Wpływ metanolu na siewki rzepaku ozimego

STANISŁAW KARCZMARCZYK, ROBERT M. DEVLIN*,
IRENA I. ZBIEĆ

Akademia Rolnicza w Szczecinie, Zakład Podstaw Produkcji Roślinnej i Nawadniania Roślin,
ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin

*University of Massachusetts, Laboratory of Experimental Biology,
Glen Charlie Rd., East Wareham, MA 02538, USA

(Otrzymano dn. 03.12.1995)

S. Karczmarczyk, R. M. Devlin*, I. I. Zbieć: (Agricultural University, Department of Plant Cultivation and Irrigation, Słowackiego 17, 71-434 Szczecin, Poland; *University of Massachusetts, Laboratory of Experimental Biology, Glen Charlie Rd., East Wareham, MA 02538, USA). Acta Agrobotanica 48 (2): 37-42, 1995. *Effect of methanol on winter rape seedlings.*

Abstract

Oil seed rape seedlings which had been treated with 10-30 % methanol grew faster, their yield of fresh matter exceeded that of untreated control plants by 102 %, of dry matter by 80 %. Although methanol did not affect the content of chlorophyll or carotene in the leaves, the overall pigment yield grew with the dry matter of one seedling. The biomass of rape leaves which had been sprayed with 10 or 20 % methanol solutions was by 50-90% higher as compared to untreated plants. The activity of some enzymes (nitrate reductase and alkaline phosphatase) also increased in methanol treated plants.

WSTĘP

Intensyfikacja produkcji roślinnej zależy przede wszystkim od osiągnięć w dziedzinie biologii, chemii i techniki. Współczesny rolnik ma do dyspozycji wiele środków, na przykład regulatory wzrostu, które mogą zwiększać wytwarzanie biomasy, mimo to tylko około 1 % pobranej energii słonecznej zostaje przetworzona przez rośliny na biomasę zbieranego plonu (Nonomura i in., 1994). Autorzy ci uważają, że traktowanie roślin uprawnych metanolem jest potencjalnym sposobem zwiększenia fotosyntetycznej wydajności roślin uprawnych. Badania Nonomura i Bensona (1992) wykazały wyraźny, sięgający 100 % stymulujący wpływ

alkoholu metylowego na plon kapusty, pomidorów i innych roślin uprawnych i ozdobnych. F a v e r i G e r i k (1993) uzyskali znaczny wzrost plonu bawełny, a J o s h i i M a h r o u s (1994) stwierdzili, że plon nasion soi traktowanej metanolem był o 90 % większy niż roślin kontrolnych. D e v l i n i in. (1994) wykazali, że siewki pszenicy, rzodkiewki i grochu wytwarzały pod wpływem alkoholu metylowego o 50 do 150 % większą masę nadziemną. Żaden z wymienionych autorów nie uzyskał pozytywnego działania metanolu na plonowanie kukurydzy, sorga ani szarłatu. W tych roślinach inkorporacja węgla odbywa się w cyklu Hatch-Slacka. Prawie wszystkie pozostałe rośliny uprawne mają metabolizm C_3 , w których asymilacja CO_2 przebiega w cyklu Calvina, a ich fotooddychanie może nasilić się tak znacznie, że następuje obniżenie fotosyntezy netto, powodujące zahamowanie wzrostu na szereg godzin w ciągu dnia. Czyniono wiele prób ograniczenia fotooddychania by przeciwdziałać temu zjawisku, a zastosowanie metanolu może być tym poszukiwanym rozwiązaniem.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Rośliną testową był rzepak ozimy – *Brassica napus* L. var. *oleifera* Metzger. Badania przeprowadzono w Laboratorium Biologii Eksperymentalnej Uniwersytetu Massachusetts (USA). Rzepak uprawiano w szklarni w doniczkach o średnicy 12 cm (po 3 rośliny w jednej doniczce) wypełnionych ziemią ogrodową wymieszaną z wermikulitem w stosunku 1:1. Siewki opryskiwano trzykrotnie w odstępach tygodniowych, począwszy od 21 dnia po siewie, stosując wodne roztwory alkoholu metylowego o stężeniu: 5, 10, 20, 30, 40 i 50 %. Wszystkie roztwory zawierały pożywkę Hoaglanda i 0,2 % glicyny. Stosowano 10 ml roztworu na 1 doniczkę. Dwa tygodnie po ostatnim oprysku zmierzono wysokość roślin, oznaczono świeżą i suchą masę, zawartość chlorofilu, karotenu, aktywność reduktazy azotanowej, fosfatazy kwasnej i zasadowej oraz peroksydazy.

Zawartość chlorofilu a i b oraz karotenu oznaczono kolorymetrycznie, barwniki ekstrahowano dwumetyloformamidem. Reduktazę azotanową, fosfatazę kwasną i zasadową oraz peroksydazę oznaczono kolorymetrycznie, metody są opisane szczegółowo w pracy K a r c z m a r c z y k a i in. (1993).

Intensywność syntezy biomasy oznaczano po trzecim oprysku. Z różnicy świeżej i suchej masy 40 krążków o średnicy 1,2 cm, pobranych z liści przed opryskiem i 10 godzin po oprysku, oznaczano przyrost masy, wyrażony w mg na $1m^2$ na godzinę. Wszystkie oznaczenia wykonywano w czterech powtórzeniach, a uzyskane wyniki poddano analizie wariancji.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Zastosowany alkohol metylowy spowodował istotne zwiększenie wysokości roślin oraz ich świeżej i suchej masy (tab. 1). Dwumiesięczne siewki rzepaku, który

opryskiwano 5 % metanolem były większe o 25 %, 20 % roztwór spowodował, że były aż o 47 % wyższe. Plon świeżej masy wzrósł o 102 %, a suchej o 80 %. Największy przyrost wysokości roślin oraz plonu świeżej i suchej masy uzyskano po zastosowaniu 20 i 30 % roztworów metanolu. Zawartość chlorofilu i karotenoidów nie ulegała zmianie pod wpływem metanolu (tab. 2), ale już stężenie 30 % powodowało nieznaczne zmniejszenie zawartości barwników w liściach.

Tabela 1 – Table 1

Wpływ metanolu na wzrost siewek rzepaku
Effect of methanol on winter rape growth

Obiekt Treatment	Wysokość Length		Pędy – Shoots			
			Świeża masa – Fresh wt.		Sucha masa – Dry wt.	
			1 roślina – of 1 plant		1 roślina – of 1 plant	
	mm	%	g	%	g	%
Metanol Methanol (%)						
0	272	100	12,9	100	1,93	100
5	339	125	15,8	122	2,06	107
10	379	139	23,1	179	2,98	154
20	401	147	26,1	202	3,46	179
30	392	144	25,4	197	3,48	180
40	328	121	17,5	136	2,55	132
50	280	103	12,2	95	1,91	99
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	21,0	–	2,07	–	0,33	–
NIR _{0,01} – LSD _{0,01}	28,4	–	2,81	–	0,45	–

Tabela 2 – Table 2

Zawartość barwników w liściach rzepaku w µg/g świeżej masy
Pigments content in winter rape leaves in µg/g fresh weight

Obiekt Treatment	Chlorofil a Chlorophyll a		Chlorofil b Chlorophyll b		Chlorofil całkowity Total chlorophyll		Karotenoidy Carotenoids	
	µg	%	µg	%	µg	%	µg	%
Metanol Methanol (%)								
0	1212	100	378	100	1589	100	529	100
5	1139	94	359	95	1497	94	506	96
10	1213	100	393	104	1605	101	538	102
20	1188	98	376	99	1563	98	522	99
30	1142	94	354	94	1496	94	504	95
40	967	80	312	83	1279	80	448	85
50	849	70	278	74	1127	71	407	77
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	101,9	–	37,3	–	138,3	–	42,3	–
NIR _{0,01} – LSD _{0,01}	138,1	–	50,5	–	187,4	–	57,3	–

Przyrost biomasy zależy nie tylko od zawartości barwników uczestniczących w fotosyntezie, ale od wielkości powierzchni wszystkich zielonych części roślin. O wzmożonej biosyntezie netto świadczą liczby zestawione w tabeli 3, z których wynika, że rośliny opryskiwane 10 i 20 % roztworami metanolu wytwarzały odpowiednio o 50 i 90 % więcej biomasy niż kontrolne. Zwiększona produkcja biomasy ma zapewne również związek ze wzmożoną aktywnością niektórych enzymów. Jak widać z tabeli 4 aktywność reduktazy azotanowej w liściach rzepaku traktowanego metanolem była większa o 50 %, a fosfatazy alkalicznej o około 30 %, natomiast aktywność kwaśnej fosfatazy była nieznacznie obniżona.

Tabela 3 – Table 3

Wpływ metanolu na syntezę biomasy w liściach rzepaku
Effect of methanol on biomass synthesis by winter rape leaves

Obiekt Treatment	Świeża masa Fresh weight		Sucha masa Dry weight	
	mg/m ² /h	%	mg/m ² /h	%
Metanol Methanol (%)				
0	1,62	100	0,13	100
10	2,49	154	0,19	150
20	3,11	192	0,24	190
40	1,66	102	0,13	106
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,629	–	0,049	–
NIR _{0,01} – LSD _{0,01}	0,881	–	0,069	–

Tabela 4 – Table 4

Wpływ metanolu na aktywność enzymów w liściach rzepaku
Effect of methanol on enzyme activity in winter rape leaves

Obiekt Treatment	Fosfataza – Phosphatase				Reduktaza azotanowa Nitrate reductase		Peroxysydaza Peroxidase	
	kwaśna – acid		zasadowa – alkaline					
	jedn./100g unit/100 g	%	jedn./100g unit/100 g	%	μMNO ₂ /g/h	%	jedn./100g unit/100 g	%
Metanol Methanol (%)								
0	54,4	100	1,23	100	31,6	100	70,0	100
10	48,3	89	1,58	128	36,7	116	72,2	103
20	43,3	80	1,62	132	47,9	152	73,0	104
30	39,8	73	1,58	128	47,5	150	72,7	103
40	37,7	69	1,46	119	42,0	133	73,0	104
50	33,9	62	1,39	113	35,2	111	67,4	96
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	4,53	–	0,079	–	4,75	–	2,22	–
NIR _{0,01} – LSD _{0,01}	6,20	–	0,109	–	6,51	–	3,04	–

Mechanizm stymulującego działania metanolu na rośliny nie jest jeszcze wyjaśniony. Z badań *Nonomury i Bena* (1992), *Favera i Gerika* (1993) wynika, że tylko rośliny C_3 , wiążące CO_2 w cyklu Calvina reagują na metanol wzrostem plonu. Te gatunki odznaczają się intensywnym fotooddychaniem, zwłaszcza przy dużym nasłonecznieniu i wysokiej temperaturze. *Ogren i Bows* (1971) wykazali, że 1,5-dwufosforan rybulozy, jeden z substratów w procesie fotosyntezy jest w takich warunkach utleniany do fosfoglikolanu, a zatem tlen w pewnym sensie konkuruje z dwutlenkiem węgla o RUBISCO i ogranicza powstawanie początkowych produktów fotosyntezy. W konsekwencji fotooddychanie ogranicza asymilację. Metanol dostarczony roślinom zostaje utleniony do CO_2 , wzrost stężenia dwutlenku węgla w komórkach pozwala na skuteczną konkurencję z tlenem o RUBISCO, zmniejsza się fotooddychanie, a wzrasta produkcja biomasy. *Hemmington* (1995), którzy mierzyli wpływ metanolu na oddychanie tkankowe papryki, pomidorów i petunii stwierdzili, że alkohol metylowy powodował zwiększenie konwersji dwutlenku węgla, a wzmożona wydajność tego procesu utrzymywała się nawet do dwóch tygodni po zastosowaniu metanolu.

Należy też wspomnieć, że cząstki metanolu są mniejsze niż dwutlenku węgla, więc łatwiej i szybciej wnikają do tkanek roślinnych, a ponadto, jak podają *Nonomura i Benson* (1992) 1 ml metanolu jest równoważny 2 milionom cm^3 CO_2 z powietrza otaczającego rośliny.

Przedstawione w niniejszej pracy wyniki doświadczeń dotyczą tylko działania metanolu na rzepak w początkowej fazie wzrostu. Istnieje zatem potrzeba prowadzenia dalszych badań i określenia reakcji rzepaku na metanol w dalszym okresie wzrostu i rozwoju, zwłaszcza w odniesieniu do wielkości i jakości plonu nasion.

PODSUMOWANIE WYNIKÓW

1. Opryskiwanie siewek rzepaku ozimego alkoholem metylowym spowodowało zwiększenie świeżej masy roślin o 102 %, a suchej o 80 %. Największy przyrost masy uzyskano pod wpływem trzykrotnego zastosowania 20 %, albo 30 % roztworu metanolu.

2. Opryskiwanie rzepaku metanolem nie miało wpływu na poziom chlorofilu i karotenoidów, a ich zawartość w jednej roślinie była proporcjonalna do wielkości suchej masy.

3. Stwierdzono, że aktywność reduktazy azotanowej w liściach siewek rzepaku traktowanych alkoholem metylowym była większa o 50 %, alkalicznej fosfatasy o 30 %, a synteza biomasy o 50-90 %.

Streszczenie

Alkohol metylowy zastosowany w stężeniach 10-30 % do oprysku siewek rzepaku powoduje ich szybszy wzrost. Plon świeżej masy rzepaku wzrósł o 102 %, a suchej o 80 % w stosunku do obiektu

kontrolnego. Nie stwierdzono zmian zawartości barwników w liściach rzepaku, natomiast ich ilość wzrastała proporcjonalnie do suchej masy roślin. Stężenie alkoholu większe od 30 % obniża zawartość chlorofilu i karotenów w liściach rzepaku.

Ponadto stwierdzono, że aktywność reduktazy azotanowej w roślinach traktowanych alkoholem metylowym wzrosła o 50 %, a fosfatazy alkalicznej o 30 %. Aktywność fosfatazy kwasnej była mniejsza, a peroksydaza nie ulegała zmianie w roślinach traktowanych metanolem. Synteza biomasy wzrosła o 50-90 % pod wpływem oprysku 10 % i 20 % alkoholem metylowym.

LITERATURA

- Devlin R. M., Bhowmik P. C., Karczmarczyk S. J., 1994. Influence of methanol on plant growth. Plant Growth Regulator Society of America, Quarterly 22, No 4: 102-108.
- Faver K. L., Geric T. J., 1993. Methanol effects on cotton growth and photosynthesis. Agronomy Abstracts. American Society of Agronomy, Cincinnati, Ohio, Nov, 7-12:111.
- Hemming D. J. B., Criddle R. S., Hansen L. D., 1995. Effects of Methanol on Plant Respiration. J. Plant Physiol. 146:193-198.
- Joshi J. M., Mahrous N. M., 1995. Methanol and nitrogen effects on soybean productivity. Plant Growth Regulator Society of America Quarterly (in press).
- Karczmarczyk S. J., Devlin R. M., Zbieć I. I., 1993. Effect of DPX-E9636 on growth and Enzyme Activity in Barley and Pea. Proc. Northeastern Weed Sci. Soc. 47: 17-21.
- Nonomura A. M., Benson A. A., 1992. The path of carbon in photosynthesis: Methanol and light. Research in Photosynthesis, wyd. N. Murata, Proc. IXth International Photosynthesis Congress. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 911-914.
- Nonomura A. M., Benson A. A., Nair D., 1994. Agriculture and Methanol. Methanol Production and Use, Ed. Wu-Hsung Cheng and H. H. Kung, Marcel Decker, Inc., Nowy York, Bazylea, Hong Kong, 253-260.
- Ogren W. L., Bowes G., 1971. Ribulose diphosphate carboxylase regulates soybean photorespiration. Nature New Biol. 230: 159-160.