ACTA AGROBOTANICA
Vol. XXXII, z. 2 — 1979
145-153

# Wpływ linuronu (Afalonu) i nawożenia mineralnego na zawartość cukrów redukujących oraz niektórych składników ściany komórkowej w peluszce (Pisum arvense L.)

**R. CISZEWSKA i J. SZYNAL**

Instytut Chemii i Technologii Rolnej, Zakład Biochemii,
Akademia Rolnicza w Lublinie

(Otrzymano dn. 9 III 1978 r.)

R. Ciszewska and J. Szynal (*Institute of Chemistry and Agricultural Technology, Department of Biochemistry, Agricultural Academy, Akademicka 13, 20-033 Lublin, Poland)* Acta Agrobotanica 32 (2): 145-153, 1979.

*The influence of linuron (Afalon) and mineral fertilization on the content of reducing sugars and some components of cell wall in field pea (Pisum arvense L.)*

The content of reducing sugars, soluble pectins, protopectins and free and bound calcium in above-ground parts of field pea (*Pisum arvense* L.) during budding and flowering in field conditions was determined. In this experiment different mineral fertilization and Afalon (linuron) were used. Afalon was applied to the soil in weed control dose (1 kg/ha A.S.).

The significant influence of linuron and the level of fertilization on the content of determined components in investigated material was not corroborated. The content of pectic substances, first of all, was dependend on phase of vegetation. The differences in the content of calcium were related to distribution in above-ground parts of investigated plants. The tendency to reduction of the content of reducing sugars after application of linuron was observed only during budding of field pea.

The received resultes show that linuron used in weed control doses has not evoked unprofitable changes in the content of investigated components of cell wall which they could the significance in the growth and development and in some immunity reactions of plants.

## WSTĘP

Powszechne wykorzystanie herbicydów w rolnictwie stwarza konieczność prowadzenia wielostronnych badań mających na celu zarówno pełniejsze poznanie mechanizmu działania tych preparatów, jak i opracowania właściwego ich doboru zapobiegającego niekorzystnym zmianom w składzie chemicznym odchwaszczanych roślin uprawnych.

Spośród dużej grupy środków chwastobójczych na uwagę zasługują związki należące do pochodnych mocznika, stosowane między innymi do zwalczania chwastów w uprawie peluszki (Paprocki i in. 1973). Mechanizm fitotoksycznego działania herbicydów mocznikowych polega na bezpośrednim oddziaływaniu na procesy fotosyntezy warunkujące powstawanie cukrów (Ciszewska 1973). Ingerencja w reakcje fotosyntezy, na skutek różnego rodzaju sprzężeń metabolicznych, niejednokrotnie wywołuje szereg zaburzeń w przebiegu odległych procesów fizjologiczno-biochemicznych w komórkach traktowanych roślin. Efektem tego są obserwowane zmiany w zawartości różnorodnych chemicznych składników roślin poddawanych działaniu herbicydów (Czuchajowska i Wojtaszek 1971).

Wśród pochodnych cukrów spełniających istotną rolę w procesach wzrostu i rozwoju komórek roślinnych, a także w odporności roślin na niektóre czynniki, duże znaczenie mają substancje pektynowe (Blaim 1968a). Jakkolwiek w wielu pracach stwierdzano zmiany w koncentracji substancji pektynowych w roślinach po stosowaniu różnego typu regulatorów wzrostu roślin (Blaim 1968a; Blaim i Przeszlakowska 1967; Blaim i in. 1968; Bonner 1961), to jednak nie badano wpływu herbicydów na nagromadzanie się i metabolizm tych połączeń (Ciszewska i Szynal 1977).

W procesach wzrostu i rozwoju komórek roślinnych istotną rolę przypisuje się też jonom wapnia (Blaim 1968b; Blaim i in. 1971). W dużej mierze wynika to z udziału tego pierwiastka w budowie nierozpuszczalnych protopektyn. Na podkreślenie zasługuje też duże znaczenie wapnia jako jednego z ważniejszych składników mineralnych niezbędnych w żywieniu zwierząt i ludzi.

Dotychczasowe fragmentaryczne badania dotyczące wpływu herbicydów mocznikowych na skład mineralny roślin trudne są do porównania i interpretacji, głównie z tego względu, że doświadczenia różnych autorów nie uwzględniają tych samych parametrów wpływających na wyniki działania stosowanych preparatów. W niektórych badaniach nie stwierdzano wyraźnego wpływu linuronu, bądź też innych pochodnych fenylomocznika na pobieranie jonów wapnia (Upchurch i in. 1963), w innych obserwowano wzrost (Nashed i Ilnicki 1968) lub spadek koncentracji tego pierwiastka w roślinach (Hogue 1968). Należy dodać, że reakcje roślin na działanie herbicydów mogą zmieniać się w różnych warunkach zaopatrzenia gleby w składniki mineralne (Zacharenko 1971).

Celem podjętych badań było przeanalizowanie wpływu linuronu (N-metylo-N-metoksy-3,4-dwuchloro-fenylomocznika) na zawartość cukrów redukujących, substancji pektynowych oraz frakcji wapnia w peluszce na tle różnego poziomu nawożenia mineralnego. Przedstawione badania

są kontynuacją poprzednich doświadczeń, dotyczących wstępnych analiz wpływu herbicydów mocznikowych na skład chemiczny grochu polnego (Ciszewska i Szynal 1977).

## MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły liście i łodygi peluszki (*Pisum arvense* L.) pochodzącej z poletek doświadczalnych Akademii Rolniczej w Lublinie (RZD w Czesławicach). Doświadczenie prowadzono w latach 1972-1974 na poletkach o wymiarach: 3×1 m założonych w 3 powtórzeniach. Stosowano dwa poziomy nawożenia mineralnego: niskie — bez dodatku nawozów azotowych (wariant I) oraz wysokie — z dodatkiem nawozów azotowych (wariant II). W I wariancie doświadczenia ilość wprowadzonych nawozów w kg czystego składnika na hektar wynosiła: N — 0, P — 36, K — 60, zaś w II wariancie: N — 70, P — 72, K — 120. Afalon (produkcji Hoechst — 50% AS) stosowano doglebowo w ilości 2 kg/ha, dwa dni po wysiewie nasion peluszki (160 kg nasion na 1 ha). Materiał do badań pobierano losowo w dwóch fazach wegetacji: w okresie tworzenia pąków kwiatowych oraz w fazie kwitnienia roślin. Liście i łodygi peluszki suszono w temperaturze 60°C i następnie mielono w młynku elektrycznym.

W tak przygotowanym materiale oznaczano zawartość: cukrów redukujących, substancji pektynowych oraz frakcji wapnia. Analizy próbek pochodzących z każdego roku doświadczenia wykonywano w trzech powtórzeniach. Cukry redukujące oznaczano mikrometodą Hagedorna-Jensena w modyfikacji Fujita i Iwatake (1931). Zawartość pektyn rozpuszczalnych oraz frakcji protopektyn określono metodą kolorymetryczną (Blaim i Przeszlakowska 1968) z uwzględnieniem modyfikacji stosowanych w naszych poprzednich pracach (Blaim i in. 1971; Blaim i Szynal 1970; Ciszewska i Szynal 1977). Stosowana metoda oparta jest na reakcji karbazolu z grupami karboksylowymi kwasów uronowych. Przeprowadzenie ekstrakcji protopektyn przy użyciu 0,02 M roztworu werseniaru dwusodowego (EDTA) w środowisku obojętnym i alkalicznym pozwala przy tym sądzić o stopniu metylacji oznaczanych związków, bowiem w przypadku ekstrakcji protopektyn w środowisku alkalicznym następuje proces ich demetylacji z całkowitym uwolnieniem grup karboksylowych, zaś w środowisku obojętnym demetylacja nie zachodzi i z karbazolem mogą reagować jedynie wolne grupy karboksylowe protopektyn. Oznaczenia zawartości wapnia wolnego i związanego w zebranym materiale doświadczalnym wykonano metodą manganometryczną (Peterburgskij 1952). Wapń wolny oznaczano w ekstraktach wodno-alkoholowych, zaś związany w pozostałości po oddzieleniu wapnia wolnego.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki oznaczeń zawartości cukrów redukujących w analizowanym materiale doświadczalnym podano w tabeli 1 (wartości średnie z 3 powtórzeń analiz próbek pochodzących z 3-letniego doświadczenia założonego w 3 powtórzeniach).

Tabela 1 — Table 1

Wpływ linuronu i nawożenia mineralnego na zawartość i rozmieszczenie cukrów redukujących w peluszce (*Pisum arvense* L.)
The influence of linuron and mineral fertilizing on the content and distribution of reducing sugars in field pea (*Pisum arvense* L.)

| Nawożenie Fertilizing | Herbicyd Herbicide | Cukry redukujące (% w suchej masie) Reducing sugars (% of dry weight) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | tworzenie pąków budding | | kwitnienie flowering | |
| | | liście leaves | łodygi stem | liście leaves | łodygi stem |
| I wariant I variant | kontrola (bez herbicydu) control (without herbicide) | 5,34 | 5,01 | 5,20 | 4,58 |
| | linuron | 4,88 | 4,82 | 5,21 | 4,48 |
| II wariant II variant | kontrola (bez herbicydu) control (without herbicide) | 4,90 | 4,71 | 4,85 | 4,50 |
| | linuron | 4,51 | 4,47 | 4,87 | 4,31 |

Z zamieszczonych danych wynika, że stosowanie linuronu w opisanych warunkach nie powodowało wyraźnych zmian w zawartości cukrów redukujących w peluszce. Obserwowano tylko tendencję do bardzo nieznacznego obniżenia zawartości tych związków w liściach i łodygach peluszki zbieranej w okresie tworzenia pąków kwiatowych, natomiast w fazie kwitnienia nie występowały tego typu zmiany. Rośliny z poletek, na których stosowano wysokie dawki NPK (wariant II) zawierały nieco mniej (poniżej 0,5%) cukrów redukujących niż rośliny pochodzące z I wariantu doświadczenia. Przy łącznym wprowadzaniu linuronu i zwiększonego nawożenia mineralnego spadek zawartości oznaczanych związków był wyraźniejszy w fazie tworzenia pąków kwiatowych (powyżej 0,5%) niż w fazie kwitnienia analizowanych roślin. Całość przedstawionych danych wskazujących na nieznaczne zmiany w zawartości cukrów redukujących w badanych roślinach może sugerować, że stosowany herbicyd nie wywołuje trwałych zaburzeń w procesach fotosyntezy w peluszce.

W dalszej części badań przeprowadzono oznaczenia zawartości substancji pektynowych w peluszce pochodzącej z poletek traktowanych linu-

ronem i kontrolnych. Uzyskane wyniki analiz łodyg zamieszczono w tabeli 2, zaś dane dotyczące zawartości pektyn w liściach peluszki podano w poprzedniej pracy (Ciszewska i Szynal (1977).

Z przeprowadzonych oznaczeń wynika, że po stosowaniu linuronu do odchwaszczania peluszki obserwuje się tendencję do nieznacznego spadku zawartości pektyn rozpuszczalnych w badanych częściach roślin, przy jednoczesnym wzroście zawartości protopektyn i obniżeniu ich stopnia metylacji. Ogólna zawartość substancji pektynowych nieco wzrastała tylko przy łącznym stosowaniu linuronu i wysokich dawek nawożenia mineralnego (średnio około 1%). Obserwowane różnice w koncentracji oznaczanych związków uzależnione były głównie od fazy wegetacji roślin. W późniejszym okresie rozwoju roślin (faza kwitnienia) łodygi peluszki zawierały więcej protopektyn, a mniej pektyn rozpuszczalnych w porównaniu z zawartością tych frakcji w fazie tworzenia pąków kwiatowych. Ponadto protopektyny roślin młodych (faza tworzenia pąków) były w nieco większym stopniu zmetylowane. Spostrzeżenia te wydają się być zgodne z dotychczasowymi doniesieniami dotyczącymi nagromadzania się substancji pektynowych w roślinach w czasie rozwoju ontogenetycznego, jak i danymi wskazującymi na dominację procesów metylacji nad reakcjami demetylacji we wczesnych fazach rozwojowych roślin (Blaim i Szynal 1970; Ciszewska i Szynal 1977; Szynal 1971).

Niewielkie różnice w zawartości substancji pektynowych w badanym materiale doświadczalnym świadczyć mogą o tym, że stosowanie linuronu do odchwaszczania peluszki nie powoduje wyraźnych zakłóceń w procesach decydujących o nagromadzaniu się oznaczanych związków.

W dalszej części badań wykonano oznaczenia zawartości wapnia wolnego i związanego w tym samym materiale doświadczalnym. Wyniki ilościowych oznaczeń poszczególnych frakcji wapnia podano w tabeli 3.

Jakkolwiek stosowanie linuronu w opisanych warunkach nie powoduje znacznych zmian w zawartości wapnia w częściach nadziemnych peluszki, to jednak można zaobserwować tendencję do wzrostu zawartości wapnia związanego w liściach roślin pochodzących z poletek traktowanych herbicydem. Zwiększonej koncentracji tej frakcji wapnia w tym przypadku towarzyszył wzrost zawartości protopektyn (Ciszewska i Szynal 1977). Przeprowadzone oznaczenia nie wykazały wyraźnych różnic w zawartości wapnia zależnych od fazy wegetacji analizowanych roślin. Ponadto stwierdzono, że więcej wapnia nagromadzało się w liściach, aniżeli w łodygach peluszki i wynikało to przede wszystkim ze zmian w zawartości wapnia związanego. Stwierdzenie to dotyczy zarówno roślin pochodzących z poletek kontrolnych, jak i traktowanych linuronem i wydaje się być zgodne z dotychczasowymi danymi dotyczącymi akumulacji wapnia w poszczególnych organach różnych roślin (Nowotny-Mieczyńska 1976). Ponieważ jednak nie stwierdzono w liściach wyższej

Tabela 2 — Table 2

Zawartość i stopień metylacji substancji pektynowych w łodygach peluszki (*Pisum arvense* L.) z poletek traktowanych linuronem i kontrolnych na tle poziomu nawożenia mineralnego i w zależności od fazy wegetacji roślin — w % pektynianu wapnia w suchej masie

Content of pectic substances and degree of their methylation in the stem of field pea (*Pisum arvense* L.) from linuron treated and control plots depending on the level mineral fertilization and vegetation phase — in per cent of calcium pectinate in dry weight

| Nawożenie Fertilizing | Herbicyd Herbicide | Faza wegetacji Stage of vegetation | Pektyny rozpuszczalne Soluble pectins | Frakcje protopektyn Fractions of protopectins | | | Substancje pektynowe ogółem Total pectic substances | Stopień metylacji protopektyn Degree of methylation protopectins |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ekstrakcja extraction | | protopektyny zmetylowane methylated protopectins | | |
| | | | | obojętna neutral | alkaliczna alkaline | | | |
| I wariant I variant | kontrola (bez herbicydu) control (without herbicide) | tworzenie pąków budding | 1,14 | 4,02 | 7,01 | 2,99 | 8,15 | 0,43 |
| | | kwitnienie flowering | 0,92 | 4,82 | 8,22 | 3,40 | 9,14 | 0,41 |
| | linuron | tworzenie pąków budding | 0,87 | 4,39 | 7,20 | 2,81 | 8,07 | 0,39 |
| | | kwitnienie flowering | 0,86 | 5,62 | 8,91 | 3,29 | 9,77 | 0,37 |
| II wariant II variant | kontrola (bez herbicydu) control (without herbicide) | tworzenie pąków budding | 1,00 | 4,24 | 7,15 | 2,91 | 8,15 | 0,41 |
| | | kwitnienie flowering | 0,89 | 5,21 | 8,45 | 3,24 | 9,34 | 0,38 |
| | linuron | tworzenie pąków budding | 0,84 | 5,44 | 8,61 | 3,17 | 9,45 | 0,36 |
| | | kwitnienie flowering | 0,82 | 5,81 | 9,02 | 3,21 | 9,84 | 0,35 |

Tabela 3 — Table 3

Zawartość frakcji wapnia w peluszce (*Pisum arvense* L.) z poletek traktowanych linuronem i kontrolnych na tle poziomu nawożenia mineralnego i w zależności od fazy wegetacji roślin — w % suchej masy

Content of calcium fractions in field pea (*Pisum arvense* L.) from linuron treated and control plots depending on the level of mineral fertilization and vegetation phase — in per cent in dry weight

| Nawożenie Fertilizing | Herbicyd Herbicide | Faza wegetacji Stage of vegetation | Liście Leaves | | | Łodygi Stem | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ca wolny Ca-free | Ca związany Ca-bound | Ca ogółem Ca-total | Ca wolny Ca-free | Ca związany Ca-bound | Ca ogółem Ca-total |
| I wariant I variant | kontrola (bez herbicydu) control (without herbicide) | tworzenie pąków budding | 0,16 | 0,78 | 0,94 | 0,19 | 0,59 | 0,78 |
| | | kwitnienie flowering | 0,17 | 0,92 | 1,10 | 0,20 | 0,56 | 0,76 |
| | linuron | tworzenie pąków budding | 0,18 | 0,89 | 1,07 | 0,17 | 0,60 | 0,77 |
| | | kwitnienie flowering | 0,13 | 0,94 | 1,07 | 0,18 | 0,61 | 0,79 |
| II wariant II variant | kontrola (bez herbicydu) control (without herbicide) | tworzenie pąków budding | 0,21 | 0,98 | 1,19 | 0,16 | 0,60 | 0,76 |
| | | kwitnienie flowering | 0,16 | 1,02 | 1,18 | 0,14 | 0,64 | 0,78 |
| | linuron | tworzenie pąków budding | 0,15 | 0,79 | 0,94 | 0,15 | 0,62 | 0,77 |
| | | kwitnienie flowering | 0,12 | 0,84 | 0,96 | 0,17 | 0,66 | 0,83 |

zawartości protopektyn (Ciszewska i Szynal 1977) w porównaniu z zawartością tych związków w łodygach (tab. 2), uzyskane wyniki oznaczeń frakcji wapnia wskazywać mogą, iż wyższa zawartość wapnia w liściach wynikać może z nagromadzania się w tych organach innych niż pektyniany połączeń wapniowych. Za tą sugestią przemawia też brak powtarzających się zmian w stopniu metylacji protopektyn liści i łodyg badanych roślin w różnych wariantach doświadczenia.

## STRESZCZENIE

Oznaczono zawartość cukrów redukujących, pektyn rozpuszczalnych i protopektyn oraz wapnia wolnego i związanego w częściach nadziemnych peluszki (*Pisum arvense* L.) w fazie tworzenia pąków kwiatowych oraz w fazie kwitnienia roślin uprawianych w warunkach polowych. W doświadczeniu stosowano zróżnicowane nawożenie mineralne oraz Afalon (linuron), który wprowadzano doglebowo w dawkach zalecanych do zwalczania chwastów (1 kg/ha AS.).

Nie stwierdzono wyraźnego wpływu linuronu i poziomu nawożenia na zawartość oznaczanych składników w badanym materiale. Zawartość substancji pektynowych przede wszystkim była uzależniona od fazy wegetacji, zaś różnice w zawartości wapnia dotyczyły głównie rozmieszczenia w nadziemnych organach analizowanych roślin. Tendencja do spadku zawartości cukrów redukujących po stosowaniu linuronu była obserwowana jedynie w fazie tworzenia pąków kwiatowych.

Uzyskane dane pozwalają sądzić, że przedwschodowe zastosowanie linuronu w uprawie peluszki w dawkach zalecanych do zwalczania chwastów nie wywołuje niekorzystnych zmian w zawartości badanych składników ściany komórkowej, posiadających istotne znaczenie we wzroście i rozwoju oraz niektórych reakcjach odpornościowych roślin.

## LITERATURA

Blaim K., 1968a. Substancje pektynowe i ich znaczenie biologiczne. Post. Nauk rol. 2 (110): 81-90.

Blaim K., 1968b. Rola wapnia w zjawiskach odpornościowych u roślin. Post. Nauk rol. 6 (114): 51-58.

Blaim K., Ciszewska R., Żebrowski Z., 1971. The level of calcium in soil as a factor controlling the sensitivity of tomatoes to the action of 2-chloroethyl-trimethyl-ammonium chloride (CCC). Bull. Acad. Polon. Sci. 19: 71-76.

Blaim K., Przeszlakowska M., 1967. Influence of CCC on the content of pectic substances in wheat stalks. Bull. Acad. Polon. Sci. 15: 445-448.

Blaim K., Przeszlakowska M., 1968. Wyodrębnianie i oznaczanie substancji pektynowych w materiale roślinnym. Ann. UMCS, Sect. E, 23: 257-263.

Blaim K., Przeszlakowska M., Żebrowski Z., 1968. Wpływ niektórych regulatorów wzrostu roślin na zawartość i rozmieszczenie substancji pektynowych w łodygach i liściach pomidorów. Ann. UMCS, Sect. E, 23: 293-299.

Blaim K., Szynal J., 1970. Wstępne badania nad pektynami liści niektórych roślin rodzaju *Nicotiana*. Ann. UMCS, Sect. E, 25: 213-220.

Bonner J., 1961. Plant growth regulation. The Iowa State Univ. Press, Iowa, USA.

Ciszewska R., 1973. Działanie i przemiany środków chwastobójczych z grupy pochodnych mocznika w roślinach i w glebie. Kosmos A 2: 107-116.

Ciszewska R., Szynal J., 1977. Wpływ linuronu (Afalonu) i zróżnicowanego nawożenia mineralnego na zawartość substancji pektynowych w liściach peluszki (*Pisum arvense* L.). Acta agrobot. 30: 143-150.

Czuchajowska Z., Wojtaszek T., 1971. Drogi i mechanizmy oddziaływania herbicydów pochodnych mocznika na fizjologiczne i biochemiczne procesy organizmów roślinnych. Post. Nauk rol. 6: 37-70.

Fujita A., Iwatake D., 1931. Bestimmung des achten Blutzuckers ohne Hefe. Biochem. Z. 242: 43. Cyt. wg. Ciszewska R., Przeszlakowska M., Sykut A., Szynal J., 1976. Przewodnik do ćwiczeń z biochemii, AR, Lublin.

Hogue E. J., 1968. The effect of linuron on $^{32}P$ and $^{45}Ca$ uptake in tomato and parsnip. Weed Sci. 16: 185-187.

Nashed R. B., Ilnicki R. D., 1968. The effect of linuron on ion uptake in corn, soybean, and crabgrass. Weed Sci. 16: 188-192.

Nowotny-Mieczyńska A., (red.), 1976. Fizjologia mineralnego żywienia roślin. PWRiL, Warszawa.

Paprocki S., Zielińska A., Zieliński A., 1973. Peluszka. PWRiL, Warszawa.

Peterburgskij P. V., 1952. Praktikum po agrochimii, Moskva.

Szynal J., 1971. Substancje pektynowe w liściach roślin rodzaju *Nicotiana*. Praca doktorska, WSR, Lublin.

Upchurch R. P., Ledbetter G. R., Selman F. L., 1963. The interaction of phosphorus with the phytotoxicity of soil applied herbicides. Weeds 11: 36-41.

Zacharenko V. A., 1971. Izmienienije diejstvija gerbicidov pri sovmiestnom vniesienii ich s udobrenijami. Selsk. Choz. Rubeż. Rast. 9: 20-25.