



Рослинництво, кормовиробництво

УДК 633.367.2:633.13:631.17

©2021

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЛЮПИНУ БІЛОГО В СУЧАСНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ

А.В. Голодна¹, О.Г. Любчич²

¹доктор сільськогосподарських наук,

²кандидат сільськогосподарських наук

ННЦ «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України»

вул. Машинобудівників, 2б, смт Чабани Фастівського р-ну

Київської обл., 08162, Україна

e-mail: ¹ant.golodna@gmail.com, ²slyubchich@ukr.net

ORCID: ¹0000-0002-7775-8229, ²0000-0001-6768-1398

Надійшла 05.05.2021

Мета. Оцінити вплив погодних умов у роки проведення досліджень на тривалість міжфазних періодів і періоду вегетації люпину білого сорту Чабанський, генеративний розвиток, формування рівня врожаю та його якості. **Методи.** Польові, вимірювально-вагові та лабораторні методи досліджень застосовували для оцінки показників росту і розвитку рослин, а також якості продукції. **Методом** кореляційного та регресійного аналізу за Б.А. Доспеховим визначено мінливість і взаємозв'язки між наведеними показниками та погодними умовами. **Результати.** Погодні умови, що склалися в 2016–2020 рр. у період від сівби до повної стиглості рослин люпину білого, значно різнилися за роками досліджень і впливали на тривалість періоду сівба–сходи, період вегетації, ріст і розвиток рослин, та у підсумку – на рівень врожаю культури. Найсприятливіші умови для формування врожаю склались у 2016 р., про що свідчить найвищий рівень врожаю 4,18 т/га та індекс умов року 0,69; менш сприятливі у 2018 р. – 3,95 т/га та індекс умов року 0,46; у 2019 р. – 3,60 т/га та 0,11; у 2017 р. – 3,14 т/га та 0,35 відповідно. Найбільш несприятливим виявився 2020 р., на що вказує мінімальний рівень врожаю 2,57 т/га та індекс умов року –0,92. Погодні умови впливали і на якість отриманої продукції – вміст сирого протеїну в зерні коливався в межах 33,4–36,0 %, а його збір залежав від рівня врожаю культури і становив 1,48–0,86 т/га. **Висновки.** Особливості проходження міжфазних періодів і тривалість періоду вегетації люпину білого сорту Чабанський, розвиток рослин, рівень врожаю та якість зерна різнилися залежно від метеорологічних умов, які склалися впродовж вегетації культури у роки досліджень (2016–2020 рр.). Для зменшення впливу цих чинників, отримання стабільного врожаю зерна, потрібне створення сортів, стійких

до несприятливих умов, а також застосування в технологіях вирощування антистресантів, стимуляторів росту рослин.

Ключові слова: люпин білий сорту Чабанський, фази розвитку, період вегетації, генеративний розвиток, гідротермічні показники, індекс умов року, врожайність, якість зерна.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202111-05>

Зернобобові культури мають цінні господарські особливості, тому розглядаються нині не лише як джерело збалансованого, легкозасвоюваного й екологічно чистого білка, а й як чинник біологізації землеробства, енерго- і ресурсозбереження, що сприяє вирішенню проблеми збереження та навіть розширеного відновлення природної родючості ґрунту [1, 2]. Люпин білий, зокрема, належить до стратегічних культур рослинництва світу [3]. Проте новостворені високопродуктивні сорти люпину білого в останні роки не повною мірою реалізують генетичний потенціал, на що впливають також і зміни клімату [4, 5].

У північній частині Лісостепу України останні 20 років перевищення середніх багаторічних значень річної температури повітря становить 0,3–2,9 °C [6]. Характерним є стрімке наростання тепла у березні, а також значне перевищення середньодобових температур у липні–серпні. Відмічається також погіршення рівня вологозабезпечення, зумовлене недостатньою кількістю опадів, їх сезонний розподіл наближається або перевищує середні багаторічні значення у травні, вересні та жовтні на фоні значного дефіциту в інші місяці. Особливо негативним є зменшення кількості опадів у липні–серпні, коли у багатьох видів зернобобових ще триває цвітіння і формування зерна.

Упродовж періоду вегетації, коли відбуваються процеси росту, розвитку та формування врожаю, сільськогосподарські культури зазнають антропогенного впливу, передбаченого технологією їх вирощування, а також впливу зовнішніх факторів, зумовлених погодними умовами і змінами клімату [7, 8].

Основним способом подолання негативного впливу кліматичних змін на врожайність є вивчення особливостей формування врожаю культурами та розроблення

моделей технологій з метою запобігання ризикам і упередження втрат урожаю [9].

Мета досліджень — оцінити вплив погодних умов у роки проведення досліджень на тривалість міжфазних періодів і періоду вегетації люпину білого сорту Чабанський, генеративний розвиток, формування рівня врожаю та його якості.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження з розроблення технології вирощування люпину білого сорту Чабанський проводили на дослідному полі відділу технологій зернобобових, круп'яних і олійних культур упродовж 2016–2020 рр. Оцінювали вплив гідротермічних умов у роки досліджень на варіанті технології вирощування, який передбачав внесення $N_{30}P_{45}K_{90}$ кг/га д.р., сівбу люпину білого сорту Чабанський широкорядним способом (ширина міжрядь 45 см) нормою висіву 1 млн схожих насінин/га, оброблених біоінокулянтом БТУ-р у поєднанні з біопротруйником МікоХелп (із розрахунку 1 л/т насіння), та позакореневе підживлення мікродобривом Тразекс (0,3 кг/га) на IV етапі органогенезу рослин, який у підсумку був рекомендований виробництву.

У роки проведення досліджень метеорологічні умови та їх розподіл упродовж періоду вегетації культури значно різнилися між собою та порівняно з багаторічними значеннями, що дало змогу оцінити їх вплив на тривалість міжфазних періодів, періоду вегетації в цілому, генеративний розвиток, рівень врожаю та якість отриманого зерна. Мінливість і взаємозв'язки між наведеними показниками та метеорологічними умовами визначені методом кореляційного та регресійного аналізу за методикою Б.А. Доспехова [10]. Для аналізу було використано матриці експериментальних даних багатофакторного дослідження для кожного з років дослідження.

Результати досліджень. Сівбу люпину білого проводили у I–II декаді квітня,

коли ґрунт фізично досягав і на глибині заробляння насіння прогрівався до 7–10 °С (табл. 1).

Сума середньодобових температур повітря у період сівба–сходи коливалася від 127,2 до 177,5 °С, а кількість опадів — від 1,8 до 48,8 мм. Розрахунок коефіцієнта варіації показує, що сума середньодобових температур у період сівба–сходи має середній ступінь розсіювання даних (15,2 %), тоді як кількість опадів характеризується їх неоднорідністю (119,3 %) через значний ступінь розсіювання ознаки в сукупності, що істотно впливає на дружність сходів. Найбільшу кількість опадів у березні відмічали у 2018 р. — 61,5 мм за норми 39 мм. В інші роки досліджень кількість опадів була незначною — від 10 мм у 2017 р. до 24,6 мм у 2019 р. Повернення холодів після сівби також не сприяло появі дружніх сходів. Найкоротшими ці періоди були у 2016 і 2018 рр. — 12 і 11 діб. За градацією М.К. Іжика їх можна вважати середніми, тоді як в інші роки — тривалими [11].

Тривалість періоду вегетації сільськогосподарських культур є генетичною ознакою сорту, проте вона значною мірою залежить і від умов росту, зумовлених, гідротермічними показниками [12]. На відміну від періоду сівби–сходів, тривалість міжфазних періодів і періоду вегетації рослин люпину білого в цілому, істотно залежали від кількості опадів і суми середньодобових температур. У роки досліджень сума середньодобових температур коливалася від 2148 до 2290 °С ($V=2,90$ %), кількість опадів — від 100 до 227,3 мм ($V=34,2$ %).

Безумовно, це мало значний вплив на тривалість періоду сівби–сходів, міжфазних періодів і, як результат, періоду вегетації культури (табл. 2).

Слід відзначити, що у 2016 р. через надмірну кількість опадів і знижені середньодобові температури повітря у міжфазні періоди гілкування–бутонізація та формування бобів–початок наливу бобів були тривалими — 28 і 22 доби відповідно, що вплинуло на період вегетації культури, подовживши його до 135-ти діб, тоді як в інші роки він тривав у межах від 108 до 117 діб. У 2018 р., за дефіциту опадів, порівняно з іншими роками, значно коротшим був міжфазний період сходи–гілкування (8 проти 12–16 діб), що відобразилось на періоді вегетації в цілому, який тривав 108 діб і був найкоротшим за роки досліджень. У 2020 р. через надмірну кількість опадів і зниження середньодобових температур повітря, міжфазний період гілкування–бутонізація, тривав 32 доби, але тривалість інших міжфазних періодів була коротшою, ніж в інші роки, тому тривалість вегетації в цілому зберігалася на рівні 2017 і 2019 рр.

Тривалість періоду сівба–сходи і в цілому періоді вегетації культури залежно від гідротермічних показників можна визначити за рівняннями множинної кореляції, наведеними в табл. 3.

Як свідчать результати, наведені в табл. 2, тривалість міжфазних періодів значно різнилася за роками проведення досліджень. Кореляційний аналіз вказує на тісну залежність тривалості міжфазних періодів від суми температур ($r=0,96$) і середню між

1. Гідротермічні показники за періодами розвитку рослин люпину білого

Рік	Дата проведення сівби	Сівба–сходи		Сходи–повна стиглість	
		сума середньодобових температур, °С	кількість опадів, мм	сума середньодобових температур, °С	кількість опадів, мм
2016	5.04	169,7	48,8	2290,0	161,5
2017	10.04	131,7	4,2	2203,9	100,0
2018	17.04	168,0	1,8	2176,2	227,3
2019	8.04	177,5	20,8	2285,5	112,4
2020	8.04	127,2	6,4	2148,0	200,2
V, %		15,2	119,3	2,90	34,2
Середнє за 2016–2020 рр.		154,8	16,4	2220,7	160,3

2. Тривалість періоду сівба – сходи та міжфазних періодів розвитку рослин люпину білого за роками досліджень, кількість днів

Період	Роки досліджень					V, %	Середня за 2016–2020 рр.
	2016	2017	2018	2019	2020		
Сівба – сходи	12	17	11	16	14	18,2	14
Сходи – гілкування	14	16	8	15	12	24,3	13
Гілкування – бутонізація	28	16	16	12	32	41,7	21
Бутонізація – цвітіння	6	7	9	10	6	23,9	8
Цвітіння – формування бобів	6	6	5	7	4	20,4	6
Формування бобів – початок наливу бобів	22	14	5	9	5	65,2	11
Початок наливу бобів – повна стиглість	59	57	65	64	55	7,3	60
Сходи – повна стиглість	135	116	108	117	114	8,6	119

3. Тривалість періодів залежно від гідротермічних показників, кількість днів

Період	Рівняння	Множинний коефіцієнт кореляції, R	Коефіцієнт детермінації, D
Сівба – сходи	$T = 742,9200 + 4,7879X - 118,4377X^{0,5}$	0,649	42,1
	$T = 7,1410 - 0,5628X_1 + 4,6056X_1^{0,5}$	0,757	57,3
Сходи – повна стиглість	$T = 24773,3900 + 11,3149X - 1056,4957X^{0,5}$	0,767	58,8
	$T = -353,2256 - 3,1992X_1 + 78,6740X_1^{0,5}$	0,890	79,2

Примітка. T — тривалість періоду, кількість днів; X — сума середньодобових температур, °C; X₁ — кількість опадів, мм

показником і сумою опадів за ці періоди ($r = 0,47$). Аналізуючи варіацію тривалості міжфазних періодів за роками, виявлено, що середньодобова температура повітря має істотний вплив на тривалість проходження етапів органогенезу ($V = 15,2 - 39,0$ %), а впливу умов зволоження математично обґрунтувати складно через значний ступінь розсіювання даних ($V = 36,8 - 146,1$ %). Це впливало на генеративний розвиток рослин люпину білого та рівень показників елементів продуктивності (табл. 4).

Максимальну кількість квіток на рослині — 51 і 64 шт., і сформованих бобів — 20 і 18 шт./рослині, що становило лише 39 і 22 % від кількості квіток, відмічали у 2016 і 2019 рр. Незважаючи на те, що маса 1000 зерен становила лише 266 і 293 г, кількість бобів, що збереглися до повної стиглості рослин, а відповідно і озерненість рослин були визначальними елементами структури у формуванні рівня врожаю.

У періоди вегетації люпину, у 2017–2018 рр., які можна охарактеризувати як посушливі, кількість квіток на рослині була незначною — 21 і 28 шт., проте з них зав'язалася значно більша кількість бобів — 67 і 46%, ніж у 2016 та 2019 рр., де показник знаходився на рівні 39 і 22 %. До фази повної стиглості на рослинах збереглися лише 10 і 11 бобів відповідно. Проте погодні умови сприяли наливу насіння, тому відмічали максимальний рівень показників маси 1000 зерен, і в указані роки він був визначальним елементом структури у формуванні рівня врожаю.

Особливість 2020 р. — надмірна кількість опадів і пониження середньодобових температур повітря у міжфазний період гілкування – бутонізації не сприяли генеративному розвитку рослин люпину, а сильна посуха у наступні періоди розвитку спричинила формування невиповненого зерна, про що свідчить маса 1000 зерен, яка була

4. Формування врожаю та якості зерна люпину білого за роками досліджень

Показник	Роки досліджень					Середнє за 2016– 2020 рр.	V, %
	2016	2017	2018	2019	2020		
Сформувалося квіток, шт./росл.	51	21	28	64	35	40	44,0
Зав'язалось шт./росл.	20	14	13	18	15	16	18,2
бобів % від квіток	39	67	46	22	49	45	–
Збереглось шт./росл.	17	10	11	14	12	13	21,7
бобів % від бобів, що зав'язались	85	71	85	78	80	80	–
Маса 1000 зерен, г	266	308	404	293	251	304	19,7
Урожайність, т/га	4,18	3,14	3,95	3,60	2,57	3,49	18,5
Індекс умов року, I _j	0,69	–0,35	0,46	0,11	–0,92	–	–
Сирого вміст у зерні, %	35,3	33,4	36,0	35,5	33,3	34,7	3,6
протеїну збір, т/га	1,48	1,05	1,42	1,28	0,86	1,22	21,3

обмежуючим фактором за формування рівня врожаю.

Найсприятливіші умови для формування врожаю склались у 2016 р., про що свідчить найвищий рівень врожаю зерна люпину білого 4,18 т/га та індекс умов року 0,69, менш сприятливі у 2018 р. — 3,95 т/га та індекс умов року 0,46; у 2019 р. — 3,60 т/га і 0,11; у 2017 р. — 3,14 т/га і –0,35. Найбільш несприятливим виявився 2020 р., на що вказує мінімальний рівень врожаю 2,57 т/га та індекс умов року –0,92.

Про значну мінливість кількості квіток за роками досліджень свідчить коефіцієнт варіації показника 44,0 %. Мінливість показників кількості бобів, що зав'язались і збереглись до фази повної стиглості, маси 1000 зерен, урожайності та збору протеїну була переважно середньою, про що свідчать коефіцієнти варіації від 18,2 до 21,7 %. Мінливість показника вмісту протеїну в зерні, який знаходився в межах від 33,3 до 36,0 %, була слабкою — V=3,6 %.

Висновки

Проведені нами дослідження та аналіз отриманих результатів свідчать про те, що в сучасних кліматичних умовах, ріст і розвиток рослин, рівень врожаю зерна люпину білого сорту Чабанський та його якість різнилися за роками досліджень і значною мірою залежали від погодних умов, які склалися впродовж періоду вегетації культури. Індекс умов року варіював від 0,69 до –0,92. Головним стресовим фактором була кількість опадів у період вегетації культури, про що свідчить

коефіцієнт варіації (V=34,2 %), тоді як коливання показників суми середньодобових температур повітря у цілому був незначним (V=2,90 %). Урожайність культури була нестабільною за роками — від 4,18 до 2,57 т/га, тобто з різницею в 1,61 т/га у найсприятливішій і найнесприятливішій роки. Погодні умови впливали і на якість отриманої продукції — вміст сирого протеїну в зерні коливався в межах 33,4–36,0%, а його збір залежав від рівня врожаю культури і становив 1,48–0,86 т/га.

Holodna A.¹, Liubchych O.²

NSC «Institute of agriculture of NAAS», 2b Mashynobudivnykiv Str., Chabany village, Fastiv district, Kyiv

oblast, 08162, Ukraine; e-mail: ¹ant.golodna@gmail.com, ²slyubchich@ukr.net; ORCID: ¹0000-0002-7775-8229, ²0000-0001-6768-1398

Formation of white lupine productivity in the modern climatic conditions

Goal. To evaluate the influence of weather conditions in the years of research on the duration of interphase periods and the growing season of white lupine of Chabansky variety, generative development, the formation of the level of yield, and its quality. **Methods.** Field, weighing and laboratory research methods were used to assess plant growth and development, as well as product quality. By B.A. Dospikhov method of correlation and regression analysis, they identified variability and relationships between these indicators and weather conditions. **Results.** Weather conditions, which developed in 2016–2020 in the period from sowing to full maturity of white lupine plants, differed significantly over the years of research and affected the duration of the period sowing-seedlings, growing season, plant growth and development, and ultimately — the level of the crop harvest. The most favorable conditions for the formation of the crop were formed in 2016, as evidenced by the highest yield of 4.18 t/ha and the index of conditions of the year 0.69; less favorable in 2018 — 3.95 t/ha

and the index of conditions of the year 0.46; in 2019 — 3.60 t/ha and 0.11; in 2017 — 3.14 t/ha and 0.35 respectively. 2020 was the most unfavorable, as indicated by the minimum yield of 2.57 t/ha and the index of annual conditions — 0.92. Weather conditions also affected the quality of the obtained products — the content of crude protein in grain ranged from 33.4 to 36.0%, and its collection depended on the level of crop yield and amounted to 1.48–0.86 t/ha. **Conclusions.** Peculiarities of interphase periods and duration of growing season of the variety Chabansky of white lupine, plant development, yield level, and grain quality differed depending on meteorological conditions that developed during the growing season during the research years (2016–2020). To reduce the impact of these factors, as well as to obtain a stable grain yield, it is necessary to create varieties that are resistant to adverse conditions, and also to use anti-stress agents and plant growth stimulants.

Key words: variety Chabansky of white lupine, development phases, vegetation period, generative development, hydrothermal indicators, index of year conditions, yield, grain quality.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202111-05>

Бібліографія

1. Панцирева Г.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на симбіотичну продуктивність люпину білого. *Корми і кормовиробництво*. Вип. 81. 2015. С. 141–145.

2. Петриченко В.Ф. Наукові основи формування високоврожайних посівів люпину вузьколистого в умовах Правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. Вип. 59. 2007. С. 117–128.

3. Мазур В.А., Гончарук І.В., Панцирева Г.В., Телекало Н.В. Агроекологічне обґрунтування технологічних прийомів вирощування зернобобових культур. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ». 2020. 192 с.

4. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2012. 582 p.

5. *Crop production and climate change* (2021). <http://www.fao.org/climate-smart-agriculture-sourcebook/production-resources/module-b1-crops/chapter-b1-1/en/>

6. Камінський В.Ф., Голодна А.В., Дворецька С.П., Любич О.Г., Корнійчук М.С., Поліщук С.В. Особливості вирощування зернобобових культур

у Лісостепу: науково-методичні рекомендації. Вінниця: ТОВ «Твори», 2020. 108 с.

7. Алексєєв О.О. Симбіоз *Bradyrhizobium japonicum* і *Glycine hispida* за дії абіотичних факторів. Збірник наукових праць «Сільське господарство та лісівництво» ВНАУ. 2015. № 1. С. 118–127.

8. Алексєєв О.О. Вплив екологічних факторів на розвиток і продуктивність бобово-ризобіального симбіозу. Збірник наукових праць «Сільське господарство та лісівництво» ВНАУ. 2016. № 4. С. 187–198.

9. Сурган О.В. Адаптація технологій вирощування сільськогосподарських культур до зміни клімату в Україні [Електронний ресурс]. Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, червень 2020 р.). Київ: Науково-методичний центр ВФПО. 2020. С. 25–28.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

11. Ижик Н.К. Влияние температуры и влажности посевного слоя почвы на полевую всхожесть зернобобовых культур. Вопросы биологии, экологии и агротехники полевых культур. Т. 51. Киев: Урожай. 1966. С. 122–134.

12. Панцирева Г.В. Функціонування асиміляційного апарату та продуктивність люпину білого. Наукові доповіді НУБІП. № 5 (81). 2019. 23 с.