

10. Suganya A., Saravanan A., Manivannan N. Role of Zinc Nutrition for Increasing Zinc Availability, Uptake, Yield, and Quality of Maize (*Zea Mays* L.) Grains: An Overview. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2020. Т. 51. № 15. P. 2001–2021. DOI: 10.1080/00103624.2020.1820030

11. Лавриненко Ю. О., Вожегова Р. А., Базалій В. В., Марченко Т. Ю., Іванів М. О. Адаптивна здатність гібридів кукурудзи за різних способів поливу та вологозабезпеченості у Посушливому Степу України. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2020. Т. 27. С. 125–131. DOI: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v27.1314>

12. Vozhehova R. A., Kokovikhin S. V., Lykhovyd P. V., Biliaeva I. M., Drobitko A. V., Nesterchuk V. V. Assessment of the CROPWAT 8.0 software reliability for evapotranspiration and crop water requirements calculations. *Journal of Water and Land Development*. Polish Academy of Sciences (PAN) in Warsaw. 2018. № 39 (X–XII). P. 147–152. DOI: 10.2478/jwld2018-0070

13. Гальченко Н. М., Резніченко Н. Д., Рой С. С., Мануйленко О. В. Вплив способів поливу на продуктивність гібридів кукурудзи. *Аграрні інновації*. 2022. № 12. С. 5–9. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.1>

14. Шинкарук Л. Вплив макро- і мікродобрив на врожайність кукурудзи. *Вісник Львівського НАУ: Агрономія*. 2021. № 25. С. 162–166. DOI: <https://doi.org/10.31734/agronomy.2021.01.162>

15. Tanklevska N., Petrenko V., Karnaushenko A., Melnykova K. World corn market: analysis, trends and prospects of its deep processing. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 2020. Т. 6. № 1868-2020-1688. Pp. 96–111. DOI: <https://doi.org/10.22004/ag.econ.305555>

УДК [631.5+551.5]

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.34>

УРОЖАЙНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД СТРОКІВ СІВБИ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

Собко М.Г. – к.с.-г.н., с.н.с.,

заступник директора з наукової роботи,

Інститут сільського господарства Північного Сходу

Національної академії аграрних наук України

Бондаренко І.М. – к.с.-г.н.,

с.н.с.

Інститут сільського господарства Північного Сходу

Національної академії аграрних наук України

Погодні умови осіннього періоду для озимих зернових культур визначають не тільки динаміку росту та розвитку рослин, але й зимостійкість та рівень майбутнього врожаю. Глобальне потепління і пов'язана з цим часта повторюваність посух в осінній і весняно-літній періоді, а також подовження терміну осінньої вегетації, зими, що супроводжуються відлигами, а нерідко й опадами із потеплінням та відновленням вегетації декілька разів за зиму, зумовлюють необхідність проведення наукових досліджень щодо уточнення строків сівби та їхнього впливу на врожайність з урахуванням гідротермічних умов року та реакції на них сортів-інновацій з інтенсивним стартовим ростом.

В умовах північно-східного Лісостепу України температурний та водний режими за останні 6 років досліджень мали значні відхилення по рокам. Осінньому періоду вегетації були притаманні свої особливості погодно-кліматичних умов, які певним чином впливали на ріст і розвиток рослин ячменю озимого.

Метою досліджень є вивчення впливу строків сівби на формування урожайності ячменю озимого в умовах північно-східного Лісостепу. Дослідження були проведені в Інституті сільського господарства Північного Сходу НААН впродовж 2016–2021 рр., і є складовою багаторічних досліджень впливу строків сівби та погодних умов на формування показників продуктивності та врожайності озимих культур.

Урожайність озимого ячменю в середньому за роки проведення досліджень в залежності від строку сівби змінювалась в межах 4,19–5,86 т/га. Максимальною в середньому за 2016–2020 рр. вона була за сівби 1 жовтня, а найменша урожайність за роки проведення досліджень отримана при сівбі 1 листопада. Оптимальним періодом для сівби озимого ячменю, при якому формувалась вища урожайність в більшості років проведення досліджень був період з 20 вересня до 1 жовтня.

Ключові слова: агрометеорологічні умови, кількість опадів, сума активних температур, сівба, ріст і розвиток рослин, продуктивність.

Sobko M. G., Bondarenko I. M. The yield of winter barley depending on sowing periods in the conditions of climate changes of the northeastern forest steppe

The weather conditions of the autumn period for winter grain crops determine not only the dynamics of plant growth and development, but also winter hardiness and the level of the future harvest. Global warming and the associated frequent recurrence of droughts in the autumn and spring-summer periods, as well as the extension of the period of autumn vegetation, winters accompanied by thaws, and often precipitation with warming and restoration of vegetation several times during the winter, make it necessary to conduct scientific research on specifying sowing dates and their impact on yield, taking into account the hydrothermal conditions of the year and the reaction to them of innovative varieties with intensive initial growth.

In the conditions of the northeastern forest-steppe of Ukraine, the temperature and water regimes for the last 6 years of research had significant deviations by year. The autumn vegetation period had its own peculiarities of weather and climate conditions, which in a certain way influenced the growth and development of winter barley plants.

The purpose of the research is to study the influence of sowing dates on the formation of winter barley productivity in the conditions of the North-Eastern Forest Steppe. The research was conducted at the Institute of Agriculture of the North-East of the National Academy of Sciences during 2016–2021, and is a component of multi-year studies of the impact of sowing dates and weather conditions on the formation of productivity indicators and yield of winter crops.

The yield of winter barley on average during the years of research, depending on the sowing period, varied between 4.19–5.86 t/ha. The maximum yield on average for 2016–2020 was for sowing on October 1, and the lowest yield during the years of research obtained during sowing on November 1. The period from September 20 to October 1 was the optimal period for sowing winter barley, during which a higher yield was formed in most years of research.

Key words: agrometeorological conditions, amount of precipitation, sum of active temperatures, sowing, growth and development of plants, productivity.

Постанова проблеми. У виробничих умовах сучасних сортів зернових колових культур важливим фактором зниження врожайності є недостатня обґрунтованість оптимальних строків сівби. Суттєві зміни температурного режиму та режиму зволоження, які тяжіють до підвищення континентальності зони північно-східного Лісостепу, вимагають постійного уточнення строків сівби. Виникає необхідність у стабільному прогнозі тепло- та вологозабезпеченості для визначення оптимальних умов розвитку рослин, особливо на початкових етапах. Дослідження щодо вивчення строків сівби ячменю озимого (*Hordeum vulgare*) проводяться тривалий час, проте поява нових сортів, зміна кліматичних умов, яка проявляється в посиленні контрастності по роках та періодах року вимагають їх продовження і поглиблення.

За результатами багаторічних досліджень проведеними науковцями Інституту сільського господарства Північного Сходу та інших наукових установ була

встановлена чітка закономірність зниження рівня врожайності при відхиленні строків сівби від оптимальних як у бік ранніх (початок вересня), так і пізніх (жовтень). Абсолютні відхилення врожайності були вищі за сівби в більш пізні строки. Проте, останні дані свідчать, що через брак вологи в період сівби озимих зернових та з врахуванням потепління клімату, що проявляється головним чином в осінньо-зимовий період, дещо втрачається актуальність попередньо визначених оптимальних строків сівби та їх зміщення до пізніших періодів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останніми роками саме ячмінь озимий, з огляду на сталий попит на світових ринках, являється однією з небагатьох сільськогосподарських культур, площі посіву якої суттєво збільшилися.

У зв'язку з цим значно посилились вимоги як до сортів, які б відрізнялися високим генетичним потенціалом продуктивності, підвищеною посухо- та спекотостійкістю, стійкістю до хвороб і шкідників, так і до технологій їх вирощування.

Недотриманням оптимальних строків сівби ячменю озимого пояснюється недостатній розвиток рослин перед зимівлею, що посилюється розміщенням цієї культури після незадовільних попередників, які пізно звільняють поле, не даючи змоги якісно підготувати ґрунт. Це призводить до нерівномірності появи сходів, зрідженості посівів, значних втрат після зимівлі та, нерідко, низької врожайності. При ранніх строках сівби, особливо в роки з тривалим теплим осіннім періодом, озимий ячмінь може пройти в цей період стадію яровизації, рослини можуть навіть вийти на висів, в результаті чого зимостійкість їх різко знижується. Рослини пізніх термінів сівби не встигають добре розкучитися і накопичити в достатній кількості захисні речовини, тому навіть при невеликих морозах суттєво пошкоджуються і можуть загинути як взимку так і у ранньовесняний період.

Вважається, що оптимальні строки сівби ячменю озимого настають у другій половині або в кінці проведення сівби пшениці озимої. Типово озимі сорти ячменю слід висівати на 5–7 діб раніше, ніж сорти «дворучки», яким властиве сильне переростання.

Проте, й на сьогодні відсутня єдина думка серед фахівців щодо кращих строків сівби ячменю озимого, оскільки дана культура дуже чутлива до цього технологічного прийому, який одним з небагатьох інших визначає результати їх зимостійкості та врожайності. Водночас поступово відбуваються кліматичні зміни, які передбачають збільшення аномально спекотних періодів, що очікуються частішими і довшими, та меншу кількість днів із сильними морозами. Водночас можливі прояви екстремально низьких зимових температур [1, с. 106–110].

Зміщення останніми роками строків сівби в бік пізніших пов'язано також із великим насиченням сівозмін нетрадиційними попередниками (кукурудза на зерно, соняшник, соя). До того ж під впливом природних і антропогенних факторів значно погіршилася фітосанітарна ситуація на полях.

За результатами багаторічних досліджень проведеними науковцями Інституту сільськогосподарства Північного Сходу була встановлена закономірність зниження рівня врожайності при відхиленні строків сівби від оптимальних як у бік ранніх (початок вересня), так і пізніх (кінець жовтня-листопад). Абсолютні відхилення врожайності вищі за сівби в більш пізні строки.

Отже, вибір оптимального строку сівби головним чином залежить від агрометеорологічних умов. З урахуванням факторів, які впливають позитивно або негативно на врожай, можна в значній мірі нівелювати дію метеорологічних умов і цілеспрямовано використовувати керовані людиною фактори [2, с. 8].

Постановка завдання. Дослідження проводились в Інституті сільського господарства Північного сходу НААН впродовж 2016–2021 рр.

Метою досліджень було вивчення впливу строків сівби на формування урожайності ячменю озимого в умовах північно-східного Лісостепу.

Ґрунт, на якому проводилися дослідження – чорнозем типовий глибокий малогумусний слабовилугуваний крупнопилуватий середньо суглинковий. Закладку дослідів, їх розташування в природі, фенологічні, біометричні, агрохімічні аналізи і дослідження проводили згідно методичних рекомендацій, розроблених і прийнятих у провідних наукових установах НААН. Супутні аналізи та обліки проводили за загальноприйнятими методиками. Збирання врожаю проведено поділянковим прямим комбайнуванням комбайном John Deere, переобладнаним для поділянкового збирання. Статистичну обробку отриманих результатів урожайності проводили методом дисперсійного аналізу згідно методики Б.О. Доспехова за схемою багатофакторного досліді з використанням пакету прикладних програм Statistica for Windows [3, с. 248].

В даних дослідженнях вивчались шість строків сівби 10, 20 вересня; 1, 10, 20 жовтня та 1 листопада. Представлений у дослідженнях сорт ячменю озимого – Тутанхамон (оригінатор – Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла НААН). Повторність варіантів чотириразова.

Виклад основного матеріалу дослідження. Погодні умови у роки проведення дослідження були різними як за температурним режимом, так і за кількістю опадів впродовж вегетації ячменю озимого.

Так, сума активних температур $>5^{\circ}\text{C}$ за сівби ячменю озимого 10 вересня від сходів рослин до припинення вегетації була максимальною у 2020/2021 сільськогосподарському році і становила $777,1^{\circ}\text{C}$, а найменша – у 2016/2017 р. $372,7^{\circ}\text{C}$. Кількість опадів отримана за даний проміжок часу коливалась в межах 3,9 і $85,5$ мм, що відповідає 2015/2016 та 2019/2020 рр. Гідротермічний коефіцієнт у ці роки досліджень за даного строку сівби становив 0,09 та 1,7 (табл. 1).

За сівби 20 вересня до припинення осінньої вегетації отримана кількість тепла $>5^{\circ}\text{C}$ становила $237,1>5^{\circ}\text{C}$ у 2016/2017 р., а максимальний показник $624,4>5^{\circ}\text{C}$ отримано у 2020/2021 р. Кількість опадів отримана за даний період становила 3,9 та $80,4$ мм у 2015/2016 та 2019/2020 рр., відповідно. Гідротермічний коефіцієнт від сівби 20 вересня до припинення вегетації коливався у роки досліджень від 0,9 до 2,6. Граничні показники були у 2018/2019 та 2016/2017 роках.

За сівби 1 жовтня до припинення вегетації сума активних температур 5°C варіювала за роками в межах $79,0$ – $459,8^{\circ}\text{C}$. Граничні значення даного показника отримано восени 2016 та 2020 рр. Восени 2015 року від даного строку сівби до припинення вегетації опадів не було отримано. В інші роки кількість опадів за цей період коливалась по роках в межах $29,0$ – $61,0$ мм. Найменша кількість опадів за даного строку сівби спостерігалась восени 2018 р., а максимальна у осінній період 2017 року. Гідротермічний коефіцієнт за строку сівби 1 жовтня коливався в межах $0,7$ – $4,2$.

Сума активних температур $>5^{\circ}\text{C}$ суттєво різнилась за роками. Від відновлення вегетації до виходу в трубку рослини отримували 166°C (у 2017 році) – $312,4^{\circ}\text{C}$ (у 2018 році). Від виходу в трубку – до колосіння, в залежності від умов року, надходило $455,2$ – 532°C . Граничними дані показники були у 2017 та 2020 роках. Від колосіння до повної стиглості надходило $944,2$ – $1183,0^{\circ}\text{C}$ у 2017 та 2018 роках відповідно.

Максимальна кількість тепла від відновлення вегетації до повної стиглості мала місце у 2018 р. – 1935°C а найменша у 2017 р. – 1565°C. В середньому за роки досліджень рослини озимого ячменю отримували від відновлення вегетації-до повної стиглості зерна 1726°C.

Роки проведення досліджень значно відрізнялись за кількістю опадів та їх розподілом. Найбільше опадів випало за період відновлення вегетації-повна стиглість зерна у 2016 році в кількості 285,9 мм, а найменша надійшла у 2018 році – 59,4 мм. Проте, відомо що озимі зернові культури ефективніше використовують вологу осінньо-зимового періоду і забезпечують в більшості випадків максимальну реалізацію генетичного потенціалу рослин.

В залежності від погодних умов у роки досліджень рослини ячменю озимого різних строків сівби входили в зиму у фазі кушення – 2–3 листків та сходів, а за пізніх строків сівби подекуди сходи не були отримані восени. У 2016 р. посіви від 1 жовтня на момент припинення осінньої вегетації не мали фази кушення, а за сівби 10 та 20 жовтня сходів не було отримано восени. У 2017 та 2018 роках за сівби 20 вересня, 1 жовтня та 10 жовтня фаза кушення не настала. А рослини сівби від 20 жовтня не зійшли. У 2020 році за сівби 10.10 та 20.10 до припинення осінньої вегетації рослини не мали фази кушення, а висіяні 1 листопада були у фазі сходів. Проте до відновлення вегетації за відносно теплий зимовий період досягли фази кушення.

Таблиця 1

**Багаторічні метеорологічні умови осіннього періоду вегетації
ячменю озимого**

рік	дата	Припинення осінньої вегетації озимих зернових			Припинення температур >5°C з 10.09 до припинення вегетації			Припинення температур >5°C з 20.09 до припинення вегетації			Припинення температур >5°C з 01.10 до припинення вегетації			Припинення температур >5°C за серпень		
		Σ активних температур >5°C з 10.09 до припинення вегетації	К-ть опадів з 10.09 до припинення вегетації, мм	ГТК	Σ активних температур >5°C з 20.09 до припинення вегетації	К-ть опадів з 20.09 до припинення вегетації, мм	ГТК	Σ активних температур >5°C з 01.10 до припинення вегетації	К-ть опадів з 01.10 до припинення вегетації, мм	ГТК	Σ активних температур >5°C за серпень	К-ть опадів за серпень, мм	ГТК			
2015/2016	7.10	418,7	3,9	0,09	255,2	3,9	0,15	79,0	0	0	7,2					
2016/2017	13.10	389,3	62,2	1,6	245,4	62,2	2,6	143,1	59,5	4,2	124,8					
2017/2018	7.11	587,7	61,0	1,0	399,4	61,0	1,5	250,0	61,0	2,4	15,1					
2018/2019	6.11	650,1	48,4	0,7	474,4	45,0	0,9	344,3	29,0	0,8	3,6					
2019/2020	15.11	663,7	85,5	1,3	511,4	80,4	1,6	414,1	46,0	1,1	4,5					
2020/2021	10.11	777,1	42,6	0,5	624,4	40,4	0,6	459,8	30,8	0,7	0,9					

Таким чином, в умовах північно-східного Лісостепу України температурний та водний режими за останні 6 років досліджень мали значні відхилення по рокам. Осінньому періоду вегетації були притаманні свої особливості погодно-кліматичних умов, які певним чином вплинули на ріст і розвиток рослин ячменю озимого в осінній період, як найбільш важливий в формуванні доброго урожаю зерна.

Урожайність ячменю озимого в середньому за роки проведення досліджень в залежності від строку сівби змінювалась в межах 4,19–5,86 т/га (табл. 2). Найбільшою вона була за сівби 1 жовтня, а найменша урожайність отримана за сівби 1 листопада. В середньому за роками урожайність змінювалась від 4,82 до 6,0 т/га. Найсприятливіші умови для формування високих показників урожайності ячменю озимого, відмічені у 2017 році. Оптимальним періодом для сівби ячменю озимого, при якому формувалась вища урожайність в більшості років досліджень був період з 20 вересня до 1 жовтня.

Таблиця 2

**Вплив строків сівби на врожайність ячменю озимого сорту
Тутанхамон, 2016-2020 рр.**

Сорти	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Середнє за 2016–2020 рр.
10.09	5,26	4,63	4,97	4,67	4,36	4,78
20.09	5,64	6,31	5,63	5,29	5,23	5,62
1.10	5,64	7,07	5,84	5,30	5,44	5,86
10.10	5,54		5,22	5,33	4,88	5,24
20.10	5,44	Рослини загинули	3,67	5,61	4,84	4,89
1.11	-	-	-	-	4,19	4,19
Середнє за строками	5,50	6,00	5,07	5,24	4,82	5,33
<i>НІР 05 т/га</i>		0,44	0,35	0,19	0,28	

Висновки. Серед багатьох технологічних прийомів, які застосовуються при вирощуванні ячменю озимого, одним із найважливіших є правильний вибір строків сівби цієї зернової культури, що при відсутності додаткових матеріальних витрат гарантує оптимальний розвиток рослин восени, їх збереженість після тривалої зими та формування високої врожайності.

Отримані результати в умовах північно-східного лісостепу України свідчать, що урожайність ячменю озимого була максимальною в середньому за 2016–2020 рр. за сівби 1 жовтня, а найменша отримана при сівбі 1 листопада. Оптимальним періодом для сівби ячменю озимого при якому формувалась вища урожайність в більшості років проведення досліджень був період з 20 вересня до 1 жовтня. Лімітуючим фактором, що найбільшим чином впливає на формування майбутнього врожаю останніми роками є волога та температурний режим осіннього періоду вегетації рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Солодушко М. М., Солодушко В. П., Гасанова І. І., Ярошенко С. С. та ін. Вплив строків сівби озимого ячменю після різних попередників на його урожайність. *Агронам.* № 3 (65) (серпень). 2019. С. 106–110.
2. Собко М.Г. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від строків сівби в умовах північної частини лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2014. № 1. С. 6–9.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. С. 248–256.