

BRONISŁAW GEJ

WPLYW SYMAZYNY I DIURONU NA $^{14}\text{CO}_2$ -FOTOSYNTEZĘ
ORAZ NA WZROST NIEKTÓRYCH ROŚLIN DWULIŚCIENNYCH

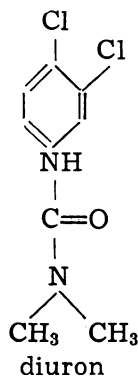
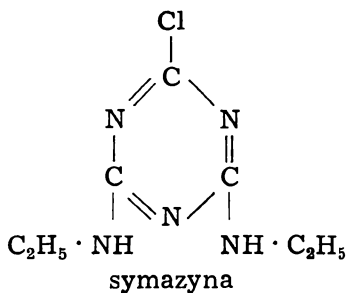
Katedra Fizjologii Roślin SGGW w Warszawie

WSTĘP

Dotychczasowe badania wykazały, że herbicydy z grupy triazynowych (symazyna, atrazyna) oraz mocznikowych (diuron, linuron) hamują proces fotosyntezy, gdyż blokują przebieg reakcji Hilla i przepływ elektronów podczas niecyklicznej fosforylacji fotosyntetycznej [1, 3, 4, 6, 9, 11, 14, 21, 22]. Ostatnio w naszym kraju prace O l e c h a [12, 13] wskazują również na szybko postępującą inaktywację fotosyntezy zarówno po dolistnym, jak i dokorzeniowym zastosowaniu herbicydów, m.in. antrazyny lub linuronu na niektóre rośliny uprawne i chwasty.

Na działanie herbicydów mocznikowych szczególnie wrażliwe są trawy [10]; siewki owsa (roślina testowa) są też bardzo czule na potraktowanie ich symazyną [19]. W zależności od wysokości dawek wpływ herbicydów triazynowych i mocznikowych przejawia się wyraźnie również u roślin dwuliściennych [15, 17].

Praca niniejsza miała na celu bliższe poznanie, w jakim stopniu niskie (subletalne) dawki symazyny (2-chloro-4,6-dwuetylo-amino-s-trójjazyny)



oraz diuronu (3-/3,4-dwuchlorofenylo-1,1-dwumetylomocznika) wpływają na zmniejszenie aktywności fotosyntetycznej i na zahamowanie wzrostu niektórych organów słonecznika i gryki w pierwszych fazach rozwoju tych roślin. Przebieg wzrostu poszczególnych liści i całych roślin w czasie wegetacji wymienionych gatunków opisano już w poprzednich pracach [7, 8].

METODYKA BADAŃ

Do jednej serii wazonów (typu Wagnera), napełnionych mieszaniną piasku (5 kg) i gleby biellicowej (4 kg), wysiano 8 VI 1968 r. nasiona słonecznika *Helianthus annuus* L., odmiany Borowski Prażkowany. Do drugiej serii wysiano nasiona gryki *Fagopyrum esculentum* Mnch., populacji miejscowej z majątku SGGW w Wolicy. Przed siewem wprowadzono pożywkę mineralną: N — 0,80, P₂O₅ — 0,80, K₂O — 1,60, MgO — 0,10 i CaO — 0,15 g na wazon. Rośliny wzeszły 14 VI i rosły przy stałej 60-procentowej wilgotności podłoża w hali wegetacyjnej. Po 12 dniach od wschodów (26 VI) na powierzchnię gleby w wazonach naniesiono pipetą zawiesinę wodną badanego herbicydu (symazynę Geigy lub diuron — otrzymane z Instytutu Przemysłu Organicznego w Warszawie) w ilości po 2 mg suchej substancji na wazon (czyli po ok. 0,6 kg w przeliczeniu na 1 ha). Część wazonów z roślinami pozostawiono jako serie kontrolne, nie traktowane tymi herbicydami.

Zastosowane dawki herbicydów nie były śmiertelne dla roślin, lecz subletalne. Wysokość dawki subletalnej symazyny, jak i diuronu określono poprzednio w doświadczeniu wstępnym, przeprowadzonym w 1967 r.

W dniu wprowadzenia tych związków do gleby w 1968 r. rośliny słonecznika miały rozwinięte 3 pary liści, a rośliny gryki — 3 liście; przez kilka dni po tym zabiegu rośliny obu gatunków nie wykazywały żadnych objawów chorobowych, jedynie w serii z symazyną zaznaczyło się pewne zahamowanie wzrostu roślin. Po 9 dniach u słonecznika i po 16 dniach u gryki, gdy stwierdzono pewną zmianę zabarwienia, a następnie występowania małych jasnobrunatnych plam na blaszkach, przeprowadzono oznaczenia aktywności fotosyntetycznej badanych roślin. W tym czasie słonecznik miał wykształconych 5 par liści i zaczął zawiązywać kwiatostan, gryka zaś miała 10 liści na pędzie głównym, rozwinięte 2-3 pędy boczne i zaczynała kwitnąć. W celu oznaczenia aktywności fotosyntetycznej dokonano ekspozycji całych roślin w kamerze asymilacyjnej (o pojemności 200 litrów), zawierającej dwutlenek węgla znakowany izotopem ¹⁴C (tab. 1).

Tabela 1

Warunki panujące w kamerze asymilacyjnej w czasie ekspozycji roślin
 Conditions, under which plants were kept in assimilation chamber during exposition to $^{14}\text{CO}_2$

Roślina Plant	Data Date	Czas Time	Temperatura, °C Temperature, °C	Początkowe stężenie CO ₂ % obj. Initial CO ₂ content in vol. %	Wprowadzo- na ogólna radio- aktywność mCi Total radio- activity introduced in mCi	Radioaktyw- ność właści- wa w CO ₂ µCi/mg CO ₂ Specific radio- activity of CO ₂ in µCi/mg CO ₂	Warunki atmosferyczne Weather conditions
	ekspozycji of exposition						
Słonecznik Sunflower	5.VII	10 ⁰⁰ -10 ²⁰	32- 38°	0,080	0,4	1,25	słonecznie sunny
Gryka Buckwheat	12.VII	9 ⁴⁵ -10 ⁰⁵	15- 16°	0,075	0,4	1,25	pochmurne cloudy

Natychmiast po ekspozycji rośliny ścięto i zamrożono w temperaturze suchego lodu, następnie dzielono na poszczególne organy, które homogenizowano w 80% etanolu. Po wysuszeniu próbek na miseczkach aluminiowych oznaczono ich radioaktywność pod licznikiem G-M. Otrzymane wyniki pomiarów radioaktywności ogólnej całych organów zielonych odzwierciedlają ich aktywność fotosyntetyczną, radioaktywność zaś w przeliczeniu na jednostkę suchej masy lub powierzchni jest wskaźnikiem intensywności fotosyntezy.

W dniu ekspozycji słonecznika w kamerze asymilacyjnej przeprowadzono również spektrofotometryczne analizy zawartości chlorofilu ($a+b$) w wyciągu sporządzonym za pomocą 85% acetonu z poszczególnych organów tej rośliny. Ponadto w dniach ekspozycji roślin w kamerze z $^{14}\text{CO}_2$, a u słonecznika także i w dniu traktowania symazyną, oznaczono zawartość wody i suchą masę badanych organów oraz powierzchnię blaszek liściowych.

Wyniki pomiarów powierzchni liści, suchą masę poszczególnych organów oraz wyniki analiz ich radioaktywności przedstawiono w tabelach jako średnie z 4-5 roślin kontrolnych bądź z 4-5 roślin traktowanych herbicydami, które ścięto w dniu ich ekspozycji w atmosferze z $^{14}\text{CO}_2$.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Z oznaczeń radioaktywności poszczególnych organów roślin kontrolnych (tab. 2) wynika, że intensywność fotosyntezy liści słonecznika była różna w zależności od ich rozmieszczenia na łodydze. Intensywność ta była wyższa w liściach górnych, a więc młodszych niż w liściach dolnych, starszych lub w liścieniach.

Działanie symazyny na fotosyntezę i wzrost roślin słonecznika
 Simazine effect on photosynthesis and growth of sunflower plants

Część rośliny Plant parts	Rośliny nietraktowane control				Traktowana Treated plant					
	Sucha masa Dry matter mg	Pow. liści Leaf area cm ²	radioaktywność / 10^3 imp./min/ radioactivity / 10^3 cpm/		sucha masa dry matter	pow. liści leaf area	radioaktywność radioactivity			A/B
			1 g such. m. of dry matter	1 dm ²			ogólna total	1 liść such. leaf of matter	1 dm ² of 1 dm ²	
	% w stos. do kontroli % to the control									
4 pary liści górnych 4 pairs of upper leaves	1690	476	3419,9	1212,0	61	71	16	25	22	0,41
1 para liści dolnych 1 pair of lower leaves	240	73	3084,2	1023,8	88	101	20	23	19	0,78
Liścienie Cotyledons	43	10	1771,4	729,4	100	98	56	56	57	1,00
Lodyga i kwiatostan Stem a. infloresc.	1492	-	1136,7	-	54	-	4	7	-	0,40
Razem - total	3465	559	-	-	-	-	-	-	-	-
Średnie - Mean value	-	-	2390,8	1487,0	60	75	14	23	18	0,43

A - Przyrost suchej masy /w g/ roślin traktowanych symazyną w okresie działania herbicydu
 Dry matter increment /g/ of the simazine treated plants in the period of herbicide action

B - Przyrost suchej masy /w g/ roślin nietraktowanych symazyną /kontrolnych/ w okresie analogicznym jak w A
 Dry matter increment /g/ of control plants in analogous period as in A

Prawdopodobnie stosunkowo mniejsza intensywność fotosyntezy liści dolnych była przede wszystkim wynikiem starzenia się, a nie zacieniania ich przez liście górne. W przeprowadzonym doświadczeniu natężenie światła słonecznego padającego na liście dolne w kamerze asymilacyjnej przekraczało punkt wysycenia, wynosiło bowiem prawie 30 tys. luksów. Według danych Böhninga i Burnside [5] punkt ten dla roślin, do których zalicza się i słonecznik, leży poniżej 20 - 25 tys. luksów.

Po 9 dniach od wprowadzenia symazyny do gleby wszystkie części zielone roślin słonecznika w serii z tym herbicydem wykazywały znaczne obniżenie intensywności $^{14}\text{CO}_2$ -fotosyntezy. Średnio na 1 dm² powierzchni liściowej roślin traktowanych symazyną przypadało zaledwie 18% asymilowanego $^{14}\text{CO}_2$ przez analogiczną powierzchnię roślin kontrolnych. Zahamowanie fotosyntezy u tego gatunku przejawiało się w ponad dwu-

krotnie większym stopniu w liściach niż w liścieniach, przy czym nie stwierdzono pod tym względem istotnej różnicy między liśćmi dolnymi i górnymi.

W łądzykach słonecznika z serii traktowanej symazyną wykryto wyraźnie mniejszą zawartość ^{14}C -związków węgla, bowiem na 1 g suchej masy tych łądzyg przypadało zaledwie 7% związków radioaktywnych, jakie stwierdzono w 1 g suchej masy łądzyg kontrolnych. Należy podkreślić, że łądzygi roślin kontrolnych wykazywały po 20 minutach ekspozycji w kamerze z $^{14}\text{CO}_2$ stosunkowo wysoką radioaktywność, sięgającą 20% radioaktywności całej rośliny. Większość związków znakowanych ^{14}C , stwierdzonych w tych łądzykach została wytworzona w liściach, a nie w chloroplastach samej łądzygi. Świadczą o tym pomiary radioaktywności łądzyg, które zostały pozbawione liści przed ekspozycją w kamerze asymilacyjnej; radioaktywność tych łądzyg bez liści nie przekraczała bowiem 1% radioaktywności całej rośliny ulistnionej, czyli asymilacja $^{14}\text{CO}_2$ przez samą łądzygę bez liści nie odgrywała istotnej roli. Na podstawie oznaczeń zawartości ^{14}C -związków w łądzykach roślin kontrolnych i traktowanych symazyną można więc przypuszczać, że w wyniku działania tego herbicydu następowało u słonecznika zahamowanie przemieszczania asymilatów z liści do łądzygi.

Przeprowadzone również analizy radioaktywności wymytych z gleby korzeni słonecznika wykazały tylko nieznaczną zawartość (poniżej 0,4%) związków radioaktywnych w tych organach. Przypuszczalnie tak mała radioaktywność korzeni była wynikiem krótkiego okresu czasu ekspozycji roślin w atmosferze $^{14}\text{CO}_2$, w ciągu którego możliwy był transport ^{14}C -związków z części nadziemnych roślin.

Stwierdzono, że w dniu ekspozycji sucha masa części nadziemnych słonecznika traktowanego symazyną wynosiła tylko 60% masy roślin kontrolnych (tab. 2). Zahamowanie zaś wzrostu ogólnej powierzchni liściowej tej rośliny było słabsze i powierzchnia ta wynosiła wówczas 75% powierzchni liści roślin nie traktowanych. Zahamowanie wzrostu suchej masy uwidoczniło się bardziej w liściach górnych niż dolnych, a więc działanie symazyny przejawia się szczególnie wyraźnie w organach młodych, będących w fazie intensywnego wzrostu. Masa i powierzchnia liścieni oraz wielkość powierzchni pierwszej pary liści słonecznika nie uległa zmianie prawdopodobnie ze względu na to, iż w czasie wprowadzania symazyny do gleby znajdowały się one w końcowej fazie swego wzrostu. Poprzednio zaobserwowano [7], że liścienie i pierwsza para liści słonecznika nie zwiększają już wyraźnie swej masy, a szczególnie wymiarów po upływie ok. dwóch tygodni od wschodów tej rośliny.

W okresie od wprowadzenia symazyny do gleby w wazonach aż do ścięcia roślin słonecznika działanie tego herbicydu na wzrost poszczególnych organów ilustrują lepiej wielkości stosunku przyrostu suchej masy roślin traktowanych herbicydem do przyrostu masy roślin nie traktowanych (tab. 2). Dane te pozwalają na wyciągnięcie wniosku, że w okresie działania symazyny na rośliny słonecznika zmniejszył się w jednakowym stopniu przyrost masy liści górnych i masy łodygi. Organy te wykazywały w tym okresie najszybsze tempo wzrostu. Przyrost pozostałych organów był wówczas znacznie mniejszy i wpływ symazyny okazał się również słabszy (na liście dolne) lub w ogóle nie stwierdzono go (liścienie).

W porównaniu z roślinami nie traktowanymi rośliny słonecznika traktowane symazyną miały we wszystkich badanych organach większą zawartość wody w przybliżeniu o 1% i chlorofilu (a+b) średnio o 17,6% (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ symazyny na zawartość wody i chlorofilu /a+b/ w różnych organach słonecznika.
Doświadczenie 1968 r.; średnie z 3 roślin

Effect of simazine on water and chlorophyll /a+b/ content in different organs of sunflower plants.
Experiment 1968; means from 3 plants

Części rośliny Plant parts	Rośl. kontrol. Control plants			Traktowane Treated plants			
	zawar- tość wody water con- tent %	zawartość chlorofilu chlorophyll content		zawar- tość wody water con- tent %	zawartość chlorofilu chlorophyll content		różnica w stos. do kontroli /mg/g s.m./ difference to control %
		mg/g s.m. mg/g of dry m.	mg/dm ²		mg/g s.m. mg/g of dry m.	mg/dm ²	
4 pary liści górnych 4 pairs of the upper leaves	88,6	10,87	3,86	90,0	12,25	4,18	+12,7
1 para liści dolnych 1 pair of the lower leaves	91,3	9,77	3,23	92,1	11,40	3,77	+16,7
Liścienie Cotyledons	93,5	8,37	3,52	94,0	9,98	4,20	+19,2
Łodyga i kwiatostan Stem a. inflor.	92,6	0,63	-	93,7	0,80	-	+27,0
Średnio dla rośliny Mean for plant	91,1	6,35	-	92,4	7,47	-	+17,6

Największą różnicę w zawartości wody między roślinami traktowanymi symazyną a kontrolnymi stwierdzono w liściach górnych, a najmniejszą w liścieniach. Większa zawartość wody u traktowanych tym herbicydem roślin, zarówno u słonecznika, jak i u gryki, była przy-

puszczalnie spowodowana działaniem badanych herbicydów, które utrzymuje aparaty szparkowe w stanie przymkniętym, wskutek czego następuje zmniejszenie intensywności transpiracji i zwiększenie zawartości wody w tkankach tych roślin. Wyniki prac innych autorów potwierdzają to przypuszczenie [16, 18, 20].

Wspomnianą zaś wyższą procentową zawartość zielonych barwników w roślinach traktowanych symazyną można by tłumaczyć tym, że gdy w tych roślinach następowało znaczne zahamowanie przyrostu suchej masy, to równocześnie zmiany w absolutnej zawartości chlorofilów były niewielkie i dlatego też stosunek ilościowy tej zawartości do masy rośliny jest większy w roślinach traktowanych.

Stwierdzone w omawianym doświadczeniu większe stężenie chlorofilu ($a+b$), a jednocześnie bardzo wyraźny spadek intensywności fotosyntezy jest jeszcze jednym dowodem świadczącym o braku ścisłej kore-

Tabela 4

Działanie symazyny na fotosyntezę i wzrost roślin gryki
Doświadczenie 1968 r.; średnie z 4 roślin

Simazine effect on photosynthesis and growth of buckwheat plants
Experiment 1968, mean values from 4 plants

Część rośliny Plant part	Rośliny kontrolne Control plants				Traktowane Treated plants			
	sucha masa dry matter mg	po- wierz- nia liści leaf area cm ²	radioaktywność 10 ³ imp./min radioactivity 10 ³ cpm		sucha masa dry matter	powierz- chnia liści leaf area	radio- aktyw- ność og- total radioac- tivity	radio- aktyw- ność radio- acti- vity ² of 1 dm ²
			1 g s.m. d.m.	1 dm ²				
7 liści górnych 7 upper leaves	258	105	2323,5	569,3	74	77	19	24
Liście pędów bocznych Leaves of lateral shoots	447	202	1569,6	348,5	74	80	31	38
3 liście dolne 3 lower leaves	448	155	1291,1	373,6	67	60	3	4
2 liścienie 2 cotyledons	37	9	939,2	399,4	92	95	7	8
Lodygi pędów bocznych Stems of lateral shoots	274	-	335,6	-	45	-	31	-
Lodyga główna i kwiatostan Main stem and inflorescence	960	-	37,7	-	51	-	38	-
Razem - Total	2424	471	-	-	-	-	-	-
Średnio - Mean	-	-	847,0	436,5	61	73	19	26

lacji między zmianami w zawartości barwników asymilacyjnych a natężeniem fotosyntezy.

Podobnie jak u słonecznika również u gryki, w odniesieniu do 1 g suchej masy, większą intensywność $^{14}\text{CO}_2$ -fotosyntezy wykazywały liście górne niż liście dolne pędu głównego (tab. 4 i 5). Należy jednak zaznaczyć, że u gryki intensywność asymilacji $^{14}\text{CO}_2$ przez liścienie, wyrażona na jednostkę powierzchni, była wyższa niż w liściach dolnych pędu głównego lub w liściach pędów bocznych. Oznacza to, że w zależności od jednostki odniesienia (suchej masy lub powierzchni liści) kierunek zmian natężenia fotosyntezy w poszczególnych liściach na roślinie może być różny. Wynika to prawdopodobnie zarówno z niejednakowej aktywności fotosyntetycznej chloroplastów liści różnego wieku, jak i z niejednakowej struktury anatomicznej tych organów, warunkującej różną szybkość dyfuzji dwutlenku węgla w ich tkankach.

Po 16 dniach działania symazyny na grykę intensywność $^{14}\text{CO}_2$ -fotosyntezy (w odniesieniu do 1 dm² liści) została zahamowana średnio w 74%, a wzrost suchej masy — w 39%; u słonecznika zaś po 9 dniach działania tego herbicydu — odpowiednio 82 i 40%.

Reakcja roślin gryki na działanie symazyny, wyrażająca się w obniżeniu intensywności fotosyntezy, najsilniej przejawiała się w liścieniach i liściach dolnych pędu głównego, słabiej zaś w liściach górnych, a naj słabiej w liściach pędów bocznych; kierunek więc tych zmian był nieco inny u gryki w porównaniu ze słonecznikiem.

W czasie ekspozycji badanej gryki w kamerze asymilacyjnej na liściach dolnych występowały już brunatne plamy nekrotyczne, stąd też intensywność $^{14}\text{CO}_2$ -fotosyntezy (w odniesieniu do jednostki powierzchni) spadła do 4% natężenia tego procesu, jaki stwierdzono w liściach roślin z serii kontrolnej (tab. 4). Trudny natomiast do wyjaśnienia jest fakt silnego zahamowania fotosyntezy (do 8%) w liścieniach roślin traktowanych symazyną, organa te bowiem nie utraciły zielonego zabarwienia i nie wykazywały na zewnątrz uszkodzeń fitocydalnego działania herbicydu; znajdowały się jednak już w początkowej fazie starzenia [8].

W łodygach gryki z serii traktowanej symazyną nie stwierdzono istotnych zmian w zawartości związków zawierających ^{14}C . Udział tych związków w ogólnej radioaktywności rośliny wynosił w serii kontrolnej 6%, a w serii z symazyną — 10%. Różnice te są w granicach błędu doświadczenia i wynikają z niejednakowej masy łodyg badanych serii roślin. W korzeniach zaś wykryto zaledwie ślady radioaktywności, dlatego też nie uwzględniono tej ilości ^{14}C -związków przy oznaczaniu ich ogólnej zawartości w roślinie.

Mimo dłuższego okresu działania symazyny na grykę stopień (w procentach) zahamowania przyrostu suchej masy całych roślin, jak też

i wielkości powierzchni liściowej był taki sam jak przy krótszym działaniu tego herbicydu na słonecznik (porównaj tab. 2 i 4). W przeprowadzonych doświadczeniach wpływ symazyny na wzrost roślin gryki i na wielkość jej powierzchni liściowej przejawiał się najsilniej w trzech liściach dolnych, u których sucha masa wynosiła 67%, a powierzchnia — 60% w stosunku do analogicznych wartości roślin kontrolnych.

T a b e l a 5

Ciężar suchej masy, powierzchnia liści i radioaktywność roślin gryki traktowanych diuronem
Doświadczenie 1968 r.; średnie z 4 roślin

Diuron effect on photosynthesis and growth of buckwheat plants
Experiment 1968, mean values from 4 plants

Części rośliny Plant parts	Sucha masa Dry matter mg	Powierzchnia liści Leaf area cm ²	Radioaktywność 10 ² imp./min Radioactivity 10 ³ cpm		W % w stosunku do kontroli In % of control plants			
			1 g s.m. 1 g of dry matter	1 dm ²	s.m. dry mat.	pow. area	rad. og. total radio-activ.	rad. 1 dm ² radio-activ. of 1 dm ²
7 liści górnych 7 upper leaves	238	97	1287,8	316,0	92	92	51	56
Liście pędów bocznych Leaves of lateral shoots	480	218	1144,7	252,5	107	108	78	73
3 liście dolne 3 lower leaves	363	139	996,5	260,2	81	90	63	70
Liścienie Cotyledons	35	9	733,4	305,6	95	100	74	77
Łodygi pędów bocznych Stems of lateral shoots	258	-	366,2	-	93	-	102	-
Łodyga główna i kwiatostan Main stem and inflorescence	766	-	43,8	-	80	-	93	-
Razem - Total	2140	463	-	-	-	-	-	-
Średnie - Mean	-	-	640,5	296,7	88	98	67	68

Diuron wykazał wyraźnie słabsze działanie na grykę w porównaniu z omawianym wyżej wpływem symazyny (tab. 5). Działanie diuronu przejawiało się głównie w zahamowaniu ¹⁴CO₂-fotosyntezy liści położonych na górnych piętrach (od 4 do 10 piętra) tej rośliny. Natężenie tego procesu w liściach górnych spadło bowiem do 56% w stosunku do fotosyntezy analogicznej powierzchni liści roślin nie traktowanych diuronem. Najsłabiej pod tym względem zareagowały liścienie, u których intensywność asymilacji ¹⁴CO₂ wynosiła 77% asymilacji liścieni roślin kontrolnych.

Nie stwierdzono również w tych warunkach istotnego wpływu diuronu na stopień przemieszczania się asymilatów z liści do łądygi i na zawartość ^{14}C -związków w tym organie.

Sucha masa roślin gryki w serii traktowanej diurem była tylko niewiele mniejsza (średnio o 12%) od masy roślin kontrolnych, a wielkość ogólnej powierzchni liściowej prawie nie uległa zmianie. Zaobserwowano natomiast pewną (ok. 7-8%) stymulację wzrostu masy i powierzchni liści pędów bocznych. Zjawisko stymulacji wzrostu roślin, występujące przy małych dawkach herbicydów, jest faktem, który był notowany również przez innych badaczy [2, 19].

Należy dodać, że w doświadczeniach wazonowych przeprowadzonych w 1967 r. próbowano określić działanie różnych dawek symazyny, diuronu lub linuronu (afalonu) na stopień reakcji wzrostowej roślin gryki, gorczyca i fasoli, po wprowadzeniu herbicydu do gleby (dane nie publikowane). Stwierdzono wówczas, iż 3-tygodniowe rośliny ginęły zupełnie po 7 dniach od wniesienia dawek herbicydu wyższych niż 2 mg (tzn. 20, 100 mg) na wazon, szczególnie w serii z linuronem. Jeśli herbicydy te stosowano w okresie wschodów (dawki 5, 20 lub 100 mg na wazon), to zamieranie roślin następowało już po 3-4 dniach. Dawki zaś w wysokości 0,2 mg na wazon nie powodowały prawie żadnych zewnętrznych oznak chorobowych we wczesnych i późniejszych fazach rozwojowych badanych roślin. Nie badano jednak, w jakim stopniu stosowane herbicydy były sorbowane przez glebę i z jaką szybkością następuje inaktywacja tych związków w roślinie. Badania tego rodzaju są bardzo trudne, ale ich rezultaty pozwoliłyby na pełniejszą interpretację wyników niniejszej pracy.

WNIOSKI

1. Subletalne dawki symazyny (2 mg na wazon) hamują fotosyntezę oraz wzrost młodych roślin słonecznika i gryki, przy czym wyraźne objawy tego działania występują o kilka dni wcześniej u słonecznika.

2. Szczególnie wyraźne zahamowanie intensywności $^{14}\text{CO}_2$ -fotosyntezy u słonecznika obserwuje się we wszystkich młodych liściach, a u gryki — w liścieniach i liściach dolnych pędu głównego.

3. Niskie dawki symazyny powodują w roślinach słonecznika zwiększenie procentowej zawartości wody i chlorofilu ($a+b$).

4. W warunkach przeprowadzonych doświadczeń z gryką działanie diuronu jest słabsze niż symazyny.

5. W roślinach gryki stosunkowo największe zmniejszenie intensywności $^{14}\text{CO}_2$ -fotosyntezy pod wpływem diuronu przejawiało się w liściach górnych pędu głównego.

LITERATURA

- [1] Ashton F. M., Zweig G., Mason G. S.: The effect of certain amino-triazines on $^{14}\text{CO}_2$ fixation in the red kidney beans. *Weeds*, t. 8, 1960, s. 448 - 451.
- [2] Bartley C. E.: Simazine and related triazines as herbicides. *Agr. Chem.*, t. 12, 1957, 34 - 36, 113 - 115.
- [3] Bishop N. T.: The influence of the herbicide, DCMU, on the oxygen-evolving system of photosynthesis. *Biochim. et Biophys. Acta*, t. 27, 1958, s. 205 - 206.
- [4] Bishop N. T.: Inhibition of the oxygen-evolving system of photosynthesis by amino-triazines. *Biochim. et Biophys. Acta*, t. 57, 1962, s. 186 - 189.
- [5] Böhning R. H., Burnside Ch. A.: The effect of light intensity on rate of apparent photosynthesis in leaves of sun and shade plants. *Amer. J. Bot.*, t. 43, z. 8, 1956, s. 557 - 561.
- [6] Couch R. W., Davis D. E.: Effect of atrazine, bromacil and diquat on $^{14}\text{CO}_2$ fixation in corn, cotton and soybeans. *Weeds*, t. 14, 1966, s. 251 - 255.
- [7] Gej B.: Przebieg wzrostu liści i całych roślin fasoli oraz słonecznika w czasie wegetacji. *Acta Agrobot.*, t. 22, 1969, z. 1, s. 71 - 88.
- [8] Gej B.: Dynamika wzrostu poszczególnych liści oraz całych roślin gryki i gorczycy jasnej. *Acta Agrobot.*, t. 23, 1970, z. 1, s. 219 - 237.
- [9] Good N. E.: Inhibitors of the Hill reaction. *Plant Physiol.*, t. 36, 1961, s. 788 - 803.
- [10] Maciejewska-Potapczykowa W.: Substancje wzrostowe roślin. Warszawa 1967, PWRiL, s. 261 - 271.
- [11] Moreland D. E., Gentner W. A., Hilton J. L., Hill K. L.: Studies on the mechanism of herbicidal action of 2-chloro-4,6-bis(ethylamino)-s-triazine. *Plant Physiol.*, t. 34, 1959, nr 4, s. 432 - 435.
- [12] Olech K.: Wpływ niektórych herbicydów na fotosyntezę oraz oddychanie roślin uprawnych i chwastów. I. Atrazina (2-chloro-4-etyloamino-6-izopropylamino-s-triazyny). *Ann. UMCS Sect. E*, t. 21, 1966, nr 18, s. 289 - 308.
- [13] Olech K.: Wpływ niektórych herbicydów na fotosyntezę i oddychanie roślin uprawnych i chwastów. III. Działanie Afalonu (N-metylo-N-metoksy-N-3,4-dwu-chlorofenylomocznika) i Tenoranu (N,N-dwumetylo-N-4(4-chlorofenoksy)-fenylomocznika). *Ann. UMCS Sect. E*, t. 22, 1967, nr 11, s. 167 - 183.
- [14] Ostrowski J.: Mechanizmy działania herbicydów. *Post. Nauk rol.*, 1965, nr 4/94, s. 65 - 91.
- [15] Romanowska O. I., Irbie O. P.: O zavisimosti miezdu stiepeniju ingibirowanija processa fotosintieza u rastienij i koncentracijami gierbicide. W pracy zbior: Chimiczeskaja regulacija rosta i rozwitija rastienij. Ryga 1969, Izd. „Zinatnie”, s. 61 - 67.
- [16] Sedgley R. H., Boersma L.: Effect of soil water stress and soil temperature on translocation of diuron (in *Triticum aestivum* L., var. Gaines). *Weed Sci.*, t. 17, 1969, nr 3, s. 304 - 6.
- [17] Sikka H. C., Davis D. E.: Effect of Prometryne on $^{14}\text{CO}_2$ fixation in cotton and soybean. *Weed Sci.*, t. 17, 1969, nr 1, s. 122 - 123.
- [18] Smith D., Buchholtz K. P.: Transpiration rate reduction in plants with atrazine. *Science*, t. 136, 1962, s. 263 - 264.
- [19] Świętochowski B., Skowrońska M., Żurawski H.: Studia nad działaniem na środowisko herbicydów dawanych do gleby. Cz. II. Zesz. nauk. WSR Wroc., Rol., t. 15, 1962, nr 46, s. 83 - 90.
- [20] Walker D. A., Zelitch I.: Some effects of metabolic inhibitors, tempe-

- rature and anaerobic conditions on stomatal movement. *Plant physiology*, t. 38, 1963, nr 4, s. 390 - 396.
- [21] Wessels J. S. C., Veen R. van der: The action of some derivatives of phenylurethan and of 3-phenyl-1,1-dimethylurea on the Hill reaction. *Biochim. et Biophys. Acta*, t. 19, 1956, s. 548 - 549.
- [22] Zweig G., Ashton F. M.: The effect of 2-chloro-4-ethylamino-6-isopropylamino-s-triazine (atrazine) on distribution of ^{14}C -compounds following $^{14}\text{CO}_2$ fixation in excised red kidney bean leaves. *J. Expl. Bot.*, t. 13, 1962, s. 5 - 11.

Б. ГЕЙ

ВЛИЯНИЕ СИМАЗИНА И ДИУРОНА НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ФИКСАЦИЮ $^{14}\text{CO}_2$ И НА РОСТ НЕКОТОРЫХ ДВУДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ

Кафедра Физиологии Растений Варшавская Сельскохозяйственная Академия

Резюме

Проведены вегетационные (сосудные) опыты по исследованию влияния сублетальных доз симазина и диурона (по 2 мг гербицида на 9 кг смеси песка с подзолистой почвой) на фотосинтетическую фиксацию $^{14}\text{CO}_2$ и на рост отдельных органов подсолнечника и гречихи в ранней фазе их развития.

Установлено, что начальные признаки воздействия симазина появлялись у подсолнечника раньше, чем у гречихи. Вследствие применения симазина у подсолнечника после 9 дней а у гречихи после 16 дней сухое вещество растений обратанных гербицидом составило по сравнению с контролем около 60 - 61%, а листовая поверхность 73 - 75%; интенсивность фотосинтетической фиксации $^{14}\text{CO}_2$ понизилась соответственно до 18 и 26%.

Особенно четкое замедление (торможение) интенсивности ассимиляции $^{14}\text{CO}_2$ наблюдалось тогда во всех молодых листьях подсолнечника, а также в семядолях и нижних листьях стебля гречихи. Предполагается, что в результате воздействия симазина у подсолнечника последовало уменьшение системы передвижения ассимилятов из листьев в стебель, тогда как у гречихи подобного влияния не установлено. Применяемые дозы симазина кроме того способствовали увеличению процентного содержания воды и хлорофилла ($a + b$), особенно в растениях подсолнечника.

В условиях проведенных опытов с гречихой установлено более слабое действие диурона, чем симазина, при чем у этого растения самое высокое относительное замедление интенсивности фотосинтетической фиксации $^{14}\text{CO}_2$ проявилось в верхних листьях главного стебля.

B. GEJ

SIMAZINE AND DIURON EFFECT ON THE PHOTOSYNTHETIC $^{14}\text{CO}_2$ FIXATION AND ON GROWTH OF SOME DICOTYLEDONOUS PLANTS

Department of Plant Physiology, Warsaw Agricultural University

Summary

The pot experiments were carried out on the effect of sublethal simazine or diuron doses (by 2 mg of herbicide per 9 kg of sand-podzol mixture) on the photosynthetic $^{14}\text{CO}_2$ fixation and on development of particular organs of sunflower and buckwheat plants in their early growth stages.

It has been found that initial symptoms of simazine effect occurred earlier in sunflower than in buckwheat. On the 9th day in sunflower and on the 16th day in buckwheat after simazine application the dry matter of plants treated with this herbicide amounted to about 60-61% and the surface area of leaves — to 73-75% as compared with control plants, while $^{14}\text{CO}_2$ photosynthesis intensity decreased to 18% and 26% respectively.

Very distinct inhibition of $^{14}\text{CO}_2$ assimilation rate was observed especially in all young sunflower leaves as well as in cotyledons and in lower leaves of the main stem of buckwheat. It can be supposed that under influence of simazine a decreasing of assimilate amounts translocated from leaves to stem in sunflower would take place, what could not be observed in buckwheat. The simazine doses applied caused also an increase of relative water and chlorophyll content ($a + b$), particularly in sunflower.

Under experiment conditions with buckwheat a weaker effect of diuron than that of simazine has been found, at which in this plant the relatively highest decrease of $^{14}\text{CO}_2$ photosynthesis intensity depended upon the influence of diuron was observed in upper leaves of the main stem.

Adres

dr Bronisław Gej

Katedra Fizjologii Roślin SGGW

Warszawa, Rakowiecka 26

Wpłynęło do PTG w listopadzie 1969 r.

