

¹ Katedra Uprawy i Żywnienia Roślin, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin
e-mail: marcela.krawiec@up.lublin.pl

² Katedra Fizyki, Wydział Inżynierii Produkcji, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

MARCELA KRAWIEC¹, AGATA DZIWULSKA-HUNEK²

**Wpływ stymulacji nasion światłem lasera na wschody
i plonowanie grochu luskowego
(*Pisum sativum* L. var. *pachylobum* Beck.)**

Effect of seed stimulation with laser light on emergence and yielding
of scaly pea (*Pisum sativum* L. var. *pachylobum* Beck.)

Streszczenie. Celem badań było określenie wpływu stymulacji laserowej nasion na wschody i plonowanie grochu luskowego. Materiałem do badań były nasiona 6 partii grochu o różnej jakości wyrażonej zdolnością kiełkowania. Nasiona traktowano 3 dawkami światła lasera He-Ne (0, 6 i 8 mW · cm⁻²). W doświadczeniu polowym oceniano wschody siewek, liczbę strąków na roślinie, liczbę nasion w strąku, masę 1000 nasion, plon nasion z jednej rośliny oraz z jednostki powierzchni. Stymulacja laserowa istotnie poprawiła wschody siewek wyrosłych z nasion gorszej jakości. Nasiona wysokiej jakości nie zareagowały zwiększeniem liczby wschodów na przewidziane traktowanie laserem. Nie stwierdzono istotnego wpływu stymulacji światłem lasera w zastosowanych dawkach na plonowanie nasion grochu.

Słowa kluczowe: stymulacja, światło lasera, groch, jakość nasion, wschody polowe, plon

WSTĘP

Metody uszlachetniania nasion oparte na wykorzystaniu czynników fizycznych są w ostatnich latach szczególnie promowane jako bezpieczne dla środowiska przyrodniczego. Spośród nich traktowanie nasion światłem lasera helowo-neonowego zasługuje na większą uwagę ze względu na łatwość zastosowania, bezinwazyjność oraz niski koszt zabiegu [Prokop i in. 2002]. Przeprowadzone w różnych ośrodkach badania wskazują na

korzystny wpływ naświetlania nasion na procesy wzrostu i rozwoju roślin uprawnych. Przewidywana stymulacja laserowa może powodować poprawę kiełkowania i wschodów, wzrost plonów, skrócenie okresu wegetacji, a nawet zwiększenie odporności na stresy środowiskowe [Dziwulska i in. 2004, Podleśny i Stochmal 2004, Wilczek i in. 2006, Podleśny i in. 2012, Podleśna i in. 2015, Swathy i in. 2016]. Przedmiotem badań nad wpływem naświetlania laserowego były głównie nasiona o wysokich parametrach jakościowych. Jednak różne okoliczności zmuszają niejednokrotnie do wysiewu nasion o obniżonej jakości, np. nasion starych lub nieprawidłowo przechowywanych. Takie nasiona wydają z reguły słabsze i przeczadzone wschody, co wpływa ujemnie na plonowanie roślin [Grzesiuk i Kulka 1981].

Celem badań było określenie wpływu stymulacji laserowej nasion na wschody i plonowanie grochu, ze szczególnym uwzględnieniem nasion starych, o obniżonej zdolności kiełkowania.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie mikropoletkowe przeprowadzono w latach 2008–2009 w Gospodarstwie Doświadczalnym w Felinie (Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie). Materiałem do badań były nasiona 6 partii grochu łuskowego odmiany 'Kiler' charakteryzujące się różną zdolnością kiełkowania. W 2008 r. w badaniach wykorzystano nasiona ze zbioru w latach 2003, 2005 i 2007 (oznaczone jako partie 1, 2, 3), zaś w 2009 r. nasiona ze zbioru w latach 2004, 2007 i 2008 (oznaczone jako partie 4, 5, 6). W tabeli 1 przedstawiono oznaczenia i zdolność kiełkowania partii nasion użytych do badań. Według Bochenek i in. [2000] gospodarcza długość życia nasion roślin strączkowych wynosi 3–4 lata. Zgodnie z tym założeniem nasiona partii 1 i 4 można uznać za stare. Nasiona wszystkich partii naświetlano laserem He-Ne (helowo-neonowym) o długości fali 632,8 nm. Zastosowano następujące dawki promieniowania w zależności od gęstości powierzchniowej mocy: 0, 6, i 8 mW · cm⁻² (odpowiednio D0, D1, D2). Nasiona naświetlano 5-krotnie, zaś czas każdorazowego naświetlania wynosił ok. 0,1 s. Naświetlanie nasion odbywało się w czasie ich swobodnego spadku w obszarze wiązki rozbieżnej lasera. Do badań użyto urządzenia konstrukcji Kopera i Dygdały [1994]. Po upływie 3 dni od napromieniowania, tj. 22.04.2008 r. i 17.04.2009 r., nasiona wysiewano do gleby. Doświadczenie założono na glebie płowej wytworzonej z utworów lessowych położonych na marglach kredowych. Założono je metodą bloków losowanych w 4 powtórzeniach. Na jedno poletko wysiewano 100 szt. Nasiona wysiewano w 2 rzędach na poletka o wymiarach 2,5 × 0,8 m. Rozstawa rzędów wynosiła 0,4 m, na 1 m² wysiewano 50 nasion. Kilukrotne liczenie pojawiających się siewek pozwoliło określić wschody roślin. Ochronę grochu przeprowadzono zgodnie z obowiązującymi zaleceniami Instytutu Ochrony Roślin [IOR – PIB 2008]. Dla zilustrowania wpływu warunków termicznych i wilgotnościowych na wzrost i rozwój roślin w tabeli 2 przedstawiono średnie temperatury i sumy opadów w czasie prowadzenia badań w porównaniu ze średnimi wieloletnimi. Zbiór przeprowadzono ręcznie w dniach 31.07.2008 r. i 30.07.2009 r. W tym czasie ok. 80% strąków na roślinach było suchych, a nasiona były twarde. Zbiór polegał na wyrwaniu roślin z gleby i umieszczeniu ich w przewiewnej wiacie w celu dosuszenia. Następnie na 5 losowo wybranych roślinach z poletka (czyli 20 z danego obiektu) okre-

ślono liczbę strąków na roślinie i plon nasion z 1 rośliny. Na 20 losowo wybranych strąkach określono liczbę nasion w strąku. Po wylusowaniu nasion ze wszystkich roślin określono również plon nasion z poletka oraz masę 1000 nasion.

Otrzymane wyniki opracowano statystycznie z zastosowaniem analizy wariancji. Przedziały ufności określono testem Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Tabela 1. Charakterystyka poszczególnych partii nasion użytych w doświadczeniu
Table 1. Characteristic of seed lots used in experiment

Lata badań Investigation years	Rok zbioru nasion Year of seed harvest	Oznaczenie partii nasion Indication of seed lots	Zdolność kiełkowania Germination capacity (%)
2008	2003	1	62,5
	2005	2	83,5
	2007	3	91,0
2009	2004	4	56,3
	2007	5	84,5
	2008	6	88,5

Tabela 2. Średnie miesięczne temperatury powietrza i miesięczne sumy opadów w Gospodarstwie Doświadczalnym w Felinie w latach 2008–2009 na tle średnich wieloletnich (1951–2005)
Table 2. Mean monthly air temperatures and precipitation in the years 2008–2009 at Agricultural Experimental Station in Felin against the multi-year mean values (1951–2005)

Miesiąc Month	Temperatura/ Temperature (°C)			Opady/ Precipitation (mm)		
	2008	2009	Średnie miesięczne Multi-year mean	2008	2009	Sumy miesięczne Multi-year mean
Kwiecień/ April	9,3	11,4	7,4	55,8	2,9	40,2
Maj/ May	12,8	13,6	13,0	101,6	71,1	57,7
Czerwiec/ June	17,7	16,4	16,2	25,9	125,5	65,7
Lipiec/ July	18,3	19,9	17,8	77,1	57,1	83,5

WYNIKI I DYSKUSJA

Najmniej liczne wschody siewek zarejestrowano z wysiewu nasion starych (partia 1 i 4) niepoddanych działaniu promieni lasera (odpowiednio 37,3 i 30,2%). Przedsięwzięcie nasświetlanie nasion obydwu partii istotnie wpłynęło na zwiększenie liczby wschodów. W efekcie stymulacji nasion partii 1 wschody zwiększyły się o 8,2–8,9%, natomiast

partii 4 o 7,3–8,2%. Naświetlanie nasion wysokiej jakości (partie 2, 3, 5 i 6) nie zwiększyło liczby wschodów. Stymulacja nasion partii 2, 3 i 6 spowodowała nawet niewielkie ograniczenie wschodów w stosunku do kontroli (tab. 3). Uzyskane wyniki potwierdzają badania Rochalskiej [2002] o korzystnym wpływie stosowania czynników fizycznych na nasiona gorszej jakości. W doświadczeniach tej autorki stare nasiona pszenicy na stymulację zmiennym polem magnetycznym zareagowały przyspieszeniem wschodów. W przypadku nasion pszenicy o wysokiej jakości nie stwierdzono przyspieszenia wschodów. Podobnie badania Roszko i Michalik [2002] nie wykazały korzystnego wpływu stymulacji laserowej na wschody i dynamikę wschodów siewek marchwi z wysiewu nasion o dobrej wartości siewnej.

Tabela 3. Wpływ przedsiewnego traktowania nasion grochu światłem lasera He-Ne na wschody polowe (%)

Table 3. Effect of pre-sowing He-Ne laser light treatment of pea seeds on field emergence (%)

Lata badań Investigation years	Partia nasion Seed lots	Wschody polowe/ Field emergence		
		D0	D1	D2
2008	1	37,3 a	46,2 b	45,5 b
	2	69,5 a	68,0 a	66,5 a
	3	75,5 a	73,5 a	74,5 a
2009	4	30,2 a	37,5 b	38,4 b
	5	45,5 a	47,0 a	47,5 a
	6	58,5 a	52,0 a	56,5 a

D0, D1, D2 – dawki promieniowania/ doses of irradiation.

Średnie oznaczone tymi samymi literami w wierszach nie różnią się istotnie przy $\alpha = 0,05$ / Means followed by the same letters in rows do not differ significantly at $\alpha = 0.05$.

Wśród roślin wyrosłych z nasion niestymulowanych największą liczbę strąków wykształciły rośliny uzyskane z nasion starych, tj. partii 1 i 4 (odpowiednio 12,5 i 16,1). Rośliny wyrosłe z nasion wysokiej jakości wytworzyły mniejszą liczbę strąków (2 – 9,6, 3 – 8,7, 5 – 11,7, 6 – 11,8) niż z nasion starych, jednak różnice były istotne. Przedsiewna stymulacja nasion grochu światłem lasera nie wpłynęła istotnie na liczbę strąków na roślinie. Naświetlanie nasion starych przyczyniło się do rozwoju roślin o mniejszej liczbie strąków w porównaniu z kontrolą, jednak brak było istotnych różnic. Wydaje się, że może to być związane ze wzrostem zagęszczenia roślin na skutek zwiększenia wschodów w efekcie przedsiewnej stymulacji nasion. Rośliny wyrosłe z naświetlanych nasion wysokiej jakości (partie 2, 3, 5 i 6) wytworzyły więcej strąków w porównaniu z roślinami wykształconymi z nasion kontrolnych, chociaż różnice były nieistotne (tab. 4). Podobne wyniki w odniesieniu do nasion grochu o wysokiej zdolności kiełkowania (89,6–92,8%) uzyskał Klimont [2001]. W badaniach tego autora naświetlanie laserowe istotnie zwiększyło liczbę strąków.

Tabela 4. Wpływ przedsiewnego traktowania nasion grochu światłem lasera He-Ne na liczbę strąków na 1 roślinie

Table 4. Effect of pre-sowing He-Ne laser light treatment of pea seeds on the number of pods per plant

Lata badań Investigation years	Partia nasion Seed lots	Liczba strąków na 1 roślinie Number of pods per plant		
		D0	D1	D2
2008	1	12,5 a	10,1 a	10,6 a
	2	9,6 a	9,9 a	10,5 a
	3	8,7 a	10,4 a	9,3 a
2009	4	16,1 a	15,3 a	15,5 a
	5	11,7 a	11,9 a	12,5 a
	6	11,8 a	13,1 a	12,4 a

Objaśnienia – zob. tab. 3/ Explanation – see the tab. 3

Tabela 5. Wpływ przedsiewnego traktowania nasion grochu światłem lasera He-Ne na liczbę nasion w strąku

Table 5. Effect of pre-sowing He-Ne laser light treatment of pea seeds on number of seeds per pod

Lata badań Investigation years	Partia nasion Seed lots	Liczba nasion w strąku Number of seeds per pod		
		D0	D1	D2
2008	1	6,4 a	6,5 a	6,4 a
	2	6,6 a	6,4 a	6,6 a
	3	6,4 a	6,7 a	6,2 a
2009	4	6,7 a	6,4 a	6,9 a
	5	6,1 a	6,8 a	6,3 a
	6	6,3 a	6,5 a	6,6 a

Objaśnienia – zob. tab. 3/ Explanation – see the tab. 3

Tabela 6. Wpływ przedsiewnego traktowania nasion grochu światłem lasera He-Ne na masę 1000 nasion (g)

Table 6. Effect of pre-sowing He-Ne laser light treatment of pea seeds on weight of 1000 seeds (g)

Lata badań Investigation years	Partia nasion Seed lots	Masa 1000 nasion Weight of 1000 seeds		
		D0	D1	D2
2008	1	157 a	152 a	156 a
	2	156 a	146 a	157 a
	3	155 a	151 a	159 a
2009	4	144 a	139 a	148 a
	5	141 a	145 a	152 a
	6	143 a	142 a	146 a

Objaśnienia – zob. tab. 3/ Explanation – see the tab. 3

Liczba nasion w strąkach zebranych z roślin kontrolnych – niepoddanych działaniu światła lasera – wynosiła od 6,1 do 6,7. Nie stwierdzono istotnego wpływu przed-siewnej stymulacji nasion na liczbę nasion w strąkach zebranych z roślin potomnych (tab. 5). Wyniki te są potwierdzeniem badań Podleśnego i Podleśnej [2004], że przed-siewne promieniowanie laserowe nie różnicuje liczby nasion w strąku roślin bobiku i łubinu białego.

Tabela 7. Wpływ przedsiewnego traktowania nasion grochu światłem lasera He-Ne na plon nasion z 1 rośliny (g)

Table 7. Effect of pre-sowing He-Ne laser light treatment of pea seeds on yield of seeds per 1 plant (g)

Lata badań Investigation years	Partia nasion Seed lots	Plon nasion z 1 rośliny Yield of seeds per 1 plant		
		D0	D1	D2
2008	1	13,8 a	11,1 a	12,7 a
	2	10,9 a	9,9 a	11,2 a
	3	10,3 a	11,3 a	10,2 a
2009	4	16,4 a	15,5 a	15,8 a
	5	11,8 a	10,7 a	12,6 a
	6	13,6 a	13,5 a	12,3 a

Objaśnienia – zob. tab. 3/ Explanation – see the tab. 3

Tabela 8. Wpływ przedsiewnego traktowania nasion grochu światłem lasera He-Ne na plon nasion grochu z jednostki powierzchni ($g \cdot m^{-2}$)

Table 8. Effect of pre-sowing He-Ne laser light treatment of pea seeds on yield of pea seeds per unit area ($g \cdot m^{-2}$)

Lata badań Investigation years	Partia nasion Seed lots	Plon nasion Yield of seeds		
		D0	D1	D2
2008	1	255 a	249 a	266 a
	2	370 a	342 a	375 a
	3	367 a	386 a	365 a
2009	4	235 a	245 a	252 a
	5	260 a	261 a	276 a
	6	314 a	337 a	320 a

Objaśnienia – zob. tab. 3/ Explanation – see the tab. 3

Masa 1000 nasion zebranych z roślin kontrolnych wynosiła 155–157 g w 2008 r. i 141–144 g w 2009 r. Nie stwierdzono istotnego wpływu przedsewnej stymulacji laserowej na masę 1000 nasion zebranych z roślin potomnych (tab. 6). Wyniki te są zgodne z badaniami Klimonta [2001] dotyczącymi wpływu naświetlania nasion grochu na masę 1000 nasion potomnych.

Plon nasion z 1 rośliny w obiektach kontrolnych wynosił od 10,3 do 16,4 g i zależał od jakości nasion użytych do siewu. Największy plon zebrano z roślin wyrosłych z nasion starych (partia 1 – 13,8 g i partia 4 – 16,4 g), co było związane z większą liczbą strąków na roślinie. Rośliny wykształcone z nasion o wysokiej zdolności kiełkowania wydały mniejszy plon nasion. Przedsewna stymulacja laserowa nie wpłynęła istotnie na plon nasion z 1 rośliny. Jednak rośliny wyrosłe z naświetlanych nasion starych (partia 1 i 4) wydały mniejszy plon nasion w porównaniu z kontrolą (tab. 7). Mogło to być efektem wzrostu zagęszczenia roślin na skutek poprawy wschodów. Z powodu większego zagęszczenia roślin na jednostce powierzchni rośliny wytworzyły mniej strąków i wydały mniejszy plon nasion.

Plon nasion grochu zebrany z poletek kontrolnych wynosił 255–370 g · m⁻² w 2008 r. i 235–314 g · m⁻² w 2009 r. Traktowanie nasion światłem lasera nie wpłynęło istotnie na zwiększenie plonu nasion z jednostki powierzchni, choć w niektórych przypadkach można zaobserwować tendencję wzrostową (tab. 8). Wyniki te odbiegają częściowo od badań innych autorów, którzy dowodzą korzystnego wpływu naświetlania laserowego na wzrost plonu nasion grochu [Klimont 2001] oraz bobiku i łubinu białego [Podleśny i Podleśna 2004]. Jednak badania Klimonta [2001] wskazują również, że plon nasion grochu może być zależny od dawki zastosowanego promieniowania. Wielu autorów wymienia również inne czynniki, które mogą różnicować efekty stymulacji laserowej. Należą do nich: gatunek rośliny, odmiana, sposób naświetlania, warunki termiczno-wilgotnościowe, w których rosną i rozwijają się rośliny [Klimont 2001, Roszko i Michalik 2002, Podleśny i Podleśna 2004, Szajsner i Drozd 2007, Hernandez i in. 2010, Soliman i Harith 2010].

WNIOSKI

1. Przedsewne traktowanie nasion grochu światłem lasera He-Ne istotnie poprawiło wschody siewek wyrosłych z nasion gorszej jakości (starych).
2. Stymulacja laserowa nie wpłynęła modyfikująco na wschody siewek grochu uzyskanych z nasion wysokiej jakości.
3. Nie stwierdzono istotnego wpływu przedsewnego traktowania nasion grochu światłem lasera w zastosowanych dawkach na liczbę strąków na roślinie, liczbę nasion w strąku, masę 1000 nasion, plon nasion z jednej rośliny oraz z jednostki powierzchni.
4. Stymulacja nasion grochu o obniżonej zdolności kiełkowania nie zwiększyła plonu nasion.

PIŚMIENNICTWO

- Bochenek A., Górecki R.J., Grzesiuk S., 2000. Ogólne właściwości biologiczne nasion. W: K.W. Duczmal, H. Tucholska (red.), Nasiennictwo. PWRiL, Warszawa, t. 1, 116–170.
- Dziwulska A., Koper R., Wilczek M., 2004. Ocena wpływu światła lasera He-Ne na zdolność kiełkowania nasion koniczyny białej odmiany Anda. *Acta Agrophys.* 3(3), 143–152.
- Grzesiuk S., Kulka K., 1981. Fizjologia i biochemia nasion. PWRiL, Warszawa.
- Hernandez A.C., Dominguez P.A., Cruz O.A., Ivanov R., Carballo C.A., Zepeda B.R., 2010. Laser in agriculture. *Int. Agrophys.* 24, 407–422.
- IOR – PIB, 2008. Zalecenia ochrony roślin na lata 2008/2009. Warzywa, sady. Zakład Upowszechniania, Wydawnictw i Współpracy z Zagranicą IOR – PIB, Poznań.
- Klimont K., 2001. Wpływ światła lasera na plon roślin i wartość siewną nasion fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.) i grochu siewnego (*Pisum sativum* L.). *Biul. IHAR.* 217, 263–277.
- Koper R., Dygdała Z., 1994. Urządzenie do obróbki przedsewnej nasion promieniem laserowym. Patent. UP RP. Nr 162 598.
- Podleśna A., Gładyszewska B., Podleśny J., Zgrajka W., 2015. Changes in the germination process and growth of pea in effect of laser seed irradiation. *Int. Agrophys.*, 29, 485–492, doi: 10.1515/intag-2015-0054.
- Podleśny J., Podleśna A., 2004. Morphological changes and yield of selected species of leguminous plants under the influence of seed treatment with laser light. *Int. Agrophys.* 18, 253–260.
- Podleśny J., Stochmal A., 2004. Wpływ przedsewnego traktowania nasion światłem laserowym na niektóre procesy biochemiczne i fizjologiczne w nasionach i roślinach łubinu białego i bobiku. *Acta Agrophys.* 4(1), 149–160.
- Podleśny J., Stochmal A., Podleśna A., Misiak L.E., 2012. Effect of laser light treatment on some biochemical and physiological processes in seeds and seedlings of white lupine and faba bean. *Plant Growth Regul.* 67, 227–233.
- Prokop M., Pietruszewski S., Kornarzyński K., 2002. Wstępne badania wpływu zmiennych pól magnetycznych i elektrycznych na kiełkowanie, plony oraz cechy mechaniczne korzeni rzodkwi i rzodkiewki. *Acta Agrophys.* 62, 83–93.
- Rochalska M., 2002. Poprawa jakości materiału siewnego za pomocą zmiennego pola magnetycznego. Doświadczenia polowe. *Acta Agrophys.* 62, 113–126.
- Roszko A., Michalik B., 2002. Wpływ naświetlania laserem na wartość siewną nasion marchwi. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol.* 488, 425–430.
- Soliman A.Sh., Harith M.A., 2010. Effects of laser stimulation on germination of *Acacia farnesiana* (L.) Willd. *Acta Hort.* 854, 41–49.
- Swathy S.P., Kiran K.R., Rao M.S., Mahato K.K., Rao M.R., Satyamorthy K., Muthusamy A., 2016. Responses of He-Ne laser irradiation on agronomical characters and chlorogenic acid content of brinjal (*Solanum melongena* L.) var. Mattu Gulla. *J. Photochem. Photobiol., B: Biology* 164, 182–190, doi:10.1016/j.jphotobiol2016.09.0101011-1344.
- Szajnsner H., Drozd D., 2007. Uszlachetnianie nasion wybranych gatunków roślin warzywnych poprzez stymulację promieniami lasera. *Roczn. AR Pozn.* 383, *Ogrodnictwo* 41, 625–629.
- Wilczek M., Ćwintal M., Kornas-Czuczwar B., Koper R., 2006. Wpływ laserowej stymulacji nasion na plonowanie di- i tetraploidalnej koniczyny czerwonej w roku siewu. *Acta Agrophys.* 8(2), 527–536.

Źródło finansowania. Badania zostały sfinansowane przez MNiSW w ramach działalności statutowej Katedry Uprawy i Żywnienia Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, OKU DS-2.

Summary. The aim of the study was to determine the effect of laser stimulation of seeds on emergence and yielding of scaly peas. The experimental material was six seed lots of peas of different quality expressed by germination capacity. The seeds were irradiated with three doses of laser beams He-Ne (0, 6 and 8 mW · cm⁻²). In the field experiment, seedling emergence, the number of pods per plant, the number of seeds in the pod, the weight of 1000 seeds, the seed yield per plant and the unit area were evaluated. The significant improvement of emergence of lower quality seed lots was obtained by the laser treatment. Laser irradiation did not influence emergence of high quality seed lots. There was no significant effect of laser light stimulation in the applied doses on the yielding of pea seeds.

Key words: stimulation, laser light, pea, seed, field emergence, yield

Otrzymano/ Received: 18.01.2018
Zaakceptowano/ Accepted: 21.04.2018