

STANISŁAW GRZESIUK  
*Akademia Rolniczo-Techniczna, Olsztyn*

## UBOCZNY WPŁYW PESTYCYDÓW NA WARTOŚĆ BIOLOGICZNĄ NASION

### *Wstęp*

Współczesna chemia daje rolnictwu dużą możliwość intensyfikacji i znacznego potaniaenia produkcji. W rolnictwie środki chemiczne stosowane są głównie jako nawozy sztuczne oraz jako różnorodne pestycydy. Wprowadzenie wysokich dawek nawożenia wywołało już znaczne zmiany w fizjologii roślin. Zastosowanie różnorodnych pestycydów, a więc substancji na ogół obcych i często toksycznych dla roślin, musiało wywołać w nich (a pośrednio i u zwierząt) jeszcze większe zmiany negatywne (27). Towarzyszące wspomnianym objawom zaburzenia biologiczne w naturalnych biocenozach (17) i naturalnym środowisku człowieka oraz choroby zwierząt i ludzi zmieniły stosunek licznych badaczy do tych środków. Jednocześnie na całym świecie rozgorzały dyskusje i spory na temat celowości masowego stosowania pestycydów w rolnictwie i innych dziedzinach gospodarki. Jakkolwiek spory te trwają jeszcze nadal, to już wyłoniły się z nich następujące wnioski: 1) pestycydy dają takie zwyczajki plonów (zapobiegając stratom), że świat nie może z nich zrezygnować, 2) pestycydy i ich stosowanie muszą być i będą tak doskonałe, aby nie pogarszały jakości produkcji, nie szkodziły zdrowiu zwierząt i ludzi i aby nie zmieniały radykalnie naturalnych środowisk i życia człowieka, 3) udoskonalone pestycydy nie powinny być toksyczne dla ludzi i zwierząt wyższych, powinny natomiast być selektywne i dość szybko rozkładające się, 4) w celu zapobiegania uodpornianiu się patogenów i szkodników na działanie pestycydów należy stosować przemiennie różne typy tych środków, 5) niestosowanie pestycydów, a więc dopuszczenie do rozwoju chorób i szkodników oraz zachwaszczenia powodują nie tylko ilościowe straty w plonach, lecz również niebezpieczne dla zdrowia ludzi i zwierząt, pogarszanie się ich jakości poprzez nagromadzenie w produktach różnych toksyn, fitoaleksyn i fitoncydów, 6) każdy nowy pestycyd przed jego zastosowaniem musi być wszechstronnie zbadany we wszystkich środowiskach, w celu określenia jego wpływu na różne organizmy roślin i zwierząt zarówno szkodliwych, jak i pożytecznych.

Liczba pestycydów różnych typów znanych w rolnictwie wynosi ponad tysiąc, praktycznie jednak stosuje się ich kilkaset. Przeciętnie w ciągu jednego roku w okresie dziesięciolecia (1960—70) wprowadzono do użytku średnio kilkadziesiąt nowych pestycydów, coraz bardziej skutecznych selektywnych i bezpieczniejszych dla człowieka a zastępujących część starych preparatów. Aktualnie stosowane są w rolnictwie następujące typy pestycydów: 1) insektycydy i akarycydy — do zwalczania szkodników, 2) fungi — i bakterycydy do zwalczania chorób, 3) herbicydy do niszczenia chwastów, 4) defolianty — do wywoływania wcześniejszego opadania liści, 5) desykanty — do przyspieszenia dojrzewania i wysychania „na pniu“, 6) atraktanty i repelenty — do wabienia i odstraszania zwierząt, 7) stymulatory wzrostu — do pobudzania kiełkowania, wzrostu i rozwoju, 8) retardanty i inhibitory wzrostu — do hamowania wzrostu oraz wywoływania i pogłębiania spoczynku różnych organów, 9) inne pestycydy jak chemiczne sterylizatory, preparaty bakteryjne i antybiotyki — służące do zwalczania owadów i chorób roślinnych.

Na ogół wszystkie niemal pestycydy łatwo przenikają do chronionych roślin i wywołują w nich mniejsze lub większe zmiany fizjologiczne a czasem i morfologiczno-anatomiczne. W wypadku stosowania pestycydów systemicznych (układowych) zmiany te mają charakter głębszy i często następczy (35).

Uboczne działanie stosowanych pestycydów może być dodatnie i ujemne (45). Dodatni wpływ przejawia się poza chemoterapią w stymulacji przemiany materii (44) i zwiększeniu plonów, a także w tzw. immunizacji, tj. w następczym uodpornianiu (roślin). Chemiczne uodpornienie polega na zabezpieczeniu roślin przed czynnikami chorobotwórczymi nie tylko w roku stosowania pestycydu, lecz także w latach następnych.

Ujemny, uboczny wpływ pestycydów może, poza zmianami biocenotycznymi (17, 11), prowadzić do immunizacji patogenów i narastania szkodliwej mikroflory i entomofauny; do hamowania wzrostu, rozwoju i plonowania roślin do zaburzeń o charakterze następczym w metabolizmie roślin, do systematycznego pogłębiania spadku żywotności nasion (11, 13, 23, 24, 45, 51).

### *Typy pestycydów oraz ich wpływ na rośliny i nasiona*

Stosowane pestycydy mogą wywierać na rośliny wpływ zamierzony przez człowieka lub też mogą działać w sposób niezamierzony, uboczny.

1. Insektycydy (i akarycydy), a także zoocydy, limacydy, nematocydy. Preparaty te stanowią największą grupę pod względem liczby i skali stosowanych pestycydów. Spośród licznych grup tych preparatów (chloro-

organiczne, fosforoorganiczne, karbaminiany, nitropochodne fenoli, oleje mineralne, insektycydy roślinne, fumiganty) największe perspektywy stosowania mają insektycydy fosforoorganiczne i karbaminowe. Są to związki mało perysteniczne, a ostateczne produkty ich rozpadu nie są na ogół toksyczne dla ludzi i zwierząt (35, 40), niektóre przejściowe produkty rozpadu mogą być jednak bardzo szkodliwe.

Większość insektycydów łatwo przenika do roślin, co jednak w dużym stopniu zależy od jakości i stężenia tych preparatów. Do nasion najłatwiej przenikają fumiganty (np. stosowane w spichrzach), które najbardziej pogarszają biologiczną ich wartość (46). W roślinach insektycydy dość łatwo rozprzestrzeniają się wiązkami przewodzącymi i w istotny sposób mogą zmieniać przebieg procesów fizjologiczno-biochemicznych (37). Chloroorganiczne insektycydy mogą wywoływać rozkład chlorofilu i zmniejszenie intensywności fotosyntezy, natomiast fosforoorganiczne zmniejszają aktywność enzymów utleniających. Obydwie grupy preparatów wzmagają w roślinach natężenie procesów hydrolitycznych (szczególnie w przemianach cukrowców i białek) oraz procesów oddechowych.

Małe dawki stosowanych insektycydów wywołują w roślinach na ogół pozytywne reakcje obronne i wzmożenie przemiany materii, efektem którego może być lepsze wykształcenie bulw, korzeni, owoców i nasion oraz pełniejsze ich zaopatrzenie w związki pokarmowe (3). Temu dodatniemu wpływowi na biologiczne właściwości nasion towarzyszyć może pogorszenie ich cech konsumpcyjnych i paszowych np. poprzez nagromadzenie toksycznych ilości pestycydów (24, 28, 30, 34, 59).

Podwyższone dawki insektycydów szczególnie stosowane w późniejszym okresie ontogenezy (zakwitania) roślin, prowadzą jednak do dużych ujemnych zmian w przemianie materii, rezultatem których jest hamowanie wzrostu, rozwoju i plonowania roślin (7). Jakość materiału siewnego z takich roślin jest gorsza od nasion z roślin nie poddanych działaniu insektycydów (6). Szczególnie fitotoksyczne dla nasion i kiełków są insektycydy fosforoorganiczne, co może być związane z łatwością przenikania ich do roślin w większych ilościach niż insektycydów chloroorganicznych (50, 60).

Stymulujące lub inhibujące działanie uboczne insektycydów na rośliny zależy od warunków siedliskowych (60), zwłaszcza wilgotnościowych i edaficznych. Zarówno susza, jak i jałowość gleby zwiększają toksyczność omawianych preparatów (7, 21). Różne gatunki roślin wykazują przy tym niejednakową reakcję na insektycydy; reakcja ta zmienia się przy tym w zależności od etapu rozwoju roślin. Do bardzo odpornych na insektycydy należy fasola, kapusta, ziemniak, do średnio odpornych zalicza się zboża, a do mało odpornych ogórek, truskawkę, morelę i in. Największy efekt ubocznego działania insektycydów na rośliny występuje przy sto-

sowaniu ich w okresach intensywnego wzrostu roślin. Dodatkowym źródłem fitotoksyczności lub fitostymulacji mogą być technologiczne domieszki w preparatach (60). Poza tym efektywność insektycydów (pozytywną i negatywną) można zwiększyć przez łączne stosowanie ich ze stymulatorami wzrostu i dużymi dawkami nawozów (3).

2. Fungicydy (i bakterycydy). Stanowią one dość dużą grupę pestycydów zapobiegających chorobom roślin bądź zwalczających je podczas wegetacji. Zdecydowana większość fungicydów (i bakterycydów) działając systemicznie na mikroorganizmy chorobotwórcze oraz wirusy (5) wywołuje również zmiany w roślinach wyższych, co z kolei wywiera wpływ na jakość nasion. Największy, przeważnie ujemny wpływ tych preparatów na nasiona przejawia się wtedy, gdy stosowane są one jako fumignaty (46).

Jak już wyżej wspomniano, fungicydy stosuje się zapobiegawczo i leczniczo. W pierwszym wypadku wymienić należy głównie zaprawy nasienne zbóż, motylkowatych, lnu, buraków itp., w drugim zaś dużą grupę fungicydów pochodzenia naturalnego i syntetycznego służących do ochrony roślin podczas wegetacji.

Zaprawy nasienne są stosowane powszechnie dzięki dużej efektywności, a małym ich kosztom (14). Do najczęściej stosowanych zapraw należą związki rtęci, a także związki arsenowe, cynowe, miedziowe i in. (35). Wielka toksyczność tych preparatów oraz zdarzające się zatrucia zwierząt i ludzi ograniczyły w ostatnich latach ich stosowanie (szczególnie na rośliny jare) na rzecz fungicydów i bakterycydów mniej perystenicznych z grupy antybiotyków, a także z grupy połączeń fosforoorganicznych i in. (13, 19). Częste natomiast stosowanie zapraw antybiotycznych również budzi pewne zastrzeżenia, ponieważ może następować uodpornianie się mikroorganizmów wywołujących choroby u ludzi i zwierząt. Według Zarubiny i in. (60) organiczne zaprawy rtęciowe podobne do pestycydów, o strukturze pierścieniowej działają na nasiona tak jak czynią to roślinne stymulatory: w podwyższonych dawkach wywołują u siewek charakterystyczne zmiany morfologiczne i anatomiczne. Wymienieni wyżej autorzy (60) wykazali ponadto, że zarówno insektycydy jak i fungicydy stosowane do zaprawiania nasion grochu i pszenicy wpływały dodatnio na metabolizm związków fosforowych w wyrosłych z nich roślinach. Generalnie należy przypuszczać, że zaprawy nasienne u roślin ozimych nie pogarszają otrzymanego z nich materiału nasiennego, zaś u roślin jarych ten wpływ (na produkcję nasienną) może wystąpić jedynie przy stosowaniu dużych dawek układowych zapraw perystenicznych.

Fungicydy (i bakterycydy) stosowane w terapii roślin stanowią dużą grupę środków ochrony roślin. Preparaty te winna cechować wysoka selektywność, w przeciwnym wypadku zmieniają one nie tylko metabolizm

patogena, lecz również i rośliny gospodarza, wpływając dość często ujemnie na jakość nasion.

Największy wpływ na rośliny wyższe wywierają fungicydy i bakterycydy systemiczne, do których należą (z naturalnych): fitoncydy, fitoaleksyny, antybiotyki oraz (i ze sztucznych) mineralne: sole cynku, sole niklu (dwuwartościowego), magnanu, miedzi, boraks: organiczne: sulfamidy, związki karbaminowe, pochodne kwasów organicznych (np. fenoksyoctowego), organiczne związki siarki, siarki i azotu oraz związki fosforoorganiczne.

Uboczny wpływ fungicydów i bakterycydów na rośliny uprawne jest zwykle maskowany generalnie pozytywnym ich działaniem na jakość roślin i nasion pozbawionych patogenów (18, 39). To działanie jest tak duże, że spotykane sporadycznie niewielkie stosunkowo pogorszenie jakości nasion pod wpływem pewnych preparatów nie jest brane pod uwagę. Do preparatów wyraźnie pogarszających biologiczną wartość nasion należą sulfamidy (antyvitaminowe), które gromadząc się na przykład w ziarnie zbóż, są niepożądane nawet z sanitarnego punktu widzenia (13). Większość fungicydów wywołuje inaktywację pewnych enzymów w patogenach. Preparaty te (np. zawierające metale ciężkie) mogą również hamować działalność enzymatyczną roślin wyższych oraz pogarszać ich bilans energetyczny (18), co ewentualnie przy znacznej ich trwałości prowadzić może do pogorszenia kiełkowania nasion. Fungicydalne właściwości posiadają także niektóre preparaty chemiczne, jak na przykład siarczan sodu, służące do dosuszania nasion roślin motylkowatych i warzywnych (15).

Pewne obawy budzi również rozpowszechnianie się w Japonii i USA stosowanie w ochronie roślin antybiotyków (13). Systematyczne stosowanie bardziej trwałych preparatów tej grupy może, jak już wspomniano, doprowadzić do wzrostu odporności patogenów roślinnych i zniesienia skuteczności antybiotyków w zwalczaniu chorób u ludzi i zwierząt. Wydaje się, że należy zbadać uboczny wpływ tych nowo stosowanych fungicydów na wartość biologiczną nasion; mogą bowiem one wywoływać w nasionach i siewkach zaburzenia typu awitaminowego.

3. Herbicydy. W praktyce stosowane są herbicydy należące do bardzo różnych grup związków chemicznych, jak kwasy karboksylowe, amidy, moczniki, amidyny, karbaminiany, tiokarbaminiany i inne (12). Do najbardziej aktywnych fizjologicznie należą herbicydy układowe, jak mocznikowe, karbaminianowe, triazynowe i pochodne 2,4-D. Poza niszczeniem chwastów wywierają one niepożądany wpływ uboczny na rośliny uprawne, zmieniając ich właściwości fizjologiczne i biochemiczne (1, 23, 24, 30, 31, 37). Uboczne działanie herbicydów zależy od natury chemicznej i dawki substancji aktywnej (33), gatunku (61) i etapu rozwoju roślin (43 oraz od

czynników siedliskowych (24); może ono mieć (i zazwyczaj ma) cechy ujemne, ale w pewnych układach warunków może mieć cechy stymulujące (44).

Herbicydy systemiczne przemieszczają się z organów wegetatywnych do owoców i częściowo akumulując się tam (9, 24, 28, 34, 41) zmieniają także fizjologiczne właściwości nasion. Przejawiać się to może w obniżeniu wartości siewnej i konsumpcyjnej nasion (23, 24, 33, 34). Podkreślenia wymaga stwierdzenie, że systematyczne stosowanie na polach herbicydów powoduje stałe pogłębianie się depresji biologicznej nasion i spadek plonów. W Instytucie Biologii Roślin Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie uzyskano z tego zakresu ciekawe dane.

Badania prowadzono w latach 1967—1972, a ich celem było wyjaśnienie, jakie zmiany fizjologiczne i biochemiczne wywołane przez herbicydy w roślinach, warunkują obserwowaną depresję biologicznej wartości ziarna czy nasion. Dla realizacji wyżej wymienionego celu prowadzono doświadczenia polowe, wazonowe i laboratoryjne. Rozwiązywały one niżej przytoczone zagadnienia.

1. Wpływ corocznego stosowania herbicydów układowych (Pielika z grupy 2,4—D, Afalonu — z grupy fenylo-mocznikowych, Nexovalu — z grupy karbaminianów, Simazyny — z grupy s-triazynowych) na plonowanie i żywotność ziarna jęczmienia browarnego.

Badania te wykazały, że stosowane herbicydy pomimo swojej selektywności obniżają plony ziarna zbóż (tab. 1) i zmniejszają jego żywotność. Systematyczne i coroczne stosowanie omawianych preparatów pogłębiało

Tabela 1

*Wpływ corocznego stosowania (opryskowo) herbicydów na plon ziarna jęczmienia jarego (PZHR)*

Kombinacja (1×, 2×.. — liczba lat traktowania herbicydami)	Plon ziarna z 1 rośliny w % od kontroli
Kontrola	100
Afalon 1 ×	64
Afalon 2 ×	75
Afalon 4 ×	64
Afalon 3 ×	57
Afalon 5 ×	75
Simazyna 1 ×	78
Simazyna 2 ×	75
Simazyna 3 ×	107
Simazyna 4 ×	82

zazwyczaj ten ujemny wpływ (tab. 2). Zjawisko to może wpływać na jakość materiału siewnego roślin uprawnych oraz może wywierać ujemny

Tabela 2

Wpływ corocznego stosowania (opryskowo) herbicydów na zdolność kiełkowania ziarna jęczmienia jarego

Herbicyd i liczba lat jego stosowań	Zdolność kiełkowania w % od kontroli
Kontrola	100
Afalon 1 ×	95
Afalon 2 ×	98
Afalon 3 ×	89
Afalon 4 ×	75
Afalon 5 ×	86
Simazyna 1 ×	89
Simazyna 2 ×	88
Simazyna 3 ×	82
Simazyna 4 ×	95

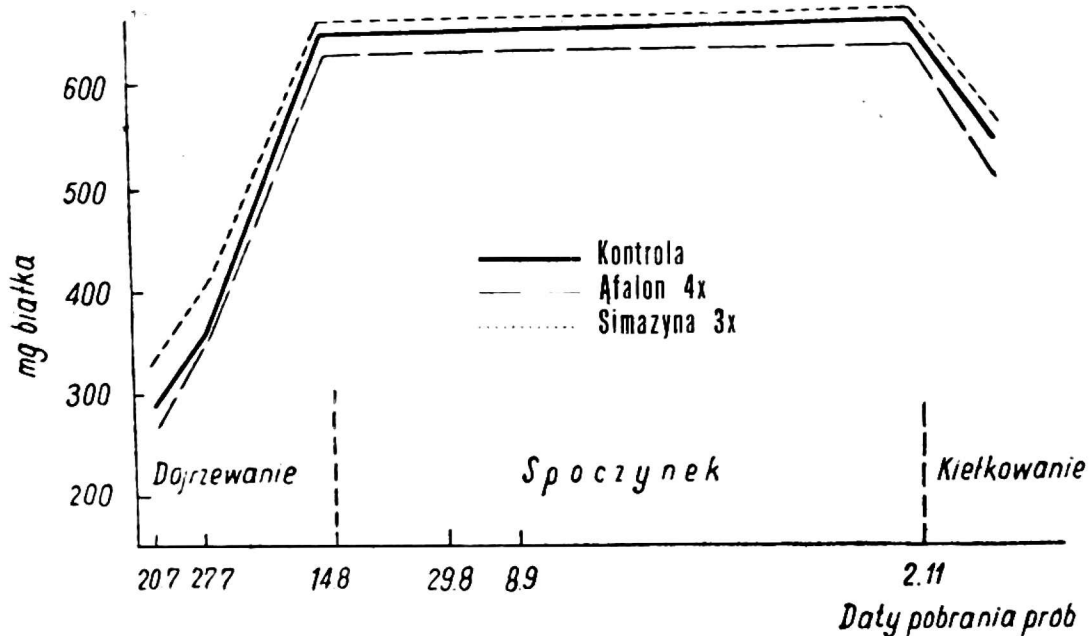
wpływ na ludzi i zwierzęta. Spośród badanych herbicydów najbardziej ujemnie działał herbicyd mocznikowy — Afalon (stosowany opryskowo); pozostałe zaś preparaty wywierały coraz to słabszy wpływ w kolejności: Simazyna, Nexoval, Pielik.

Badania przeprowadzone na podobny temat w ZSRR (42) z herbicydami kontaktowymi i niektórymi solami 2,4-D, dały wyniki odmienne: herbicydy poprawiały biologiczne wartości ziarna zbóż.

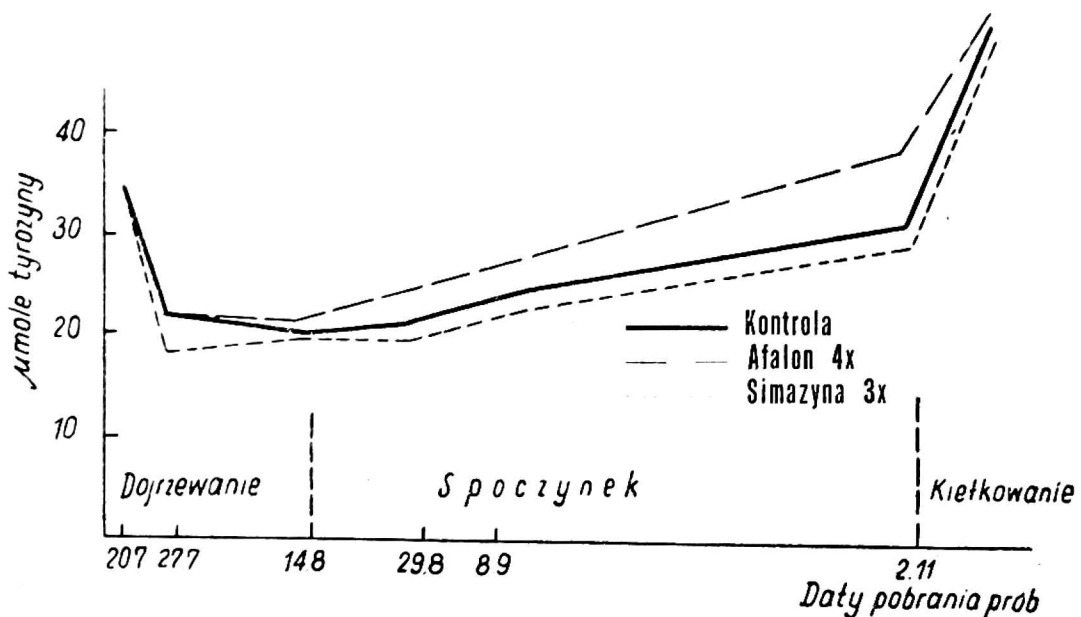
2. Wpływ corocznego stosowania dwóch tych samych herbicydów (Afalonu i Simazyny) w uprawie jęczmienia browarnego na fizjologiczne i bichemiczne zmiany w jego ziarnie. Zbadano: a) głębokość spoczynku ziarna i poziom jego regulatorów wzrostu; b) intensywność syntezy białek i kwasów nukleinowych; c) aktywność enzymów hydrolitycznych (amylaz i proteaz); d) oddychanie dojrzewającego i dojrzałego ziarna; e) aktywność niektórych organelli subkomórkowych z zarodków ziarna.

Pod wpływem obydwu herbicydów a szczególnie Afalonu zwiększała się w dojrzewającym ziarnie zawartość inhibitorów wchodzących w skład tzw. kompleksu  $\beta$  (23), natomiast zawartość giberelin się obniżała. Podobną prawidłowość dla łubinu i innych gatunków roślin dwuliściennych stwierdzili inni autorzy (31, 58). Niewątpliwie zmiana stosunku stymulatorów do inhibitorów była jedną z przyczyn wydłużonego pod wpływem Afalonu spoczynku późniejszego ziarna.

Herbicyd mocznikowy — Afalon obniżał w ziarnie także poziom RNA i DNA (w przeliczeniu na 100 ziarn), co mogło być związane, zdaniem Ładonina (29a) ze wzmaganą przez tego rodzaju preparat aktywnością nukleaz lub redukcją, według Morelanda i in. (38) oraz Gruenhagena i Morelanda (20) — ATP. Zawartość zaś białek w dojrzewającym i spoczynkowym ziarnie zwiększała się pod wpływem Simazyny a malała pod



Rys. 1. Wpływ herbicydów na zawartość białka w dojrzewającym ziarnie jęczmienia jarego



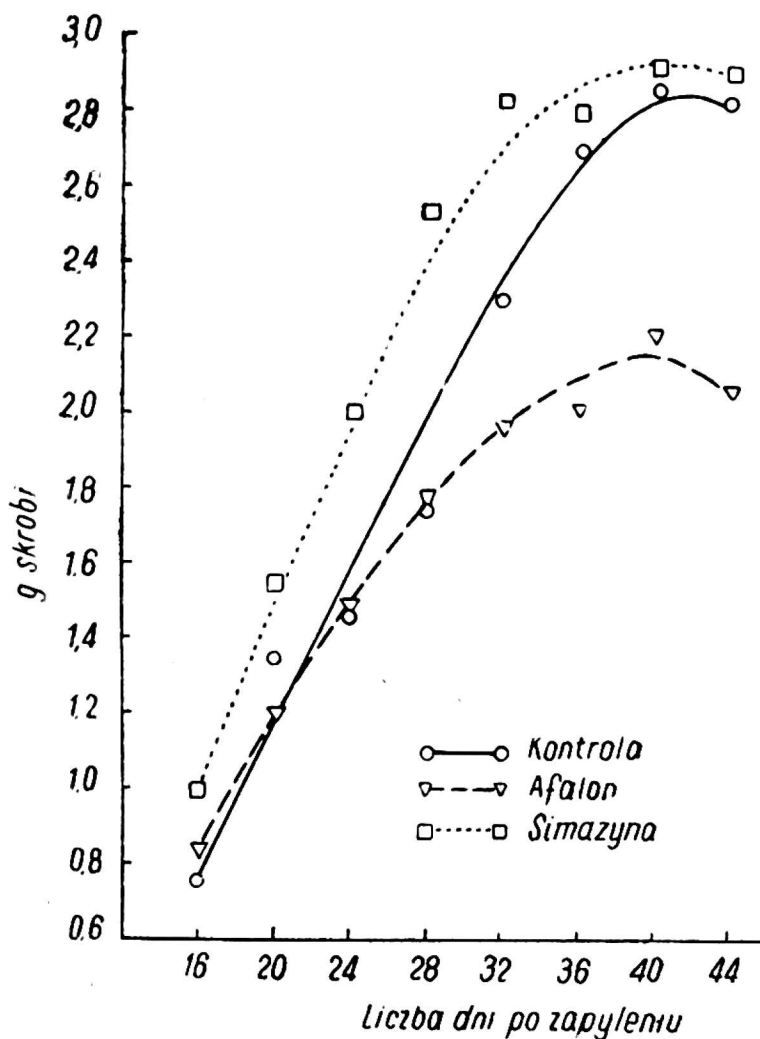
Rys. 2. Wpływ herbicydów na aktywność protez w dojrzewającym ziarnie jęczmienia jarego

wpływem Afalonu (rys. 1). Odwrotnie natomiast kształtowała się aktywność proteaz (rys. 2). Afalon tę aktywność wzmagał a Simazyna obniżała. Należy dodać, że stosowane herbicydy nie zmieniały w ziarnie jakości białek prostych określanej składem frakcji elektroforetycznych, modyfikowały natomiast ilościowe proporcje tych składników. Zdaniem Riesa i in. (49), głównym czynnikiem stymulacji biosyntezy białek w roślinach



(i w ziarnie) traktowanych Simazyną jest zwiększona aktywność reduktazy azotanowej, Stymulacja przez herbicydy triazynowe syntezy białek związana jest także ze wzrostem aktywności transamiazы (38). W zjawisku zwiększania zawartości białek pod wpływem triazyn pewną rolę odgrywa również obniżana przez te związki aktywność proteaz (1, 32).

Zawartość skrobi w ziarnie jęczmienia zmniejszała się pod wpływem Afalonu i zwiększała pod wpływem Simazyny (rys. 3). Wpływ wymienio-



Rys. 1. Wpływ herbicydów na zawartość skrobi w dojrzewającym ziarnie jęczmienia jarego

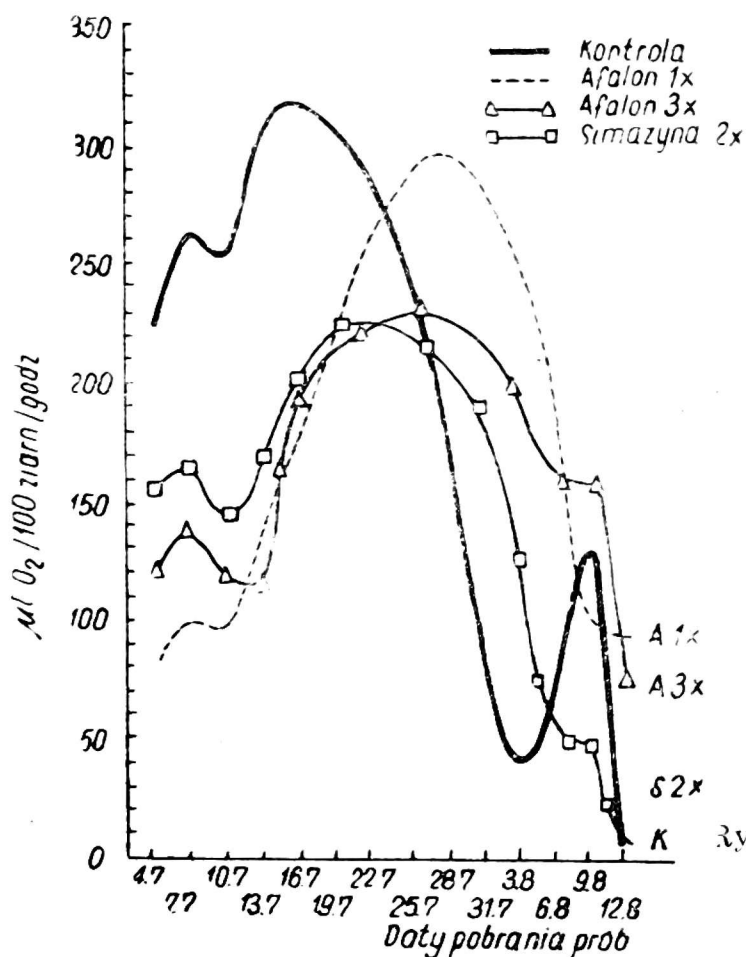
nych herbicydów na aktywność enzymów amylolitycznych był jednak niewielki, co potwierdzają badania Devlina i in. (1970). Simazyna wpływała na liczbę plastydów w ziarniakach.

3. Niektóre wskaźniki zmian energetycznych w dojrzewającym i kiełkującym ziarnie jęczmienia „Damazy“, poddanego działaniu herbicydów. Badania obejmowały: a) określenie żywotności ziarna; b) oddychanie poszczególnych części ziarna; c) fosforylację oksydacyjną w mitochondriach zarodka; d) określenie poziomu wolnych nukleotydów w zarodkach; e) oznaczenie w zarodkach aktywności niektórych enzymów związanych z gospodarką energetyczną (ATP-azy, oksydazy bursztynianowej).

Zmiany wywołane herbicydami w żywotności ziarna, w biosyntezie jego kwasów nukleinowych, białek, skrobi oraz w aktywności enzymów były niewątpliwie związane z przemianami energetycznymi. Wskaźnikami

tych przemian jest zwykle intensywność oddychania, właściwości fosforylacji oksydacyjnej i aktywność enzymów związanych z procesami wyzwiania i wiązania energii chemicznej.

Przeprowadzone w ramach omawianych badań pomiary wykazały (rys. 4), że herbicydy początkowo obniżały intensywność oddychania



Rys. 4. Natężenie oddychania dojrzewającego ziarna jęczmienia jarego z roślin traktowanych herbicydami

formującego się ziarna, po czym w drugiej połowie dojrzewania, wzmagają ją. Na ogół silniejsze działanie ujemne wykazywał Afalon. Wymienionej prawidłowości towarzyszyło częściowe rozkojarzenie fosforylacji oksydacyjnej (tab. 3) w mitochondriach zarodków i pewne obniżenie poziomu

Tabela 3

Wpływ Simazyny i Dicuronu na oksydacyjną fosforylację w mitochondriach zarodków jęczmienia jarego *Damazy* (P atomach/godz./1 mg N białkowego)

Okres analiz	Kombinacja	O	P	P/O
Dojrzałość woskowa	Kontrolna	40,05	71,84	1,79
	Simazyna	33,20	51,53	1,55
	Dicuran	32,58	54,08	1,66
Dojrzałość pełna	Kontrolna	36,41	69,89	1,92
	Simazyna	31,10	55,27	1,77
	Dicuran	29,05	53,28	1,83
Spoczynek posprzętny	Kontrolna	19,39	38,38	1,98
	Simazyna	20,23	36,87	1,82
	Dicuran	19,53	35,96	1,84

wolnych nukleotydów. Poza tym herbicydy fenylo-mocznikowe (Afalon, Dicuron) obniżały też w okresie dojrzałości aktywność oksydazy bursztynianowej i ATP-azy, co jednak po osiągnięciu pełnej dojrzałości wyrównywało się.

4. Defolianty i desykanty. Jest to grupa związków chemicznych wywołujących sztuczne opadanie liści oraz sztuczne wysuszenie roślin „na pniu”. Liczne z tych ostatnich związków w małych dawkach działają defoliacyjnie, w wysokich zaś — desykacyjnie (8). Wszystkie defolianty i desykanty dzielimy na: 1) nieograniczone (np. cyjanamid wapnia, sole kwasu chlorowego — chloran magnezu, chromiany i bichromiany amonu, wapnia, żelaza, cynku, miedzi; jodki, azydki, kwas siarkowy, arseniny i in.) oraz 2) organiczne (nieńsasycone związki szeregu tłuszczowego, siarczki, pochodne hydrazyny, organiczne nadtlutki chlorowcówkwasu i ich pochodne, tiokwasu i ich pochodne, pochodne kwasu karbaminowego, pochodne mocznika i tiomocznika, pochodne kwasu cyjanowego, związki fosforo-organiczne, arsenoorganiczne, fenole i kwasy aromatyczne, związki heterocykliczne).

Defolianty i desykanty stosuje się zwykle na plantacjach nasiennych w klimacie wilgotnym i chłodnym bądź w klimacie umiarkowanym w lata przekropne. Preparaty te wywołują w ciągu kilku dni zrzućenie liści, wyschnięcie roślin i przyspieszenie dojrzewania owoców i nasion, co znacznie ułatwia sprzęt. Działanie tej grupy pestycydów polega m. in. na wzmożeniu w liściach i łodygach procesów hydrolytycznych oraz nasileniu odpływu substancji zapasowych i częściowo konstytucjonalnych do owoców i nasion. W rezultacie nasiona z roślin poddanych desykacji i defoliacji są z reguły lepiej wypełnione, bardziej wyrównane i o większej zdrowotności oraz dużej zdolności kiełkowania (21, 22, 36, 54).

Zasadniczo defoliacja roślin spowodowana jest zmniejszeniem się w liściach zawartości stymulatorów wzrostu i zwiększeniem się etylenu lub niektórych inhibitorów wzrostu (52). Desykacja zaś roślin polega na przyspieszeniu starzenia się koloidów liści i łodyg. Dotychczas jednak nie wiadomo, czy zmiany w roślinach wywołane defoliacją i desykacją nie obniżają długości życia nasion w warunkach sztucznych (przechowalniczych) i naturalnych.

5. O wpływie atraktantów i repelentów na biologiczne właściwości nasion brak jest danych.

6. Stymulatory wzrostu. Do naturalnych związków tej grupy należą auksyny, gibereliny i cytokininy. Jest to grupa związków, które poprzez wpływ, między innymi na aktywność licznych enzymów, reguluje niektóre ogniwa metabolizmu roślin. W nasionach substancje te tworzą z naturalnymi inhibitorami układy typu „promotor — inhibitor”, które regulują rozwój, spoczynek i żywotność tych nasion (22). Jakkolwiek rola natural-

nych regulatorów wzrostu w formowaniu nasion i ich fizjologicznych właściwości jest bardzo duża, to jednak egzogeniczne stosowanie tych substancji nie przyjęło się na szeroką skalę w rolnictwie. Wpływ bowiem tych substancji na nasiona odgradzony jest metabolizmem całych roślin. Innymi słowami — egzogenne, lecz naturalne regulatory wzrostu stosowane na rośliny zielone w bardzo ograniczony sposób wpływają na biologiczną wartość ich nasion. Przejawia się to w niewielkim polepszeniu lub pogorszeniu jakości nasion, przy czym zjawisko może mieć minimalne cechy następcze.

Znacznie szersze zastosowanie znalazły omawiane regulatory wzrostu w regulacji spoczynku nasion (21) oraz innych organów roślinnych. Nie wiemy jednak, czy zabiegi takie pozostawiają wpływy następcze (47).

7. Inhibitory. Naturalne inhibitory wzrostu stanowią dużą grupę różnych pod względem chemicznym związków (48). W nasionach występują one niemal powszechnie i są jednym z głównych czynników kształtujących ich spoczynek. Zwykle gromadzą się tam dopiero pod koniec dojrzewania, lokalizując się głównie w okrywkach nasiennych i w bielmie. Inhibitory hamują syntezę stymulatorów, zatrzymują syntezę enzymów „de novo” oraz inaktywują enzymy już istniejące (22).

W praktycznym rolnictwie stosowane są jednak sztuczne retardanty wzrostu mające właściwości antygiberelin, antyauksyn i antycytokinin. Są to: CCC (chlorek chlorocholiny), AMO-1618 (z grupy trójmetyloamoniowych, fosfon D (pochodne fosfoniowe), W-995 (kwas dwumetyloaminobursztynowy) i in. Retardanty działając systemicznie wzmagają oporność roślin na wyleganie, odporność na choroby i nie sprzyjające warunki siedliskowe (55). Temu pozytywnemu działaniu retardantów towarzyszy często akumulacja ich w owocach i nasionach i objawy toksyczności (4, 59). Obserwacje wpływu CCC na zboża sugerują, że retardanty mogą działać następczo, a uboczne ich działanie może pogarszać biologiczną wartość ziarna.

### *Podsumowanie i wnioski*

Przedstawiona wyżej krótka charakterystyka najważniejszych grup pestycydów wskazuje, że większość tego typu preparatów może wywierać uboczny wpływ na rośliny uprawne, zmieniając w nich metabolizm, skład chemiczny oraz ich rozwój. Na wartość biologiczną nasion największy wpływ (nawet następczy) wywierają pestycydy działające systemicznie w roślinach wyższych. Do takich należą przede wszystkim herbicydy układowe, następnie fungicydy i insektycydy mające właściwości herbicydalne, antywitaminowe, antyenzymatyczne oraz niektóre retardanty

o właściwościach antystymulatorów. Jakość nasion oraz ich plon zależą także często od desykantów i defoliantów, których działanie przejawia się najlepiej w okresie dojrzewania roślin i jest zazwyczaj pozytywne.

Na wymienione grupy pestycydów należy zwrócić uwagę w badaniach prowadzonych pod kątem wyjaśnienia ich wpływu na wartość biologiczną nasion. Działalność niektórych z nich może przy tym mieć cechy działania kumulatywnego, toteż badania powinno się przeprowadzać przez dłuższy okres czasu. Tylko takie wyniki mogą być miarodajne.

Wpływ pestycydów na wartość biologiczną nasion dotyczy tych roślin, których głównym plonem są nasiona, a więc zbóż, niektórych motylkowatych oraz pewnych roślin oleistych.

W uprawie zbóż najbardziej nasila się stosowanie systemicznych herbicydów, toteż pożądane jest dalsze rozwinięcie prowadzonych już badań w AR-T w Olsztynie nad wpływem tych preparatów na żywotność i trwałość przechowywania (magazynową) ziarna oraz na jego jakość chemiczną i technologiczną.

Poza herbicydami należy także zbadać wpływ na zboża i trawy bardzo aktywnych insektycydów fosforoorganicznych oraz niektórych systemicznych fungicydów i antybiotyków.

W uprawie roślin motylkowatych na nasiona oraz na innych plantacjach nasiennych, należy przede wszystkim zbadać uboczny wpływ desykantów i defoliantów, a także wpływ fungicydów fosforoorganicznych i antybiotyków, niektórych herbicydów oraz wybranych insektycydów. Wydaje się, że w pierwszej kolejności powinniśmy zbadać działanie tych pestycydów, które aktualnie stosuje się lub będzie stosowało w najbliższej przyszłości do zwalczania typowych chorób, szkodników i chwastów.

W uprawie roślin oleistych należy zbadać uboczny wpływ wybranych insektycydów, herbicydów i wybranych fungicydów łącznie z antybiotykami do zapraw.

Badania te winny po kilku latach wykazać, jakie pestycydy i ich grupy pogarszają biologiczną wartość nasion, jaki jest mechanizm ich działania i jak należy temu zjawisku zapobiegać.

#### LITERATURA

1. Ashton F. M., Penner D. — 1966. Effect of several herbicides on the proteolytic activity in squash. Abstr. Meet. Weed Soc. Am., 48.
2. Audus L. J. — 1964. The physiology and biochemistry of herbicides. Acad. Press. N. Y.

3. Berim N. G. — 1971. Biologiczeskije osnovy primienija insekticidow. Izd. „Kołos”, Leningrad.
4. Blaim K. — 1969. CCC — toksykologia i zagadnienie występowania pozostałości w ziarnie. Post. Nauk Roln. (5), 109—115.
5. Błaszczyk W. — 1964. Przenoszenie się chorób wirusowych przez nasiona. Post. Nauk Roln. (2), 41—56.
6. Bogdarina A. A. — 1961. Fizjologiczeskije osnovy diejstwija insekticidow na rastienije: Izd. siel-choz. lit., żurn. i platkow. Leningrad, Moskwa.
7. Borys M. — 1964. Wpływ fungicydów i insektycydów na procesy fizjologiczne traktowanych roślin. Post. Nauk Roln. (2), 57—82.
8. Bokarijew K. S. — 1965. Defolianty i desykanty rastienij. Izd. „Nauka”, Moskwa.
9. Czkanikow D. I., Makiejewa-Gurianowa L. T. — 1969. Powiedienije w rastienijach gierbucidow proizwodnych moczewiny. Siel. choz. za rubieżom rast., (6), 13—16.
10. Devlin R. M., Cunningham R. P. — 1970. The inhibition of gibberellic acid induction of  $\alpha$ -amylase activity barley endosperm by certain herbicides. Weed Research, 10 (4), 316—320.
11. Drozda W. — 1970. Efekty uboczne oddziaływania pestycydów na środowisko. Post. Nauk Roln. (1—2), 131—136.
12. Eckstein Z. — 1964. Sukcesy, niepowodzenia i perspektywy rozwoju pestycydów dla ochrony roślin. Post. Nauk Roln. (4), 57—94.
13. Eckstein Z. — 1970. Sistemnyje fungicydy w: „Nowyje pestycydy” (Red. Mielnikow N. N.) Izd. „Mir”, Moskwa.
14. Evans E. — 1968. Plant diseases and their chemical control. Blackwell Sci. Publ. Oxford, Edinburgh.
15. Filimonow M. A., Ragulin M. S., Kaszmanowa O. I. — 1972. Wlijanije chemiczeskoj suszki sulfatom natrija na siemiena bobowych kultur W: „Wlijanije Mikroorganizmow i protrawitielej na siemiona.” Izd. „Kołos”, Moskwa.
16. Fryer J. D., Evans S. A. — 1970. Weed control handbook t. I i t. II (6-ed.) Blackwell Sci. Publ., Oxford, Edinburgh.
17. Gołębiowska J., Strzelczyk E. — 1964. Chemiczne środki ochrony roślin a biocenoza gleby. Post. Nauk Roln. (5), 63—73.
18. Gołyszyn N. M. — 1970. Fungicydy w sielskom chozajstwie. Izd. „Kołos”, Moskwa.
19. Grossman L. G. — 1971. Promienienije pesticidow w Szwecji i miery po sniżeniju ich wrednosti. Siel. Choz. za rub. „rast.”, (5), 61—62.
20. Gruenhagen R. S., Moreland D. E. — 1971. Effects of herbicides on ATP levels in excised soybean hypocotyls. Weed Sci., 19 (4), 319.
21. Grzesiuk St. — 1967, Fizjologia nasion. PWRiL, Warszawa.
22. Grzesiuk St. — 1971. Fizjologiczne i biochemiczne przemiany w dojrzewających nasionach. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 113, 29—67.
23. Grzesiuk St., Sójka E. — 1970. Effect of systemic herbicides on physiological value of „Browarny PZHR” barley grain. Zesz. Nauk. UMK w Toruniu, Nauki Mat. Przyr., (23) Biologia 13, 197—202.
24. Grzesiuk St., Sójka E., Rotkiewicz D. — 1971. Fizjologiczne właściwości ziarna jęczmienia jarego „Browarny PZHR” otrzymanego z roślin traktowanych herbicydami. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 113, 141—161.

25. Hahn E. — 1970. Chemische Pflanzenschutzmittel. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
26. Kearney P. C., Kaufman D. D. — 1969. Degradation of herbicides. M. Dekker, inc., N. Y.
27. Kogan J. S. — 1972. Aktualnyje woprosy toksikologiczeskogo izuczenija pesticidow. W: Itogi nauki, zaszcita rastienij, 1, 285—330 Moskwa.
28. Kostowska B., Sadowski J., Witek St., Rola J. — 1971, Badania nad pozostałościami herbicydów mocznikowych w roślinach zbożowych. Pam. Puł. 46, 121—138.
29. Król M., Ruszkowski M. — 1968. Wpływ soli kwasu 2,4-D na rozwój zmiany w pokroju roślin i strukturę plonu odmian zbóż. Hod. Rośl., Aklim. i Nasien., 12:37—46, 221—235.
- 29a Ładonin W. F. — 1966. Wlijanie gierbucidow na metabolizm nukleinowych kislot. Siel. choz. za rub., rast. 9. s. 19—20.
30. Masztakow S., Diejewa W., Wołyniec A. — 1971. Działanie herbicydów na rośliny uprawne. PWRiL Warszawa:
31. Masztakow S. M., Diejewa W. P., Wołyniec A. P. Prochorczik R. A., Szczerbakow W. A., Kudriawcew G. P. — 1971. Fizjologiczeskoje diejstwije niektórych gerbucidow na rastienija. Izd. „Nauka i Technika“, Mińsk.
32. Michalczyk J. — 1972. Wpływ 2,4-D i Atrazinu na zmiany aminokwasów i białek w ziarnie jęczmienia jarego. Biul. IHAR (1—2), 3—6.
33. Miereżiński J. G., Łapina T. W., Iwaniszczew W. N. — 1972. Wlijanie gerbucidow na fizjologo-biochimizczeskiye processy w prorastajuszczich siemienach podsołnecznika. W: Wlijanije mikroorganizmow i protrawitielej na siemena. Izd. „Kolos”, Moskwa.
34. Miereżiński J. G., Łudina N. A., Galiuk L. T. — 1972. Postuplenie i akumulacja trichloracetata natrija w siemienach lupina, lna-dołgunca i jaczmienja. W: Wlijanije mikroorganizmow i prostrawitielej na siemena, Izd. „Kolos”, Moskwa.
35. Mielnikow N. N. — 1970. Nowyje pesticidy. Izd. „Mir”, Moskwa.
36. Miške I. W. — 1969. Primienienije w usłowijach Latwii desikantow na posiewach lupina dla uskorenija ich sozrewanija i dla połączienija północennych siemian. W: Chimiczeskaja regulacija rosta i razwitaja rastienij. Izd. „Zinatne”, Riga.
37. Moreland D. E. — 1967. Mechanisms of action herbicides. Ann Rev. Plant Physiol., 18, 365—386.
38. Moreland D. E., Malhotra S. S., Gruenhagen R. D., Shokraci E. M. — 1969. Effects of herbicides on RNA and protein synthesis. Weed Sci. 17 (4), 556—563.
39. Naumowa N. A. — 1970. Analiza siemian na gribnuju i bakterialnuju infekciju. Izd. „Kolos”, Leningrad.
40. O'Brien R. D. — 1967. Insecticides action and metabolism. Acad. Press New York, London.
41. Ostrowski J., Rola J. — 1964. Toksykologiczno-pozostałościowe aspekty stosowania herbicydów, Post. Nauk Roln. (5), 51—62.
42. Pietunowa A. A., Kazarina E. M., Jakubcow S. I., Łukin W. W. — 1972. Izuczenije diejstwija gerbucidow na posiewnyje kaczestwa siemjan ziernowych kultur. W „Wlijanije mikroorganizmow i protrawitielej na siemena.” Izd. „Kolos”, Moskwa.

43. Pinthus M. J., Natovita Y. — 1967. Response of spring wheat to the application of 2,4-D at various growth stages. *Weed Research*, 7(2), 95—101.
44. Płoszyński M. — 1972. Stymulacyjny wpływ herbicydów na rośliny i ich metabolizm. *Post. Nauk Roln.* (1), 55—64.
45. Polakow J. — 1966. Problemy dotyczące działania ubocznego pestycydów oraz sposoby zwiększania skuteczności chemicznych środków ochrony roślin. W: „Naukowe podstawy ochrony plonów” PWRiL, Warszawa s. 121—138.
46. Połczaninowa G. A., Sosiedow N. I. — 1972. Wlijanije razlicznych fumigantow na posiewnyje swojstwa sieman pszenicy i jaczmienia W: „Wlijanije mikroorganizmow i protrawitielej na siemiena” Izd. „Kołos”, Moskwa.
47. Regulacija rosta rastienij chemiczeskimi sredstwami 1970. Izd. Mosk. Un-ta, Moskwa.
48. Rejowski A., Grzesiuk St. — 1967. Naturalne inhibitory wzrostu i ich rola w życiu roślin wyższych. *Post. Nauk Roln.* (1), 9—33.
49. Ries S. K., Chmiel H., Dillely D. R. — 1967. The increasing nitrate reductase activity and protein content of plant treated with Simazine. *Proc. Nat. Ac. Sci. USA*, 58 (21), 526—532.
50. Roth V. D. — 1962. *J. Econ. Ent.* 55 (1) wg Zarubiny i in.).
51. Ruszkowski M., Król M. — 1966. Reakcje odmian zbóż na dotychczas stosowane herbicydy. *Post. Nauk Roln.* (5), 3—13.
52. Saniewski M. — 1967. Defolianty. *Post. Nauk Roln.* (5), 59—64.
53. Schuphan W. — 1966. Jakość produktów pochodzenia roślinnego. PWRiL, Warszawa.
54. Stonow L. D., Zubkova N. F. — 1970. Izmienienije azotnogo obmiena pri defoliacji. W: „Regulacija rosta rastienij chemiczeskimi sredstwami. Moskwa, s. 136—147.
55. Turkowa N. S., Kalinina W. A. — 1970. O diejstwi na ratienija retardanta chlorcholinchlorida w raznych dozirowkach. W: „Regulacija rosta rastienij chimiz. sredstwami”, Moskwa, s. 55—66.
56. Wegler R., (Red.) — 1970, *Chemie der Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfungsmittel t. 1 i 2*, Springer-Verl., Berlin.
57. Wiesiołowski I. W., Jaworski A. G., Mańko J. P. — 1972. Wlijanije gerbucidow na posiewnyje kaczestwa i żizniennost' siemjan kulturalnych i sornych rastienij i ich poslediejstwie na polewuju wschożet' W: „Wlijanije mikroorganizmow i protrawitielej na siemiena” Izd. „Kołos”, Moskwa.
58. Wołyniec A. P., Masztakow S. M., Szeleg Z. I., Prochorczik R. A. — 1972. Wlijanie chemiczeskich regulatorow rosta na kaczestwo siemjan kulturalnych rastienij w processie ich formirowanija. W: „Wlijanije mikroorganizmow i protrawitielej na siemiena”, Izd. „Kołos”, Moskwa.
59. Zalewski W. — 1968. Toksyczność oraz przemiany metaboliczne chlorku chlorocholiny (CCC), *Post. Nauk Roln.* (3), 13—20.
60. Zarubina A. M., Ksendzowa E. N., Tarłakowski S. A. — 1972. Wlijanije insekticidow i fungicidow na fizjologo-biochimizeskije processy w prorastajuszczich siemienach i rastienijach. W: „Wlijanije mikroorganizmow i protrawitielej na siemiena”. Izd. „Kołos”, Moskwa.
61. Zubiec T. P., Fiedorow A. P. — 1972. Poslediejstwie gerbucidow na polewuju wschożest', biochimizeskije processy w prorostkach sielskochozajstwiennych kultur i na kaczestwo poluczajemych siemjan. W: „Wlijanije mikroorganizmow i protrawitielej na siemiena” Izd. „Kołos”, Moskwa.