

УДК 539:575:635

**ВПЛИВ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ, УФ-С– ТА ЧЕРВОНОГО СВІТЛА
НА СХОЖІСТЬ І ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ *CARLINA ACAULIS* L.
І *CARLINA ONOPORDIFOLIA* BESS.**

К. Скварко, Т. Починок

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Черемшини, 44, Львів 79044, Україна
e-mail: botsad@franko.lviv.ua*

Для покращення стратегії інтродукції у контрольованих умовах досліджено дію низькоенергетичного гелій-неонового лазерного випромінювання, червоного та УФ-С-світла на схожість і швидкість проростання насіння *Carlina acaulis* L. та *Carlina onopordifolia* Bess. на початкових етапах онтогенезу. Встановлено, що передпосівне опромінення насіння червоним світлом і гелій-неоновими лазерними променями поліпшує насінневі показники відкашників. Невисокі дози УФ-С-випромінювання гальмують проростання насіння на початкових етапах розвитку рослин. У більш віддалені періоди ростові процеси у цих рослин нормалізуються.

Ключові слова: *Carlina*, схожість насіння, гелій-неоновий лазер, УФ-С-світло, червоне світло.

Вперше у 1910 р. український вчений В.М. Любименко [10] встановив, що максимальне використання рослинами вуглекислоти спостерігається при червоному світлі, а найбільше нагромадження біомаси – при синьому світлі. В оранжевому та, особливо, зеленому промінні фотосинтез і нагромадження сухої речовини у рослин є мінімальними. Тільки червоні промені беруть участь у розкладанні вуглекислоти та нагромадженні деяких первинних продуктів. У 50-х роках минулого століття багатьма авторами переконливо показано, що червоне світло забезпечує вищий рівень газообміну, фотосинтетичної активності, вмісту хлорофілу, каротину, антоціанів, сумарних вуглеводів та інших фізіологічно активних компонентів порівняно з денним світлом [11, 13].

Рослини сприймають світло в основному 3-ма фоторецепторами: фітохромами (Φ_{660} та Φ_{730}), криптохромами (синє світло) і УФ-абсорбуючим пігментом [24]. Проростання насіння ініціюється фізіологічно активним фітохромом (Φ_{730}) [2]. Переведення неактивного фітохромом (Φ_{660}) в його активну форму (Φ_{730}) здійснюється за дії природного світла і може відбуватися при низькій вологості насіння (18–20%), коли його проростання неможливе [14]. Накльовування насіння настає тільки після досягнення порогових рівнів зволоженості шляхом розтягування клітин осьових органів під впливом пускового фактора (Φ_{730}). Це дає змогу проводити фотоактивацію насіння заздалегідь перед посівом.

Дослідження дії ультрафіолетового (УФ-) опромінення на рослини проводиться давно і дуже інтенсивно. Рослинні організми, порівняно з іншими, значну частину часу свого розвитку в природних умовах піддаються впливам довгохвильової і частково середньохвильової УФ-радіації (286–300 нм). Озон ефективно екранує короткохвильову УФ-радіацію, але його вміст в атмосфері поступово зменшується [24]. Відомо, що УФ-С-проміння (200–280 нм) надзвичайно згубно діє на живі організми. УФ-В-радіація (280–

320 нм) викликає специфічні, але не завжди руйнівні ефекти на рослинних об'єктах, а УФ-А ділянка (320–390 нм) безпечна для живих організмів [9]. Є дані, що УФ-В проміння навіть у великих дозах опромінення корисне для проростання і розвитку високогірних рослин [12]. Залишається не з'ясованим, чи може УФ-С-радіація позитивно впливати на ріст і розвиток дикорослих гірських рослин. Щоб перевірити це припущення, ми провели серію дослідів із використанням газорозрядних ламп низького тиску, які випромінюють УФ-С-проміння з довжиною хвилі 253,7 нм.

Регуляторні системи при поглинанні квантів світла виконують важливу роль через дію на основні сторони життєдіяльності рослини [23]. При цьому сумарна енергія, необхідна для реалізації кінцевого біологічного ефекту, індукованого фоторегуляторною системою, значно перевищує енергію поглинутих квантів світла. Лазерне випромінювання, якому властиві висока інтенсивність, монохроматичність, поляризованість і когерентність, дає змогу різко змінювати ефективність фотоактивації [7, 17, 23]. Українська промисловість випускає різноманітне обладнання і пристосування для досвічування та лазерного опромінення рослин. У біофізичній лабораторії Ботанічного саду з 1988 р. з цією метою використовується новий сканер СУ-1 – пристрій КБ ВО «Полярон» до лазерної установки ЛГН-104, який із високою точністю і стабільністю забезпечує дискретність лазерного проміння у горизонтальній площині. За допомогою сканера СУ-1 на порядок підвищується ефективність дії сканованого лазерного опромінення на процеси росту рослин порівняно з неперервним. Це спричинено, очевидно, динамічністю функціонально-метаболических процесів у клітинах в результаті релаксації збудженого стану. Можливо також, що лазерне випромінювання в режимі сканування параметризує внутрішньоклітинні процеси, тобто не тільки активує їх, але й задає певний ритм змінам. Необхідно також враховувати різну реакцію насіння на неперервне і скановане лазерне опромінення [7, 17].

Фотоактивовані рослини, як правило, швидше ростуть, розвиваються, характеризуються більшою асиміляційною поверхнею, інтенсивним розвитком надземної та кореневої маси, що в остаточному результаті підвищує їхню врожайність, продуктивність і товарність [6]. Особливого значення набуває відпрацювання технології опромінення насіння рідкісних і зникаючих рослин з метою їхньої інтродукції та акліматизації в умовах ботанічного саду.

Перед нами стояло завдання в лабораторних умовах порівняти ефективність різних світлових режимів передпосівної обробки насіння рослин, для забезпечення високого рівня активації ростових процесів на початкових етапах онтогенезу. Робота проводилася з метою вдосконалення стратегії інтродукції деяких цінних представників родини Asteraceae.

Спостереження за ареалом поширення, ростом і розвитком *Carlina acaulis* L. і *Carlina onopordiifolia* Bess. (родина Asteraceae) та інших представників роду *Carlina* на Західній Україні проводились багатьма авторами [1, 3–5, 15, 18, 19, 22]. У цих дослідженнях основну увагу зосереджено на характері перебігу окремих фенофаз, особливо на початок росту, цвітіння, плодоношення, відтворюваності видів. Зокрема, встановлено, наприклад, що дуже рідкісна ендемічна рослина – відкасник татарниколистий займає 40–60% площі південного схилу «Лисої гори» і представлений в основному двома віковими групами: віргінільною (ювенільні рослини і сходи) та генеративною. Природне відновлення цього виду протягом 1981–1998 рр. в умовах заказника лишилося в межах 5,8–10,7% [19].

Carlina acaulis L. – відкасник безстебловий (колючник бесстебельный), дуже поширений на свіжих гірських луках Карпат і Прикарпаття, на рівнинах і висотах до 1750 м н.р.м. [22]. Рослина містить ефірну олію, смоли, інулін, дубильні речовини. Її застосовують у народній медицині при гіпертонії, загальній загальмованості великих півкулю головного мозку, дисфункції вищої нервової діяльності, пов'язаній з вагітністю, захворюваннях сечостатевої системи, набряках, а також зовнішньо при лишаях і інше [16]. Відкаснику властива протиглісна та ранозагоювальна дія.

Carlina onopordifolia Besser Ex Szaf., Kulcz. Et Pawl. – відкасник татарниколистий (колючник татарниколистный) – монокарпічна багаторічна рослина, яка розмножується генеративно, квітує і плодоносить раз на 10–20 років, після утворення насіння відмирає [15]. Рослина високо спеціалізована щодо місця проростання та умов мікроклімату. У Польщі цей дуже рідкісний вид росте на вапнякових і кам'янистих, сонячних схилах у 7 заказниках на півдні та сході країни. У Львівській області поширений на кам'янистих схилах степового резервату "Лиса Гора", розташованого між селами Красне та Майдан Гологорський Золочівського р-ну [18]. Використовується при лікуванні онкологічних захворювань [8].

Весняна вегетація у відкасників починається в кінці квітня – на початку травня, коли середньодобова температура повітря становить не менше 10°C. У генеративну фазу розвитку *C. acaulis* вступає на другому році життя. Починаючи з другого року відкасник безстебловий щорічно цвіте і плодоносить. *C. onopordifolia* зацвітає на 4-5 році життя. Після повного визрівання насіння вся рослина відмирає. Трапляються окремі екземпляри, у яких в каудальній частині біля основи кореня розвиваються дочірні розетки листків, котрі через 1-2 роки утворюють генеративні пагони. В умовах культури цей вид зацвітає пізніше, ніж *C. acaulis* – у першій декаді серпня. За термінами цвітіння досліджувані види роду *Carlina* належать до групи пізньо-літньо-осіннього циклу. Їхнє цвітіння припадає на кінець липня, серпень, початок вересня і триває в середньому 40-50 днів. Початок цвітіння може незначно коливатися в межах 6-12 днів [18].

Досліджені види відкасників характеризуються коротким періодом репродуктивного розвитку. Суцвіття закладаються у бруньках відновлення в рік цвітіння. У природі *C. onopordifolia* Bess. цвіте у серпні–вересні, тобто у тих самих межах, що і в культурі. Насіння дозріває в кінці вересня – на початку жовтня. Воно легко осипається за сухої погоди. При дощовій, холодній погоді насіння залишається в суцвітті до весни наступного року [18]. Середня схожість і швидкість проростання насіння у різних видів відкасника виявилися достатньо високими і досягли 80-90%. У лабораторних умовах при температурі 20-22°C насіння відкасників починає проростати вже на 3–5-й день після початку досліду і закінчується на 13–17-й день (80-90%). В умовах відкритого ґрунту насіння проростає за надземним типом. Перші сходи з'являються через 12–15 діб. Унаслідок самообнасення відкасників на поверхні ґрунту вже у рік врожаю з'являються сходи рослин. Масова їхня поява припадає на весну наступного року. Через дефіцит вологи у літній період і затінення дорослими рослинами до 90% ювенільних рослин гине. За час спостережень у дорослі форми розвинулося не більше 5-10% рослин [19]. Це, можливо, достатньо для поновлення виду насіннєвим шляхом, але не може забезпечити потреб народного господарства. Перед нами стояло завдання в лабораторних умовах порівняти ефективність різних світлових режимів передпосівної обробки насіння відкасників, для забезпечення високого рівня активації ростових процесів і скорочення періоду їхньої вегетації.

Щоб оцінити реакцію насіння на лазерне опромінення, ми у другій половині вересня 1996 р. зібрали у заказнику «Лиса гора» насіння відкасника безстеблового та відкасника татарниколистого і негайно дослідили динаміку проростання цього насіння після фотоактивації (різними способами й дозами) лазерними променями у лабораторних умовах. У роботі використано відбірне насіння (по 25 шт. – 4 повторності), яке наświetлювали, як і раніше [20], сканованим гелій-неоновим лазерним світлом (установка ЛГН-104, сканер СУ-1 ВО «Полярон», Львів; $N_{\text{стр}}=85$; $f_{\text{кдр}}=17$ Гц; $P=0,8-1,0$ мВт/см²; $E=0,024$ Дж/см²), та в неперервному режимі опромінення – квантовим генератором ЛГН-75-1 (розгортка променя призмою ВК-1, $P=1,0-1,2$ мВт/см², $E=0,6$ Дж/см²). У лазерної установки ЛГН-104 в конструкцію приладу закладена висока стабільність енергії випромінювання. Енергетика цього приладу стабілізується через 10–15 с після ввімкнення і контролюється сканером СУ-1, фоточутливе забезпечення якого дає змогу спонтанно перевіряти світловий потік. Робота ЛГ-75-1 здебільшого стабілізується через 10–15 хв. Контроль за роботою цієї установки проводили за допомогою вимірювача потужності квантових генераторів ФМ-2, розробленого в біофізичній лабораторії.

Контрольне та опромінене насіння пророщували в чашках Петрі на зволоженому фільтрувальному папері при денному освітленні у вегетаційній кімнаті (температура 20–22°C). Біометрію рослин, схожість і енергію проростання насіння визначали щоденно протягом 30 днів за допомогою мікроскопа МС-9 за методикою [21].

Таблиця 1

Вплив гелій-неонового лазерного випромінювання на динаміку схожості насіння *Carlina acaulis* L.

Режим опромінення	Доза, Дж	Насіння зійшло (%) через (дні)					
		5	10	15	20	25	30
		M ± m	M ± m	M ± m	M ± m	M ± m	M ± m
Контроль		0	3,0 0,5	4,6 0,35	11,4 0,85	22,0 1,8	24,8 1,8
Неперервний	0,3	1,5 0,2	4,6 0,4	8,6 0,5	12,1 1,5	21,5 1,2	26,8 1,4
	0,6	2,6 0,5	12,7 0,9	18,6 1,5	27,4 1,2	34,1 2,2	36,5 2,8
	0,9	2,0 0,5	15,5 0,8	22,7 2,1	27,0 2,7	29,0 1,8	32,2 1,9
	1,2	2,1 0,1	11,7 2,3	14,7 1,7	20,4 2,5	22,2 1,7	25,5 1,4
Сканування	0,02	2,1 0,30	13,8 0,9	16,7 1,2	20,6 1,5	22,5 1,4	25,0 1,8
	0,04	2,7 0,6	16,5 1,2	25,3 1,4	29,0 2,3	34,8 2,4	38,8 2,2
	0,06	2,8 0,3	14,6 0,8	26,7 1,8	39,1 2,7	34,6 3,2	37,2 1,8
	0,08	2,1 0,5	11,9 0,7	20,6 1,3	21,7 1,5	26,7 1,8	22,7 1,5

Результати досліджень свідчать про те (табл. 1 і 2), що насінню відкасників, зібраному наприкінці вересня, притаманна низька схожість: у *C. acaulis* поодинокі проросле насіння виявлено тільки на 8–9-й день після початку досліду, а у *C. onopordifolia* – на 20 днів пізніше. У першому випадку через тридцять днів пророщування проросло близько 25%, а у другому – тільки 5%. Лазерне опромінення підвищило схожість насіння *C. acaulis* на 12–14%, а у *C. onopordifolia* на 10–16% відповідно порівняно з неопроміненним контролем. Оптимум лазерної стимуляції схожості насіння у цих рослин спостерігався у дозі 0,6–0,9 Дж при неперервному режимі опромінення та 0,04–0,06 Дж після опромінення сканованими променями. Ці дані були використані нами для подальших досліджень.

Таблиця 2

Вплив гелій-неонового лазерного випромінювання на динаміку схожості насіння
Carlina onopordifolia Bess.

Режим опромінення	Доза, Дж	Насіння зійшло (%) через (дні)					
		10	20	30	35	40	45
		M ± m	M ± m	M ± m	M ± m	M ± m	M ± m
Контроль		0	0	4,4 0,7	8,0 0,6	10,0 0,8	10,8 1,0
Неперервний	0,3	0	1,8 0,3	5,6 0,2	9,1 0,5	12,5 1,0	16,8 1,2
	0,6	1,60 0,4	3,9 0,6	11,0 0,85	12,4 0,25	18,1 0,2	20,5 0,8
	0,9	1,8 0,09	4,5 0,7	8,7 0,5	9,3 0,7	12,0 0,8	17,2 0,9
	1,2	2,1 0,2	5,7 1,8	8,7 0,7	10,4 0,5	13,9 0,7	15,5 0,4
Сканування	0,02	0	1,8 0,3	2,10 0,8	5,6 0,5	11,5 0,4	15,0 0,8
	0,04	3,2 0,8	6,0 0,24	10,4 1,6	19,8 0,3	24,8 2,2	26,8 3,2
	0,06	3,6 0,6	6,7 1,8	8,7 1,3	16,1 1,7	18,6 1,2	19,2 1,8
	0,08	4,1 0,5	5,9 1,1	9,0 2,3	16,7 1,8	20,7 1,8	21,7 1,6

У наступній серії дослідів використано насіння *Carlina onopordifolia* Bess., зібране у грудні 2008 р. співробітником Ботанічного саду ЛНУ ім. Івана Франка Л.М. Борсукевич на території степового резервату "Лиса гора" Золочівського р-ну. Схожість насіння після 3-місячного зберігання у насінневій лабораторії залишалась у межах 75–80%. Щоб порівняти характер фотоморфогенезу, повітряно-сухе насіння *Carlina onopordifolia* Bess. опромінювали Уф-С-, червоним і лазерним промінням у неперервному режимі, як і раніше [20], один раз у другій половині дня. Для цього частину насіння (по 40 шт., чотириразова повторність) опромінювали червоним світлом, використовуючи світильник "Рассада" (лампа ЛФУ-30-II, $\lambda=668$ нм; $P=0,8-0,9$ мВт/см², засвітлювали протягом 60 хв). Аналогічну кількість насіння насвітлювали Уф-С-промінням за допомогою опромінювача ОБП-300 (2 лампи ДБ-30-1; $\lambda=253,7$ нм, відстань – 95 см, тривалість опромінення – 1 хв) і стимулюючою дозою лазерного випромінювання (0,6 Дж). Опромінене та контрольне насіння пророщували в чашках Петрі на зволоженому фільтрувальному папері за кімнатної температури та природного освітлення. Біометричний аналіз схожості насіння та росту коренів проводили щоденно протягом 20 днів. Відтак проростки, у яких довжина коріння досягла 0,8–1,2 см, перенесли на середовище Гельрігеля для подальшого вирощування рослин у водних культурах.

Виявилося, що опромінення лазерними променями, червоним чи Уф-С-світлом по-різному впливає на характер проростання насіння в лабораторних умовах. Уже через 24 години після початку дослідів у усіх випадках виявлено проросле насіння: у контрольній групі та після насвітлення насіння червоними променями – 38–40%, після застосування Уф-С-проміння – 22%, а за умов лазерного опромінення стимулюючою дозою (0,6 Дж) – майже удвічі більше (70,8%) порівняно з неопроміненим контролем (38%) (рис. 1). Через два дні після лазерної фотоактивації одержано 100%-ну схожість насіння, в цей же час у опромінених Уф-С-промінням вона залишалася на рівні 38%, а за дії червоного світла та в контролі становила 80 і 70% відповідно. Після 6-денного пророщування в усіх випадках фотоактивоване насіння проросло на 100%. Тільки в неопроміненому контролі сумарна схожість насіння залишилася рівною 82,5%. Очевидно, у частини цього насіння фітохром залишився в неактивній формі. Виконана нами одноразова

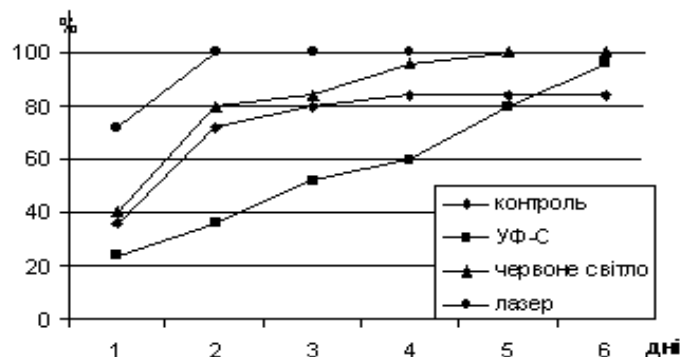


Рис. 1. Вплив УФ-С-, червоного світла та неперервного лазерного опромінення на динаміку схожості насіння *Carlina onopordifolia* Bess.

світлолазерна фотоактивація, очевидно, забезпечила переведення цього пігменту в активну форму і збільшила швидкість проростання насіння: коефіцієнт Піпера в контрольній групі рослин становив 1,76 доби, після застосування червоного світла він зменшився до 1,6, а за дії лазерного випромінювання – відповідно до 1,25 доби. Тільки під впливом УФ-С-променів тривалість проростання становила 3,56 доби. Однохвилинна УФ-С фотоактивація насіння *C.onopordifolia* не привела до його загибелі (на 6-й день усе насіння проросло), але при цьому швидкість його проростання утричі зменшилася порівняно зі швидкістю проростання насіння, наświetленого лазерним світлом.

Результати біометричного аналізу росту кореневої системи свідчать про те (рис. 2), що після перенесення пророслого насіння у водні культури рослини продовжували нормально рости і розвиватися. За час 20-денного вирощування рослин на середовищі Гельрїгеля приріст кореня у контролі порівняно з його довжиною на початку досліджу становив 20,7%, за дії червоного світла – 21,8%, гелій-неонового лазерного опромінення – 20,4%, а УФ-С- проміння – 31,2% відповідно.

Очевидно, короткочасна фотоактивація сухого насіння *C. onopordifolia* УФ-С-світлом, зменшуючи швидкість проростання, суттєво не впливає на його схожість. Але характер росту кореневої системи і надземних органів рослини на початкових етапах

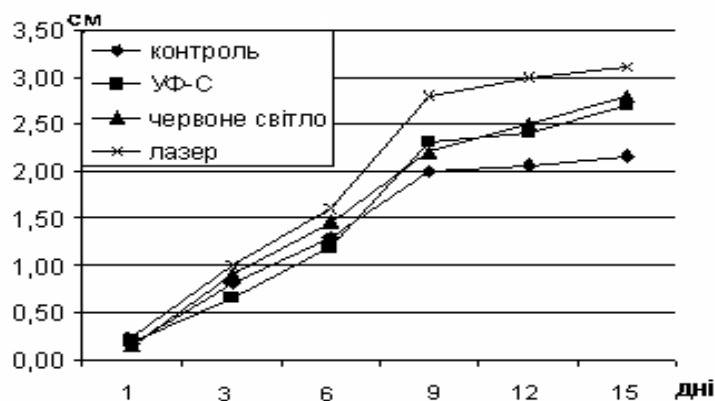


Рис. 2. Динаміка росту коренів *Carlina onopordifolia* Bess. на середовищі Гельрїгеля за умов фотоактивації насіння УФ-С-, червоним світлом та неперервним лазерним опроміненням.

онтогенезу може змінитися. Про це також свідчать дані морфометричного аналізу рослин, вирощених протягом 25 днів на середовищі Гельрігеля із проростків фотоактивованого насіння (рис. 3).

Показано, що для *контрольних рослин* характерна стрижнева, добре розвинена коренева система, а головний корінь з позитивним геотропізмом іноді може згинатися і рости вбік. Бічні корені сягають 0,5 см. Гіпокотиль прямий, заввишки 0,4–1,1 см, на якому утворюються додаткові корені. Зелені сім'ядолі завдовжки до 1,5 см. Листя яскраво-зеленого кольору з добре вираженими зубчиками по краю листової пластинки.

За дії *УФ-С-проміння* у рослин бічні корені товстіші порівняно з коренями рослин у контролі, їхня довжина – 0,2–1,0 см. Гіпокотиль прямий, заввишки 0,5–0,8 см. Сім'ядолі зелені, завдовжки 1,0–1,2 см. Листки жовто-зеленого кольору із зубчастим краєм.

Після фотоактивації насіння *червоним світлом* у рослин наявна добре розвинена система бічних коренів довжиною до 1,5 см. Гіпокотиль прямий, заввишки 0,4–1,1 см. Сім'ядолі зелені, до 2 см завдовжки. Листки зубчасті, яскраво-зеленого кольору, добре розвинені.

Лазерна фотоактивація забезпечує формування рослин із яскраво вираженим головним коренем довжиною до 2,5 см. Бічні корені розвинені слабо. Гіпокотиль прямий довжиною 0,5–1,0 см. Сім'ядолі зелені, до 2,5 см завдовжки. Листки світло-зеленого кольору з білуватим опушенням абаксальної поверхні.

Отже, виконані дослідження дають змогу констатувати, що опромінення насіння червоним світлом і гелій-неоновими лазерними променями може поліпшити насінневі показники відкасників. Лазерне опромінення та червоне світло забезпечує високу фотореактивність відкасників, краще сприяє виведенню насіння зі стану спокою, можливо, за участю фітохромних систем. Невисокі дози УФ-С-випромінювання гальмують проростання насіння. У більш віддалені періоди ростові процеси в цих рослин нормалізуються. Для покращення насінневих і ростових показників при інтродукції відкасників мож-



Рис. 3. Водна культура *Carlina onopordifolia* Bess. в умовах фотоактивації насіння червоним, УФ-С-світлом та неперервним лазерним випромінюванням.

на рекомендувати застосування передпосівного лазерного опромінення насіння в сканованому режимі як найбільш ефективного з описаних вище способів фотостимуляції початкових етапів росту рослин.

1. Антонюк Н. Є., Бородіна Р. М., Собко В. І., Скворцова Л. С. Рідкісні рослини флори України в культурі. К.: Наук. думка, 1982. 216 с.
2. Волотовский И. Д. Фитохром – регуляторный фоторецептор растений. Минск: Наука и техника, 1992. 186 с.
3. Зеленчук А. Т. Особенности семенного размножения и возобновления *Carlina onopordifolia* (Asteraceae) в условиях западного Подолья // Ботан. журн. 1985. Т. 70. № 4. С. 500–507.
4. Зеленчук Т. К., Зеленчук А. Т. Фенологічні дослідження рідкісних і зникаючих видів флори Західного Поділля // Укр. ботан. журн. 1986. Т. 43. № 2. С. 54–58.
5. Зеленчук Т. К., Зеленчук А. Т. Насінне розмноження та поновлення *Carlina cirsioides* K Lok. на Західному Поділлі // Укр. ботан. журн. 1987. Т. 44. № 2. С. 17–203.
6. Инюшин В. М. Луч лазера и урожайность. Алма-Ата: Кайнар, 1981. 183 с.
7. Китлаев Б. Н. Теоретические и прикладные аспекты фотоэлектрических воздействий на семена и растения // Механизация и электроф. сельхоз. растений. 1982. № 4. С. 21–26.
8. Лавренёв В. К., Лавренёва Г. В. Полная энциклопедия лекарственных растений. М.: ОЛМА-Пресс, 1999. 736 с.
9. Леус Е. И. Биологическое действие излучений лазера. М.: Медицина, 1968. 327 с.
10. Любименко В. Н. Содержание хлорофилла в хлорофильном зерне и энергия фотосинтеза // Тр. СПб об-ва естествоисп. 1910. Т. 41. Вып. 1–2. С. 3–266.
11. Ермолаева Е. Я. Влияние света различного спектрального состава на некоторые физиологические процессы растений // Эксперим. ботаника. М.: Изд-во АН СССР, 1953. С. 100–117.
12. Мейер А., Зуйтц Э. УФ-излучение. М.: Изд-во иностр. лит., 1952. 450 с.
13. Мошков Б. С. Значение отдельных участков спектра физиологической области излучения для роста и развития некоторых растений // ДАН СССР. 1950. Т. 71. С. 171–174.
14. Обручева Н. В., Антонова О. В. Физиология инициации прорастания растений // Физиология растений. 1997. Т. 44. № 2. С. 287–302.
15. Познанская З. Особенности биологии *Carlina onopordifolia* Bess ex Szafer, Kułcz et Pawł. // Укр. ботан. журн. 1986. Т. 43. № 5. С. 87–91.
16. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование; семейство Asteraceae (Compositae). СПб.: Наука, 1993. 352 с.
17. Скварко К. О. Лазерна фотоактивація насіння. Перспективи, рекомендації. Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 1994. 52 с.
18. Скварко К. О., Величко О. І., Скрипа І. Д. Відкаски в природі і культурі. К.: ВЦ Київськ. ун-ту, 1999. С. 28–29.
19. Скварко К. О., Скибіцька М. І., Баран Є. І. Відтворюваність та коефіцієнт поляризації у рідкісних і зникаючих рослин заповідника «Лиса гора» // Укр. фітоценолог. збірник. Фітосоціологія. 1999. Вип. 1–2. С. 38–41.
20. Скварко К., Скрипа І. Вплив гелій-неонового лазерного випромінювання, УФ-С– і червоного світла на схожість та проростання насіння *Rhododendron Kotschyi* Simonk // Вісн. Львів. ун-ту. 2004. Вип. 36. С. 224–228.

21. Фирсова М. К. Методы определения качества семян. М.: Сельхозиздат, 1959. 352 с.
22. Чоник В. І. Високогірна флора Українських Карпат. К.: Наук. думка, 1976. 268 с.
23. Fine S., Klein E. Biological effects of laser radiation // Biol. Med. Physics. 1965. Vol. 10. P. 149–159.
24. Rupert C. S. Photoreaction of ultraviolet damage // Photophysiology. Academic Press. N.Y. 1964. Vol. 2. P. 283–327.

**INFLUENCE OF LASER RADIATION, ULTRA-VIOLET AND RED OF LIGHT
ON GERMINATION ABILITY AND THE SEED SPROUTING
CARLINA ACAULIS L. AND CARLINA ONOPORDIFOLIA BESS.**

K. Skvarko, T. Pochynok

*Ivan Franko National University of Lviv
44, Cheremshyny St., Lviv 79044, Ukraine
e-mail: botsad@franko.lviv.ua*

The influence of low energy helium-neon laser radiation, UV-C- and red light on the germination ability and seeds sprouting of *Carlina acaulis* L. and *Carlina onopordifolia* Bess. during early stages of ontogenesis in controlled terms for improving the introduction strategy was investigated. It is set that pre-seed irradiation of seed by red light and helix-neon improves the seminal indexes of *Carlina* laser rays. The low doses of UV-C- radiation are braked by a germination on the initial stages of plants development. In farther periods growth processes at these plants are normalized.

Key words: *Carlina*, germination of seeds, helium-neon laser, UV-C-light, red light.

**ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ, УФ-С- И КРАСНОГО СВЕТА
НА ВСХОЖЕСТЬ И ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН *CARLINA ACAULIS* L.
И *CARLINA ONOPORDIFOLIA* BESS.**

К. Скварко, Т. Починок

*Львовский национальный университет имени Ивана Франко
ул. Черемшины, 44, Львов 79044, Украина
e-mail: botsad@franko.lviv.ua*

Для улучшения стратегии интродукции в контролируемых условиях изучено действие низкоэнергетических гелий-неонового лазерного излучения, красного и УФ-С-света на всхожесть и скорость прорастания семян *Carlina acaulis* L. и *Carlina onopordifolia* Bess. в начальных этапах онтогенеза. Показано, что предпосевное облучение семян красным светом и гелий-неоновыми лазерными лучами улучшают семенные показатели колючников. Невысокие дозы УФ-С-излучения тормозят прорастание семян в начальных этапах роста растений. В более отдалённые периоды ростовые процессы у этих растений нормализуются.

Ключевые слова: *Carlina*, всхожесть семян, гелий-неоновый лазер, УФ-С-свет, красный свет.

Стаття надійшла до редколегії 20.10.09
Надійшла після доопрацювання 19.11.09
Прийнята до друку 29.12.09