СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ, ЗЕРНОБОБОВИХ ТА БІЛКОВО-ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

УДК 633.367.2:633.13:631.17

ЛІНІЙНИЙ РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН ЛЮПИНУ БІЛОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТА ПОГОДНИХ УМОВ

А.В. Голодна, Н.Г. Буслаєва

DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202090-05

Мета. Визначення впливу біопротруйника, стимулятора росту та позакореневого підживлення рослин люпину білого в умовах зміни клімату на їхній ріст і розвиток. **Методи.** Польовий (для вивчення взаємодії об'єкта досліджень з біотичними та абіотичними факторами); морфологічний (для біологічного контролю за розвитком елементів продуктивності за етапами органогенезу); ваговий (для встановлення параметрів показників елементів структури врожаю і визначення врожайності зерна); статистичний (статистична обробка результатів досліджень). **Результати.** Представлені результати аналізу показників середньодобової температури повітря та кількості опадів з квітня по серпень місяць та їх порівняння з багаторічними значеннями. Наведені показники висоти та надземної маси рослин люпину білого в динаміці залежно від передпосівного оброблення насіння, стимулятора росту рослин та позакореневого підживлення, установлені кореляційні залежності вказаних показників від гідротермічних умов періоду вегетації. **Висновки.** Ріст і розвиток рослин люпину білого залежить від елементів технології його вирощування, а також гідротермічних умов упродовж періоду вегетації культури. Найвищі рослини (83,0 см) з максимальною їх масою (143,8 г/росл.) відмічали у варіанті, який передбачав сівбу люпину білого насінням, обробленим біоінокулянтном БТУ-р у поєднанні з біопротруйником МікоХелп, та проведення позакореневого підживлення рослин мікродобривом Тразеакс на IX етапі органогенезу. Розроблено математичні моделі, що підтверджують тісний зв'язок рівня показників висоти та надземної маси рослин люпину білого з погодними умовами, а також визначено критичні періоди їх впливу в онтогенезі рослин.

Ключові слова: біопротруйник, біостимулятор росту рослин, висота рослин, гідротермічні умови, люпин білий, надземна маса, позакореневе підживлення.

Голодна Антоніна Василівна, доктор с.-г. наук, с.н.с., провідний науковий співробітник ННЦ "Інститут землеробства НААН", вул. Машинобудівників 26, смт Чабани, Києво-Святошинський р-н., Київська обл., Україна, 08162, e-mail: ant.golodna@gmail.com
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7775-8229>

Буслаєва Наталя Григорівна, кандидат с.-г. наук, старший науковий співробітник відділу економіки ННЦ "Інститут землеробства НААН", вул. Машинобудівників 26, смт Чабани, Києво-Святошинський р-н., Київська обл., Україна, 08162, e-mail: nataliyabuslaeva@ukr.net
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4956-7801>

Вступ. Постановка проблеми. Складність сільськогосподарського виробництва полягає в тому, що посіви культур мають надзвичайно високу залежність від ґрунтово-кліматичних і погодних умов, основні параметри яких (температура, вологозабезпеченість, освітленість та інші) у польових умовах навіть за рахунок найдосконаліших прийомів адаптивної сортової технології вирощування змінити практично неможливо, а лише дещо послабити [1].

В Україні останні десятиліття спостерігається значне підвищення середньодобових температур повітря та зменшення кількості опадів у

вегетаційний період, які носять зливовий характер і нерівномірно розподілені в часі [2].

Нестабільний рівень урожаю сільськогосподарських культур за роками, зокрема і люпину, можна пояснити як недотриманням рекомендацій стосовно технології вирощування культури, так і мінливістю метеорологічних факторів, які можуть не відповідати біологічним особливостям культури та впливати на формування рослинами елементів продуктивності в процесі онтогенезу [3, 4].

Не менш важливою причиною нестабільності рівня врожаю за роками є забезпечення рослин необхідними елементами живлення. Як серед виробників, так і науковців, поширена думка, що люпин – невимоглива культура, яка даватиме врожай навіть на малопродатних ґрунтових ділянках без внесення мінеральних добрив. Проте на формування 1 т зерна та відповідної кількості побічної продукції люпин жовтий, наприклад, витрачає 60 кг азоту, 17 кг фосфору і 33 кг калію, а їх повернення необхідне для збереження екологічної рівноваги в екосистемі ґрунту [5]. При цьому для інтенсифікації як вегетативного, так і генеративного розвитку люпину в критичні періоди онтогенезу має бути оптимальне забезпечення рослин елементами живлення [6].

Обов'язковими елементами технології вирощування люпину має бути передпосівне протруєння насіння та застосування стимулятора росту рослин [7]. Дані про поєднання в технологічному процесі люпину білого протруйника та стимулятора росту біологічного походження, а також проведення позакоренових підживлень на різних етапах органогенезу в науковій літературі відсутні, тому дослідження з даного питання є необхідними та актуальними.

Зміни клімату, які стали відчутними для сільськогосподарського виробництва, потребують детального визначення їх впливу на онтогенез рослин та розроблення рекомендацій стосовно адаптації технологій вирощування зернобобових культур і зокрема люпину білого з метою максимальної реалізації генетичного потенціалу сортів.

Мета і завдання дослідження – визначення впливу біопротруйника, стимулятора росту та позакоренового підживлення рослин люпину білого в умовах зміни клімату на їхній ріст та розвиток, зокрема формування висоти і надземної маси рослинами в динаміці.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили упродовж 2016-2019 рр. у дослідному полі відділу адаптивних інтенсивних технологій зернобобових, круп'яних і олійних культур ННЦ „Інститут землеробства НААН”. Ґрунт дослідної ділянки – сірий лісовий, який характеризувався дуже низьким вмістом легкогідролізованого азоту, дуже високим – рухомих фосфору і калію, низьким вмістом гумусу та середньою кислотністю сольової витяжки.

Мінеральні добрива у нормі $N_{30}P_{45}K_{90}$ вносили як фон (фосфорні та калійні – восени під основний обробіток, азотні – під передпосівну культивуацію). Сівбу люпину білого сорту Чабанський проводили широкорядним способом (ширина міжрядь 45 см) нормою висіву насіння 1,0 млн шт./га. У день сівби насіння обробляли біоінокулянтном БТУ-р для люпину з розрахунку 2 л/т насіння, що

служувало контролем, та поєднували біоінокулянт БТУ-р (2 л/т насіння) з біофунгіцидом МікоХелп (сапрофітні гриби-антагоністи роду *Trichoderma*, живі клітини бактерій *Bacillus subtilis*, *Azotobacter*, *Enterobacter*, *Enterococcus*, біологічно активні продукти життєдіяльності мікроорганізмів-продуцентів). Загальне число життєздатних клітин не менше $1,0 \times 10^9$ КУО/см³) з розрахунку 1 л/т насіння.

Біостимулятором Ратчет у дозі 0,6 л/га обробляли посіви люпину на II етапі органогенезу рослин. Діюча речовина препарату – молекули ліпохітоолігосахариду, які при залученні у ризобієво-бобову систему сприяють формуванню бульбочок, підвищують стресостійкість рослин і рівень врожаю, покращують якість отриманої продукції. Позакореневе підживлення люпину мікродобривом Тразекс (0,3 кг/га), яке містить В – 2%, Fe – 6%, Zn – 6%, Mn – 6%, Cu – 2%, вільні L- амінокислоти – 3%, органічний екстракт – 2% проводили на II, IV та IX етапах органогенезу рослин люпину білого. Метеорологічні умови в роки проведення досліджень значно різнилися як між собою, так і в порівнянні з багаторічними значеннями (рис. 1, 2).

Рис. 1. Середньодобова температура повітря у місяці вегетації люпину білого за 2016-2019 рр., °C

Як свідчать результати аналізу гідротермічних показників, з квітня по серпень місяць, упродовж яких проводилась сівба люпину білого та проходили процеси росту, розвитку й формування продуктивності культури, у 2016 р. випало 214,7 мм опадів, або 64,7% від багаторічного показника (332 мм). У 2017 та 2019 рр. їх кількість становила лише 42,5 і 44,9% від норми. Максимальну

кількість опадів за вказаний період – 241,1 мм, або 72,6%, фіксували у 2018 р. Як бачимо, у вегетаційні періоди 2016-2019 рр. жодного року не було кількості опадів у межах норми або близько до неї.

Середньодобова температура повітря з квітня по серпень місяць у 2016-2019 рр. перевищувала на 2,2-3,1°C середньобагаторічний показник (16°C). У квітні місяці відмічали підвищення середньодобової температури повітря на 1,5-4,6°C, у травні – на 0,3-4,4°C, червні – на 0,7-5,7°C, липні – на 1,0-4,7°C, серпні – на 2,3-4,4°C, порівняно з нормами 8,7, 15,2, 18,2, 19,3 і 18,6°C відповідно. У межах норми (15,2°C) середньодобова температура повітря була лише у травні 2017 р.

Рис. 2. Кількість опадів у місяці вегетації люпину білого за 2016-2019 рр., мм

Як свідчить аналіз гідротермічних показників, у період вегетації люпину білого реєстрували недостатню кількість опадів і значне підвищення середньодобової температури повітря, що значно впливало на ріст і розвиток рослин культури, і не завжди сприятливо.

Результати досліджень і обговорення. Як свідчить аналіз отриманих результатів, досліджувані нами елементи технології вирощування мали значний вплив як на лінійний ріст, так і формування надземної маси рослин люпину білого. Зокрема, висота рослин культури формувалася різною залежно від року проведення досліджень, а також залежно від варіанту передпосівного оброблення насіння, застосування стимулятора росту рослин та строку проведення позакореневого підживлення мікродобривом у хелатній формі (табл/ 1).

Таблиця 1

Динаміка формування висоти рослинами люпину білого залежно від агротехнічних заходів, середнє за 2016-2019 рр., см

Передпосівне оброблення насіння	Обприскування стимулятором росту	Відбір зразків на етапі органогенезу:			
		III ет. орг.	VI ет. орг.	VIII ет. орг.	X ет. орг.
Без підживлення (контроль)					
Біоінокулянт БТУ-р	без оброблення	17,8	36,5	55,5	77,6
	Ратчет	21,1	39,5	63,4	74,7
Біоінокулянт БТУ-р + МікоХелп	без оброблення	20,1	39,9	61,9	77,5
	Ратчет	19,3	39,2	61,1	66,9
V, %		7,1	4,0	5,7	6,8
Підживлення на II етапі органогенезу					
Біоінокулянт БТУ-р	без оброблення	19,6	38,0	60,0	78,6
	Ратчет	19,4	40,1	63,6	72,1
Біоінокулянт БТУ-р + МікоХелп	без оброблення	20,3	39,5	63,8	78,4
	Ратчет	19,4	40,6	63,6	73,1
V, %		2,2	2,8	2,9	4,5
Підживлення на IV етапі органогенезу					
Біоінокулянт БТУ-р	без оброблення	19,4	39,5	65,8	82,2
	Ратчет	20,1	38,5	64,3	76,5
Біоінокулянт БТУ-р + МікоХелп	без оброблення	19,3	41,1	67,6	76,4
	Ратчет	18,9	41,0	63,7	76,1
V, %		2,6	3,1	2,7	3,8
Підживлення на IX етапі органогенезу					
Біоінокулянт БТУ-р	без оброблення	18,9	38,2	66,1	81,8
	Ратчет	19,4	37,3	64,4	70,2
Біоінокулянт БТУ-р + МікоХелп	без оброблення	20,3	42,6	65,3	83,0
	Ратчет	18,8	40,9	65,3	75,7
V, %		3,5	6,1	1,1	7,6

У середньому за роки досліджень найвищими рослини (83,0 см) формувалися на варіанті, який передбачав сівбу люпину білого насінням, обробленим біоінокулянтом БТУ-р у поєднанні з біопротруйником МікоХелп, та проведення позакореневого підживлення рослин мікродобривом Тразеакс на IX етапі органогенезу.

Надземна біомаса є інтегральним показником стану рослин, який відображає агрометеорологічні умови вирощування, біологічні особливості сорту, рівень агротехніки та інші фактори [8]. Взяті для дослідження елементи технології вирощування значно впливали також на формування надземної маси рослин люпину білого (табл. 2).

На III етапі органогенезу у середньому за роки досліджень надземна маса однієї рослини становила 4,0-4,9 г, зростання рівня показника на 4,5% фіксували лише на варіантах застосування біопротруйника МікоХелп та біостимулятора Ратчет. На VI, VIII та X етапах застосування біопротруйника сприяло зростанню маси рослин на 12,3, 11,8 та 6,4% за рівня показника на варіантах без проведення агрозаходу – 17,1, 34,7 і 111,3 г. Оброблення посіву біостимулятором Ратчет сприяло зростанню показника на 2,8 і 12,1% лише на VI та VIII етапах органогенезу за показників на варіантах без проведення агрозаходу 17,9 і 33,2 г, на X етапі спостерігалось навіть незначне їх зниження.

Таблиця 2

Динаміка формування надземної маси рослинами люпину білого залежно від агротехнічних заходів, середнє за 2016-2019 рр., г/рослину

Передпосівне оброблення насіння	Обприскування стимулятором росту	Відбір зразків на етапі органогенезу:			
		III ет. орг.	VI ет. орг.	VIII ет. орг.	X ет. орг.
Без підживлення (контроль)					
Біоінокулянт БТУ-р	без оброблення	4,0	16,4	28,1	108,1
	Ратчет	4,9	19,2	43,5	107,1
Біоінокулянт БТУ-р + МікоХелп	без оброблення	4,6	15,9	28,3	101,4
	Ратчет	4,3	17,4	38,8	125,5
V, %		8,7	8,5	22,3	9,4
Підживлення на II етапі органогенезу					
Біоінокулянт БТУ-р	без оброблення	4,2	18,8	32,4	120,1
	Ратчет	4,6	17,7	44,1	111,4
Біоінокулянт БТУ-р + МікоХелп	без оброблення	4,5	19,1	38,0	124,5
	Ратчет	4,6	23,1	39,1	136,4
V, %		4,2	12,0	12,5	8,5
Підживлення на IV етапі органогенезу					
Біоінокулянт БТУ-р	без оброблення	4,3	18,3	32,1	130,4
	Ратчет	4,8	16,3	37,6	115,5
Біоінокулянт БТУ-р + МікоХелп	без оброблення	4,6	19,3	40,1	95,6
	Ратчет	4,6	20,3	41,7	101,2
V, %		4,5	9,2	11,1	14,1
Підживлення на IX етапі органогенезу					
Біоінокулянт БТУ-р	без оброблення	4,2	15,8	21,8	98,6
	Ратчет	4,3	14,2	37,7	98,9
Біоінокулянт БТУ-р + МікоХелп	без оброблення	4,8	19,5	44,9	143,8
	Ратчет	4,5	19,2	39,4	118,4
V, %		5,9	15,1	27,6	18,6

Позакореневе підживлення мікродобрином Тразекс найефективнішим було за його проведення на II етапі органогенезу, про що свідчить зростання рівня показника на X етапі органогенезу на 11,4%, порівняно з показником на варіантах без його проведення – 110,5 г.

Проведення агрозаходу на IV та IX етапах сприяло зростанню маси рослин відповідно на 0,2 і 4,0%, причому останнє – за рахунок збільшення кількості бобів, збережених на рослині. Маса рослин максимальною у досліді у середньому за роки досліджень (143,8 г) формувалася у варіанті, який передбачав сівбу люпину білого насінням, обробленим біоінокулянтом БТУ-р у поєднанні з біопротруйником МікоХелп, та проведення позакореневого підживлення рослин мікродобрином Тразеакс на IX етапі органогенезу.

Проведений кореляційний аналіз залежності показників висоти рослин і надземної маси за роками досліджень від середньодобової температури повітря та кількості опадів з квітня по серпень місяць дає можливість виявити певні закономірності зв'язку показників росту і розвитку рослин люпину білого з елементами погоди (табл. 3).

Таблиця 3

**Коефіцієнти кореляційного зв'язку показників росту і розвитку рослин
люпину білого з гідротермічними умовами 2016-2019 рр.
(за Доспеховим Б.А. [9])**

Елемент погоди	Місяць	Етап органогенезу			
		III ет. орг.	VI ет. орг.	VIII ет. орг.	X ет. орг.
Висота рослин, см					
Температура повітря, °С	квітень	0,318	0,189	-0,318	-0,126
	травень	-0,340	-0,457	-0,394	-0,512
	червень	-0,979	0,013	0,579	0,293
	липень	0,733	-0,017	-0,280	-0,106
	серпень	-0,475	-0,520	0,097	-0,183
Кількість опадів, мм	квітень	0,332	0,933	0,619	0,849
	травень	0,150	0,996	0,679	0,889
	червень	-0,174	-0,481	-0,526	-0,595
	липень	0,409	-0,717	-0,972	-0,927
	серпень	0,324	-0,219	-0,117	-0,116
Надземна маса, г/рослину					
Температура повітря, °С	квітень	-0,093	0,025	-0,246	-0,146
	травень	-0,698	-0,343	-0,209	-0,397
	червень	-0,940	0,382	0,721	0,463
	липень	0,936	-0,272	-0,460	-0,257
	серпень	-0,156	-0,293	0,091	-0,113
Кількість опадів, мм	квітень	0,496	0,787	0,479	0,739
	травень	0,187	0,904	0,605	0,822
	червень	-0,563	-0,431	-0,357	-0,505
	липень	0,096	-0,870	-0,910	-0,940
	серпень	0,653	-0,303	-0,264	-0,200

Наведені показники III-го етапу органогенезу рослин вказують на їх тісну кореляцію з середньодобовою температурою повітря червня ($r = -0,940-0,979$) та липня ($r = 0,733-0,936$). Зв'язок з опадами знаходився переважно у межах низького ($r = 0,096-0,332$) та середнього ($r = 0,342-0,563$) рівня. При цьому у червні зв'язок був оберненим як із середньодобовою температурою повітря, так і з опадами.

У наступні етапи росту та розвитку зв'язок висоти рослин із середньодобовою температурою повітря варіював від слабкого ($r = 0,013-0,318$) до середнього ($r = -0,394-0,579$). Відзначено тісний позитивний зв'язок з опадами квітня і травня та тісний обернений зв'язок з опадами липня. У червні кореляція висоти рослин із кількістю опадів була середньою, а у серпні – слабкою, та в обох випадках мала зворотній характер.

Кореляція показників надземної маси з гідрометеорологічними умовами на VI, VIII та X етапах органогенезу була схожою. Вказані показники росту та розвитку рослин тісно позитивно корелювали з температурою повітря лише у червні місяці на VIII етапі органогенезу ($r = 0,721$), а з опадами зв'язок був тісним та близьким до тісного у квітні, травні та липні у фази бутонізації й наливу насіння, а у період цвітіння – тільки у липні.

Таким чином, результати кореляційного аналізу зв'язку показників росту і розвитку рослин люпину білого з гідротермічними умовами 2016-2019 рр.

стверджують, що найтісніший їх зв'язок з температурою повітря спостерігали на III етапі ($r = 0,733-0,940$), а з опадами – на всіх досліджуваних етапах органогенезу ($r = 0,679-0,940$).

Аналіз кореляційного зв'язку дає можливість визначити критичні періоди залежності показників росту й розвитку рослин люпину білого від кількості опадів та середньодобової температури повітря й за допомогою регресійного аналізу побудувати математичні моделі (табл. 4).

Створені математичні моделі описують залежність розвитку люпину білого від гідротермічних умов та дають можливість спрогнозувати рівень показників висоти рослин і надземної маси залежно від середньодобової температури повітря та кількості опадів у певні періоди.

Таблиця 4

Математичні моделі залежності росту і розвитку рослин люпину білого від погодних умов у критичні періоди 2016-2019 рр.

Показник	Етап органогенезу	Місяць	Рівняння	Коефіцієнт детермінації (D), %
Висота рослин, см	III	травень	$Y = -6,2211 + 3,3774X - 0,1023X^2$	97,3
	VI	червень	$Y = 32,4947 + 0,1918X_1 - 0,0003X_1^2$	99,3
Надземна маса, г/росл.	III	червень	$Y = 5,1248 - 0,3659X + 0,0071X^2$	96,0
	X	липень	$Y = 28,7495 - 0,4176X_1 + 0,0026X_1^2$	89,9

Примітка: X – температура повітря, °C; X_1 – кількість опадів, мм

У процесі аналізу коефіцієнта детермінації (D), який є критерієм оцінки впливу фактора (елемента погоди) на зміну показників росту та розвитку рослин встановлено, що найбільше від температури повітря та кількості опадів залежала висота рослин, що підтверджують коефіцієнти детермінації, які відповідно становлять 97,3 та 99,3%. Вплив середньодобової температури повітря та кількості опадів на показники надземної маси знаходився у межах 89,9-96,0%.

Висновки. Ріст і розвиток рослин люпину білого залежить від елементів технології його вирощування, а також гідротермічних умов упродовж періоду вегетації культури. Найвищі рослини (83,0 см) з максимальною масою (143,8 г/росл.) формувалися у варіанті, який передбачав сівбу люпину білого насінням, обробленим біоінокулянтом БТУ-р у поєднанні з біопротруйником МікоХелп, та проведення позакореневого підживлення рослин мікродобривом Тразеакс на IX етапі органогенезу. Розроблено математичні моделі, що підтверджують тісний зв'язок рівня показників висоти та надземної маси рослин люпину білого з погодними умовами, а також визначено критичні періоди їх впливу в онтогенезі рослин.

Список бібліографічних посилань

1. Сайко В.Ф. Наукові основи землеробства в контексті змін клімату. *Вісник аграрної науки*, 2008, №11. С. 5-10.
2. Нова карта кліматичних зон України: зміщення на 200 км на Північ. URL: <https://landlord.ua/news/nova-karta-klimatichnyh-zon-ukrainy-zmishchennia-na-200-km-na-pivnich/> (дата звернення 28.02.2019).

3. Лихачев Б.С., Новик Н.В. Биологический потенциал люпина желтого и возможности селекционного повышения уровня его реализации. *Люпин: его возможности и перспективы*. Брянск, 2012. С. 119-125.

4. Молдован В., Молдован Ж. Оцінка впливу погодних умов на формування урожайності насіння сої та зерна кукурудзи в умовах Лісостепу Західного. *Збірник наукових праць всеукр. наук.-практич. конф. «Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату»*. Тернопіль: Крок, 2017. С. 119-121.

5. Марчук І.У., Макаренко В.М., Розстальний В.Є., Савчук А.В. Добрива та їх використання. Київ, 2002. 242 с.

6. Купцов Н.С., Такунов И.П. Люпин – генетика, селекция, гетерогенные посевы. Брянск, Клины: изд-во ГУП «Клинцовская городская типография», 2006. 576 с.

7. Голодна А.В. Формування продуктивності люпину білого залежно від удобрення та передпосівного оброблення насіння. *Корми і кормовий білок*, 2019. Вип. 87. С. 62-69.

8. Прохоров В.Н., Ламан Н.А., Шашко К.Г., Кравченко В.М. Физиолого-экологические основы оптимизации продукционного процесса агрофитоценозов (поликультура в растениеводстве). Минск: ИООО «Право и экономика». 2005. 370 с.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

References

1. Saiko V.F. Naukovi osnovy zemlerobstva v konteksti zmin klimatu [Scientific bases of agriculture in the context of climate change]. *Visnyk ahrarynoi nauky* [Bulletin of Agrarian Science], 2008, no. 11, pp. 5-10 [in Ukrainian].

2. Nova karta klimatychnykh zon Ukrainy: zmishchennia na 200 km na Pivnich [New map of climatic zones of Ukraine: shift of 200 km to the North]. Available at: URL: <https://landlord.ua/news/nova-karta-klimatychnykh-zon-ukrainy-zmishchennia-na-200-km-na-pivnich> (date of access 28.02.2019) [in Ukrainian].

3. Lihachev B.S., Novik N.V. (2012). Biologicheskii potentsial lyupina zheltogo i vozmozhnosti selektsionnogo povysheniya urovnya ego realizatsii. *Lyupin: ego vozmozhnosti i perspektivy* [Biological potential of yellow lupine and possibilities of selection increase of the level of its realization. Lupine: its opportunities and prospects]. Bryansk, pp. 119-125 [in Russian].

4. Moldovan V., Moldovan Zh. Otsinka vplyvu pohodnykh umovna formuvannia urozhainosti nasinnia soi ta zerna kukurudzy v umovakh Lisostepu Zakhidnoho [Estimation of weather influence conditional formation of soybean seed and corn grain yield in the conditions of the Western Forest-Steppe]. *Zbirnyk naukovykh prats vseukr. nauk.-praktych. konf. "Aktualni pytannia suchasnykh tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur v umovakh zmin klimatu"* [Proceedings of the all-Ukrainian scientific and practical conf. "Current issues of modern technologies for growing crops in climate change conditions"]. Ternopil, Krok, 2017, pp.119-121 [in Ukrainian].

5. Marchuk I.U., Makarenko V.M., Rozstalnyi V.Ie., Savchuk A.V. (2002). *Dobryva ta yikh vykorystannia* [Fertilizers and their use]. Kyiv, 242 p. [in Ukrainian].

6. Kuptsov N.S., Takunov I.P. (2006). *Lyupin – genetika, selektsiya, geterogennyye posevy* [Lupine – genetics, selection, heterogeneous crops]. Bryansk, "Klintsovskaya gorodskaya tipografiya", 576 p. [in Russian].

7. Holodna A.V. Formuvannia produktyvnosti liupynu biloho zalezno vid udobrennia ta peredposivnoho obrobлення nasinnia [Formation of white lupine productivity depending on fertilizer and pre-sowing seed treatment]. *Kormy i kormovyi bilok* [Feed and feed protein], 2019, issue 87, pp. 62-69 [in Ukrainian].

8. Prohorov V.N., Laman N.A., Shashko K.G., Kravchenko V.M. (2005). *Fiziologo-ekologicheskie osnovy optimizatsii produktsionnogo protsesa agrofitotsenozov (polikultura v rasteniyevodstve)* [Physiological and ecological bases of optimization of the production process of agrophytocenoses (polyculture in crop production)]. Minsk, "Pravo i ekonomika", 370 p. [in Russian].

9. Dospheov B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy)* [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Agropromizdat, 351p. [in Russian].

Holodna A.V., Buslayeva N.H. Linear growth and development of white lupine plants depending on growing technology and weather conditions

Purpose. Determination of the influence of seed biodisinfecant, stimulator of growth and foliar feeding on the white lupine growth and development in the context of climate change. **Methods.** Field (to study the interaction of the object of study with biotic and abiotic factors); morphophysiological (for biological control over development of productivity elements at the stages of organogenesis); weight (to establish the indicators parameters of the crop structure elements and determine the grain yield); statistical (statistical processing of the research results). **Results.** The results of the analysis of the indicators of the average daily air temperature and the amount of precipitation from April to August and their comparison with long-term values are presented. Indicators of height and aboveground mass of white lupine plants in dynamics, depending on the pre-sowing seed treatment, plant growth stimulant and foliar feeding, correlation dependences of these indicators on the hydrothermal conditions of the growing season have been established. **Conclusions.** The growth and development of white lupine plants depends on the elements of the technology of its cultivation, as well as hydrothermal conditions during the growing season of the crop. The highest plants (83.0 cm) with their maximum weight (143,8 g/plant) were noted in the variant where the seeds of white lupine were treated with БТУ-р bioinoculant simultaneously with the MicoHelp biodisinfecant and foliar feeding of plants with micronutrient fertilizer Trazex at the IX stage of organogenesis was carried out. Mathematical models have been developed that confirm the close relationship between the level of height indicators and the aboveground mass of white lupine plants with weather conditions, the critical periods of their influence in the ontogenesis of plants were also determined.

Key words: *biodisinfecant, biostimulator of plant growth, plant height, hydrothermal conditions, white lupine, aboveground mass, foliar feeding.*

Holodna Antonina V., Doctor of Agricultural Sciences, Senior Research Fellow, Leading Researcher of the NSC "Institute of Agriculture of NAAS", 2b Machine Builders st., Chabany township, Kyiv-Sviatoshyno district, Kyiv region, Ukraine, 08162,
e-mail: ant.golodna@gmail.com, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7775-8229>

Buslaeva Natalia H., Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research Fellow, Department of Economics of the NSC "Institute of Agriculture of NAAS", 2b Machine Builders st., Chabany township, Kyiv-Sviatoshyno district, Kyiv region, Ukraine, 08162,
e-mail: nataliyabuslaeva@ukr.net ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4956-7801>

Голодная А.В., Буслаева Н.Г. Линейный рост и развитие растений люпина белого в зависимости от технологии выращивания и погодных условий

Цель. Определение влияния биопротравителя, стимулятора роста и внекорневой подкормки растений люпина белого в условиях смены климата на их рост и развитие. **Методы.** Полевой (для изучения взаимодействия объекта исследования с биотическими и абиотическими факторами); морфофизиологический (для биологического контроля за развитием элементов продуктивности по этапам органогенеза); весовой (для установления параметров показателей элементов структуры урожая и определения урожайности зерна); статистический (статистическая обработка результатов исследований). **Результаты.** Представлены результаты анализа показателей среднесуточной температуры воздуха и количества осадков с апреля по август месяц и их сравнение с многолетними значениями. Приведены показатели высоты и надземной массы растений люпина белого в динамике в зависимости от предпосевной обработки семян, стимулятора роста растений и внекорневой подкормки, установлены корреляционные зависимости указанных показателей от гидротермических условий периода вегетации. **Выводы.** Рост и развитие растений люпина белого зависит от элементов технологии его выращивания, а также гидротермических условий на протяжении периода вегетации культуры. Самые высокие растения (83,0 см) с максимальной массой (143,8 г/раст.) отмечали на варианте, который включал посев люпина белого семенами, обработанными биоинокулянт БТУ-р одновременно с биопротравителем МикоХелп, и проведение внекорневой подкормки растений микроудобрением Тразекс на IX этапе органогенеза. Разработаны математические модели, которые

подтверждают тесную связь уровня показателей высоты и надземной массы растений люпина белого с погодными условиями, а также определены критические периоды их влияния в онтогенезе растений.

Ключевые слова: биопротравитель, биостимулятор роста растений, высота растений, гидротермические условия, люпин белый, надземная масса, внекорневая подкормка.

Голодная Антонина Васильевна, доктор с.-х. наук, с.н.с., ведущий научный сотрудник ННЦ “Институт земледелия НААН” ул. Машиностроителей 2б, пгт Чабаны, Киево-Святошинський р-н., Київська обл., Україна, 08162, e-mail: ant.golodna@gmail.com,
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7775-8229>

Буслаева Наталья Григорьевна, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник отдела экономики ННЦ “Институт земледелия НААН” ул. Машиностроителей 2б; пгт Чабаны, Киево-Святошинський р-н., Київська обл., Україна, 08162, e-mail: nataliyabuslaeva@ukr.net,
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4956-7801>

Стаття надійшла до редакції: 01.12.2020

Фахове рецензування: 06.12.2020

Бібліографічний опис для цитування:

Голодна А.В., Буслаєва Н.Г. Лінійний ріст і розвиток рослин люпину білого залежно від технології вирощування та погодних умов. Корми і кормовиробництво. 2020. № 90. С. 57-67. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202090-05>