

Badania nad działaniem i skutecznością krzemionki,
azotoksu i HCH na wołka zbożowego (*Calandra
granaria* L.)

Mode d'action et l'efficacité de la silice, d'azotox et de l'HCH
sur le Calandre de blé (*Calandra granaria* L.)

napisał

ADAM GOOS

I. Wstęp

Jednym z najważniejszych naszych szkodników spichrzowych jest wołek zbożowy (*Calandra granaria* L.). Jego znaczenie gospodarcze jako szkodnika magazynów i spichrzy jest bardzo duże; żyje on i rozmnaża się wyłącznie w pomieszczeniach zamkniętych, jak spichrze, magazyny, młyny, słodownie, fabryki przetworów zbożowo-mącznych, czasem sklepy spożywcze i mieszkania.

Wołek jest owadem bardzo odpornym na niesprzyjające warunki bytowania jak również na stosowane metody i sposoby zwalczania go. Odporność ta ujawnia się przede wszystkim w wytrzymałości na wpływ wysokich (do 60°C) i niskich temperatur, co jednak uzależnione jest od dużej wilgotności otaczającego powietrza [3, 37, 39]. Odporność jego na głód jest również uwarunkowana wilgotnością i temperaturą otoczenia [3]. W moich doświadczeniach (tabl. 4) wołki utrzymywały się przy życiu w warunkach pokojowych, bez pożywienia przez okres do 17 dni. W temperaturze pokojowej, przy wilgotności 45% (tabl. 6) zginęły wszystkie po 21 dniach, w tych samych zaś warunkach, ale przy wilgotności powietrza 90%, po 26 dniach

zginęło zaledwie $\frac{2}{3}$ początkowej ilości. To samo można obserwować przy oddziaływaniu różnej temperatury (tabl. 7). W temperaturze 17-20°C wołki zginęły po 19 dniach, zaś w temperaturze 35°C — już po 9 dniach. Wołek charakteryzuje się również dużą wytrzymałością na brak powietrza [3, 37], gazy neutralne O_2 , N_2 i CO_2 oraz na działanie niektórych gazów trujących.

Walkę z wołkiem prowadzono już od bardzo dawnych czasów. Zależnie od rozwoju rolnictwa, techniki składowania ziarna oraz techniki ochrony roślin stosowano bardzo różne metody jego zwalczania, od najprymitywniejszego wybierania ręcznego, przez odsiewanie, zakopywanie ziarna do ziemi, aż do najnowocześniejszych sposobów, z uwzględnieniem przede wszystkim racjonalnego budownictwa jasnych i przewiewnych spichrzy, bez szpar i schowków dla szkodnika.

Chemiczne zabiegi zwalczania wołka są bardzo różne. Dobre wyniki daje dezynsekcja pustych magazynów przez opryskiwanie ścian azotoksem M 25 i innymi środkami. Można zastosować odpowiednie gazowanie spichrza bądź zawolczonych partii ziarna. Pamiętać jednak należy, że wołek jest odporny na działanie niektórych gazów, szczególnie zaś na cyjanowodor. Do zabicia wołka tym gazem wymagane jest silne stężenie gazu oraz długi czas działania, co bywa trudne do przeprowadzenia przy niezupełnie szczelnych spichrzach.

Oprócz wyżej wymienionych sposobów walki stosuje się jeszcze domieszkę środka owadobójczego do ziarna. Zaprawy takie można podzielić na dwie grupy:

1. Środki zabijające wołka mechanicznie (krzemionka, kwarc mielony itp.) przez zrysowanie jego ciała i zwiększenie na skutek tego parowania wody.

2. Środki działające czynnie (DDT i HCH) przez zatrucie systemu nerwowego owada.

Celem mojej pracy jest zbadanie sposobu działania wymienionych zapraw w warunkach laboratoryjnych.

II. Działanie owadobójcze krzemionki

Próbka, której używałem w moich doświadczeniach, pochodziła z krzemionki stosowanej do zwalczania wołka na terenie

powiatu Pyrzyckiego. Był to szarobiały, drobny pył o ciężarze właściwym 2,65, ciężarze objętościowym 0,74. Skład mechaniczny:

Fracje	< 0,001 mm	—	2,4 ⁰ / ₀
	0,001 — 0,002	„	4,9 ⁰ / ₀
	0,002 — 0,005	„	7,7 ⁰ / ₀
	0,005 — 0,010	„	5,0 ⁰ / ₀
	0,010 — 0,015	„	19,0 ⁰ / ₀
	> 0,015	„	61,0 ⁰ / ₀

Analiza została wykonana metodą pipetową w laboratorium melioracyjnym IUNG. Czas opadania poszczególnych frakcji wzięto z tabeli Koehna dla ciężaru właściwego 2,65. Preparowano próbkę przez gotowanie w wodzie destylowanej przez 1 godzinę, następnie dodano amoniaku do uzyskania 0,02 n stężenia.

Do doświadczeń z wołkiem krzemionka nie była specjalnie przygotowywana. Zastosowana była jako domieszka do ziarna w stosunku 1⁰/₀. Ziarno, zaprawione krzemionką w tej ilości, stawało się całkiem szare, ale cząstki produktu wykazywały stosunkowo słabą przyczepność do ziarna, gdyż zawsze dużo pyłu opadało na dno.

Dla zobrazowania sposobu działania środka i porównania go z innymi przeprowadzono kilka eksperymentów, których wyniki zestawiono na fig. 2 (krzywa 2) oraz w tablicach I i II.

Po 25 chrząszczy trzymano w szalkach Petriego na ziarnie zaprawionym 1⁰/₀ krzemionki, w warunkach pokojowych, przy dość suchej atmosferze (40-50⁰/₀ wilgotności względnej). Kontrole ilości wołków martwych przeprowadzałem codziennie. Za wołki martwe uznawałem chrząszcze, które mimo podrażnień mechanicznych pozostawały nieruchome przez kilka minut. Wyniki na fig. 2 (krzywa 2).

Krzemionka działa powoli i nierównomiernie. Zewnętrzne oznaki działania były trudne do uchwycenia, jednak martwe chrząszcze były wyraźnie zeschnięte. Na krótko przed śmiercią wołki były słabsze niż kontrolne, poruszały się wolniej, ale ginęły bez specjalnych symptomów działania środka.

Wpływ temperatury na działanie krzemionki ilustruje tabli-

ca I. Doświadczenie przeprowadzono jak poprzednio, ale przy różnych temperaturach, w termostacie, przy wilgotności powietrza 55-60%.

TABLICA I — TABLE I

Wpływ temperatury na działanie krzemionki na wołka
(Wilgotność powietrza 55-60%)

L'influence de la température sur l'activité de la silice sur les Calandres
de blé (L'humidité relative de l'air 55-60%)

Dzień po zabiegu Le jour après le traitement	Odsetek chrząszczy martwych na ziarnie Pourcentage des charançons morts sur les grains					
	zaprawionym krzemionką traité avec la silice			kontrolnym témoins		
	17-20°C	26°C	35°C	17-20°C	26°C	35°C
2	—	—	4	—	—	—
4	—	—	24	—	—	—
5	—	—	60	—	—	—
7	8	44	100	—	—	8
8	28	56		—	—	20
10	56	88		—	—	32
12	96	96		—	—	40
14	96	100		—	—	52
15	100			—	4	52
21				4	4	100

W temperaturze 17-20°C oraz 26°C wołki kontrolne czuły się dobrze.

Temperatura 35°C przyspieszyła wyraźnie śmierć chrząszczy. Krzemionka działała najslabiej w temperaturze 17-20°C, najszybciej przy 35°C. Można to tłumaczyć wpływem szybkości przemiany materii i zużycia wody przez chrząszcze.

Wpływ wilgotności powietrza na działanie krzemionki przedstawia tablica II. Po 25 chrząszczy trzymano w szalkach Petriego na ziarnie, zaprawionym krzemionką, jak poprzednio. Szalki trzymano w higroście (wg Zwölfera [52] i Martina [23]), w którym wilgotność powietrza była utrzymywana przez nasycone roztwory soli CaCl₂ crist., NaCl, KCl, KNO₃ oraz H₂O, przy jednakowej temperaturze. Codziennie przepro-

wadzałem kontrolę ilości wólków martwych. Wilgotność w poszczególnych komórkach higrostatu mierzyłem higrometrem włosowym, przy czym otrzymałem następujące wyniki:

roztwór soli	wilgotność teoretyczna	znalezione wahania wilgotności	średnio	wilgotność ziarna
CaCl ₂ crist.	30%	38-53%	45%	10,2%
NaCl	76%	70-80%	75%	13,8%
KCl	86%	76-81%	78%	14,0%
KNO ₃	93%	89-92%	90%	16,6%
H ₂ O	100%	91-96%	93%	18,3%

TABLICA II — TABLE II

Wpływ wilgotności powietrza na działanie krzemionki na wołka.
(Temperatura pokojowa)

L'influence de l'humidité de l'air sur l'activité de la silice sur les Candles de blé (Température normal de laboratoire)

Dzień po zabiegu	Ilość chrząszczy martwych na ziarnie Nombre des charançons morts sur les grains									
	zaprawionym krzemionką traités avec la silice					kontrolnym témoins				
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	2	—	—	1	—	1	1	—	—	—
8	14	1	1	1	—	2	1	—	—	—
10	20	3	1	1	—	2	1	—	—	—
13	25	5	2	1	—	5	1	—	1	—
16		8	7	2	1	5	1	—	1	—
19		11	10	2	1	5	1	—	1	—
26		15	10	3	1	7	1	—	1	—
35		16	15	3	1	7	1	—	1	—
45		21	17	3	1	8	1	—	1	2
Wilgotność względna w % Humidité relative en %	45	75	78	90	93	45	75	78	90	93

Doświadczenie ilustruje wyraźnie zależność działania krzemionki od warunków zewnętrznych. Wysoka wilgotność powietrza obniża działanie do tego stopnia, że środek, praktycznie biorąc, przestaje działać. W warunkach suchych krzemionka działa dość dobrze.

Mechanizm działania krzemionki na wołka został wyjaśniony w pracach A l e k s a n d r a i współpracowników [2], dlatego tej strony zagadnienia tutaj nie poruszam.

III. Działanie owadobójcze DDT

Zakończenia nerwowe owadów, głównie zmysłu dotyku, smaku i węchu, dochodzą często do zewnętrznej warstwy oskórka — *epicuticula*, zbudowanej z różnych substancji lipoidalnych, o zbiorowej nazwie kutikulina. Przy zetknięciu się z osadem DDT, który jak wiadomo jest łatwo rozpuszczalny w ciałach lipoidalnych, następuje wchłonięcie trucizny i przeniknięcie jej do zakończeń nerwowych [42]. Po przedostaniu się odpowiedniej ilości trucizny do ciała owada następuje zatrucie systemu nerwowego, kończące się zwykle śmiercią owada. Z badań W i e s m a n n a [42] oraz H a y e s a i L i u [16] nad muchą domową wynika, że „bramą zatrucia“ są zakończenia nerwowe na stopach, do których DDT przedostaje się bardzo łatwo, również dzięki temu, że oskórek na stopach muchy jest cienki. L i e t z [22] w wyniku badań nad próchnikiem (*Tribolium castaneum* Herbst) wyróżnia pięć zasadniczych stadiów zatrucia:

- 1) normalne, niczym nie zakłócone zachowanie się owada — stadium inkubacji,
- 2) wyraźny wpływ trucizny, zakłócona współrzędność kończyn, zataczający się chód — stadium erupcji,
- 3) stałe położenie na wznak, tonicznie-kloniczne stadium drgawkowe — okres krytyczny, prowadzący zwykle do śmierci owada,
- 4) stadium bezruchu, pozornej śmierci, tzw. „stadium śpiączki“ — reagowanie tylko na działanie podrażniające,
- 5) śmierć.

U niektórych muchówek i motyli [45] pod koniec stadium

trzeciego obserwuje się odrzucanie nóżek — autotomia, które po oderwaniu od ciała jeszcze przez pewien czas drgają.

Symptomy i poszczególne stadia zatrucia bardzo wyraźnie uwidaczniają się u much (np. *Musca domestica* L., *Calliphora vomitoria* L.).

Doświadczenia własne

Do doświadczeń użyto technicznego DDT (fig. 1 — po przekryształowaniu w acetonie) dostarczonego przez Centralny Zarząd Przemysłu Chemicznego, Biuro Nawozów Sztucznych. Jest to bezpostaciowe, brudnobiałe ciało o punkcie topliwości 94,5-95,5°C i słabym owocowym zapachu.

U wołka obserwowałem typowe stadia zatrucia, jednak określenie granicy ich wystąpienia jest trudne. Stadium drugie można wcześniej i łatwiej zaobserwować na szkle niż na szorstkiej powierzchni papieru czy drewna. Początku stadium trzeciego nie można rozpoznać, gdyż wołek bardzo często leży na grzbiecie, mimo że nie utracił jeszcze zdolności do chodu. Wołki przewracają się na grzbiet często jeszcze pod koniec stadium drugiego, a odwrócenie się sprawia im poważne trudności. Trudno również jest rozpoznać moment śmierci i dlatego dla jej stwierdzenia starałem się owada pobudzić mechanicznie lub falą ciepłego powietrza. U wołka nie obserwowałem nigdy autotomii odnóży.

Próbowałem doświadczalnie znaleźć „bramę zatrucia“ u wołka. W braku dostatecznie precyzyjnych przyrządów ograniczyłem eksperyment tylko do posmarowania trucizną głowy owada, albo jego przedplecza, lub samych tylko pokryw. Użyłem 1% roztworu technicznego DDT w acetonie, przy czym jako kontrolne pozostawiono owady skąpane w acetonie oraz owady bez żadnego zabiegu. Po przeprowadzonym zabiegu przeniosłem owady do czystych szalek Petriego, pozostawiając je bez pokarmu i kontrolując codziennie.

Owady skąpane w acetonie początkowo wykazywały silne objawy chorobowe, lecz wkrótce wyzdrowiały. Natomiast owady potraktowane DDT reagowały powoli, lecz zatrucie kończyło się śmiercią wszystkich. Nie było poważniejszej różnicy w przebiegu zatrucia zależnie od miejsca, w którym zastosowano DDT. Można więc wnioskować, że wołek nie ma żadnych

specjalnie uczulonych na działanie części ciała oraz że jego narządy dotyku są rozrzucone na całej powierzchni owada.

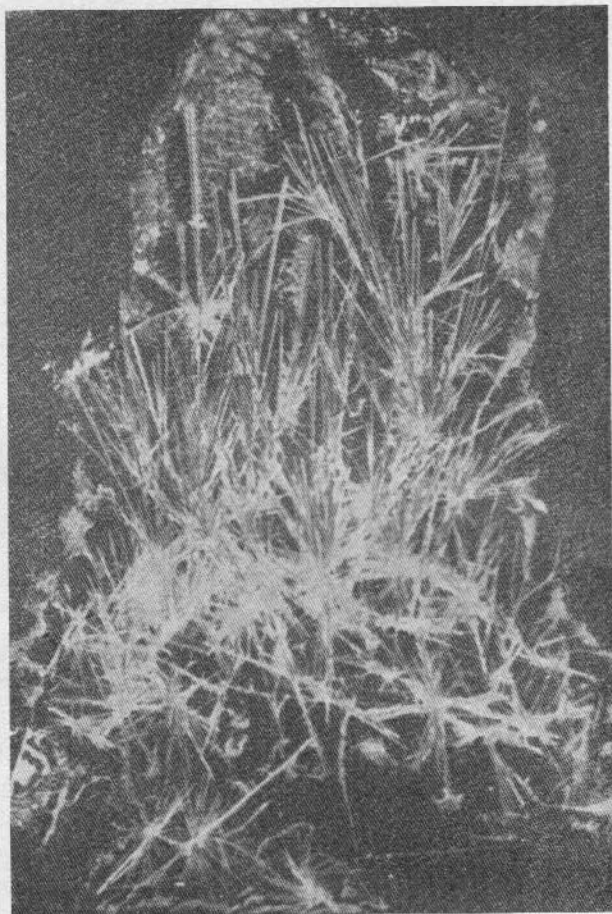


Fig. 1. Obraz kryształków DDT powiększony czterokrotnie (fot. T. Dominik)

Les cristaux du DDT, grossis 4 fois (phot. T. Dominik)

W celu ustalenia stopnia czułości wołki na DDT przeprowadzałem próby z różnym stężeniem tego środka. Szalki Petriego o średnicy 10 cm pokrywałem 1 cm³ DDT w acetonie, po czym pozostawiałem wołki bez pokarmu. Wyniki w tablicy III.

TABLICA III — TABLE III

Działanie różnych stężeń technicznego DDT na wołki (bez pożywienia) w temperaturze 20-25°C. Po 2 × 25 chrząszczy
 L'action des différentes concentrations du DDT technique sur les Ca-landres (sans nourriture). Température 20-25°C. 2 × 25 charançons dans chaque verre de Petri

Dzień po zabiegu Le jour après le traitement	Liczba wołków martwych na osadzie o różnej ilości DDT techn. na 1 m ² powierzchni Nombre des charançons morts sur le dépôt avec la différante quantité du DDT techn. pour 1 m ²								Kontrolne Témoins
	0,0475 g	0,095 g	0,19 g	0,475 g	0,95 g	1,9 g	4,75 g	9,5 g	
2	—	—	—	—	—	—	1	1	—
3	3	2	1	3	2	4	9	15	—
5	9	10	11	16	14	16	25	25	4
6	19	18	20	27	27	27	35	35	5
7	33	29	34	39	41	35	41	43	14
9	45	43	44	45	47	44	50	50	18
11	50	50	49	50	50	50			29
13			50						48
14									50

Z zestawienia wyników widać wyraźnie, że DDT działa na wołka powoli i że istnieje duża rozpiętość odporności poszczególnych owadów na jego działanie trujące, a nadto że nawet najniższe z użytych koncentracji wykazują pewną, chociaż słabą toksyczność.

Ze względu na dużą rozpiętość odporności, a w związku z tym duże wahania czasu oddziaływania na poszczególne osobniki, do dalszych doświadczeń stosowałem stężenie 1‰ DDT.

Dla określenia minimalnego, niezbędnego czasu oddziaływania przeprowadziłem doświadczenie podobne do poprzedniego. Po 4 × 25 chrząszczy poddawałem działaniu osadu 1‰ roztworu DDT w acetonie, w ilości 1 cm³ na szalkę Petriego, przez różny okres czasu, potem przenosiłem do szalki czystej, bez pożywienia. Kontrolowano codziennie. Wyniki w tablicy IV.

TABLICA IV — TABLE IV

Zależność działania DDT od długości okresu przebywania na osadzie
L'action du DDT en comparaison avec le temps de séjour des charançons sur le dépôt

Dzień po zabiegu Le jour après le traitement	Ilość wołków martwych Nombre des charançons morts										Kontrolne Témoin
	przy przebywaniu na osadzie DDT przez okres godzin laissés sur le dépôt du DDT par heures										
	stałe continuellement	30	24	18	12	9	6	4	2	1	
2	11	9	11	6	1	4	1	6	3	1	—
4	28	32	30	24	16	18	18	18	16	16	4
6	60	57	62	47	47	48	33	37	33	27	22
7	73	69	77	62	58	61	44	51	46	41	28
8	80	77	89	78	70	77	60	63	61	48	33
9	91	83	93	89	78	88	76	75	75	56	37
11	99	95	98	98	94	96	91	90	90	81	55
12	100	97	99	99	97	100	95	95	92	91	63
14		100	100	100	99		100	100	100	99	86
15					100					100	94
17											100

Dla uzupełnienia przeprowadziłem podobne doświadczenia, z tą jednak różnicą, że wołki przenosiłem nie na szalki puste, ale na szalki z ziarnem czystym. Wyniki w tablicy V.

Daje się obserwować duża rozpiętość w czasie i szybkości działania DDT na wołka. Działanie jest tym wolniejsze, im krócej poddawano owady zetknięciu się z osadem. Przy krótkim okresie działania, wołki, trzymane później na pokarmie, ginęły tylko w minimalnym stopniu, tak że mogłoby się nasunąć podejrzenie o ewentualne uodpornienie się owadów. Okazało się jednak, że wszystkie owady przy przeniesieniu na stałe zetknięcie się z osadem DDT, bez pokarmu, ginęły w ramach normalnie obserwowanej rozpiętości działania. Za wystarczający okres działania można uznać dopiero okres pobytu na osa-

dzie około 9 godzin. Przebywanie przez 1 godzinę jest niewystarczające, dopiero po 2 do 6 godzinach obserwuje się słabe działanie toksyczne.

TABLICA V — TABLE V

Zależność działania DDT od długości okresu czasu przebywania na osadzie. Później szalki z ziarnem czystym

L'action du DDT en comparaison avec le temps de séjour des charançons sur le dépôt. Après le traitement les charançons sont mis dans les verres de Petri avec la nourriture

Dzień po zabiegu Le jour après le traitement	Ilość wołków martwych Nombre des charançons morts									Kontrolne Témoins
	przy przebywaniu na osadzie DDT przez okres godzin laissés sur le dépôt du DDT par heures									
	30	24	18	12	9	6	4	2	1	
3	17	13	6	5	5	4	10	3	1	—
5	68	47	35	41	40	34	34	23	9	—
6	80	66	57	57	54	43	47	38	18	—
7	85	76	69	68	66	61	53	54	34	—
9	94	93	82	84	87	72	70	68	49	6
11	100	99	95	93	91	80	77	74	50	12
13		100	97	95	94	83	81	78	55	15
15			100	97	95	87	84	82	58	17
18				100	96	88	86	83	61	18
23					100	89	87	85	61	20
28						89	87	85	62	25

Dla stwierdzenia wpływu warunków zewnętrznych na działanie środka, trzymano po 25 wołków w szalkach Petriego w różnych wilgotnościach i przy różnych temperaturach. Wyniki w tablicach VI i VII. Wołki trzymano bez pożywienia. Wilgotność utrzymywano przy pomocy roztworów soli CaCl_2 crist., NaCl , KCl , KNO_3 , oraz H_2O , w higroście wg Z w ö l f e r a [52] i M a r t i n a [25], przy jednakowej temperaturze (patrz również str. 169).

TABLICA VI — TABLE VI

Wpływ wilgotności powietrza na działanie osadu DDT na wołka, bez pożywienia. Temperatura pokojowa 18-20°C
L'influence de l'humidité de l'air sur l'action du DDT sur les Calandres sans nourriture. Température 18-20°C

Dzień po zabiegu Le jour après le traitement	Ilość wołków martwych w szalkach Nombre des charançons morts dans les verres									
	kontrolnych témoins					z osadem DDT techn. traités avec DDT				
	Wilgotność względna powietrza w procentach L'humidité relative de l'air en pour-cent									
	45	75	78	90	93	45	75	78	90	93
2	—	—	—	—	1	—	—	—	—	3
4	—	—	—	—	1	—	1	—	—	3
6	—	—	—	—	1	3	1	—	—	5
8	—	—	—	—	2	7	2	2	5	8
10	2	—	—	—	2	7	6	7	7	10
11	2	2	—	1	3	9	6	7	9	14
13	7	6	4	3	5	22	18	12	17	20
15	11	9	9	3	14	24	21	16	21	23
17	17	13	9	3	17	25	24	18	25	23
18	23	16	12	6	20		25	18		25
19	23	16	12	6	20			20		
21	25	18	16	9	20					
24		22	24	13	22					
26		22		15	22					

Z tablicy wynika, że wilgotność powietrza nie wpływa na owadobójcze działanie DDT.

Działanie DDT zależy w dużej mierze od temperatury otoczenia. Im wyższa temperatura, tym przemiana materii intensywniejsza, tym szybciej zachodzi śmierć owada.

Podsumowując można stwierdzić, że:

1. Wołek nie ma specjalnie uczulonego na DDT miejsca na ciele. DDT przedostaje się do systemu nerwowego owada za pośrednictwem epikutikuli, osiągając dotykowe zakończenia nerwowe rozrzucone na całym ciele owada.

2. Działanie DDT jest powolne; chrząszcze reagują niejednakowo, przy czym zaznacza się duża rozpiętość odporności.

Oznaki zatrucia nie dają się obserwować tak łatwo jak u much, poszczególne stadia zatrucia są dość trudne do rozróżnienia.

3. Już stężenie 0,05% DDT, tj. 0,0475 g/m² (= 475 g/ha) osadu technicznego DDT, okazało się dostatecznie skuteczne na wołka bez pokarmu. Wszystkie znajdujące się na osadzie wołki były martwe, gdy z kontrolnych żyło jeszcze 50%.

TABLICA VII — TABLE VII

Wpływ temperatury otoczenia na działanie osadu DDT na wołki bez pożywienia, przy wilgotności względnej powietrza 55-60%
L'influence de la température sur l'action du DDT sur les Calandres sans nourriture. L'humidité de l'air 55-60%.

Dzień po zabiegu Le jour après le traitement	Ilość martwych wołków na szalkach Nombre des charançons morts dans les verres					
	kontrolnych témoins			z osadem DDT traités avec le DDT		
	17-20°C	26°C	35°C	17-20°C	26°C	35°C
2	—	—	—	—	1	—
4	—	—	1	—	7	4
6	1	2	29	—	29	47
9	4	26	50	4	40	
11	5	46		10	50	
13	16	48		19		
14	20	48		24		
15	20	50				
19	25					

4. Oprócz stężenia środka ważny jest okres czasu, przez który wołek pozostaje na osadzie. Przy ilości 0,95 g technicznego DDT na 1 m² minimalny potrzebny do zatrucia okres działania wynosi 9 godzin. Przy krótszym okresie przebywania na DDT i dostatecznej ilości pokarmu część wołków nie zatrzuwa się.

5. Wilgotność powietrza nie wpływa na czas i intensywność działania środka.

6. Zwyżka temperatury przyspiesza przebieg reakcji.

IV. Działanie HCH na owady

HCH jest jednym z najsilniej działających związków owadobójczych. Nie znaleziono gatunku owada odpornego na jego działanie [8] przy dawkach praktycznie stosowanych. Średnia

dawka śmiertelna waha się, zależnie od gatunku owada, w granicach od 0,4 do 57 mg/kg. HCH działa silniej niż DDT, zatrucie następuje szybciej. W porównaniu z DDT, HCH działa krócej, na skutek szybszego rozkładu związku pod wpływem czynników zewnętrznych.

Symptomy zatrucia, szczególnie granice pomiędzy poszczególnymi stadiami, są często trudne do zaobserwowania. W zasadzie występują podobne symptomy jak przy zatruciu DDT. Brown [8] wyróżnia pięć stadiów zatrucia u szarańczaka *Schistocerca*. U much nie obserwuje się działania natychmiastowego jak przy zastosowaniu *piretrum*, ale działanie zachodzi dużo szybciej niż przy DDT. To samo odnosi się do karaczanów i wielu innych owadów. U owadów zatrutych HCH, podobnie jak przy zatruciu DDT, następuje silny wzrost intensywności oddychania.

HCH, podobnie jak DDT, przechodzi przez oskórek zewnętrzny na skutek swej rozpuszczalności w lipidach i działa na komórki układu nerwowego. Teoria jego działania nie jest dostatecznie opracowana.

Z braku możliwości otrzymania HCH technicznego nie prowadziłem doświadczeń nad działaniem czystej substancji aktywnej. Porównywałem tylko działanie preparatu HCH z preparatem DDT i krzemionką, co opisuję poniżej.

V. Porównanie działania krzemionki, 10-procentowego azotoku i 12-procentowego HCH

1. Charakterystyka badanych środków

Dla porównania działania wzięłem następujące produkty: Krzemionkę pochodzącą z próbki przesłanej z terenu, gdzie była przeznaczona do zwalczania wołka zbożowego (charakterystykę podano na str. 167).

Azotoks 10-procentowy, marki „Azot“. Pochodził on z próbki handlowej, zakupionej w terenie; był szarobiały, sypki, dobrze rozpylający się. Stosowałem go jako domieszkę do ziarna w ilości 1‰; pył trzymał się dobrze ziarna i rozkładał się równomiernie.

HCH 12-procentowy, produkcji radzieckiej, pochodził z próbki otrzymanej ze Stacji Ochrony Roślin. Był szary i roz-

pyłał się dobrze. Stosowałem go jako domieszkę do ziarna w ilości 1‰. Pył trzymał się dobrze ziarna i rozkładał się równomiernie.

2. Obserwacje nad wyczuwaniem środków owadobójczych przez wołka

W możliwie szczelnie zaklejonym pudełku z kartonu rysunkowego, w szalce Petriego znajdowało się 500 wygłodzonych osobników wołka. Po bokach szalki umieszczono ziarno zaprawione środkami chemicznymi oraz ziarno kontrolne, nie zatrute. Karton przepuszczał tylko rozproszone światło. Po zaklejeniu podnoszono przykrywkę szalki przy pomocy nitki i uwalniano wołki. W następnym dniu, po 20-24 godzinach od początku doświadczenia, obliczano ilość wołków znalezionych w ziarnie kontrolnym i zaprawionym poszczególnymi środkami. Doświadczenie powtórzono czterokrotnie.

Średnie liczby znalezionych chrząszczy wszystkich czterech powtórzeń przedstawiają się następująco:

w ziarnie nie zaprawionym	79,9‰
w ziarnie zaprawionym krzemionką	5,5‰
w ziarnie zaprawionym azotoksem	6,6‰
w ziarnie zaprawionym HCH	8,0‰

Nieznaczne, leżące w granicach odchyień różnice pomiędzy ilością wołków znalezionych w ziarnie zaprawionym poszczególnymi środkami nie uprawniają do stwierdzenia, który z nich jest łatwiej wyczuwalny. Różnice natomiast pomiędzy ziarnem kontrolnym a zaprawionym są tak wyraźne, że w wyniku tego prostego doświadczenia można śmiało twierdzić, iż wołek posiada zdolność wyczuwania użytych do doświadczeń środków. Do tej pory nie udowodniono, że środki te działają również jako repelenty.

3. Porównanie działania badanych środków owadobójczych

W celu porównania działania badanych środków owadobójczych, zastosowano je jako domieszkę do ziarna w ilości 1‰. Do szalek Petriego wkładano po 10 g ziarna zaprawionego środkiem owadobójczym, po czym umieszczano w nich do 25 chrząszczy. Jako kontrolne służyły szalki z ziarnem nie zaprawionym. Szalki trzymane w warunkach pokojowych w tempe-

raturze około 20-22°C i wilgotności względnej około 50%. Przez cały czas doświadczenia wołki przebywały w szalkach. Ilość martwych chrząszczy kontrolowano codziennie. Wyniki przedstawia fig. 2.

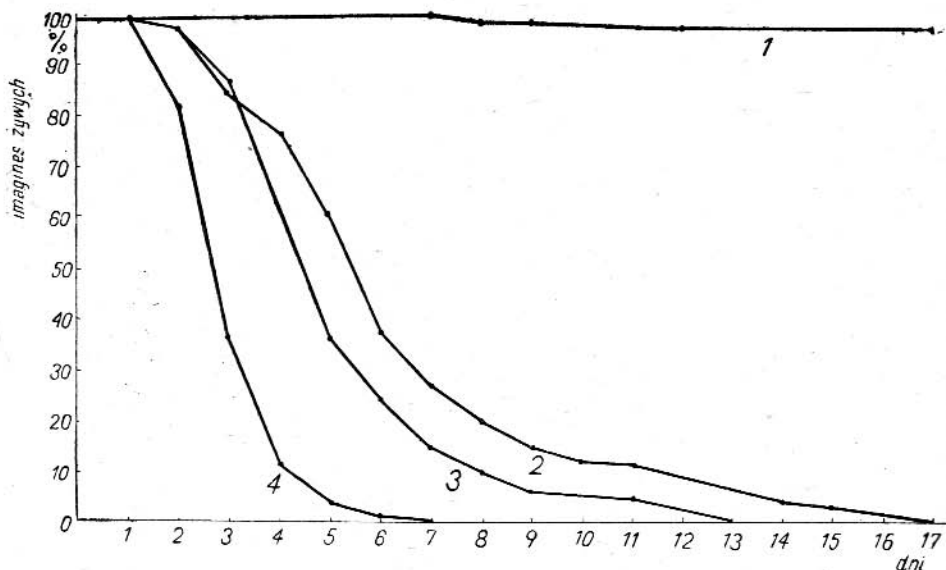


Fig. 2. Porównanie działania krzemionki, azotoksu i HCH.

Krzywe: 1 — kontrolna, wołki na ziarnie czystym,
 2 — wołki na ziarnie zaprawionym 1‰ krzemionki,
 3 — wołki na ziarnie zaprawionym 1‰ azotoksu,
 4 — wołki na ziarnie zaprawionym 1‰ HCH

Comparaison de l'action de la silice, d'azotox et de l'HCH.
 Courbes: 1 — témoins, 2 — les charançons sur les grains avec 1‰ de la silice, 3 — les charançons sur les grains avec 1‰ d'azotox, 4 — les charançons sur les grains avec 1‰ de l'HCH.

Z wykresu widzimy, że wszystkie środki działały skutecznie na wołka. Najwolniej działała krzemionka, gdyż dla zabicia 100% chrząszczy potrzeba było aż 17 dni. Jednakże w szalkach kontrolnych w tym czasie zginęło zaledwie 3% owadów. Najenergiczniej działał HCH; pod jego wpływem wszystkie chrząszcze zginęły w przeciągu 7 dni.

W celu zorientowania się w działaniu środków na młode, niewybarwione wołki założono doświadczenie, podobnie jak

poprzednie, z tą tylko różnicą, że do szalek z ziarnem zaprawionym środkami owadobójczymi wkładano młode, brązowe *imagines*. Szalki trzymano w warunkach pokojowych, w temperaturze 17-20°C, przy wilgotności 50-60%. Codziennie kontrolowano ilość wołków martwych. Wyniki w tablicy VIII.

TABLICA VIII — TABLE VIII

Oddziaływanie środków na młode niedobarwione wołki

L'action des produits sur les charançons jeunes, pas encore parfaitement colorés.

Dzień po zabiegu Le jour après le traitement	Ilość martwych wołków na ziarnie Nombre des charançons morts sur les grains			
	kontrolnym témoins	zaprawionym — traités avec		
		krzemionką la silice	azotoksem l'Azotox	HCH l'HCH
2	—	2	2	8
3	1	2	14	19
4	1	6	24	22
5	1	9	24	24
6	1	11	25	25
7	1	15		
10	1	20		
13	1	24		
16	2	25		
20	4			

Porównując liczby wykresu 2 i tablicy VIII widzimy wyraźnie, że tylko w szalkach z ziarnem zaprawionym azotoksem nastąpiło pewne przyspieszenie zatrucia wołka. Krzemionka i HCH działały tak samo na młode, jak i na starsze wołki. Różnice w czasie ich działania leżą w granicach normalnych wahań.

Dla porównania wpływu temperatury na działanie środków założono eksperyment podobnie jak poprzednio, z tą różnicą, że wołki trzymano: w warunkach pokojowych w temperaturze 17-20°C, w termostacie w temperaturze 26°C i 35°C. Wilgotność we wszystkich trzech seriach była prawie jednakowa i wahała się w granicach 55-60% wilgotności względnej. Wyniki na wykresie (fig. 3).

Przy wszystkich trzech porównywanych środkach podwyższenie temperatury wpływa wybitnie na przyspieszenie zatrucia

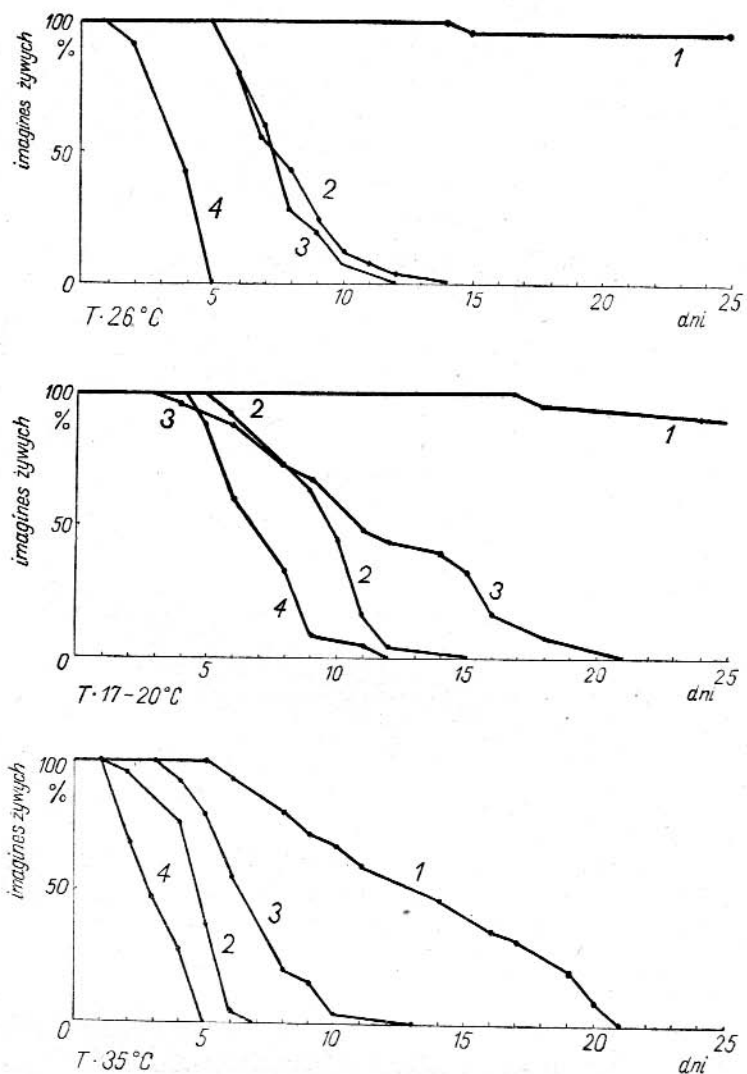


Fig. 3. Porównanie działania krzemionki, azotoksu i HCH w zależności od temperatury. Krzywe: 1 — kontrolna, 2 — wołki na ziarnie zaprawionym 1‰ krzemionki, 3 — wołki na ziarnie zaprawionym 1‰ azotoksu, 4 — wołki na ziarnie zaprawionym 1‰ HCH. L'influence de la température sur l'action de la silice, de l'azotox et de l'HCH. Courbes: 1 — témoins, 2 — les charançons sur les grains avec 1‰ de la silice, 3 — les charançons sur les grains avec 1‰ d'Azotox, 4 — les charançons sur les grains avec 1‰ de l'HCH.

cia i śmierci wołka. We wszystkich trzech temperaturach naj- silniej działał HCH. W szalkach kontrolnych, w temperaturze 35°C, wołki ginęły dość szybko pomimo obecności pokarmu

Dla stwierdzenia wpływu różnej wilgotności na działanie środków, trzymano po 25 sztuk wołków na ziarnie zaprawio- nym krzemionką, azotoksem i HCH, oraz kontrolne na ziarnie czystym, w temperaturze 17-20°C. Ziarno trzymano nad roz- tworami nasyconymi soli CaCl₂ crist., NaCl, KCl, KNO₃ oraz H₂O, w higroście (patrz str. 169). Codziennie kontrolowano ilość wołków martwych.

Przez cały czas doświadczenia (45 dni) w żadnej z szalek kontrolnych śmiertelność chrząszczy nie osiągnęła nawet 50%. W szalkach z ziarnem zaprawionym 1% krzemionki wszystkie chrząszcze zginęły tylko przy wilgotności 45% (w ciągu 12 dni), zaś 50% chrząszczy zginęło:

przy wilgotności względnej 45% — po 7 dniach,

przy wilgotności względnej 75% — po 22 dniach

przy wilgotności względnej 78% — po 28 dniach.

W pozostałych szalkach, trzymanyh w warunkach wyższej wilgotności, śmiertelność była niższa niż 50%.

W szalkach z ziarnem zaprawionym 1% azotoksu przy wil- gotności 45%, po 8 dniach zginęło 50%, po 13 dniach 100% chrząszczy. Przy wilgotności 75-90%, po 10-12 dniach zginęło 50%, po 18-21 dniach 100%. Przy wilgotności 93% połowa chrząszczy zginęła dopiero po 17 dniach, wszystkie zaś dopiero po 45 dniach.

W szalkach z ziarnem zaprawionym 1% HCH 50% chrząsz- czy zginęło w ciągu 6-10 dni, 100% zaś w ciągu 12-13 dni, przy wilgotności 45, 75 i 78%. Przy wilgotności 90% chrząszcze ginęły w ciągu 19 dni, przy wilgotności 93% — w ciągu 29 dni.

Z liczb tych widać, że w miarę wzrostu wilgotności wszyst- kie środki działały wolniej. Różnice działania były wyraźne. Można by przypuszczać, że np. w miarę wzrostu wilgotności wytwarza się warstwa izolacyjna wody chroniąca oskórek owada przed bezpośrednim zetknięciem się ze środkiem kon- taktowym. Przeczą temu jednak wyniki z tablicy 6, gdzie wołki były trzymane w szalce Petriego na technicznym DDT. Pozostaje więc przypuszczenie, że różnice w działaniu środ-

ków należy przypisać napęcznieniu samego pyłu i wytworzeniu pewnej warstwy izolacyjnej dokoła cząstek substancji aktywnej.

Najsilniej i najszybciej działał HCH, nieco słabiej azotoks, najslabiej krzemionka, której działanie przy wilgotnościach wyższych niż 90% praktycznie równało się zeru.

VI. Porównanie skuteczności krzemionki, 10-procentowego azotoksu i 12-procentowego HCH

Skuteczność środków owadobójczych badałem w warunkach laboratoryjnych, stwarzając owadom możliwie dogodne warunki, utrudniające jednocześnie działanie środka owadobójczego. Założono dwa doświadczenia, a mianowicie:

1. W celu określenia bezpośredniego oddziaływania na wołka umieszczano w słoju 500 sztuk chrząszczy i zboże zaprawione środkami owadobójczymi.

2. W celu określenia możliwości chronienia ziarna przed zaatakowaniem przez wołka zaprawione zboże umieszczono w słojach, do których wołki miały swobodny dostęp ze słoja z ziarnem nie zatrutym.

W każdym doświadczeniu przeprowadzono po cztery powtórzenia następujących kombinacji: a) zboże kontrolne, bez środka owadobójczego, b) zboże zaprawione 1‰ krzemionki mielonej, c) zboże zaprawione 1‰ azotoksu 10-procentowego oraz d) zboże zaprawione 1‰ HCH 12-procentowego.

Doświadczenie pierwsze założono 11 i 12 sierpnia. Pierwszą kontrolę wykonano w dniach 25 i 26 sierpnia, przy czym znaleziono w ziarnie zaprawionym:

Zaprawa	Ilość wołków martwych w procentach	Skuteczność w procentach
1‰ krzemionki	59,7 ± 2,46	57,55
1‰ azotoksu	99,15 ± 0,22	99,09
1‰ HCH	99,8 ± 0,08	99,79
kontrolne	5,05 ± 2,48	

Drugą kontrolę przeprowadzono po 5 tygodniach od początku doświadczenia, 15 i 16 września. W ziarnie kontrolnym znaleziono $9,45 \pm 2,55\%$ wołków martwych, w ziarnie zaprawionym krzemionką $99,45 \pm 0,17\%$ (skuteczność $99,59\%$), w ziarnie zaś zaprawionym azotoksem i HCH wszystkie wołki były martwe we wszystkich powtórzeniach (skuteczność 100%). Po przeprowadzeniu kontroli usunięto wszystkie chrząszcze z ziarna, słoje zaś poddano dalszej obserwacji.

Kontrolę trzecią przeprowadzono w dniu 10 X i znaleziono średnio na słoju w ziarnie: kontrolnym 2173 wołki świeżo wylęgłe z krzemionką 699 wołków świeżo wylęgłych z azotoksem 1 wołka świeżo wylęgłego z HCH tylko 1 wołka na 4 słoje.

Po kontroli usunięto wszystkie chrząszcze z ziarna. Ostatnią kontrolę doświadczenia przeprowadzono w dniu 12 XI, tj. po upływie 13 tygodni od początku doświadczenia, i znaleziono w ziarnie kontrolnym niemożliwe do przeliczenia ilości wołków, w ziarnie z krzemionką 262 wołki na słoju, w ziarnie zaś z azotoksem średnio 2,5, a z HCH 1 wołka na słoju. Po kontroli zlikwidowano doświadczenie.

HCH i azotoks wykazały dobrą skuteczność już po 2 tygodniach, gdy natomiast krzemionka dopiero po 5 tygodniach. Ponieważ skuteczność krzemionki była niewystarczająca (po 2 tygodniach zaledwie 57%), wołki żyły długo, żerowały i składały jajka, z których rozwinęło się następne pokolenie. Pomimo zaprawiania ziarna krzemionką wołki mnożyły się tak, że już w 9 tygodniu po zabiegu było więcej młodych wołków niż na początku doświadczenia, gdy tymczasem w ziarnie zaprawionym azotoksem i HCH rozmnażanie szkodnika praktycznie nie następowało. Krzemionka zmniejszyła więc tylko czasowo liczbę wołków, lecz nie zniszczyła ich w ziarnie.

Doświadczenie drugie przeprowadzono w następujący sposób: W słoikach umieszczono ziarno zaprawione jak poprzednio środkami owadobójczymi, dając po cztery powtórzenia dla każdego środka. Do każdego słoika wołki miały swobodny dostęp ze słoja hodowlanego. Doświadczenie założono 3 VIII. Kontrolowano w dniach 17-20 VIII, 17-21 IX oraz 8 X. Po każdej

kontroli usuwano wszystkie znalezione chrząszcze. Ilość wołków w ziarnie kontrolnym wynosiła przy:

- I kontroli 438, w czym $99,2 \pm 0,5\%$ żywych,
 II kontroli 1541, w czym $97,2 \pm 0,7\%$ żywych,
 III kontroli 2079, w czym $98,8 \pm 0,3\%$ żywych.

Skuteczność środków wynosiła:

Kontrola	krzemionka	azotoks	HCH
I	74,1 ⁰ / ₀	95,6 ⁰ / ₀	98,1 ⁰ / ₀
II	41,7 ⁰ / ₀	98,8 ⁰ / ₀	100 ⁰ / ₀
III	40,1 ⁰ / ₀	83,4 ⁰ / ₀	100 ⁰ / ₀

Po trzeciej kontroli zlikwidowano słoje hodowlany i zamknięto pozostałe słoje, w celu skontrolowania wylęgu wołka z ziarna. Czwartą, tj. ostatnią kontrolę przeprowadzono 9 XI, nie obliczając już osobno wołków żywych i martwych. Średnio na słoje znaleziono następujące ilości wołków:

w ziarnie kontrolnym	1257 wołków
w ziarnie z krzemionką	185 wołków
w ziarnie z azotoksem	10 wołków
w ziarnie z HCH	1 wołka

Z doświadczenia widać, że najlepiej działa domieszka HCH. Nieco słabsze, ale wystarczające działanie wykazał azotoks, najslabiej zaś działała krzemionka. Po 9 tygodniach skuteczność 40,1⁰/₀ jest stanowczo za niska. Prócz tego krzemionka nie zahamowała rozwoju wołka, gdyż po usunięciu wszystkich chrząszczy z ziarna pozostały w nim larwy. W czasie czwartej kontroli w słojach z ziarnem zaprawionym krzemionką znaleziono średnio po 185 chrząszczy, gdy w pozostałych zaledwie po kilka.

VII. Ogólne wnioski

1. Z pracy (wykonanej na wąską skalę badań laboratoryjnych) wynika, że badana krzemionka nie nadaje się do zwalczania wołka. Skuteczność jej była zbyt niska.

2. Ponieważ skuteczność krzemionki zależy w bardzo dużej mierze od wilgotności ziarna i powietrza, stosowanie jej do zwalczania wołka w miejscach jego lęgu wydaje się nie mieć uzasadnienia.

3. Bardzo dobrze działał na wołka HCH jako domieszka do ziarna. Ze względu jednak na nieprzyjemny, a trwały zapach stęchlizny nie nadaje się do opylania ziarna konsumpcyjnego. Zastosowanie produktu pozbawionego zapachu może dać bardzo dobre wyniki.

4. Pośrednim w skuteczności, wykazującym jednak dostateczne działanie na wołka, okazał się azotoks 10-procentowy jako domieszka do ziarna w ilości 1‰. Należałoby zająć się nim bliżej i rozstrzygnąć, ile azotoksu pozostawałoby w mące z ziarna zaprawionego, mielonego w naszych młynach. Należałoby ustalić dopuszczalną dawkę DDT w produktach spożywczych, chociażby ze względu na coraz szerzej prowadzone opylania i opryskiwania roślin rolniczych i ogrodniczych.

5. Do zwalczania wołka w miejscach jego legu azotoks jest dobry.

RÉSUMÉ

Le travail a été fait dans les conditions de laboratoire. L'auteur caractérise l'action des produits prouvés sur les Calandres de blé. On a démontré l'influence de la température (tables 1, 7) et de l'humidité de l'air (tables 2, 6) à l'action de la silice moulu et du DDT technique. Dans les tables 3, 4 et 5 on a montré l'influence de la concentration et du temps de séjour des charançons sur le dépôt du DDT technique. Dans la V partie de travail on a comparé l'action des trois produits prouvés, c.a.d. de la silice moulu, d'azotox (10‰ produit DDT) et de l'HCH (12‰ produit provenant de l'URSS) en montrant l'influence de l'âge des charançons, de la température et de l'humidité sur l'action des insecticides (table 8, fig. 2, 3). On a constaté que les charançons ont la possibilité de ressentir des insecticides sur les grains.

On a essayé déterminer l'efficacité des produits prouvés, dans les conditions de laboratoire, donnant les plus difficiles conditions pour les insecticides et les plus favorables pour les insectes.

Les conclusions générales sont suivantes:

1. La silice moulu prouvée n'a pas des qualités requises pour la lutte contre le Calandre, à cause de sa trop faible efficacité.

2. L'efficacité de la silice moulu dépendant surtout des conditions de l'humidité de blé et de l'air ne permet pas son application dans les entrepôts.

3. HCH, appliqué par saupoudrage des grains, a montré une forte action insecticide et une bonne efficacité sur les Calandres, mais il n'a pas de valeur comme un produit de la protection des grains destinés à la meunerie à cause de son désagréable et persistant odeur. L'introduction d'un produit inodore pourra donner des bons résultats.

4. En comparaison avec les autres produits, l'azotox a montré sur les Calandres une moyenne mais suffisante efficacité. Avec l'azotox il faut faire encore des essais pour prouver dans nos conditions quel quantité de produit reste dans la farine et dans le son, moulu dans nos moulins du terrain. Il faut établir la dose maximum du DDT dans les articles de consommation, car cet insecticide devient maintenant plus important par les applications dans nos vergers, potagers et sur nos champs.

5. Dans les endroits isolés des entrepôts, où les Calandres trouvent les meilleurs conditions de la vie et de la pullulation, azotox semble être un bon produit insecticide.

PIŚMIENICTWO — BIBLIOGRAPHIE

- [1] Adam, P., Bericht des Kantonschemikers von Luzern (Schweiz), DDT-Geigy Information, Basel, 134, 1944 (polikopia).
- [2] Alexander, P., Kritchener, J. A., Briscoe, H. Z. A., Inert dust insecticides, Ann. Appl. Biol, London, 31, 1944, p. 143.
- [3] Andersen, K. Th., Der Kornkaefer (*Calandra granaria* L.), Monogr. angew. Ent., Beih. z. Ztschr. f. angew. Ent., Berlin, 24, 1938.
- [4] Andersen, K. Th., Kann sich *Calandra granaria* L. im Mehl fort-pflanzen., Ztschr. f. angew. Ent., Berlin, 19, 1932, p. 307.
- [5] Balachowsky, A., Mesnil, L., Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, Paris 1936.
- [6] Bezobrazow, I. N., Mołczanow, A. W., Hexachloran, Moskwa—Leningrad 1949.
- [7] Brooks, Anderson — Journ. of econ. Ent., Menasha Wis, 40, 1947, p. 220.
- [8] Brown, A. W. A., Insect Control by Chemicals, New York, London 1951.

- [9] Council an Pharmacy and Chemistry, Pharmacologic and toxicologic Aspects of DDT., Journ. of the Amer. Med. Ass., 145, 1951, p. 728.
- [10] Deichmann, W. B., Witherup, S., Kitzmiller, K. V., Heyroth, F. F., The Toxicity of DDT, The Kettering Lab. in the Dep. of. Prev. Med. and Industr. Health Coll. of Med. Univ. of Cincinnati — Ohio 1950.
- [11] Domenjoz, R., Experimentelle Erfahrungen mit einem neuen Insektizid., Schw. Med. Wochenschr., Basel, 74, 1944, p. 952.
- [12] Doner, N. W., Testing insecticide residues, Soap & Sanit. Chem., New York, 23, 1947, p. 139.
- [13] Frear, D., Chemistry of Insecticides, Fungicides and Herbicides, London—Toronto 1949.
- [14] Geigy, S. A., Glimpses from the History of DDT, Basel, 1946, (polikopia).
- [15] Grison, P., Viel, G., Action toxique et propriétés physiologiques de l'Hexachlorcyclohexane, Revue de Path. Veget., Paris, 28, 1949, p. 98.
- [16] Günthard, E., Ueber die insektizide Wirkung eines BHC-Preparates, Mitt. d. Schw. Ent. Ges., Bern, 19, 1945.
- [17] Hayes, W. P., Liu (Yu-Su), Tarsal Chemoreceptors of the Housefly and their possible Relation to DDT-Toxicity, streszczenie w Rev. of Appl. Ent. Ser. B., London, 38, 1950.
- [18] Jefimow, A., Zastosowanie środków chemicznych w ochronie roślin, tłum. z ros., PIWR, Warszawa 1950.
- [19] Kettle, D. S., The Speed of Action of insecticidal Sprays and Deposits and its Use in assessing the biological Efficiency of BHC, DDT and Pyrethrum, Bull. Ent. Res., London, 40, 1949, p. 403.
- [20] Krijgsman, B. J., Berger, N. E., A simple Method for the Estimation of Contact Insecticides, Bull. Ent. Res., London, 40, 1949, p. 355.
- [21] Läger, P., Martin, H., Müller, P., Ueber Konstitution und toxische Wirkung von natürlichen und neuen synthetischen insekten-toetenden Stoffen, Helv. Chim. Acta, Basel, 27, 1944, p. 892.
- [22] Lietz, G., Co należy wiedzieć o zastosowaniu DDT w nowoczesnej walce z owadami, VVB-Sapotex Chemnitz, Leipzig.
- [23] Martin, H., Contribution à l'étude des Silphes de la betterave en Suisse, Trav. de l'Inst. Ent. de l'Ecole Polyt. Fédérale à Zurich, Berne 1945.
- [24] Martin, H., Wain, R. L., Insecticidal Action of DDT, The Nature, London, 154, 3912, 1944.
- [25] Metcalf, C. I., Flint, W. P., Destructive and useful Insects, New York, Toronto, London 1951.

- [26] Mooser, H., Die Bedeutung des Neocid Geigy fuer die Verhütung und Bekämpfung der durch Insekten übertragenen Krankheiten, Schw. Med. Woch. Schr., Basel, 74, 1944, p. 947.
- [27] Naumow, N. A., Szczegolew, W. N., Sprawocznik Agronoma po Zaszczitje Rastienij, Moskwa—Leningrad 1948.
- [28] Picard, J. P., Kearns, C. W., Analysis of the essential structural Features of DDT by a study of the Toxicity of closely related Compounds to Roaches and Houseflies, Canad. J. Res., Ottawa, 27, Nr. 2, 1949, p. 59.
- [29] Nowy środek owadobójczy DDT, Polski Tyg. Lek., Warszawa, 1, 1946.
- [30] Praca zbiorowa, Skrypty z centralnego szkolenia kierowników ekip dezynsekcyjnych, Centr. Zwalcz. Szk. Zboż. Mączn., Łódź 1950 (polikopia).
- [31] Praca zbiorowa, Zarys wiadomości o środkach fitofarmaceutycznych, Biuro Sprzed. Naw. Szt. CHPChem., Warszawa 1951 (polikopia).
- [32] Radło, P., Własności i działanie dezynsekcyjne DDT, Pol. Tyg. Lek., Warszawa, 1, 1946.
- [33] Rose, G., Fortschritte in der Bekämpfung des Läusefleckfiebers und der Malaria, Acta Tropica, Basel, 1, 3, 1944.
- [34] Slade, R., A new british Insecticide, the Gamma Isomer of Benzene Hexachloride, Chem. Trade Journ. & Chem. Engin. 1945.
- [35] Straub, C. P., DDT jego użycie i zastosowanie, Gaz, woda i tech. san, Warszawa, 21, 1947, p. 16.
- [36] Szczegolew, W. N. i inni, Sielskochozjaistwiennaja Entomologia, Moskwa—Leningrad 1949.
- [37] Teichmann, E., Andres, A., *Calandra granaria* L. und *Calandra oryzae* L. als Getreideschädlinge, Ztschr. f. angew. Ent., Berlin, 6, 1920, p. 1.
- [38] Trappmann, W., Die Frage der Kornkäferbekämpfung mit Quarzmehlen, Nachr. Bl. f. d. deutsch. Pfl. Sch. Dienst., Berlin, 21, 1941, p. 41.
- [39] Uszatinskaja, R. S., Znaczenije wlaźnosti sriedy i piszczi w chołodostojkosti ambarnogo dołgonosika (*Calandra granaria* L.), Zoolog. Żurn., Moskwa, 29, 1950, p. 341.
- [40] Velbinger, H. H., Zur Frage der DDT-Toxizität für Menschen, Dtsch. Ges. Wes. Berlin, 2, 1947.
- [41] Wiesmann, R., Die DDT-Präparate als Schädlingbekämpfungsmittel, Mitt. a. d. Geb. d. Leb. Mit. Unters. u. Hyg., Bern, 38, 1947, p. 144.
- [42] Wiesmann, R., Eine neue wirksame Methode zur Bekämpfung der Fliegenplagen in Ställen, Schw. Arch. f. Tierheilk, Zurich, 35, 1943, p. 25.

- [43] Wiesmann, R., Neue Untersuchungen über die Bekämpfung der Kirschfliege, Schw. Ztschr. f. Obst. u. Weinbau., Wädenswil, 52, 1943, p. 84.
- [44] Wiesmann, R., Weitere Versuche mit Gesarol im Obstbau, Schw. Ztschr. f. Obst u. Weinb., Wädenswil, 52, 1943.
- [45] Wiesmann, R., Fenjves, J., Autotomie bei Lepidopteren und Dipteren nach Berührung mit Gesarol, Mitt. d. Schw. Ent. Ges., Bern., 19, 1944, p. 170.
- [46] Wigglesworth, V. B., The Principles of Insect Physiology, London 1950.
- [47] Zacher, F., Die Vorrats- Speicher und Materialschädlinge und ihre Bekämpfung, Berlin 1927.
- [48] Zacher, F., Saatbeizmittel als Schutz gegen Kornkäferbefall, Nachr. f. d. deutsch. Pfl. Sch. Dienst., Berlin, 6, 1926, p. 97.
- [49] Zacher, F., Kunike, G., Untersuchungen über die insektizide Wirkung von Oxyden und Carbonaten, Arb. Biol. Reichsanst., Berlin, 18, 1930, p. 201.
- [50] Zinkernagel, R., Gasser, R., Ueber Getreidekonservierung, Mitteilung 1, Mitt. d. Schw. Ent. Ges., Bern, 19, 1945, p. 626.
- [51] Zinkernagel, R., Gasser, R., Ueber Getreidekonservierung, Mitteilung 2, Mitt. d. Schw. Ent. Ges., Bern, 19, 1946, p. 653.
- [52] Zwölfer, W., Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit, Ztschr. f. angew. Ent., Berlin, 19, 1932, p. 497.