Для встановлення зв'язку між рівнями лабораторної, польової схожості, елементів продуктивності рослин жита та різним рівнем вологості зберігання зразків насіння, з урахуванням метеорологічних умов вегетації визначали лінійну кореляцію.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

За оцінкою лабораторної схожості насіння жита гібриду Харків'янка ЧС з вологістю 5 %, 6 %, 7 % після зберігання їх в герметичній тарі не встановлено істотних переваг довговічності для зразків з відповідним рівнів вологості через 18, 30 і 42 місяців зберігання (рис.5). Не виявлено істотних змін вихідної схожості насіння після досліджених термінів зберігання для всіх значень вологості насіння.

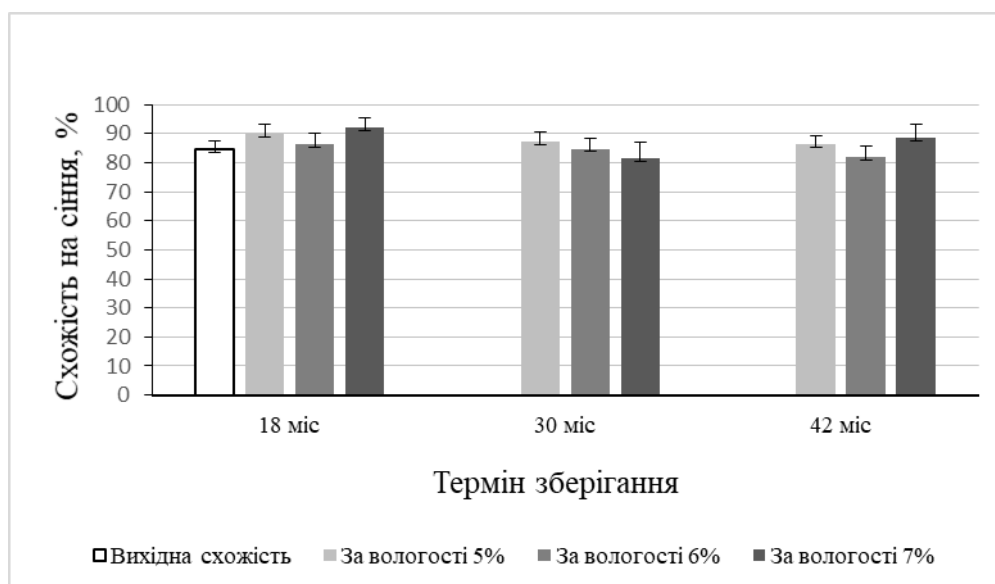


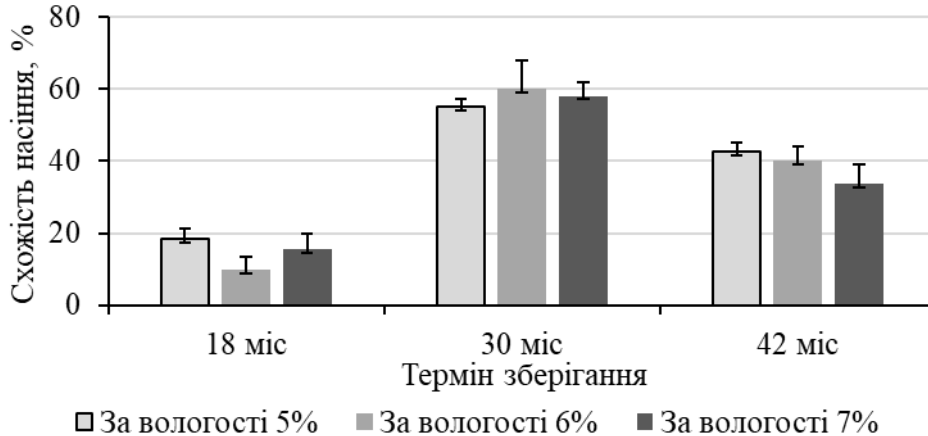
Рис. 5. Лабораторна схожість насіння гібриду жита Харків'янка ЧС протягом різного терміну зберігання за різних рівнів вологості

Для зразка Л 90691 А через 42 місяці зберігання в аналогічних умовах не виявлено істотного зниження схожості для всіх рівнів вологості проте варіювання цієї ознаки у різні період досліду становила від 40 до 53 % при вихідній схожості 56 %.

Зберігання насіння зразка Л 120337 Б протягом 42 місяців призвело до істотного зниження на 16 % вихідної схожості насіння 81,6 %. Не встановлено істотних переваг досліджених рівнів вологості насіння при зберіганні для його довговічності.

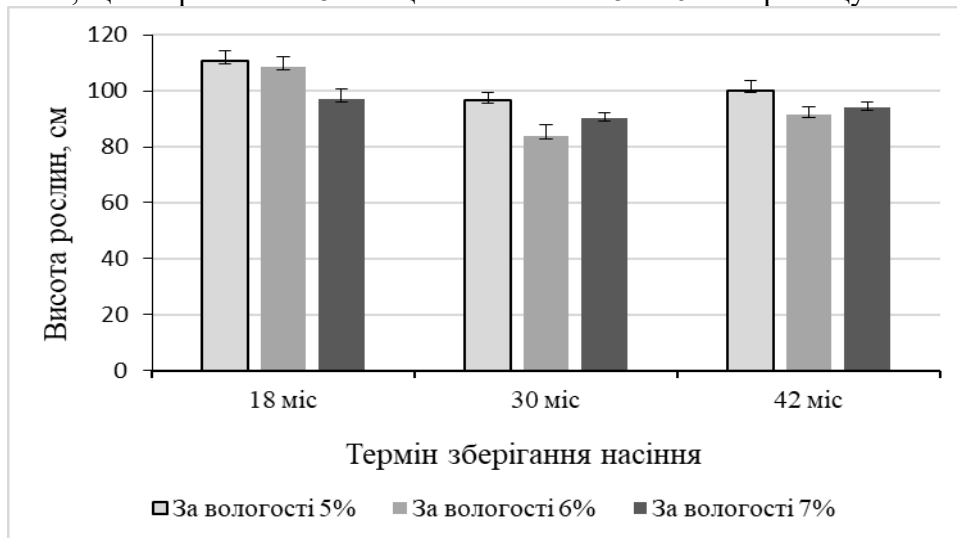
Аналіз зразків насіння ліній Л 1201 А та Л 1201 Б не виявив переваг будь-якого з досліджених рівня вологості. Для лінії Л 1201 А встановили зниження вихідної лабораторної схожості з 86 % до 50 % вже через 18 місяців зберігання. На контролі через 30 місяців зберігання подальшого зниження схожості не зафіксовано. У лінії Л 1201 Б лабораторна схожість істотно не змінилась при вихідній схожості 82 %.

Польова схожість насіння жита простого гібриду Харків'янка ЧС, ліній Л 90691 А, Л 120337 Б, Л 1201 А, Л 1201 Б за три роки дослідження не зазнала істотного впливу вологості насіння. Зниження схожості насіння після 30 та 42 місяців зберігання не спостерігалось. Польова схожість гібриду Харків'янка ЧС через 30 місяців зберігання була вище ніж через 18 місяців у чотири рази та становила в середньому для всіх рівнів вологості 58 %; а через 42 місяці зберігання — у 2,7 рази й становила в середньому для всіх рівнів вологості 39 % (рис. 6). Для гібриду Харків'янка ЧС установлена істотна кореляція між польовою схожістю насіння та рівнем опадів у вересні року посіву ( $r = 0,74$ ).



**Рис. 6.** Польова схожість насіння гібриду жита Харків'янка ЧС протягом терміну зберігання

Оцінка основних елементів продуктивності рослин жита: довжини колоса, кількості продуктивних стебел, маси 1000 зернин, маси зерна з рослини, маси зерна з колоса та висоти рослин за три роки досліджень загалом не виявила переваг рівнів вологості насіння при зберіганні на елементи структури продуктивності та висоти рослин в усіх варіантах дослідження (рис.7). Але в окремих варіантах дослідження встановлені істотні відмінності цих ознак при різних рівнях вологості насіння. Наприклад, рослини з насіння гібриду Харків'янка ЧС, що зберігалось 18 місяців з вологістю 5 та 6 % перевищували на 10 см



**Рис. 7.** Висота рослин гібриду жита Харків'янка ЧС після зберігання насіння за різної вологості протягом різного терміну

рослини вирощених з насіння, що зберігалось за вологості 7 % (рис.7). При подальшому зберіганні ця тенденція була аналогічна, але неістотна. Для зразків Л 90691 А, Л 120337 Б, Л 1201 А встановлена істотна кореляція між висотою рослин та кількістю опадів у травні (табл.1). Це свідчить про суттєвий вплив опадів у цей період на висоту зразків.

Таблиця 1. Кореляція між основними елементами структури продуктивності та кількістю опадів

Зразок	Висота рослини/кількість опадів у травні	Маса 1000 зернин/кількість опадів у червні	Продуктивність рослини /кількість опадів у червні
Харків'янка	0,65	-0,48	0,86*
Л.90691 А	0,84*	0,35	0,87*
Л.120337 Б	0,74*	0,43	0,50
Л.1201 А	0,95*	-0,70*	0,52
Л.1201 Б	-0,40	0,86*	0,39

\*істотне значення

Доведено істотну залежність між масою 1000 зернин та кількістю опадів у період наливу зерна — червні для зразків Л 1201 А та Л 1201 Б (табл.1). Не виявлено, сталих переваг впливу вологості зберігання насіння на прояв цієї ознаки для всіх варіантів досліду. В окремих варіантах спостерігали істотні відмінності маси 1000 зернин для варіантів з різною вологістю насіння. Наприклад, у гібриду Харків'янка ЧС маса 1000 зернин у рослин з насіння, що зберігалось з вологістю 5 % , була вища ніж з насіння з вологістю 7 % (рис.8).

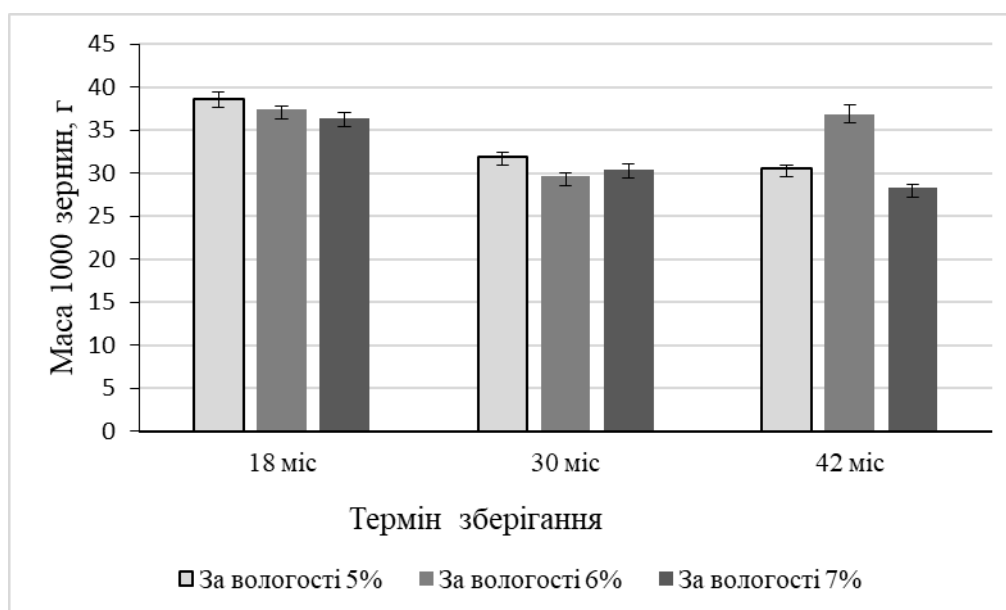


Рис. 8. Маса 1000 зернин гібриду Харків'янка ЧС після зберігання насіння протягом різного терміну

Вологість насіння при зберіганні в досліджених межах не впливала на продуктивність рослин. Для зразків Харків'янка, Л 90691 А установа істотна кореляція між продуктивністю та кількістю опадів у червні.

Гібрид Харків'янка ЧС не зменшував масу 1000 насінин при збільшенні терміну зберігання (рис.8). Встановлена істотна кореляція між кількістю опадів у червні і продуктивністю рослин. При аналізі рівня продуктивності рослин виявлено тенденцію її збільшення у рослин з насіння, що зберігалось з вологістю 5 %.

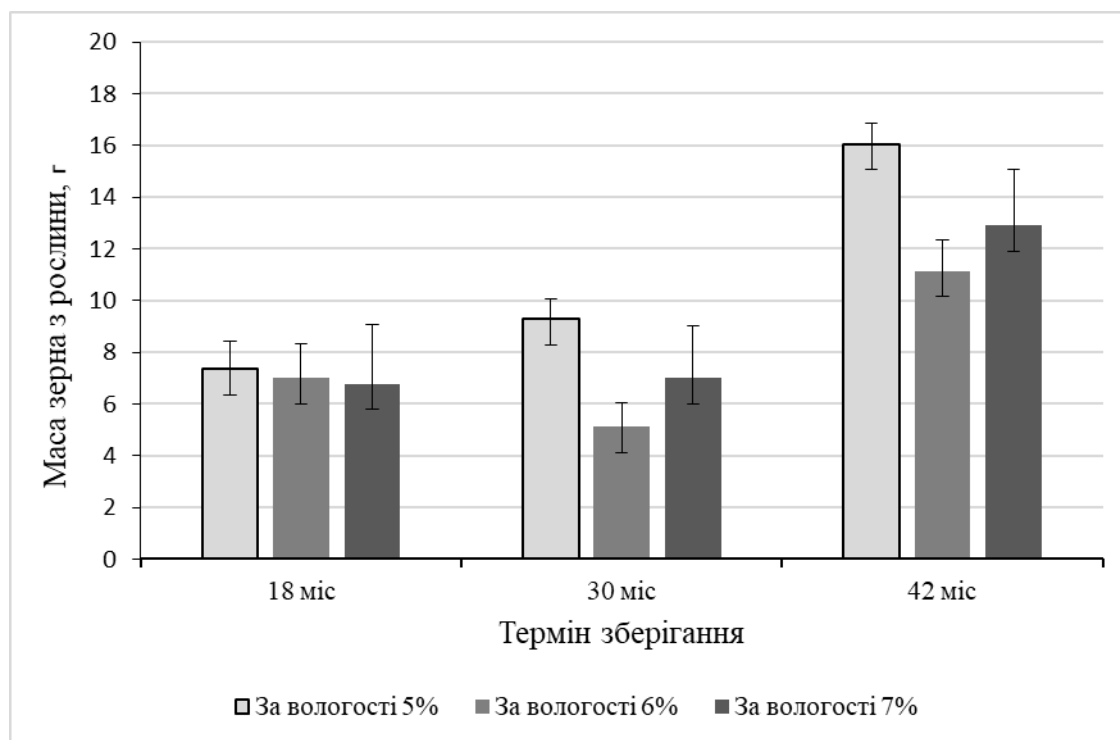


Рис. 9. Продуктивність гібриду жита Харків'янка ЧС після зберігання насіння протягом різного терміну

### ВИСНОВКИ

Таким чином, за результатами проведених досліджень встановлена можливість збереження вихідної схожості насіння жита протягом 42 місяців без істотних змін за нерегульованої температури в умовах східного лісостепу України, для зразків відповідних генотипів, з вихідною схожістю не менше 80 % у герметичній тарі за вологості 5 – 7 %.

Не встановлено залежності довговічності зберігання насіння жита від рівня вологості насіння (5 – 7 %) за рівнем лабораторної та польової схожості, більшості елементів продуктивності рослин жита.

Для гібриду Харків'янка ЧС, ліній Л 1201 Б виявлена істотна кореляція між польовою схожістю насіння та рівнем опадів у місяці року посіву ( $r = 0,74$  та  $0,98$  відповідно). Істотну кореляцію між кількістю опадів у критичний період вегетації та висотою рослин відзначено для зразків Л 90691 А, Л 120337 Б, Л 1201 А ( $r = 0,84; 0,74; 0,95$  відповідно); масою 1000 зернин — для зразків Л 1201 А, Л 1201 Б ( $r = -0,70$  та  $0,86$  відповідно); продуктивністю рослини — для зразків Харків'янка ЧС та Л 90691 А ( $r = 0,86$  та  $0,87$  відповідно).

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. FAO STAT. 2020. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> (дата звернення 18.11.21)
2. Задорожна О.А., Шиянова Т.П., Герасимов Н.В. Особливості довготривалого зберігання насіння зразків генофонду жита. *Генетичні ресурси рослин*. 2014. №14. С.105–114.

3. Хорошайлов Н.Г., Жукова Н.В. Длительное хранение коллекционных образцов семян. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1973. Т.49. Вып.3. С.269–279.
4. Solberg S.V., Brodal G., Bothmer R., Meen E., Yndgaard F., Andreassen C., Asdal A. Seed germination after 30 years storage in permafrost. *Plants*. 2020. 9. 579–588. DOI: 10.3390/plants9050579
5. Arif M. A. R., Börner A. Mapping of QTL associated with seed longevity in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Journal of Applied Genetics*. 2019. Vol. 60. №1. P. 33–36. DOI: 10.1007/s13353-018-0477-y
6. Задорожна О. А., Шиянова Т. П., Скороходов М. Ю. Зберігання насіння пшениці твердої (*Triticum durum* Desf.) у контрольованих умовах. *Генетичні ресурси рослин*. 2020. №26. С.105–115. DOI: 10.36814/pgr.2020.26.108
7. Zhao C., He M., Wang Z., Wang Y., Lin Q. Effects of different water availability at post-anthesis stage on grain nutrition and quality in strong-gluten winter wheat. *Comptes Rendus Biologies*. 2009. Vol. 332. № 8. 759–764. DOI: 10.1016/j.crv.2009.03.003
8. Dupont F. M., Altenbach S. B. Molecular and biochemical impacts of environmental factors on wheat grain development and protein synthesis. *Journal of Cereal Science*. 2003. Vol. 38. № 2. September. P. 133–146. DOI: 10.1016/S0733-5210(03)00030-4
9. Mira S., Pirredda M., Martin-Sanchez M., Marchessi J. E., Martin C. DNA methylation and integrity in aged seeds and regenerated plants. *Seed Science Research*. 2020. Vol. 30. № 2. P.92–100. DOI: 10.1017/S0960258520000021
10. Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. 2014. 182 p. Rev. ed. Rome. URL: [www.fao.org/3/a-i3704e.pdf](http://www.fao.org/3/a-i3704e.pdf). (дата звернення 01.08.2021)
11. Международные правила анализа семян. Москва: Колос, 1984. 311 с.
12. Международный классификатор СЭВ рода *Secale* L. Ленинград, 1986. 56 с.
13. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні. В кн: Охорона прав на сорти рослин. Київ: Алефа, 2003. С.191–203.
14. Вольф В. Г. Статистическая обработка опытных данных. Москва: Колос, 1966. 255 с.

#### REFERENCES

1. FAO STAT. 2020. [Internet]. [cited 2021 Nov 18]. Available from: <https://www.fao.org/faostat/en/>
2. Zadorozhna OA., Shyianova TP., Gerasimov M.V. 2014. Features of long term seeds storage of rye genepool accessions. *Genetični resursi roslin*. 14: 105-114.
3. Khoroshailov NG, Zhukova NV. 1973. The experience of long-term seed storage. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii*. 49(3): 269-279.
4. Solberg SV, Brodal G, Bothmer R, Meen E, Yndgaard F, Andreassen C, Asdal A. 2020. Seed germination after 30 years storage in permafrost. *Plants*. 9. 579–588. doi: 10.3390/plants9050579
5. Arif MAR, Börner A. 2019. Mapping of QTL associated with seed longevity in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Journal of Applied Genetics*. 60(1): 33-36. doi: 10.1007/s13353-018-0477-y
6. Zadorozhna OA, Shyianova TP, Skorokhodov MYu. 2020. Seed storage of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under controlled conditions. *Genetični resursi roslin*. 26: 105-115. doi:10.36814/pgr.2020.26.108
7. Zhao C, He M, Wang Z, Wang Y, Lin Q. 2009. Effects of different water availability at post-anthesis stage on grain nutrition and quality in strong-gluten winter wheat. *Comptes Rendus Biologies*. 332(8): 759-764. doi: 10.1016/j.crv.2009.03.003
8. Dupont FM, Altenbach SB. 2003. Molecular and biochemical impacts of environmental factors on wheat grain development and protein synthesis. *Journal of Cereal Science*. 38(2).



- September: 133-146. doi: 10.1016/S0733-5210(03)00030-4
9. Mira S, Pirredda M, Martin-Sanchez M, Marchessi JE, Martin C. 2020. DNA methylation and integrity in aged seeds and regenerated plants. *Seed Science Research*. 30(2). P.92-100. doi: 10.1017/S0960258520000021
  10. Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. 2014. 182 p. Rev. ed. Rome. [Internet],. [Cited 01.08.2021] Available from: [www.fao.org/3/a-i3704e.pdf](http://www.fao.org/3/a-i3704e.pdf).
  11. International rules for seed testing. 1984. Moscow: Kolos. 311 p.
  12. International CMEA classifier of genus *Secale* L. Leningrad; 1986. 56 с.
  13. DSTU 4138-2002. 2003. Crop seeds. Methods of quality determination. Kyiv: Derzhpozhyvstandart Ukrainy. 173 p.
  14. Volf VG. 1966. Statistical processing of experimental data. Moscow: Kolos. 255 p.

Задорожная О. А., Егоров Д. К.

*Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН*

*Национальный центр генетических ресурсов растений Украины*

*Московский просп., 142, Харьков, 61060, Украина*

*E-mail: olzador@ukr.net*

### **ХРАНЕНИЕ СЕМЯН РЖИ (*SECALE CEREALE* L.) В ХРАНИЩЕ С НЕРЕГУЛИРУЕМОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ**

**Цель.** Установить влияние хранения семян ржи при нерегулируемой температуре в условиях восточной лесостепи Украины, при влажности семян 5 – 7 % на показатели всхожести, элементы продуктивности и высоту растений.

**Результаты и обсуждение.** Проведен анализ результатов хранения семян простого гибрида и четырех линий ржи селекции Института растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН, хранившиеся в помещении при нерегулируемой температуре в условиях восточной лесостепи Украины с влажностью семян 5 – 7 % в течение 42 месяцев. Средняя температура в хранилище, где проводились эти исследования, составляла 9 °С. Не выявлено преимуществ долговечности семян ржи с разными уровнями влажности в пределах 5 – 7 % всех образцов. Анализ элементов структуры урожая и высоты растений не выявил существенного негативного влияния использованных режимов хранения на эти признаки в течение указанного срока. Для отдельных образцов обнаружена существенная корреляция между полевой всхожестью семян и уровнем осадков в месяце года посева; между высотой растений, продуктивностью и количеством осадков в критические фазы развития периода вегетации.

**Выводы.** Установлена возможность сохранения исходной всхожести семян ржи в течение 42 месяцев без существенных изменений при нерегулируемой температуре в условиях восточной лесостепи Украины для образцов определенных генотипов. Семена должны храниться в герметичной таре при влажности 5 – 7%. Следствием таких условий хранения семян ржи является отсутствие значительного варьирования элементов продуктивности.

**Ключові слова:** *рожь озимая, семена, хранение, долговечность, температура, влажность, всхожесть, высота растений, продуктивность.*

Zadorozhna O. A., Yehorov D. K  
*Plant Production Institute nd. a. V.Ya. Yuriev of NAAS*  
*National Center for Plant Genetic Resources of Ukraine*  
*142 Moskovskyi Ave., Kharkiv, 61060, Ukraine*  
*E-mail: olzador@ukr.net*

## SEED STORAGE OF RYE (*SECALE CEREALE* L.) IN DEPOSITORY AT UNREGULATED TEMPERATURE

**Aim.** Impact determination of rye seeds storage with 5-7% moisture content at unregulated temperature under eastern forest-steppe of Ukraine conditions on germination, productivity elements and plant height.]

**Results and Discussion.** Results analysis carried on of rye seed storage of simple hybrid and two breeding lines of Institute of Plant Industry named after V. Ya. Yuriev of NAAS. These accessions stored in the depository at unregulated temperature under conditions of eastern forest-steppe of Ukraine with seed moisture content at 5-7% for 42 months. Average temperature in the depository where these studies were carried out was 9°C. There was no advantages were found for rye seeds longevity with different moisture levels within 5-7%. Analysis of yield components and plant height did not reveal a significant negative impact of the storage regimes used on these traits during the specified period. Significant correlation was found for individual accessions between field germination of seed and the level of precipitation in the month of sowing year; between plant height, productivity and precipitation during the development critical phases of season growing.

**Conclusion.** Possibility of maintaining the initial germination of rye seeds for 42 months without significant changes was established. Seed with moisture content 5-7% of certain genotypes should storage at unregulated temperature under conditions of eastern forest-steppe of Ukraine in sealed container. Consequence of such storage conditions for rye seeds is the absence of significant variation of productivity elements.

**Key words:** *winter rye, seeds, storage, longevity, temperature, moisture content, germination, plant height, productivity.*