

KRZYSZTOF KLIMONT

Krajowe Centrum Roślinnych Zasobów Genowych
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Wpływ światła lasera na plon roślin i jakość nasion szarłatu krwistego (*Amaranthus cruentus* L.)*

The influence of the laser light on yield and seed quality of amaranth (*Amaranthus cruentus* L.)

W trzyleciu 1998–2000 oceniano wpływ światła lasera He-Na na plon nasion i elementy struktury plonu oraz jakość nasion szarłatu krwistego odmiany Rawa. Obiektem badań były nasiona i rośliny szarłatu. Nasiona przed siewem biostymulowano światłem czerwonym lasera (He-Ne) o długości fali 632,8 nm i mocy 4 mW/cm². W doświadczeniu zastosowano 4 warianty: bez naświetlenia (kontrola) i trzy naświetlenia (krotności naświetleń) — 2, 4, 6. W laboratorium przed siewem oceniono: zdolność kiełkowania, a po zbiorach zdolność kiełkowania zebranych nasion i zawartość w nich białka. W polu liczono wschody, określano plon i jego strukturę (wysokość roślin, ciężar zielonej masy oraz masę tysiąca nasion). Wszystkie warianty przedsiewnego naświetlania nasion szarłatu wpłynęły stymulująco na plon nasion. Największy plon nasion uzyskano przy dawce sześciokrotnej energii lasera, mniejszy przy dawce dwukrotnej, a najmniejszy stosując dawkę czterokrotną. Wysokość roślin szarłatu wyrosłych z naświetlanych nasion oraz ciężar ich świeżej masy z poletka podczas zbioru nie różnił się od wariantu kontrolnego, ale na obydwie cechy wpływały zmienne warunki pogodowe w latach badań. Przedsiewna biostymulacja nasion szarłatu różnicowała wschody polowe, a także na zawartość białka w nasionach zebranych roślin potomnych oraz ich MTN.

Słowa kluczowe: przedsiewna biostymulacja, laser, szarłat, wartość siewna nasion, plon

The effect of laser light on the seed yield and elements of yield structure, as well as on the sowing value of amaranth seeds, cultivar Rawa, was studied in 1998–2000. Before sowing, seeds were biostimulated with red laser light (He-Ne), of 632,8 nm wave length and the power of 4 mW/cm². Three irradiations variants double, fourfold and sixfold and control were evaluated. In the laboratory tests, before sowing, seed germination was determined, and after harvest — seed germination and protein content. In the field experiments the following parameters were determined: field emergence, seed yield and its structure (plant height, weight of green mass and weight of thousand seeds). All variants of pre-sowing irradiation of amaranth seeds favourably influenced the seed yield. The highest yield was obtained after sixfold dose, lower yield after double dose, and the lowest after fourfold dose of laser

* Badania przeprowadzono w ramach projektu badawczego Nr 5P06B 03713, finansowanego przez Komitet Badań Naukowych

energy. The height of plants grown from irradiated seeds and weight of green mass/plant did not differ in comparison to control, but these traits were influenced by weather conditions. Pre-sowing biostimulation of amaranth seed influenced field emergence, weight of thousand seeds and protein content in seeds harvested from plants grown from irradiated seeds.

Key words: pre-sowing biostimulation, laser, amaranth, seed sowing value, yield

WSTĘP

Przedsiewna biostymulacja nasion promieniami laserowymi, jako jedna z metod ulepszania materiału siewnego i uzyskiwania wyraźnych pozytywnych efektów w plonowaniu roślin i wartości siewnej nasion powoduje, rosnące zainteresowanie praktyków. Światło lasera oddziałuje na procesy metaboliczne roślin i wiąże się z aktywnością fotosyntezy. Biostymulacja laserowa wykorzystuje fizyczne zjawisko, które polega na zdolności pochłaniania, przekształcania, magazynowania i wykorzystywania fotonów światła lasera przez komórki i tkanki roślinne. Skutkuje to poprawą wartości siewnej nasion (wigor i zdolność kiełkowania), intensyfikacją procesów fizjologicznych i biochemicznych w roślinie i w końcu do wymiernej wyżki plonów (Inyushin, 1977, 1981; Koper, 1993; Gładyszewska i in., 1998). Dotychczasowe wyniki badań pokazują, że przedsiewna biostymulacja nasion energią lasera wpływa na plon nasion, strukturę plonu roślin rolniczych i warzywnych (Dziamba i Koper, 1992; Koper i in., 1996; Klimont i in., 1999; Klimont, 2001). Wieloletnie badania Kopera wskazują na zwiększenie plonu roślin wyrosłych z biostymulowanych nasion (kukurydza, pszenica jara, jęczmień jary, buraki cukrowe i rzepak) rzędu 10–30% (Koper, 1993; Koper i Kornas-Czuczwar, 1994). Inne badania donoszą o poprawie wartości siewnej nasion poddanych procesowi naświetlania przedsiewnego lasera takich roślin jak: fasola, groch, pomidor, ogórek, łubin, pszenica, uzależniając efekty od gatunku, rośliny, odmiany, wielkości energii aplikowanej na nasiona oraz warunków argometeorologicznych panujących w latach zbioru nasion (Szyrmer i Klimont, 1999; Klimont i in., 1999; Podleśny i Koper, 1998; Klimont, 2001). Stwierdzono również wpływ traktowania nasion promieniami lasera na skład chemiczny plonów uzyskiwanych z roślin, które wyrosły z biostymulowanych nasion. Dobrowolski (1992) pokazał wpływ energii lasera na zawartość mikroelementów w owocach pomidorów, Ivanowa (1998) zwiększenie tłuszczu w nasionach konopi, a Klimont (2001) zróżnicowania zawartości białka w nasionach fasoli oraz białka i tanin w nasionach grochu, zależnie od odmiany, krotności naświetleń i roku zbioru. Wcześniejsze doniesienie autora mówi również o pozytywnym oddziaływaniu światła lasera na energię i zdolność kiełkowania nasion szarłat krwistego, jak również na wzrost plonu nasion zbieranych z biostymulowanych nasion (Klimont i in., 1999).

Szarłat ze względu na dużą produktywność i bardzo wysoką wartość odżywczą nasion jak i liści (Gontarczyk, 1996), stanowi cenny obiekt badawczy. Celem trzyletniego eksperymentu było zbadanie wpływu światła lasera He-Ne na wartość siewną i plon nasion szarłat krwistego, nowo wprowadzonej rośliny uprawowej w Polsce.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie było przeprowadzone w Laboratorium Technologicznym IHAR w Sandomierzu w latach 1998–2000. Materiał doświadczalny stanowiły nasiona i rośliny szarłatu krwistego odmiany Rawa. Corocznie naświetlaniu poddawano inne nasiona, które pochodziły od tego samego producenta o podobnej wartości siewnej. Szczegółowe dane dotyczące sposobu biostymulacji nasion promieniami lasera helowo-neonowego (He-Ne) opisano w niniejszym Biuletynie (Klimont, 2002). W badaniach laboratoryjnych biostymulowane nasiona szarłatu poddano analizie celem oceny zdolności kiełkowania (pierwsze liczenie po 5 dniach i końcowe po 14 dniach), zarówno materiału przeznaczanego do siewu jaki i nasion zebranych z roślin, które wyrosły z biostymulowanych nasion wg ISTA (1996). W zebranych nasionach oznaczono również zawartość białka. Po wykonaniu analiz w laboratorium pozostałą część nasion przeznaczono do założenia doświadczenia polowego w Obrazowie k/Sandomierza. Eksperyment założono metodą bloków losowanych w czterech powtórzeniach, powierzchnia poletka wyniosła 1m². Norma wysiewu wynosiła od 4,0 do 4,2 kg/ha w zależności od żywotności nasion, zapewniając obsadę 100 nasion o pełnej wartości siewnej (kiełkujących) na 1 m². Nasiona nie zaprawiano pestycydami. Doświadczenie prowadzono na czarnoziemie zdegradowanym, wytworzonym z lessu. Siewu nasion dokonywano ręcznie, corocznie w optymalnych terminach dla tego gatunku tj. około połowy maja. W warunkach polowych oceniano wschody polowe, wysokość roślin wyrosłych z biostymulowanych i kontrolnych nasion, ciężar zielonej masy roślin, masę nasion z poletka oraz masę tysiąca nasion. Rośliny zbierano ręcznie w fazie pełnej dojrzałości nasion, ważono celem określenia ciężaru zielonej masy, następnie młócono kombajnem poletkowym. Pogoda w czasie trwania doświadczenia wpływała na jego efekty (tab. 1).

Tabela1

Przebieg warunków atmosferycznych w okresie wegetacji szarłatu krwistego w latach 1998–2000
Meteorological condition during growing seasons 1998–2000

Miesiąc Month	Temperatura (°C) Temperature(°C)			Opady (mm) Rainfalls (mm)		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000
Kwiecień — April	10,6	10,1	12,5	91,7	78,0	38,5
Maj — May	14,3	12,9	15,6	57,7	30,6	54,0
Czerwiec — June	17,9	18,1	16,3	116,1	165,0	65,1
Lipiec — July	18,2	20,1	16,8	95,5	94,7	134,8
Sierpień — August	16,9	17,4	18,7	86,8	39,1	50,2
Wrzesień — September	13,2	15,9	12,1	47,3	13,2	50,8

Najkorzystniejszym rokiem do uprawy szarłatu w warunkach klimatyczno-glebowych Sandomierszczyzny okazał się drugi rok badań, tj. 1999 rok z wysokimi opadami w czerwcu, wysoką temperaturą w lipcu oraz co jest szczególnie ważne dla dojrzwiania i zbioru tej rośliny ciepłym i suchym wrześniem, gwarantującym najwyższe plony nasion. Mniej korzystnym okazał się rok 2000 z łagodnymi temperaturami w okresie wegetacji i w miarę równomiernymi opadami, ale chłodnym i mokrym okresem dojrzwiania i zbioru. Najmniej sprzyjającym okazał się pierwszy rok badań, zbyt chłodny i zbyt mokry dla tej

wymagającej ciepła i światła, dobrze znoszącej niską wilgotność gleby rośliny. Obliczenia statystyczne wykonano metodą analizy wariancji, a istotności oceniano testem Tukeya przy NIR ($\alpha = 0,05$).

WYNIKI I DYSKUSJA

Masa nasion z poletka, obsada roślin oraz niektóre cechy morfologiczne szarłatu krwistego

Wszystkie warianty przedsiewnego naświetlania nasion szarłatu krwistego wpłynęły stymulująco na masę nasion uzyskaną z poletka (tab. 2). Najwyższą masę nasion z poletka uzyskano przy dawce 6-krotnej światła lasera $0,643 \text{ kg/m}^2$ mniej obfitą przy dawce dwukrotnej $0,610 \text{ kg/m}^2$, a najniższą stosując dawkę czterokrotną $0,607 \text{ kg/m}^2$, co powodowało przyrost masy nasion z poletka odpowiednio o 19,9 %, 13,8 % i 13,2 % w odniesieniu do wariantu kontrolnego. Wystąpiły także istotne różnice w masie nasion uzyskanych z poletka w zależności od pogody w latach, a także współdziałania między dawkami promieniowania a latami badań. Podobny korzystny wpływ przedsiewnego laserowania ale ziarna zbóż kłosowych na plon zauważył (Koper, 1993; Koper i Grochowicz, 1994; Koper i in., 1996). Także badania własne (Klimont i in., 1999) dały podobny wynik. Z kolei (Gontarczyk, 1996) podaje, że plon szarłatu zależy od wielu czynników, a możliwości plonowania w Polsce w warunkach polowych wynoszą 1,5–3,0 t/ha, co stanowić może ledwie połowę rezultatów uzyskanych na mikropoletkach. Obsada roślin szarłatu była zróżnicowana (ale nieistotnie) przez wielkość energii użytej do przedsiewnego laserowania nasion. Wpływały na nią również zmienne warunki pogodowe w latach badań.

Tabela 2

Wpływ biostymulacji światła lasera na plon nasion i elementy struktury plonu szarłatu krwistego odmiany Rawa (1998–2000)
The effect of laser biostimulation on grain yield and its elements of spring amaranth, var. Rawa (1998–2000)

Krotność naświetleń Doses of irradiation	Cechy Traits			
	Masa nasion z poletka Seed yield/plot (kg/m^2)	Wysokość roślin Height of plants (cm)	Ciężar zielonej masy Green mass (kg/m^2)	Masa 1000 nasion Weight of 1000 seeds (g)
0 — kontrola; control	0,536	129,1	5,87	0,789
2	0,610	129,7	5,86	0,770
4	0,607	131,1	5,87	0,817
6	0,643	131,2	6,08	0,774
NIR ($\alpha = 0,05$)				
LSD $\alpha = 0,05$	0,028	6,2	1,08	0,068

Wysokość roślin szarłatu nie zmieniła się (wynosiła około 130 cm) pod wpływem żadnej z dawek energii światła lasera użytej do naświetlania materiału siewnego, z którego wyrosły (tab. 2). Wysoka temperatura w lipcu i obfite opady w czerwcu 1999 roku wpłynęły na to, że rośliny szarłatu były najwyższe — 133,6 cm, niższe były w chłodnym i

wilgotnym 1998 roku — 130,6 cm, a zdecydowanie najniższe w ostatnim 2000 roku badań — 126,6 cm, czyli takie jakie powinien mieć idealny typ szarłatu uprawiany na nasiona, tj. 100–150 cm (Gontarczyk, 1996, za Weberem i Riderem, 1998).

Masa tysiąca nasion (MTN) szarłatu, które zebrano z roślin wyrosłych z nasion poddanych działaniu światła lasera w zasadzie nie uległa zmianie, chociaż obserwowano zauważalny wzrost dorodności nasion, które wydały rośliny wyrosłe z nasion czterokrotnie laserowanych (tab. 2). Zmienne warunki pogodowe w latach badań istotnie modyfikowały wartość tej cechy. Najdorodniejsze nasiona zebrano w 2000 roku — 0,882 g, mniej dorodne w 1998 — 0,740 g, a najdrobniejsze w 1999 roku — 0,739 g.

Zróźnicowanie dawki energii lasera w zasadzie nie wpłynęła na produktywność roślin w postaci zielonej masy roślin szarłatu uzyskanej z poletka, poza niewielkim jej przyrostem po sześciokrotnym laserowaniu nasion przeznaczonych do siewu. Próbuąc znaleźć wzajemne zależności między analizowanymi cechami, wpływającymi korzystnie na masę nasion z poletka, wydaje się, że w przypadku dwukrotnej dawki energii lasera stosowanej na materiał siewny korzystnie na masę nasion uzyskaną z poletka wpłynęła najwyższa obsada roślin; w przypadku dawki czterokrotnej uzyskanie najdorodniejszych nasion (MTN), a w przypadku dawki najwyższej (6x) plonotwórczym czynnikiem okazały się najbujniejsze rośliny szarłatu. Dostępna literatura akcentuje korzystny wpływ przedsewnej biostymulacji materiału siewnego zbóż kłosowych na strukturę plonu wyrosłych z niego roślin (Inyushin, 1977).

Wartość siewna nasion i skład chemiczny nasion

Przedsewna biostymulacja nasion szarłatu wpłynęła na poprawę ich wyniku kiełkowania (po 5 dniach), a w przypadku dawki dwukrotnej wzrost ten okazał się istotny statystycznie. Taką samą prawidłowość odnotowano przy analizie zdolności kiełkowania określonej po 14 dniach uprzednio biostymulowanych nasion (tab. 3).

Zdolność kiełkowania nasion szarłatu, które otrzymano z roślin wyrosłych z obrabianych promieniem lasera nasion nie uległa istotnym zmianom (tab. 3), wykazując niewielką tendencję do spadku. Warunki agrometeorologiczne istotnie wpływały na wartość siewną zbieranych corocznie nasion, najkorzystniejszy pod względem obydwu danych cech okazał się rok 2000 o łagodnych temperaturach i umiarkowanych opadach, mniej korzystny był 1998 rok, chłodny i wilgotny, a najgorszy okazał się drugi rok, tj. 1999 z wysokimi opadami i temperaturami w lipcu.

Analizując zawartość białka w nasionach szarłatu krwistego stwierdzono, że dwukrotny zabieg naświetlania nasion powoduje minimalny, ale istotny wzrost poziomu białka w nasionach uzyskiwanych z roślin wyrosłych z nasion naświetlonych (tab. 3). Średnio niezależnie od krotności naświetleń zebrane nasiona zawierały 14,44% białka, czyli o ponad 2% mniej niż podaje (Saunders i Becker, 1984).

Warunki pogodowe panujące w latach badań istotnie różnicują poziom zawartości białka w nasionach szarłatu. Najwięcej białka zgromadziły w 1998 roku (14,64%), mniej w 2000 roku (14,39%), a najmniej w 1999 roku (14,2%). Z kolei badania Gieroby i wsp. (1995) wykazały brak wyraźnej różnicy w zawartości białka w ziarnie kukurydzy zebranym z roślin wyrosłych z napromieniowanych i nie napromieniowanych nasion. Natomiast Podleśny (1998), chociaż nie stwierdził istotnego wpływu obróbki przedsewnej

laserem nasion bobiku na wzrost zawartości białka w nasionach zebranych z roślin potomnych, to obserwował już wyraźne tendencje w tym kierunku.

Tabela 3

Wpływ biostymulacji światła lasera na wartość siewną szarłatu krwistego odmiany Rawa i ich skład chemiczny (1998–2000)
The effect of laser biostimulation on seed value and chemical composition of amaranth var. Rawa (1998–2000)

Krotność naświetlań Does of irradiation	Test przed siewem Test before sowing		Test po siewie Test after harvest		Zawartość białka w nasionach Protein content (%)
	Pierwsze liczenie (po 5 dniach) First count (%)	Zdolność kiełkowania (po 14 dniach) Germination capacity (after 14 days) (%)	Pierwsze liczenie (po 5 dniach) First count (%)	Zdolność kiełkowania (po 14 dniach) Germination capacity (after 14 days) (%)	
0 — kontrola; cotrol	70,5	71,3	80,8	85,8	14,39
2	73,3	74,4	74,6	79,5	14,53
4	71,9	73,4	79,1	82,6	14,43
6	71,3	72,7	79,2	82,3	14,42
NIR $\alpha = 0,05$ LDS $\alpha = 0,05$	2,4	2,2	13,2	10,4	0,13

WNIOSKI

1. Wszystkie warianty przedsewnego naświetlania nasion wpłynęły na istotny przyrost masy nasion zebranych z mikropoletka.
2. Najwyższą masę nasion z poletka uzyskano przy dawce sześciokrotnej energii lasera, niższą przy dawce dwukrotnej, a najniższą stosując dawkę czterokrotną, co skutkowało wzrostem masy nasion z mikropoletka, odpowiednio o 19,5; 13,8; 13,2% w porównaniu z wariantem kontrolnym.
3. Wysokość roślin szarłatu wyrosłych z naświetlonych nasion oraz ciężar ich świeżej masy z mikropoletka określonej podczas zbioru w zasadzie nie różniła się od wariantu kontrolnego, ale na obydwie cechy wyraźnie wpływały zmienne warunki pogodowe w latach badań.
4. Przedsewna biostymulacja nasion szarłatu krwistego różnicowała wschody polowe, a także zawartość białka w nasionach zebranych z roślin potomnych oraz ich masę tysiąca nasion.

LITERATURA

- Dobrowolski J. W., Smyk B., Różycki E., Barabasz W., Wachalewski T. 1992. Experiments about the influence of laser light on some biological elements of the natural environment. Stockholm. Acta Universitatis Upsaliensis 1: 1 — 15.
- Dziamba J., Koper R. 1992. The influence of laser irradiation of seeds on crop of spring wheat seeds. *Fragm. Agron.* 1 (33): 88 — 93.
- Gładyszewska B., Koper R., Kornaczyński K. 1998. Technologia i efekty przedsewniej laserowej biostymulacji nasion ogórków. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 454: 213 — 219.

- Gontarczyk M. 1996. Szarłat uprawny — *Amaranthus* ssp., Nowe rośliny uprawiane na cele spożywcze i przemysłowe i jako odnawialne źródło energii. SGGW, Warszawa: 21 — 43.
- Inyushin W. M. 1977. Technika laserowa w rolnictwie. Próba nowych zastosowań generatora kwantowego optycznego. Nowe Rolnictwo 21/22: 21 — 26.
- Inyushin W. M., Iljasov G. U., Fedorowa N. N. 1981. Laser light and crop. Kainar Publ. Alma-Ata.
- International Seed Testing Association. 1996. International Rules For Seed Testing. Seed Sci. Technol. 24, Supplement. pp. 335.
- Ivanowa R. 1998. Influence of pre-sowing laser irradiation of seeds of introduced flax varieties for linseed oil on yield quality. Bul. J. Agricult. Sci. 4: 49 — 53.
- Klimont K., Rafalski A., Szyrmer J., Łucka L., Wiśniewska I. 1999. Biostymulacja nasion promieniami lasera. Materiały VIII Ogólnopolskiego Zjazdu Naukowego „Hodowla Roślin Ogrodniczych u progu XXI wieku”. AR Lublin: 223 — 226.
- Klimont K., Rafalski A., Wiśniewska I. 1999. The influence of laser biostimulation on the yield and seed quality of amaranth (*Amaranthus cruentus* L.). Proceedings of 22nd EUCARPIA fodder Crops and Amenity Grasses Section Meeting October 17–21. 1999. St. Petersburg: 118 — 122.
- Klimont K. 2001. Wpływ światła lasera na plon roślin i wartość siewną fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.) i grochu siewnego (*Pisum sativum* L.). Biul. IHAR 217: 263 — 277.
- Klimont K. 2002. Wpływ naświetlania laserem nasion na plon ziarna i wartość siewną jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.). Biul. IHAR 223/224: 169 — 178.
- Koper R. 1993. Przedsiewne naświetlanie nasion światłem laserowym. OWK23.
- Koper R., Grochowicz J. 1994. Equipment for pre-sowing laser biostimulation of seeds of cultivated plants and the effects of biostimulation. XII World Congress on Agricultural Equieening. Milano. Vol. 2: 1224 — 1229.
- Koper R., Kornas-Czuczwar B. 1994. Mechanizm i efekty przedsiewnej laserowej biostymulacji nasion. VII Sympozjum Bioelektroniki, “Wpływ czynników środowiska na organizm jako system elektroniczny” KUL. Lublin: 11 — 15.
- Koper R., Wójcik S., Kornas-Czuczwar B., Bojarska U. 1996. Effect of the laser exposure of seeds on the yield and chemical composition of sugar beet roots. Inter. Agrophys. 10: 1003 — 1008.
- Podleśny J. 1998. Wpływ przedsiewnego traktowania nasion promieniami laserowymi na rozwój i plonowanie bobiku (*Vicia faba minor*). Pam. Puł. 113: 73 — 84.
- Podleśny J., Koper R. 1998. Efektywność stosowania przedsiewnej obróbki nasion łubinu białego światłem laserowym. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., z. 454: 255 — 262.
- Sounders R. M., Becker R. 1984. *Amaranthus*: A potential food and feed resource. Adv. Cereal Sci. Techn. Vol. VI, : 357 — 396.
- Szyrmer J., Klimont K. 1999. Wpływ światła lasera na jakość nasion fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.). Biul. IHAR 210: 165 — 168.
- Weber L. E., Rider C. 1998. Rodale Amaranth Germplasm Catalog. Rodale Press. Inc.