

KRZYSZTOF KLIMONTKrajowe Centrum Roślinnych Zasobów Genowych
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Badania biostymulacji laserem na wartość siewną nasion i plon roślin pomidora (*Lycopersicon esculentum* Mill.) i ogórka (*Cucumis sativus* L.)*

Studies of laser biostimulation on sowing value of seeds and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.) plants

Badano wpływ światła lasera He-Ne na jakość nasion pomidora odmiany Betalux i Promyk oraz ogórka Polan F₁, a także plon owoców. Przedsięwzięcie nasiona naświetlono promieniami lasera helowo-neonowego (He-Ne), który emituje wiązkę rozbieżną promieni czerwonych o długości fali 632,8 nm i mocy 4 mW/cm². W badaniach zastosowano 4 warianty naświetleń: wariant kontrolny bez biostymulacji plus trzy naświetlania (krotności naświetleń: 2, 4 i 6). W laboratorium przed siewem określano: zdolność kiełkowania, wigor nasion i siewek. W polu liczono wschody (ogórek), określono plon owoców, ich liczbę i masę pojedynczego owocu. Biostymulacja nasion pomidora odmiany Promyk dwukrotną dawką energii lasera spowodowała, że wyrosłe z nich rośliny wydały najwyższy plon i najwyższą liczbę owoców. pozostałe dwie dawki światła lasera również nieistotnie stymulowały wzrost plonu owoców. Najwyższą średnią masę pojedynczego owocu uzyskano z roślin, które wyrosły z nasion naświetlanych sześciokrotną przedsięwzięną dawką promieniowania laserowego. Naświetlanie nasion drugiej odmiany pomidora Betalux nie wpłynęło istotnie na plon owoców, ich liczbę i masę owocu. Przy przedsięwzięnym naświetlaniu nasion ogórka, odnotowano tendencję stymulacji wschodów przez wyższe dawki energii. Natomiast wszystkie zastosowane dawki energii lasera na nasiona istotnie stymulowały plon owoców ogórka zebranych z roślin wyrosłych z biostymulowanych nasion. Wzrastała również liczba owoców zbieranych z obiektów obsianych biostymulowanymi nasionami i nieznacznie (nieistotnie) malała masa pojedynczego owocu. Zdolność kiełkowania nasion obydwu odmian pomidorów była zróżnicowana pod wpływem kolejnych dawek energii lasera, a nasiona ogórka nie zmieniały wartości tej cechy w odniesieniu do kontroli. Test wzrostowy wykazał istotne oddziaływanie energii promieni laserowych na długość hypokotylu i korzenia pierwotnego, które wydały naświetlone nasiona pomidorów i ogórków. Siewki pomidorów i ogórka wyrosłe z nasion stymulowanych promieniami lasera gromadziły więcej suchej masy niż uzyskane z nasion kontrolnych. Przedsięwzięna obróbka laserem nasion pomidorów i ogórka nie wpłynęła na wigor nasion, oceniany

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

elektroprzewodnictwem wód nastoinowych. Przedsiewne naświetlanie spowodowało, że udział nasion normalnie kiełkujących pomidora odmiany Betalux oceniany testem przyspieszonego starzenia istotnie wzrastał, zaś odmiany Promyk i ogórka nie ulegał zmianie.

Słowa kluczowe: biostymulacja, laser, nasiona, ogórek, plon owoców, pomidor, wartość siewna nasion

The effect of He-Ne laser irradiation on seed sowing value and on the fruit yield of Betalux and Promyk tomato cultivars and cucumber cv. Polan F₁, was examined. Before sowing, seeds were exposed to He-Ne laser light, with the wave length of 632.8 nm and the power of 4 mW/cm². Four variants were evaluated: control-without biostimulation and three irradiation doses (double, fourfold and sixfold). In the laboratory, before sowing, standard germination and seed and seedling vigour were determined. In the field the following parameters were evaluated: emergence (cucumber), fruit yield, fruit number and weight of the individual fruit. Biostimulation of seeds of cv. Promyk with double dose of energy resulted in the highest yield and weight fruit. The remaining doses caused non significant increase the fruit yield. The highest weight of the individual fruit was obtained from plants originated from seeds sixfold irradiated. Irradiation of seeds of Betalux tomato cultivar did not influence significantly the fruit yield, fruit number and weight. Pre-sowing irradiation of cucumber seed with higher doses of energy stimulated field emergence, and all applied doses of laser light treatment caused increase the fruit yield of cucumber. Higher yield resulted from significantly higher number of harvested fruits with slightly lower in individual fruit weight. Germination capacity of seeds of both tomato cultivars was differentiated dependently on irradiation dose, but germination of cucumber seed did not change in comparison to control. Growth test showed significant impact of laser energy on length of hypocotyl and primary root produced by tomato and cucumber seeds. Seedlings of tomato and cucumber grown from stimulated seeds cumulated more dry weight than those from control seeds. Irradiation treatment of tomato and cucumber seeds did not influenced seed vigour assessed by the conductivity test. Pre-sowing irradiation caused the increase of percentage of normal seedling only in case of tomato, cv. Betalux in the accelerated ageing test.

Key words: biostimulation, laser, seeds, cucumber, fruit yield, tomato, seed sowing value

WSTĘP

Do najnowszych metod uszlachetniania materiału siewnego, poprawy jego wartości, a także uzyskiwania wyższych plonów należy promieniowanie laserowe (Iniuszyn i in., 1981; Koper i Kornas-Czuczwar, 1996; Koper i in., 1996; Gładyszewska i in., 1998). Jest ono bezpieczniejsze od metod chemicznych, ponieważ modyfikuje tylko procesy fizjologiczne i biochemiczne w nasionach (Górecki i Grzesiuk, 1994; Rybiński i in., 1993; Podleśny i Koper, 1998) i nie powoduje zanieczyszczania środowiska. Światło lasera oddziałuje na procesy metaboliczne roślin i aktywność fotosyntezy. Dlatego należy wspomnieć o istnieniu w roślinie systemu energetycznego, który pochłania, przekształca, magazynuje i wykorzystuje energię fotonów światła He-Ne. Oprócz energii zgromadzonej w białkach, węglowodanach i ATP, każda roślina ma znaczny zasób energii zmagazynowanej w całej strukturze pod postacią tzw. „bioplazmy”. Właściwe podniesienie potencjału energetycznego „bioplazmy” daje efekt stymulacji nasion. Bioplazma i wytworzone przez nią subtelne pola o zróżnicowanym charakterze fizycznym, umożliwiają wzajemne oddziaływanie pomiędzy nasionami, czy też roślinami oraz określa zdolność komórek roślinnych do pochłaniania fotonów światła laserowego (Iniuszyn, 1977, 1981; Koper, 1993). Doniesienia krajowe i zagraniczne wskazują na pozytywne oddziaływanie przed-siewnej biostymulacji nasion promieniami lasera na procesy wzrostu i rozwoju roślin

uprawnych, a szczególnie roślin warzywnych, a nieco mniejsze zbóż i okopowych (Iniuszyn, 1977; Sheppard i Chubey, 1990). W polskich warunkach kilku badaczy stwierdziło, że nasiona zbóż przedsewnie biostymulowane promieniami lasera wydają wyższe plony w porównaniu do nie biostymulowanych (Dziamba i Koper 1992; Rybiński i in., 1993; Drozd, 1994). Wyniki innych eksperymentów wskazują, że z przedsewnie naświetlanych nasion roślin strączkowych wyrastają rośliny, wydające obfitsze plony w równaniu do wariantu kontrolnego (Podleśny, 1998; Podleśny i Podleśna, 1998; Klimont, 2001). Badania Gładyszewskiej i Kopera (1997) nad wpływem światła lasera na nasiona pomidorów w warunkach szklarniowych wykazały wzrost plonu owoców zebranych z roślin wyrosłych z naświetlonych nasion oraz przyspieszenie dojrzewania owoców. Przedsewnie traktowanie światłem lasera nasion ogórka wpłynęło na wzrost plonów roślin, uzyskanych z nasion naświetlanych w porównaniu do roślin wyrosłych z nasion nie naświetlanych, uprawianych w warunkach szklarniowych (Gładyszewska i in., 1998).

Liczne dane literaturowe mówią o poprawie zdolności kiełkowania i wschodów polowych na skutek przedsewnego naświetlania nasion zbóż (Drozd i in., 1997), roślin strączkowych (Podleśny, 1998; Klimont, 2001) i warzywnych (Wilde i in., 1969; Gładyszewska, 1999; Szyrmer i Klimont, 1999; Klimont, 2001) — fasola, rzodkiewka.

Biostymulacja materiału siewnego fasoli i grochu różnicowały jego wigor w znacznej części, powodując wyraźną jego poprawę (Klimont, 2001).

Celem badań było określenie wpływu przedsewnego naświetlania nasion rozbieżną wiązką światła lasera He-Ne na wartość siewną nasion i plon owoców pomidora i ogórka.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono w Laboratorium Technologicznym IHAR w Sandomierzu w latach 1998–2000. Poddano ocenie nasiona i rośliny pomidorów odmiany Betalux (karłowy) i Promyk (wiotkołodygowy) oraz ogórka Polan F₁. Zarówno nasiona pomidorów, jak i ogórka były zaprawiane pestycydami przez producenta. W każdym roku prowadzenia eksperymentu naświetlaniu poddawano inne nasiona badanych gatunków pochodzące od tego samego producenta i w tym samym stopniu kwalifikacji. Szczegółowe dane dotyczące sposobu obróbki nasion promieniami lasera helowo-neonowego (He-Ne) przedstawiono we wcześniejszych pracach autora (Klimont, 2002, 2002 a):

- I. W warunkach laboratoryjnych określono zdolność kiełkowania (pomidory- pierwsze liczenie po 5 dniach i końcowe po 16 dniach; odpowiednio ogórek po 4 i 8 dniach) wg ISTA (1996). Wigor nasion i siewek zbadano również wg ISTA (1995) testem wzrostowym Perre'go, elektroprowadnictwa wód nastoinowych, przyspieszonego starzenia (AA-test).
- II. Pozostałą część biostymulowanych nasion ogórka po wykonaniu analiz laboratoryjnych wykorzystano do wysiewu w polu. Natomiast nasiona pomidorów wysiano w szklarni, następnie sadzonki pikowano w doniczkach i wysadzono w polu. Badania polowe przeprowadzono w Obrazowie k/Sandomierza. Założono 3 oddzielne doświadczenia (pomidor Betalux i Promyk oraz ogórek Polan F₁) metodą bloków losowanych w 4 powtórzeniach. Pojedynczym powtórzeniem w przypadku ogórka był

rzadek o długości 10 m, a odległość między rzędami wynosiła 3 m. Pojedyncze powtórzenie w doświadczeniach z pomidorami stanowił rząd, zawierający 12 roślin, w rozstawie 100 cm w międzyrzędziach, 90 cm w rzędzie. Doświadczenie założono na czarnoziemie zdegradowanym, wytworzonym z lessu. Pole przeznaczone pod eksperyment uprawiano zgodnie z przyjętymi zasadami agrotechniki dla danych gatunków. Siewu nasion ogórka i sadzenia roślin pomidorów dokonano w następujących terminach: pomidory — 14.05.1998, 25.05.1999, 23.05.2000; ogórki 13.05.1998, 14.05.1999, 19.05.2000. Oceniano liczbę roślin w rzędzie (ogórki), plon i liczbę owoców z obiektu oraz masę pojedynczego owocu (pomidory i ogórki). Corocznie określano również długość trwania okresu zbioru oraz liczbę zbiorów.

Przebieg pogody, a głównie rozkład temperatury i opadów był zróżnicowany w poszczególnych latach trwania doświadczeń (tab. 1). Najkorzystniejsze warunki dla vegetacji pomidorów i ogórków, pozwalające na uzyskanie najwyższych plonów panowały w 1999 roku, z wysokimi temperaturami w czerwcu i lipcu, umiarkowanymi w sierpniu i ciepłym wrześniem oraz korzystnym rozkładem opadów w okresie vegetacji. Mniej korzystny dla pomidorów okazał się pierwszy rok badań, tj. 1998, raczej chłodny i wilgotny. Ogórki owocowały słabiej w 2000 roku, niż w rekordowym 1998 roku. Ciągłe i obfite opady w okresie zbiorów oraz zbyt niska temperatura znacząco ograniczyły plony i liczbę zbiorów owoców pomidorów, był to rok najmniej sprzyjający uprawie tej rośliny.

Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji, a różnice między średnimi oceniano testem Tukeya, przy $NIR\alpha = 0,05$.

Tabela 1

Przebieg warunków atmosferycznych w okresie vegetacji pomidorów i ogórków 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

Plon owoców pomidora i ogórka z obiektu (rzędu)

Trzyletnie badania plonu pomidorów wykazały, że biostymulacja nasion pomidora odmiany Promyk, dwukrotną dawką energii lasera spowodowała, że wyrosłe z nich rośliny przeciętnie wydawały najwyższą liczbę owoców i najwyższy plon z obiektu — rzędu (tab. 2). Przyrost plonu wynosił 5,58 kg i stanowił 11,2% w porównaniu do wariantu kontrolnego. Pozostałe dwie dawki również nieistotnie stymulowały wzrost plonu, dwukrotna o 1,94 kg (3,9%) i czterokrotna o 4,23 kg (8,5%). Liczba owoców po dwukrotnej dawce wzrastała o 91,8 szt. (10,1%) w odniesieniu do ilości owoców wyrosłych na roślinach kontrolnych. Najwyższą średnią masę pojedynczego owocu uzyskano z roślin, które wyrosły z nasion naświetlanych sześciokrotną dawką promieniowania laserowego

(61,3 g), lżejsze były po użyciu dawki czterokrotnej (60,4 g), a najlżejsze po dwukrotnym naświetleniu (54,0 g). Przedsiewna biostymulacja drugiej badanej odmiany pomidora Betalux nie wpływała istotnie na zmianę plonu owoców, ich liczbę z obiektu i średnią masę pojedynczego owocu.

Tabela 2

Wpływ biostymulacji światła na plon owoców, ich liczbę oraz masę pojedynczego owocu pomidorów odmiany Betalux i Promyk (1998–2000)

The effect of laser biostimulation on fruit yield, number individual fruit mass of tomato (1998–2000)

Krotność naświetleń Does of irradiation	Cechy Traits					
	Plon owoców rzędu Fruit yield/ row (kg)		Liczba owoców z rzędu Number of fruit/ row		Masa pojedynczego owocu Mass of individual fruit (g)	
	Betalux	Promyk	Betalux	Promyk	Betalux	Promyk
0 — kontrola; control	27,67	49,65	495,0	907,0	55,4	56,0
2	27,92	55,23	473,4	998,8	57,9	54,0
4	27,27	53,88	472,0	896,4	56,4	60,4
6	28,78	51,59	494,3	861,0	59,4	61,3
NIR α = 0,05	4,01	5,29	60,4	89,4	4,3	5,4
LSD α = 0,05						

W przypadku obydwu odmian pomidorów odnotowano istotny wpływ warunków agrometeorologicznych na wyżej wymienione cechy badawcze. Odmiana Promyk i Betalux najobficiej plonowały w 1999 roku, kiedy to z obiektu zebrano odpowiednio 68,66 i 39,91 kg (13 zbiorów), niższy średni plon uzyskano w 1998 roku: 50,58 i 31,34 kg (10 zbiorów), a najniższe plony odnotowano w 2000 roku, bo tylko 38,51 kg (Promyk — 11 zbiorów) i 12,48 kg (Betalux — 9 zbiorów). Przedsiewne naświetlanie nasion ogórków nie wpłynęło istotnie na obsadę roślin w polu, jednakże zaobserwowano, że sześciokrotna porcja energii światła lasera aplikowana nasionom ogórka, poprawiała wschody polowe o 3,5%, a czterokrotna o 16,2% w stosunku do wariantu kontrolnego.

Biostymulacja nasion ogórka bardzo skutecznie wpłynęła na plon owoców, które wydały rośliny wyrosłe z naświetlanych nasion (tab. 3). Wszystkie zastosowane dawki promieniowania laserowego istotnie stymulowały plon owoców. Stosując dawkę dwukrotną plon wzrastał o 13,9%, czterokrotną o 31,9% i sześciokrotną o 35,5% w odniesieniu do kontroli. Najobfitszy plon owoców wydały ogórki w 1998 roku, kiedy to zebrano średnio 74,11 kg z rzędu (7 zbiorów), mniej obfity w 2000 roku — przeciętnie 32,44 kg z rzędu w czasie 8 zbiorów, a zdecydowanie najslabiej owocowały w 1998 roku — przeciętnie 12,67 kg z rzędu, zbierając plon siedmiokrotnie w sezonie wegetacyjnym.

Wzrastała również średnia liczba owoców zbieranych z obiektów po naświetleniu każdą z dawek energii promieniowania lasera. Z nasion naświetlonych czterokrotnie wyrosły rośliny, które wydały owoce o najwyższej średniej masie 109,7 g, pod wpływem sześciokrotnego i dwukrotnego naświetlania obserwowano istotne zmniejszenie masy owocu odpowiednio o 8,6% i 9,9% w stosunku do dawki czterokrotnej. W odniesieniu do kontroli także malała masa pojedynczego owocu po użyciu dawki sześć- i dwukrotnej, ale różnica w masie nie była statystycznie istotna (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ biostymulacji światła na plon owoców, ich liczbę oraz masę pojedynczego owocu ogórka odmiany Polan F₁ (1998–2000)

The effect of laser biostimulation on fruit yield, number and mass of individual fruit of Polan F₁ cucumber (1998–2000)

Krotność naświetleń Does of irradiation	Cechy Traits		
	Plon owoców rzędu Fruit yield/row (kg)	Liczba owoców z rzędu Number of fruit/row	Masa pojedynczego owocu Mass of individual fruit (g)
0 — kontrola; control	33,06	291,2	103,9
2	37,64	344,0	99,0
4	43,6	366,5	109,7
6	44,79	383,5	100,8
NIR($\alpha = 0,05$)	3,20	32,2	5,8
LSD $\alpha = 0.05$			

Wartość siewna nasion pomidora i ogórka

Procent skielkowanych nasion pomidorów określony po 5 dniach i ogórka po 4 dniach uległ znacznemu zróżnicowaniu pod wpływem przedsewnej biostymulacji (tab. 4, 5).

Tabela 4

Wpływ biostymulacji światła lasera na wartość siewną nasion pomidorów odmiany Betalux i Promyk (1998–2000)

The effect of laser biostimulation on seed sowing value of tomato var. Betalux and Promyk (1998–2000)

Krotność Naświetleń Does of Irradiation	Cechy Traits															
	Test przed siewem Test before sowing				Test wzrostowy Seedling growth test				Całkowita sucha masa siewek Dry weight of seedling (g)		Kondukto- metria Conductivity μS·cm ⁻¹ ·g ⁻¹		Test przyspieszonego starzenia Accelerated Agering-test			
	Pierwsze liczenie po (5 dniach) First count (%)		Zdolność kielkowania (po 16 dniach) Germination capacity (after 16 days) (%)		Długość hypokotyli Lenght of hypocotyl (mm)		Długość najdłuższego korzenia Lenght of main root (mm)						Kielkowanie po 5 dniach Germination after 5 days (%)		Kielkowanie po 9 dniach Germination after 9 days (%)	
	B	P	B	P	B	P	B	P	B	P	B	P	B	P	B	P
	0 — kontrola; control	49,8	62,7	90,9	84,4	18,9	41,8	61,0	74,8	0,025	0,022	13,9	18,7	42,9	58,2	77,3
2	39,0	36,9	87,6	80,2	20,1	38,1	64,7	76,8	0,034	0,026	21,0	24,8	40,7	48,7	89,6	81,3
4	36,7	43,8	93,8	94,0	18,8	33,8	67,1	80,7	0,036	0,032	12,6	14,5	15,8	27,1	88,0	83,1
6	40,2	59,3	77,1	88,0	26,9	31,2	62,4	66,3	0,026	0,019	15,2	21,9	12,4	12,7	87,1	77,8
NIR α; LSD α = 0,05	11,9	12,6	5,5	7,5	3,4	6,6	11,4	10,3	0,008	0,010	2,5	6,4	9,7	12,6	6,9	9,1

B — Odmiana Betalux; B — Betalux variety

P — Odmiana Promyk; P — Promyk variety

Wszystkie dawki światła lasera powodowały procentowy spadek nasion skielkowanych obydwu odmian pomidora przy czym czterokrotna czyniła to istotnie w stosunku do nasion odmiany Betalux, a czterokrotna i dwukrotna nasion odmiany Płomyk. W odróżnieniu do pomidorów każda z porcji światła laserowego istotnie wpływała na wzrost skielkowanych

nasion ogórka, z wyjątkiem dawki dwukrotnej (tab. 4, 5). Zdolność kiełkowania nasion (końcowa) oceniana po 16 dniach odmiany Betalux malała pod wpływem sześciokrotnego przejścia promienia laserowego przez nasiona, odmiany Promyk wzrastała po czterokrotnym naświetleniu, natomiast zdolność kiełkowania nasion ogórka po 8 dniach nie zmieniała się pod wpływem stosowanych dawek energii promieniowania laserowego (tab. 4).

Najwyższą końcową zdolność kiełkowania wykazały nasiona odmiany Betalux naświetlone czterokrotnie laserem, była ona istotnie wyższa niż nasion stymulowanych pozostałymi dawkami energii. Warunki pogodowe w latach badań wpłynęły na końcową zdolność kiełkowania obydwu odmian pomidorów i ogórka.

Tabela 5

Wpływ biostymulacji światła lasera na wartość siewną nasion ogórka odmiany Polan F₁ (1998–2000)
The effect of laser biostimulation on seed sowing value of cucumber var. Polan F₁ (1998–2000)

Krotność naświetleń Does of irradiation	Cechy Traits							
	Test przed siewem Test before sowing		Test wzrostowy Seedling growth test		Całkowita sucha masa siewek Dry weight of seedling (g)	Kondukto- metria Conductivity $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$	Test przyspieszonego starzenia Accelerated Agering test	
	Pierwsze liczenie (po 4 dniach) First count (%)	Zdolność kiełkowania (po 8 dniach) Germination capacity (after 8 days) (%)	Długość hypokotyli Lenght of hypocotyl (mm)	Długość najdłuższego korzenia Lenght of main root (mm)			Kiełkowanie po 5 dniach Germination after 5 days (%)	Kiełkowanie po 9 dniach Germination after 9 days (%)
0 — kontrola; control	63,1	85,3	79,5	191,6	0,369	8,0	63,8	80,9
2	64,7	85,1	78,6	178,4	0,405	9,1	68,4	80,2
4	72,4	84,9	78,8	188,3	0,392	8,8	64,7	74,9
6	78,9	87,8	80,1	170,8	0,425	8,8	74,9	84,4
NIR α ; LSD α = 0,05	6,9	5,0	8,6	16,9	0,054	1,8	9,8	9,0

Test wzrostowy pomiaru hypokotyli i korzenia pierwotnego wykazał, że hypokotyl u pomidora odmiany Betalux wydłużył się po sześciokrotnym przedświecym naświetlaniu nasion, odmiany Promyk uległ skróceniu po dawce cztero- i sześciokrotnej, a ogórka nie zmienił długości w odniesieniu do kontroli (tab. 4). W przypadku odmiany Betalux wystąpiły wzajemne istotne różnice w oddziaływaniu poszczególnych dawek na tę cechę. Najdłuższy korzeń pierwotny wytworzyły siewki pomidora odm. Promyk po czterokrotnym przedświecym naświetlaniu nasion, był on istotnie dłuższy od tego który wydawały nasiona kontrolne i naświetlane sześciokrotnie. Zauważono, że wszystkie dawki energii lasera aplikowane nasionom ogórka powodowały proces skracania korzenia pierwotnego siewek, a najwyższa krotność naświetleń czyniła to istotnie (tab. 5).

Całkowita sucha masa siewek oceniana testem wigorowym wzrastała po przedświecym obróbce nasion pomidora odmiany Betalux dwukrotną i czterokrotną dawką światła lasera, natomiast odmiany Promyk dawką czterokrotną. Był to przyrost masy o 44,3% w

porównaniu z kontrolą. Biostymulacja laserem nasion ogórka nie wpłynęła istotnie na przyrost całkowitej masy siewek, za wyjątkiem dawki najwyższej (tab. 4, 5).

Elektroprzewodnictwo wód nastoinowych jako wskaźnik wigoru nasion, wykazał zróżnicowanie pomiędzy nasionami odmian pomidorów uprzednio biostymulowanymi promieniami lasera. Test konduktometryczny wykazał, że sześciokrotna i dwukrotna biostymulacja nasion odmiany Betalux wpływała na wzrost elektroprzewodnictwa wód nastoinowych w których moczono nasiona co powinno skutkować spadkiem wigoru nasion. Przedsewne naświetlanie nasion odmiany Promyk również powodowało wzrost elektroprzewodnictwa wód nastoinowych, co także oznacza obniżony wigor nasion, ale były to zmiany nieistotne statystycznie. Obróbka laserem nasion ogórka nie skutkowała zmianą elektroprzewodnictwa wód nastoinowych tym samym nie wpłynęła na wigor nasion (tab.4, 5).

Nasiona pomidorów Betalux i Promyk poddane uprzednio naświetleniu w warunkach testu przyspieszonego starzenia istotnie obniżały wigor po obróbce czterokrotną i sześciokrotną porcją energii światła laserowego. Natomiast wszystkie poziomy naświetleń nasion ogórka powodowały wzrost ich wigoru a dawka najwyższa (6x) czyniła to w sposób istotny (tab. 4, 5). Warunki agrometeorologiczne panujące w latach badań istotnie wpływały na wigor nasion pomidorów i ogórków ocenianych AA- testem.

DYSKUSJA

Przeprowadzone trzyletnie badania w latach 1998–2000 wykazały, że przedsewna obróbka nasion pomidorów i ogórków wpłynęła na plon, który wydawały wyrosłe z nich rośliny, oraz wartość siewną nasion. Plon owoców pomidorów odmiany Promyk istotnie wzrastał po przedsewnym naświetlaniu jego nasion dwukrotną dawką promieni lasera, stymulując jednocześnie wzrost liczby owoców. Pozostałe dawki energii aplikowane na nasiona również wpływały dodatnio na plonowanie wyrosłych roślin, ale w sposób nieistotny. Przyrost plonu wynikał ze wzrostu liczby bądź masy pojedynczego owocu, zależnie od dawek promieniowania stosowanego w czasie biostymulacji nasion. Fakt pozytywnego wpływu laserowania nasion pomidorów na plon owoców obserwował Koper (1993), donosząc, że zwyżka plonu może sięgać 10–20%, oraz Gładyszewska i Koper (1997), którzy stwierdzili, że oprócz wysokiej zwyżki plonów owoców, nastąpiło przyspieszenie zakwitania roślin i dojrzewanie owoców. Również plon ogórków wzrastał po użyciu do naświetlania nasion każdej z trzech dawek energii promieniowania laserowego. Towarzyszył temu średni wzrost liczby owoców zbieranych z obiektu. Jednocześnie odnotowano niewielki spadek masy pojedynczego owocu co wydaje się być zjawiskiem korzystnym. Uzyskane wyniki potwierdzają badania Kopera (1993) oraz Gładyszewskiej i wsp. (1998), którzy uzyskali wzrost plonu owoców zebranych z roślin wyrosłych z naświetlonych nasion o około 16% i 31,5%. Zdaniem Inyushina (1977) oraz Shepparda i Chubey (1990), szczególnie duże efekty wynikające z napromieniowania nasion uzyskuje się w przypadku roślin warzywnych. Pierwsze liczenie (po 4 dniach) biostymulowanych nasion ogórka wskazywało na istotny procentowy wzrost wykiełkowanych nasion po użyciu czterokrotnej i sześciokrotnej dawki energii światła laserowego.

Natomiast wszystkie dawki energii lasera powodowały obniżenie liczby nasion pomidora skielkowanych w terminie pierwszego liczenia (po 5 dniach). Końcowa zdolność kiełkowania nasion ogórków nie ulegała zmianie, natomiast pomidora Betalux spadała po użyciu dawki sześciokrotnej, zaś w przypadku nasion pomidora Płomyk istotnie wzrastała po czterokrotnym naświetlaniu. Badania Wilde i wsp. (1969) prowadzone w warunkach polowych wykazały dodatni wpływ przedsiewnej biostymulacji nasion ogórków na wschody polowe. Gładyszewska (1999) stwierdziła dużą zależność zdolności kiełkowania nasion pomidorów od temperatury otoczenia, w której zachodzi proces kiełkowania.

WNIOSKI

1. Przedsiewna biostymulacja nasion pomidorów odmiany Promyk wszystkimi wielokrotnościami dawek światła lasera wpływały na wzrost plonu owoców z rzędu, różnicując liczbę owoców i masę pojedynczego owocu, natomiast nie oddziaływały na zmianę plonu owoców ich liczbę i masę pojedynczego owocu odmiany Betalux.
2. Wszystkie zastosowane dawki promieniowania laserowego istotnie stymulowały średni plon owoców z rzędu ogórka, jednocześnie wpływając na wzrost ich liczby, oraz za wyjątkiem dawki czterokrotnej oddziaływały w kierunku zmniejszenia masy pojedynczego owocu.
3. Kolejne dawki energii lasera różnicowały zdolność kiełkowania nasion obydwu odmian pomidorów, natomiast w przypadku ogórka w zasadzie nie wpływały na zmianę wartości tej cechy.
4. Każda z dawek energii lasera wpływała na poprawę wigoru nasion, działając stymulująco na przyrost korzenia pierwotnego siewek obydwu odmian pomidorów, hypokotyli odmiany Betalux, jednocześnie oddziałując korzystnie na zwiększenie suchej masy siewek zarówno pomidorów, jak i ogórka.
5. W warunkach testu przyspieszonego starzenia wigor biostymulowanych nasion pomidora odmiany Betalux istotnie wzrastał, natomiast odmiany Promyk i ogórka Polan F₁ wyraźnie malał.

LITERATURA

- Drozd D. 1994. The effect of laser radiation on spring wheat properties. *Inter. Agrophys* 8: 209 — 219.
- Drozd D., Szajsner H. 1997. Laboratoryjna ocena wczesnych faz rozwojowych pszenicy jarej poddanej działaniu promieniowania laserowego. *Biul. IHAR* 204: 187 — 190.
- Dziamba J., Koper R. 1992. Wpływ naświetlania laserem na plon ziarna pszenicy jarej. *Fragm. Agron.* 1 (33): 88 — 93.
- Gładyszewska B., Koper R. 1997. Effects of pre-sowing laser biostimulation of seeds of some cultivated plant. COST 814 — Crop development for the cool and wet regions of Europe. European Commission: 225 — 230.
- Gładyszewska B., Koper R., Kornarzyński K. 1998. Technologia i efekty przedsiewnej laserowej biostymulacji nasion ogórków. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 454: 213 — 219.
- Gładyszewska B. 1999. Ocena wpływu przedsiewnej laserowej biostymulacji nasion pomidorów na proces ich kiełkowania. Rozprawa doktorska. AR, Lublin: 1 — 115.
- Górecki R. J., Grzesiuk S. 1994. Światowe tendencje i kierunki uszlachetniania materiałów nasiennych. *Mat. konf. Uszlachetnianie materiałów nasiennych. Olsztyn-Kortowo*: 9 — 25.

- Inyushin W. M. 1977. Technika laserowa w służbie rolnictwa. Próba nowych zastosowań generatora kwantowego optycznego. Nowe Rolnictwo 21/22: 21 — 26.
- Inyushin W. M., Iljasov G. U., Fedorova N. N. 1981. Laser light and crop. Kainar Publ. Alma-Ata: 1 — 185.
- International Seed Testing Association. 1995. Vigour Test Committee. 1995. Seed Vigour Testing Seminar. Copenhagen, Denmark June, 1995. H. A. van Venter. (ed.) ISTA, Zurich, Switzerland.
- International Seed Testing Association. 1996. International Rules For Seed Testing. Seed Sci. Technol., 24, Supplement, pp. 335.
- 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.
- Klimont K. 2002. Wpływ naświetlania laserem nasion na plon ziarna i wartość siewną jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.). Biul. IHAR 223/224: 169 — 178.
- Klimont K. 2002 a. Wpływ światła lasera na plon roślin i jakość nasion szarłat krwistego (*Amaranthus cruentus* L.). Biul. IHAR 223/224: 249 — 255.
- Koper R. 1993. Przedsiewne naświetlanie nasion światłem laserowym, OWK23.
- Koper R., Kornas-Czuczwar B. 1996. Metoda nastawnych dawek energii w przedsiewnej laserowej biostymulacji nasion i jej efekty. Zesz. Problem. Post. Nauk. Rol. 443: 55 — 62.
- Koper R., Matyka S., Kornas-Czuczwar B. 1996. The influence of pre-sowing laser biostimulation of grains of some cereals on yielding and composition of seed, 6th International Congress on Agriculture Mechanisation and Energy, Ankara.
- Podleśny J. 1998. Wpływ przedsiewnego traktowania nasion promieniami laserowymi na rozwój i plonowanie bobiku (*Vicia faba minor*). Pam. Puł. 113: 73 — 84.
- Podleśny., Koper R. 1998. Efektywność stosowania przedsiewnej obróbki nasion łubinu białego światłem laserowym. Zesz. Problem. Post. Nauk. Rol. 454: 255 — 262.
- Podleśny J., Podleśna A. 1998. The effect of pre-sowing treatment of seeds by laser light on morphological features formation and faba bean yielding. Infer. Conf. on Agricultural Energering, Oslo, Part II: 967 — 969.
- Rybiński W., Patyna H., Przewoźny T. 1993. Mutagenic effect of laser and chemical mutagens in barley (*Hordeum vulgare* L.). Genet. Pol. 34 (4): 337 — 343.
- Sheppards. C., Chubey B., B. 1990. Radiation hormesis of field-seeded broccoli, par ship and cauliflower. Can. J. Plant Sci. 70 (1): 369 — 373.
- Szyrmer J., Klimont K. 1999. Wpływ światła lasera na jakość nasion fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.). Biul. IHAR 210: 165 — 168.
- Wilde W. H. A., Parr W. H., Mc Peale D. W. 1969. Seeds Bask in laser light. Laser Focus 5 (23): 41 — 42.