Próba zastosowania żelazicyjanku jako stymulatora w uprawie rącznika

*An attempt of using ferricyanide as stimulator in the cultivation of the
castor bean*

W. BRZESKI i I. REIFER

Stymulacja wzrostu i rozwoju roślin jest dotychczas jednym ze spornych zagadnień, podczas gdy praktyka rolnicza od dawna już stosuje różne substancje organiczne i nieorganiczne jako bodźce chemiczne (Czapiek 1913).

W uprawie rącznika w Polsce podejmowano nieliczne próby przyspieszenia dojrzewania tej rośliny w celu zwiększenia plonu. Deryng (1939) badał wpływ przedsiewnego moczenia nasion, ale nie znalazł istotnych różnic ani w szybkości wschodzenia roślin, ani w ich plonowaniu. Próby auksynowania nasion nie dały również pomyślnych wyników (Jablonski 1953). Badając wpływ podlewania rącznika różnymi wyciągami w ciągu całego okresu wegetacyjnego, Kostecka-Mądałska (1954) obserwowała przyspieszone dojrzewanie w obecności wyciągów z liści pokrzyki-wilczej jagody i z próchnicy.

W 1952 roku Zakład Biochemii Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie rozpoczął próby stymulacji rozwoju roślin za pomocą żelazicyjanku potasowego. Możliwość pobudzania metabolizmu w tych warunkach opiera się na wykazanym doświadczalnie wpływie kompleksowych jonów żelaza na potencjał oksydacyjno-redukcyjny żywej tkanki (Rummeni 1954); ponadto znane jest aktywujące działanie jonu żelazicyjankowego na niektóre enzymy (Sugai 1944, Farber i Wynne 1935, Maschmann i Helmert 1935).

Pierwszy komunikat Reifera (1953) o pomyślnych wynikach bodźcowania dotyczył wstępnych doświadczeń z podlewaniem pomidorów roztworem żelazicyjanku o różnych stężeniach i donosił o przyrostach około 50% i 70% plonu. Przy współpracy innych zakładów i placówek nauko-

wych prowadzono w ciągu kilku następnych lat doświadczenia wazonowe i polowe z różnymi roślinami. W niektórych z nich obserwowano zmiany zawartości azotu, cukrów i innych podstawowych składników, ale uzyskiwane wyniki nie były jednoznaczne i nie zostały dotychczas opublikowane. W dwuletnich badaniach nad wpływem żelazicyjanku w uprawie białunia wykazano przyrost plonu liści i wzrost zawartości alkaloidów w liściach i nasionach (Reifer, Rumińska i Kączkowski 1955, 1956); nie opublikowane dane z trzeciego roku doświadczeń nie wykazały natomiast różnic w zawartości alkaloidów z wyjątkiem jednego zbioru młodych liści.

W niniejszej pracy są przedstawione wyniki badań nad rącznikiem, w których w ciągu trzech okresów wegetacyjnych stosowano przedsiewne traktowanie nasion i podlewanie roślin roztworem żelazicyjanku w uprawie polowej oraz analizowano wpływ tych zabiegów na niektóre cechy nasion zbieranych w stanie pełnej dojrzałości.

MATERIAŁ I METODY

Materiał doświadczalny

Materiałem doświadczalnym były dojrzałe nasiona rącznika (*Ricinus communis* L., odmiana puławska) pochodzące z uprawy polowej w latach 1953, 1954 i 1955.

Sposób stosowania roztworu żelazicyjanku. Żelazicyjanek potasowy stosowano w postaci 0,25-procentowego roztworu, dokonując wyboru stężenia w oparciu o wcześniejsze badania (Reifer 1953). Przedsiewne traktowanie nasion polegało na moczeniu ich w tym roztworze w ciągu 48 godzin poprzedzających siew; przy traktowaniu w glebie stosowano dawkę 25 ml roztworu pod roślinę, po rozwinięciu się pierwszych liści, lub dwie dawki — w tym drugą w tydzień po pierwszej. Nasiona kontrolne traktowano wodą.

6 kombinacji polowych obejmowało rośliny kontrolne (symbol 0/0) i 5 wariantów traktowania żelazicyjankiem, tj. z jednorazowym i dwukrotnym traktowaniem w glebie (symbole 0/ż i 0/żż) oraz ich odpowiedniki uprzednio traktowane przedsiewnie (symbole ż/0, ż/ż i ż/żż).

W 1953 roku wykonano wstępne doświadczenie orientacyjne; w 1954 roku każda kombinacja obejmowała 4 powtórzenia, w 1955 roku — 5 powtórzeń.

Warunki uprawy i zbioru. Uprawę prowadzono na polach doświadczalnych Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, na glebie typu bielicy pyłowej. Stosowano nawożenie solą potasową (150 kg/ha) i superfosfatem (300 kg/ha przedsiewnie i 180 kg/ha półgłów-

nie). Po wejściu roślin, spulchniano glebę i usuwano chwasty w miarę potrzeby. Rozstawa roślin wynosiła 75×75 cm.

Daty siewu i liczby roślin były następujące w poszczególnych okresach wegetacyjnych: 28.V.1953 — 67 roślin, 3.V.1954 — 208 roślin, 2.V.1955 — 257 roślin.

Zbioru dokonywano wielokrotnie w miarę dojrzewania nasion (wrzesień — październik). Powietrznie suche nasiona przechowywano oddzielnie dla każdego grona, powtórzenia i kombinacji.

Metody analityczne

Próby laboratoryjne pobierano przez podział każdego zbioru nasion. Do oznaczania suchej masy bezpośrednią metodą suszenia stosowano oddzielne próby, po czym materiał odrzucano. W innych próbach oznaczano natomiast tłuszcz surowy, a uzyskany olej i odtłuszczoną mączkę wykorzystywano do pozostałych analiz.

Oznaczanie tłuszczu surowego. Stosowano metodę ekstrakcyjną Soxhleta (Meara 1955) przy użyciu eteru dwuetylowego, który odwadniano sodem metalicznym i destylowano. Dla prób po około 10 g nasion wymagany czas ekstrakcji wynosił 8 godzin.

Oznaczanie aktywności lipazy. Stosowano metodę Willstättera i Waldschmidt-Leitza (1924) z modyfikacją dla wielkości prób po 100 mg odtłuszczonej mączki oraz dla temperatury 30° i czasu działania enzymu 6 godzin.

Oznaczanie liczb tłuszczowych. Za pomocą metod alkacymetrycznych (Meara 1955) oznaczano liczbę zmydlenia w próbach po 1,2 g oleju i liczbę kwasową w próbach po 3 g oleju. Do oznaczania liczby jodowej stosowano półmikrometodę Margoschesa i Neufelda (1926) analizując próby po 100 mg oleju.

Oznaczanie azotu ogólnego i rozpuszczalnego. Ogólną zawartość azotu oznaczano w próbach po 20 mg odtłuszczonej mączki za pomocą mikrometody jodometrycznej Reifera i Tarnowskiej (1950). Metodę tę stosowano również do oznaczania azotu rozpuszczalnego w próbach po 100 mg mączki, którą uprzednio ekstrahowano za pomocą wrzącej wody i strącano białka wodorotlenkiem kadmowym (Fujita i Iwatake 1931).

Metody statystyczne

Do oceniania wpływu żelazicyjanku w prównywanych kombinacjach stosowano metody statystyczne. W analizie wyników po zakończeniu badań pominięto jednak wpływ różnych lat i gleby, gdyż różna i mała liczeb-

ność roślin uniemożliwiała zastosowanie pełnej klasyfikacji agrotechnicznej. Dane z trzech lat oceniono łącznie, przeprowadzając klasyfikację metodą serii równoległych analiz.

WYNIKI

Obserwacja rozwoju i plonowania

Przy wstępnych próbach kiełkowania nasion na podłożu z żelazicyjankiem znajdowano ich energię kiełkowania początkowo niższą w porównaniu z kontrolnymi nasionami, ale następnie różnica ta ulegała wyrównaniu. Podobne opóźnienie wschodów roślin z nasion „żelazicyjankowanych” obserwowano również w warunkach polowych; wartości „energii wschodzenia” z uprawy w 1954 roku są zestawione w tabeli 1.

Tabela 1
„Energia wschodzenia” ręcznika w uprawie polowej 1954
(średnia temperatura powietrza 14°)

Wysiane nasiona	Wschody (0/0) po upływie dni od siewu					
	21	22	23	24	25	26
kontrolne	12	27	44	64	73	82
ż*	6	17	47	68	77	87

* Przedsięwzięcie traktowane żelazicyjankiem.

Obserwacja przebiegu dojrzewania nasion w różnych kombinacjach wstępnej uprawy w 1953 roku nasuwała przypuszczenie o możliwym wpływie żelazicyjanku na szybkość dojrzewania i wielkość zbioru. Wprawdzie początek dojrzewania był niemal jednoczesny (w granicach 5 dni), ale z widoczną niższą wydajnością dojrziałych nasion z kombinacji nie traktowanych w glebie (symbole 0/0 i ż/0) w porównaniu z roślinami traktowanymi; najszybciej dojrzewała kombinacja ż żż.

W celu wstępnego ocenienia tych obserwacji przeprowadzono analizę zmienności zbiorów nasion w porównywanych kombinacjach, przyjmując dane dla poszczególnych roślin. Analiza wykazała istotne ich zróżnicowanie, ale wyniki te należało przyjąć z zastrzeżeniem ze względu na charakter doświadczenia uniemożliwiający pełną klasyfikację.

W istocie, po dokonaniu łącznej oceny wyników zbiorów z lat 1954 i 1955 (przy 9 danych dla każdej kombinacji) nie stwierdzono zróżnicowania analizowanej cechy w zależności od traktowania żelazicyjankiem.

Ogólna średnia wydajności nasion i jej przedział ufności (z prawdopodobieństwem błędu 0,05) wynosiły: $74,7 < 80,3 < 85,9$ (w gramach z rośliny).

Nie stwierdzono również wpływu żelazicyjanku na stopień wykształcenia nasion. Wykorzystując dane o masie i liczebności zbiorów, obliczono i porównano przeciętne wartości ciężaru absolutnego nasion w różnych

Tabela 2

Okresy rozwoju rącznika w zestawieniu z temperaturą i odpowiadający im plon nasion
(średnie wartości temperatury obliczone według danych dla stacji Warszawa
— Obserwatorium Astronomiczne)

Rok uprawy	Średnia temperatura (w stopniach) dla okresu		Okres rozwoju (w dniach)			Plon nasion (w gramach) z rośliny
	W*	D*	W*	D*	razem	
1953	15,3	19,0	16	79	95	60
1954	14,2	18,2	19	108	127	72**
1955	11,7	18,4	25	113	138	86

* W — od siewu do wejścia, D — od wejścia do początku dojrzwania.

** Plon obniżony wskutek niepomyślnych warunków meteorologicznych w okresie kwitnienia.

kombinacjach polowych. Analiza zmienności wyników z trzech lat uprawy nie wykazała zróżnicowania tej cechy w zależności od traktowania żelazicyjankiem. Ogólna średnia wartość ciężaru absolutnego i jej przedział ufności (z prawdopodobieństwem błędu 0,05) wynosiły: $338,5 < 343,1 < 347,6$ (w gramach).

Obserwowano natomiast niezależne od traktowania żelazicyjankiem różnice w rozwoju i plonowaniu rącznika w trzech porównywanych okresach wegetacyjnych. Termin siewu w 1953 roku był późniejszy o 25 dni niż w następnych latach; temu opóźnieniu towarzyszyło przyspieszenie wschodów i znaczne skrócenie okresu do początku dojrzwania. W tabeli 2 zestawiono dane o okresach rozwoju z trzech lat uprawy wraz z odpowiadającymi tym okresom średnimi wartościami temperatury; widoczny jest związek między temperaturą a szybkością rozwoju. Tabelę tę uzupełniono danymi o plonie nasion w przeliczeniu na roślinę; przy porównaniu tych wartości widoczny jest ujemny wpływ przyspieszonego rozwoju na wysokość plonu w 1953 roku.

Analiza nasion i oleju

Wyniki analizy zbiorów nasion pochodzących z wstępnej uprawy w 1953 roku miały różnorodny charakter. Niektóre cechy nie wykazywały więk-

szych wahań lub nawet były bardzo wyrównane, jak np. wartości suchej masy nasion od 94,51—94,98%. Inne cechy różniły się w różnych kombinacjach, jak np. liczba jodowa oleju równa 90,6 dla kombinacji 0/ż w porównaniu z wartością 88,9 dla kontroli.

Próba oceny wstępnych wyników nie wskazywała jednak wyraźnie na związek tych wahań z traktowaniem żelazicyjankiem, a zatem dopiero po zebraniu wyników analitycznych dla zbiorów nasion z trzech lat uprawy dokonano ich łącznej oceny; analizę zmienności przeprowadzano z prawdopodobieństwem błędu 0,01.

Ze względu na wartość użytkową nasion porównano przede wszystkim zawartość tłuszczu, w której nie znaleziono jednak zróżnicowania. Ogólna średnia zawartość tłuszczu w nasionach bez okrywy i jej przedział ufności wynosiły: $67,25 < 68,00 < 68,75$ (w procentach suchej masy), przy czym średnie wartości dla poszczególnych kombinacji mieściły się w tych granicach (por. tabela 3).

Tabela 3

Zawartość tłuszczu w nasionach bez okrywy
w różnych kombinacjach traktowania żelazicyjankiem

Symbol przedsięwzięcia traktowania	Średnia* zawartość tłuszczu (w % s. m.) dla kombinacji traktowania w glebie		
	o	ż	żż
o	67,80	68,90	67,62
ż	68,37	67,54	67,78

* Średnia obliczona z 9 powtórzeń połowych w latach 1954 i 1955.

Nie stwierdzono również zróżnicowania aktywności lipazy, której ogólna średnia zawierała się w przedziale ufności $8,62 < 9,15 < 9,68$ (w mililitrach 0,5 na KOH na 100 mg odtłuszczonej mączki).

Zwrócono natomiast uwagę, że obydwie omówione cechy nasion ulegają jednak znaczniejszym wahaniom w poszczególnych powtórzeniach połowych tej samej kombinacji, przy czym zmiany te są niemal równoległe dla zawartości tłuszczu i aktywności lipazy. Dla porównyiwanych cech obliczono współczynniki regresji znajdując prostoliniową zależność; na ryc. 1 wykreślono linie regresji i oznaczono odpowiednie średnie wartości współzależnych cech. Współczynnik korelacji zawartości tłuszczu i aktywności lipazy wynosił 0,40.

Oceniono wpływ żelazicyjanku na zasadnicze wskaźniki składu tłuszczów, tj. liczbę zmydlenia, kwasową i jodową. Na podstawie analizy zmienności liczby zmydlenia i liczby kwasowej prób oleju ręcznikowego nie stwierdzono, ażeby traktowanie żelazicyjankiem wywoływało jakiekolwiek zmiany składu glicerydów lub zawartości wolnych kwasów tłuszczo-

Ryc. 1. Linie regresji dla współzależności między zawartością tłuszczu (T) a aktywnością lipazy (L) w nasionach 1954. Punktami są oznaczone średnie wartości dla kombinacji polowych i ogólna średnia (T — w procentach suchej masy, L — w mililitrach 0,5 N KOH na 100 mg odtłuszczonej mączki)

Ryc. 2. Linie regresji dla współzależności między zawartością tłuszczu (T) a zawartością białka (B) w nasionach 1954. Punktami są oznaczone średnie wartości dla kombinacji polowych i ogólna średnia (w procentach suchej masy)

wych. Ogólne średnie wartości obydwóch wskaźników i ich przedziały ufności wynosiły: $182,1 < 182,4 < 182,7$ (w jednostkach LZ) i $0,22 < 0,27 < 0,32$ (w jednostkach LK).

Przedstawiona w tabeli 4 analiza zmienności wykazała natomiast istotne zróżnicowanie liczby jodowej w porównywanych kombinacjach. Dla oceny średnich różnic obliczono przedział ufności równy 1,00; porównanie średnich wartości wskazywało, że najwyżej nienasyconym charakterem wyróżniał się istotnie olej z kombinacji ż/żż (88,76 jednostek LJ), lecz tylko w porównaniu z kontrolą (87,50 jednostek LJ) i kombinacją ż/0 (87,26 jednostek LJ).

Nie stwierdzono wpływu traktowania żelazicyjankiem na stosunki ilościowe związków azotowych w nasionach. Ogólne średnie wartości i ich

Tabela 4

Analiza zmienności LJ oleju z nasion w różnych kombinacjach z upraw 1953, 1954 i 1955

Rodzaj zmienności	Suma kwadratów	Liczba stopni swobody	Przeciętna zmienność	F _{emp}	F _{teor} (0,01)	Istotność
Obiektowa	13,6275	5	2,7255	3,67	3,38	+
Błąd	40,1281	34	0,7431			
Całkowita	53,7556	39				

przedziały ufności wynosiły: dla azotu ogólnego $12,10 < 12,38 < 12,65$ i dla azotu rozpuszczalnego $0,66 < 0,70 < 0,74$ (w procentach suchej masy bez-tłuszczowej).

Po obliczeniu z tych danych zawartości białka w nasionach bez okrywy stwierdzono, że w różnych kombinacjach traktowania żelazicyjankiem ilościowy stosunek białka i tłuszczu pozostaje w odwrotnej współzależności, wykazując wysoki współczynnik korelacji 0,75; na ryc. 2 wykreślono odpowiednie linie regresji i oznaczono średnie wartości porównywanych cech.

DYSKUSJA

Wyniki naszych badań nie potwierdzają roli żelazicyjanku jako stymulatora roślin. W związku z tym należy zwrócić uwagę na różnorodność i rozbieżność dostępnych w piśmiennictwie informacji o działaniu tego utleniacza.

Podczas gdy w naszych badaniach obserwowano ujemny (przynajmniej początkowo) wpływ moczenia nasion ręcznika w roztworze żelazicyjanku na energię ich kiełkowania, to w cytowanych już pracach z traktowanymi nasionami bielunia występowała stymulacja kiełkowania (Reifer, Rumińska i Kączkowski 1956); w końcu dostępne są także informacje o braku jakiegokolwiek wpływu takiego zabiegu na nasiona sałaty (Thompson i Rosar 1938) i buraka cukrowego (Buraczewski 1959). Podobnie znane są obserwacje wykazujące brak wpływu traktowania żelazicyjankiem na oddychanie kiełkujących nasion pszenicy (Szarkowski 1956), natomiast w przypadku nasion buraka cukrowego wykazano obniżone pobieranie tlenu w określonych warunkach (Buraczewski 1959).

W naszych badaniach nie uzyskano dowodów wpływu żelazicyjanku na większość analizowanych cech dojrziałych nasion ręcznika, oprócz obserwowanego przez nas wzrostu nienasyconego charakteru oleju. W związku

z tym należy zwrócić uwagę na wcześniejsze doniesienia o katalitycznym działaniu żelazicyjanku na utlenianie nienasyconych kwasów tłuszczowych surowicy krwi (Wright i Arthur 1931, Chow i Kamberling 1934). Efekt obserwowany w oleju rącznikowym występował jednak tylko w niektórych kombinacjach traktowania i dlatego wymaga on dokładniejszego zbadania.

W dotychczasowych próbach stymulacji różnych roślin żelazicyjankiem obserwowano dodatni wpływ na plonowanie, chociaż i te obserwacje były także różnorodne (Reifer 1953, Reifer i in. 1955, 1956 oraz dane nie publikowane). W ostatnio prowadzonych na szeroką skalę kilkoletnich doświadczeniach polowych nad stymulacją buraka cukrowego (Buračewski 1959) nie stwierdzono wpływu żelazicyjanku na plon. Prowadzone przez nas orientacyjne obserwacje nie wskazują także, ażeby plon nasion rącznika mógł ulegać zmianom pod wpływem stosowania żelazicyjanku.

Prowadząc uprawę rącznika w ciągu trzech lat, zwrócono natomiast uwagę na znaczne wahania plonów w różnych latach oraz na zależność tych wahań od terminu siewu i związanych z tym warunków temperatury w okresie rozwoju roślin. Obserwacje te są całkowicie zgodne z wynikami szczegółowych badań Derynga (1939) oraz Dembińskiego i współautorów (1956).

Interesujące jest dokonane przez nas spostrzeżenie o korelacji zawartości tłuszczu i aktywności lipazy w dojrzałych nasionach rącznika. Już wcześniej Szmalowa (1952) podejmowała próby ustalenia zależności między stopniem dojrzałości nasion a rozmieszczeniem w nich lipazy. W badaniach nad zmianami aktywności lipazy w przebiegu dojrzewania nasion obserwowano znaczny jej wzrost z równoczesnym wzrostem zawartości tłuszczu od momentu osiągnięcia maksymalnej masy przez nasiona (Cabalbrese 1953). W świetle naszego spostrzeżenia można przypuszczać, że stopień aktywności lipazy jest jednym z czynników bezpośrednio warunkujących szybkość gromadzenia się tłuszczu i jego zawartość w dojrzałych nasionach.

STRESZCZENIE

1. Przeprowadzono próbę zastosowania żelazicyjanku jako stymulatora w ciągu trzech lat uprawy rącznika (*Ricinus communis* L., odmiana puławska).

2. Obserwowano ujemny wpływ przedsewnego traktowania nasion na energię kiełkowania i wschodzenie roślin w polu; wpływ ten jest widoczny tylko w początkowym okresie i następnie zanika.

3. Stwierdzono wzrost nienasyconego charakteru oleju pochodzącego z roślin traktowanych w glebie.

4. Nie stwierdzono wpływu traktowania żelazicyjankiem na następujące cechy dojrzałych nasion: ciężar absolutny, zawartość tłuszczu, aktywność lipazy, zawartość związków azotowych oraz na liczbę zmydlenia i kwasową oleju.

5. Niezależnie od traktowania obserwowano wysoką korelację między zawartością tłuszczu a zawartością białka w nasionach.

6. Nie obserwowano wpływu żelazicyjanku na wielkość zbiorów nasion, natomiast obserwowano ich zależność od terminu siewu i warunków temperatury w okresie rozwoju.

7. Wykazano korelację między zawartością tłuszczu a aktywnością lipazy w dojrzałych nasionach.

Katedra Biochemii

Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego

w Warszawie

(Wpłynęło dn. 26.4.1959 r.)

SUMMARY

1. During the period of 3 years ferricyanide was used as a prospective stimulator in the cultivation of castor bean (*Ricinus communis* L., variety Puławska).

2. Ferricyanide when employed to the seeds prior to sowing has a negative effect upon the energy of germination and upon the emergence of early shoots in the field. This last effect is noticeable only in the early stages of growth, later on these differences disappear.

3. An increase in unsaturated fats has been observed in seeds from plants grown on soils treated with ferricyanide.

4. No effect of ferricyanide upon the following characteristics of the ripe castor bean could be observed: absolute weight, fat content, lipase activity, total nitrogen, saponification and acid indices.

5. Independent of the ferricyanide treatment a significant relation between fat content and protein in the seeds has been observed.

6. Ferricyanide has no effect upon the yield of the castor bean; there is however a close relation between yield on one hand and time of sowing and temperature during growth on the other.

7. Fat content and lipase activity in the ripe bean are interdependent.

The Chair of Biochemistry

College of Agriculture

Warsaw, (Poland)

LITERATURA

- Buraczewski S., 1959, Niektóre przemiany biochemiczne w buraku, cukrowym oraz wpływ żelazicyjanku jako bodźca chemicznego, Praca doktorska wykonana w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa.
- Calabrese A. M., 1954, Sull' attività della lipasi del *Ricinus communis* in particolari condizioni sperimentali, Nota II. Variazioni di attività durante il ciclo di maturazione del seme, Ricerca Sci. 24: 1016—1020. RZChimBch 17994 (1956).
- Chow F., Kamberling S. E., 1934, The catalytic effect of ferricyanide in the oxygen absorption of oleic acid, Journ. Biol. Chem. 104: 69—79.
- Czapek F., 1913, Biochemie der Pflanzen. B. I, Jena.
- Demiński F., Jabłoński M., Hoffmanowa A., Kielczewski B., 1956, Wpływ pory siewu i rozstawy na plon nasion i tłuszczu rącznika, Roczniki Nauk Roln. 72-A: 465—501.
- Deryng J., 1939, O uprawie rącznika (*Ricinus communis* L.), Acta Pol. Pharm. 3: 246—308.
- Farber L., Wynne A. M., 1935, Studies on proteinase. II. The effects of various compounds on the activity of the enzyme, Biochem. J. 29: 2323—2330.
- Fujita A., Iwatake D., 1931, Bestimmung des echten Blutzuckers ohne Hefe, Biochem. Z. 242: 43—60.
- Jabłonowski W., 1953, Próby doświadczalne nad auksynowaniem nasion i dekapitacją rącznika (*Ricinus communis* L.) w Ogrodzie Roślin Leczniczych w Łodzi w r. 1952, Acta Pol. Pharm. 10: 175—178.
- Kostecka-Mądalska O., 1954, Próby skrócenia okresu wegetacji u *Ricinus communis* L., Acta Soc. Bot. Pol. 23: 335—357.
- Margosches B. M., Neufeld E., 1926, Über eine Halbmikro-Ausführungsform der Jodzahlschnellmethode, Chem. Ztg 50: 210—211.
- Maschmann E., Helmert E., 1935, Über intracelluläre Proteinasen. XIV. Aktivierung und Hemmung des Papains durch Ferricyankalcium, Biochem. Z. 279: 213—224.
- Meara M. L., 1955, Fats and Other Lipids. W dziele: Moderne Methoden der Pflanzenanalyse (Herausg. K. Paech, M. V. Tracey). II B, Berlin-Göttingen-Heidelberg.
- Reifer I., 1953, Zakład Biochemii SGGW w Warszawie, Kosmos 2, seria biologiczna 92—93.
- Reifer I., Rumińska A., Kączkowski J., 1955, Wstępne badania nad wpływem żelazicyjanku potasu na plon i zawartość alkaloidów w *Datura stramonium* L., Acta Biochim. Pol. 2: 315—320.
- Reifer I., Rumińska A., Kączkowski J., 1956, Wpływ żelazicyjanku potasu na *Datura stramonium* L. Plon liści, zawartość alkaloidów i niektórych innych składników. Acta Biochim. Pol. 3: 209—224.
- Reifer I., Tarnowska K., 1950, Mikro-jodometryczne oznaczenie azotu w materiale roślinnym, Acta Soc. Bot. Pol. 20: 739—744.
- Rummen G., 1954, Modellstudien über das physiologische Redoxpotentiale der Pflanze und den Chemismus seiner Steuerung. Wiss. Z. Friedrich-Schiller-Univ., Math.-naturwiss. Reihe 4: 611—632. RZChimBch 20161 (1956).
- Sugai K., 1944, Protease. VI. Effect of the addition of various salts on tryptic activity, J. Biochem. (Japan) 36: 91—100. Chem. Abstr. 3438 (1951).

- Szarkowski J. W., 1956, Studies on the respiration of wheat seedlings. Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences, classe deuxième, 4: 371—374.
- Szmalowa Z., 1952, Rozmieszczenie lipazy w nasionach rącznika (*Ricinus communis* L.), Farmacja Polska 8: 294—300.
- Thompson R. C., Rosar W. F., 1938, Germination of lettuce seed stimulated by chemical treatment, Science 87: 218—219.
- Willstätter R., Waldschmidt-Leitz E., 1924, Über Ricinuslipase, Ztschr. f. phys. Ch. 134, 161—223.
- Wright G. P., Arthur B., 1931, On the oxidation by potassium ferricyanide on certain constituents of the serum in anemia, Journ. Biol. Chem. 90: 757—769.