

WANDA MIERZEJEWSKA  
*Akademia Rolnicza we Wrocławiu*

## PRÓBA OKREŚLENIA ZWIĄZKU MIĘDZY NASILENIEM WYSTĘPOWANIA CHORÓB I SZKODNIKÓW A PLONOWANIEM BURAKÓW CUKROWYCH W WARUNKACH PRODUKCYJNYCH

Plony buraków cukrowych są w Polsce znacznie niższe od plonów uzyskiwanych w innych krajach europejskich posiadających podobne warunki klimatyczno-glebowe. W naszym kraju w okresie 1964—1984 średnie plony buraków cukrowych tylko 3-krotnie i to w nieznacznym stopniu przekroczyły wysokość 350 q/ha, w tym okresie zdarzały się lata dużego spadku plonów i tak w 1980 roku plony spadły do poziomu 221 q/ha. Powstaje pytanie czy i w jakim stopniu te niskie i charakteryzujące się dużymi wahaniami plony buraków cukrowych są związane z nasileniem występowania chorób i szkodników oraz prowadzonym w praktyce ich zwalczaniem. Badając ten związek szukano odpowiedzi na 2 pytania:

1. Czy i jaki wpływ na plon buraków cukrowych miały w Polsce w latach 1964—1983 następujące agrofagi: śmietka ćwiklanka, mszyca burakowa, żółtaczka burakowa.

2. Czy i jaki wpływ na plon buraków cukrowych miały w poszczególnych latach okresu 1978—84 następujące, objęte rejestracją agrofagi: mszyca trzmielinowo-burakowa, pchełka burakowa, zgorzel siewek, zgorzel serc, żółtaczka burakowa, śmietka ćwiklanka, mączniak prawdziwy.

Wybór szkodliwych gatunków wynikał z wykazu agrofagów rejestrowanych. Wykaz ten w ostatnim 20-leciu uległ rozszerzeniu. W literaturze przedmiotu znaleźć można liczne prace charakteryzujące szkodliwość chorób i szkodników oraz efektywność ich zwalczania w warunkach doświadczalnych. Prezentowane wyniki mają na celu podjęcie próby odniesienia tego problemu do warunków produkcyjno-gospodarczych.

W badaniu związku między nasileniem występowania chorób i szkodników a plonem buraków cukrowych zastosowano regresję prostoliniową i wielomianową stopnia drugiego przy wprowadzeniu do badania jednej zmiennej niezależnej oraz kilku zmiennych niezależnych (regresja wieloraka). Badania zależności między zmienną zależną (plon) a zmiennymi niezależnymi (choroby i szkodniki) poprzedzono badaniami zależności

między zmiennymi niezależnymi (zarówno ze względu na problemy natury metodycznej, jak również ze względu na szanse poznania takich związków jak np. mszyca — żółtaczka).

Posługując się rachunkiem regresji zastosowano pewne modyfikacje związane z zadanymi pytaniami. I tak w celu znalezienia odpowiedzi na pytanie pierwsze korelowano wysokość plonów w latach 1964—1983 z nasileniem agrofagów objętych w tym okresie rejestracją. W drugim zagadnieniu korelowano różnice. Różnice w nasileniu obliczono przez odejmowanie od nasilenia w analizowanym roku nasilenia roku poprzedniego. Natomiast różnice w plonie obliczono jako odchylenia plonu analizowanego roku od tzw. plonu normalnego, przyjmując, że odchylenia te są spowodowane przez agrofagi. Plon normalny został obliczony dla każdego z 49 województw na podstawie równania regresji, w których zmienną zależną był plon w roku analizowanym a zmienną niezależną plon w roku poprzednim w każdym z województw. Obliczono więc tyle równań regresji dla ilu lat przeprowadzono badania (por. tab. 1), wyeliminowano rok 1981, ponieważ wystąpił brak statystycznie istotnej zależności między badanymi zmiennymi.

Pierwszy sposób badania związku między nasileniem agrofagów a plonem został zainspirowany stosowaniem rachunku regresji w badaniach nad efektywnością nawożenia [2, 3]. Propozycja drugiego sposobu badania omawianego związku wysunięta została przez T. Marszałkowicz.

Plony buraków cukrowych (średnie wojewódzkie i średnie krajowe) pochodzą z Roczników Statystycznych (ostatnie 2 lata z WUS Wrocław). Średnie krajowe i średnie wojewódzkie procentowe wskaźniki nasilenia chorób i szkodników uzyskano częściowo z Biuletynów Instytutu Ochrony Roślin w Poznaniu a dane, które nie zostały jeszcze opublikowane otrzymano z Zakładu Ekonomiki, Prognoz i Rejestracji IOR Poznań. Przyjęto założenie, że średnie (zarówno nasilenia agrofagów jak i plonów) zostały ustalone w sposób prawidłowy, a więc operowanie nimi jest tak samo uzasadnione, jak w innych stosowanych przypadkach. Ujęcie problemu wymagało operowania średnimi dla dużych jednostek przestrzennych.

*Wpływ mszycy burakowej, śmietki ćwiklanki, żółtaczki wirusowej  
i nawożenia mineralnego na plony buraków cukrowych w Polsce  
w latach 1964—1983*

Model prostoliniowy nie wyjaśnił wpływu badanych czynników na plon (współczynnik determinacji = 0,0805;  $F_0 = 0,328$ ;  $P(F > F_0) = 0,854$ ;  $t_{0,01}$  dla wszystkich współczynników regresji bardzo niskie).

Model paraboliczny posiada lepszą charakterystykę statystyczną, zależność opisuje równanie:

$$x_1 = 81,073 - 3,284 x_2 - 3,220 x_3 + 35,287 x_4 + 3,655 x_5 + 0,153 x_2^2 + \\ + 0,056 x_3^2 - 2,775 x_4^2 - 0,015 x_5^2$$

Współ, deter. = 0,6277;  $F_o = 2,318$ ;  $P(F > F_o) = 0,0984$

$t_{obl}$  dla współczynników regresji

mszyca	$x_2 = -0,77$	$x_2^2 = 1,04$
śmietka	$x_3 = -1,45$	$x_3^2 = 1,60$
żółtaczka	$x_4 = 3,02$	$x_4^2 = -2,31$
NPK	$x_5 = -3,13$	$x_5^2 = -3,00$

Z wartości współczynnika determinacji wynika, że wprowadzone zmienne wyjaśniły ponad 60% zmienności plonów, jednak prawdopodobieństwo  $P(F > F_o) = 0,0984$ , co oznacza, że jest ono dość wysokie i stwarza wątpliwość co do statystycznej istotności parametru. Także testowanie współczynników regresji nie wykazuje statystycznie istotnego wpływu badanych czynników na plon buraków cukrowych. Wpływ nawożenia i żółtaczki wykazuje stosunkowo wyższy poziom istotności, jednak przy eliminowaniu zmiennych mniej istotnych wystąpił pusty zbiór regresji.

Metoda graficzna nie wykazała możliwości przyjęcia innego modelu regresji.

Pozostaje jeszcze problem kompletności modelu. Wprowadzenie do modelu dodatkowych zmiennych niezależnych mogłoby wpłynąć zarówno na wartość współczynników regresji, jak również na poziom istotności. Ze względu jednak na małą liczebność zbiorowości próbnej, wprowadzenie dużej ilości zmiennych niezależnych (szczególnie, gdy zwiększa się liczba parametrów przy modelu krzywoliniowym) nie jest celowe. Nie zawsze też wprowadzenie dodatkowych zmiennych jest z punktu widzenia kompletności modelu potrzebne [6]. Niemniej jednak istnieje potrzeba znajomości zależności między zmiennymi niezależnymi wprowadzonymi do badań oraz ewent. także między dodatkowo działającymi zmiennymi (czynnikami). Na podstawie macierzy korelacji brutto między badanymi zmiennymi niezależnymi stwierdzono tylko bardzo wysoką zależność między mszycą a żółtaczką ( $r = 0,728$ ) i brak zależności między innymi badanymi zmiennymi.

Powstaje pytanie czy rzeczywiście w praktyce gospodarczej w 20-leciu 1964—1983 (średnio biorąc) ani mszyca, ani śmietka, ani żółtaczka nie spowodowały w Polsce spadku średnich plonów buraków cukrowych. Wydaje się, że nie można na podstawie otrzymanych wyników odpowiedzieć na to pytanie w sposób całkowicie jednoznaczny, ponieważ bardzo trudny do rozwiązania jest problem kompletności modelu oraz uzasadnie-

nie przyjęcia dopuszczalnego poziomu istotności w tego rodzaju problemach.

Wydaje się, że interpretacja uzyskanych wyników może być następująca:

— Ogólnie doceniane znaczenie szkodliwości mszycy burakowej i śmietki ćwiklanki wyrażające się w powszechnym zwalczaniu tych szkodników zabezpieczały na ogół (tzn. średnio dla całej zbiorowości) buraki cukrowe przed zniżką plonu, którą szkodniki te mogą powodować.

— W analizowanym okresie na terenie kraju mogły występować gospodarstwa lub nawet rejony, w których badane agrofagi powodowały spadek plonu. Np. na Dolnym Śląsku w latach 1964—1982 statystycznie istotny (na poziomie  $\alpha=0,15$ ) ujemny wpływ na plon wykazała żółtaczka wirusowa oraz bardzo niewielki ujemny wpływ (tzn. scharakteryzowany b. niskim współczynnikiem regresji) śmietka ćwiklanka [5]. Także w poszczególnych latach analizowanego okresu badana zależność mogła być statystycznie istotna.

— Wyniki charakteryzujące średnią 20-letnią i średnią krajową są z natury swojej bardzo ogólne. Występujące odchylenia zarówno w przestrzeni, jak w czasie nie przekreślają użyteczności uzyskanych wyników.

#### *Wpływ chorób i szkodników na plon buraków cukrowych w poszczególnych latach okresu 1978—1984*

Uzyskane wyniki obrazują równania regresji, zamieszczono je wraz z charakterystyką statystyczną w tabeli 1. Nasuwa się następująca interpretacja:

— Zależność między nasileniem agrofagów a plonem buraków cukrowych ma raczej charakter krzywoliniowy, chociaż w roku 1978 i 1982 nastąpiła samoredukcja modelu krzywoliniowego do prostoliniowego.

Charakterystyki statystyczne pozwalają sądzić, że istnieje związek między nasileniem agrofagów a plonem buraków cukrowych. Wprawdzie w niektórych latach współczynniki są niskie, jednak w każdym z analizowanych lat wysokość prawdopodobieństwa  $P(F > F_0)$  pozwala, jak się wydaje przyjąć, że zależność taka istnieje.

— Równania regresji przy przyjęciu istotności parametrów regresji na poziomie  $\alpha=0,04$  wykazały ujemny wpływ sześciu spośród siedmiu badanych agrofagów. Siła ujemnego oddziaływania agrofagów mierzona wartością współczynników regresji jest dla tych samych agrofagów różna w różnych latach. Fakt ten nie budzi wątpliwości, ponieważ wysokość omawianych parametrów kształtuje się pod wpływem działania bardzo



Tabela 1

Zależność między nasileniem agrofagów a plonem buraków cukrowych  
(w oparciu o ustalenie plonu normalnego)

Rok	Regresja prostoliniowa				Regresja wielomianowa stopnia drugiego			
	równanie regresji *)	PR	F <sub>o</sub>	P	równanie regresji *)	PR	F <sub>o</sub>	P
1978	$x_1 = -0,504 - 0,731x_4$	0,0774	3,86	0,0555	$x_1 = -0,504 - 0,731x_4$	0,0774	3,86	0,0555
1979	$x_1 = 8,267 - 1,019x_8$	0,1046	5,372	0,0250	$x_1 = 9,494 - 0,895x_8 - 0,158x_4^2 + 0,800x_6^2$	0,4329	11,182	0,0000
1980	$x_1 = 1,581 - 2,569x_2$	0,1846	10,412	0,0023	$x_1 = 5,484 - 2,643x_2 - 0,297x_6^2$	0,2630	8,028	0,0010
1982	$x_1 = -4,475 - 1,820x_7$	0,1171	6,101	0,0173	$x_1 = -4,475 - 1,820x_7$	0,1171	6,101	0,0173
1983	pusty zbiór regresji	×	×	×	$x_1 = -7,340 + 2,241x_{10} - 0,032x_{10}^2$	0,1448	3,811	0,0296
1984	$x_1 = 31,215 + 2,4336x_9$	0,2248	13,63	0,0006	$x_1 = -20,545 + 2,328x_7 - 0,027x_7^2 - 0,577x_7^2$	0,3616	8,495	0,0001

\*) poziom istotności  $\alpha = 0,04$

PR = współczynnik determinacji

F<sub>o</sub> = obl. wartości statystyki F-Snedecora

P =  $P(F > F_o)$

x<sub>1</sub> = zmienna zależna = plon bur. c. q/ha

Wprowadzone zmienne niezależne:

x<sub>2</sub> i x<sub>2</sub><sup>2</sup> = mszyca og.\*\*

x<sub>3</sub> i x<sub>3</sub><sup>2</sup> = mszyca sil\*\*

x<sub>2</sub> i x<sub>2</sub><sup>2</sup> = mszyca og.\*\*

x<sub>4</sub> i x<sub>4</sub><sup>2</sup> = pchełka\*\*

x<sub>5</sub> i x<sub>5</sub><sup>2</sup> = zgorzel serc\*\*

x<sub>6</sub> i x<sub>6</sub><sup>2</sup> = zgorzel siewek\*\*

x<sub>7</sub> i x<sub>7</sub><sup>2</sup> = żółtaczka\*\*

x<sub>8</sub> i x<sub>8</sub><sup>2</sup> = śmietka\*\*

x<sub>9</sub> i x<sub>9</sub><sup>2</sup> = NPK\*\*\*

x<sub>10</sub> i x<sub>10</sub><sup>2</sup> = mączniak pr.\*\*

\*\* w % zaatakowanych roślin przez poszcz. agrofagi

\*\*\* w kg NPK/1 ha

dużej ilości czynników nie tylko przyrodniczych, ale także organizacyjno-ekonomicznych. Wartości współczynników regresji dla poszczególnych lat nie należy odczytywać jako precyzyjnej miary spadku plonu w wyniku szkodliwego działania agrofagów. Wartość współczynników regresji jest (podobnie jak w innych przypadkach) pewnym przybliżeniem nieznanymi poszukiwanych wielkości.

— Wymowa współczynników regresji w uzyskanych rozwiązaniach wymagałaby dłuższego omówienia, szczególnie gdyby sięgnąć do czynników kształtujących ich wysokość. Pomijając tę stronę problemu należy podkreślić, że w rozpatrywanym problemie ogólna interpretacja współczynników regresji jest taka, jak zawsze przy posługiwaniu się równaniami regresji, a więc np. uzyskany dla roku 1978 współczynnik regresji wynoszący —  $0,731x_4$  oznacza, że wzrost nasilenia pchełki o 1% powodował spadek plonów buraków cukrowych o 0,731 q/ha. Z dalszych wyliczeń wynikałoby, że przy nasileniu pchełki wynoszącym średnio w kraju 12,1%, spadek plonu przez nią powodowany wynosił blisko 9 q/ha.

W uzyskanych rozwiązaniach znaki współczynników regresji nie budzą wątpliwości z wyjątkiem zgorzeli siewek w 1979 roku. Plony buraków cukrowych były w 1979 roku o 11 q wyższe w stosunku do roku poprzedniego i o 22 q wyższew stosunku do średniej 3 poprzednich lat, co sugeruje, że nasilenie zgorzeli siewek zostało skorelowane z innym czynnikiem, który wpłynął silnie na wzrost plonu, natomiast korelacja między zgorzelą siewek a plonem buraków cukrowych była pozorna. Inaczej kształtował się wpływ zgorzeli siewek w 1980 roku, który był rokiem bardzo głębokiego spadku plonów (do poziomu 221 q/ha). Przy bardzo złych warunkach wegetacji, które spowodowały znaczne przerzedzenie plantacji, zgorzel siewek spowodowała dalsze wypadanie roślin i spadek plonu. W równaniu współczynnik regresji  $= -0,297 x_6^2$ , więc pierwsza pochodna  $= 0,594 x$ . Przy średnim nasileniu wynoszącym 5%, spadek plonu przez zgorzel siewek powodowany wynosił ok. 3 q/ha. Istnieje zgodność poglądów, że szkodliwość zgorzeli siewek wzrasta wraz ze wzrostem powierzchni obsiewanej nasionami jednokiełkowymi.

Analizując dalej rok 1980 i wyliczając na podstawie współczynników regresji spadek plonu powodowany przez mszycę trzmielinowo-burakową otrzymujemy: — 2,643 pomnożone przez 6,1 = —16,1 q/ha. Z obliczeń wynika więc, że łącznie ze zgorzelą siewek niższa plonu spowodowana przez 7 analizowanych agrofagów w roku 1980 wynosiła ok. 20 q/ha. Ale w stosunku do roku 1979 spadek plonu w roku 1980 wynosił parokrotnie więcej, bo aż 90 q/ha. Powstaje więc pytanie czy wynik wyliczeń przeprowadzony na podstawie równań regresji jest mało prawdopodobny, czy też inne czynniki spowodowały tak ogromny spadek plonu. Analiza istniejących w 1980 roku warunków wegetacji wykazuje, że nie-

Tabela 2

Zależność między nasileniem agrofagów a plonami buraków cukrowych  
(eliminowanie innych czynników przez wprowadzenie  
dodatkových zmiennych niezależnych)

Rok	Regresja prostoliniowa				Regresja wielomianowa stopnia drugiego			
	równanie regresji *)	PR	F <sub>o</sub>	P	równanie regresji *)	PR	F <sub>o</sub>	P
1979	$x_1 = 133,730 + 0,720x_{10} +$ $2,801x_{11} + 2,541x_{13} -$ $-1,699x_{15}$	0,4815	10,214	0,0000	$x_1 = -149,539 + 3,230x_{11} + 1,151x_{13} +$ $+50,312x_{14} - 4,076x_{14}^2$	0,4781	10,076	0,0000
1980	$x_1 = 75,163 + 1,900x_{11}$	0,1136	6,025	0,0179	$x_1 = 69,269 + 0,002x_{10}^2 + 0,012x_{13}^2$	0,1335	4,170	0,0217
1982	$x_1 = 46,130 + 3,036x_7 +$ $0,468x_{10} + 1,926x_{13}$	0,4038	10,158	0,0000	$x_1 = 197,128 - 5,155x_6 + 11,846x_7 +$ $+0,884x_{13} - 0,557x_7^2$	0,4689	9,711	0,0000

\*) poziom istotności  $\alpha = 0,04$

PR = współczynnik determinacji

F<sub>o</sub> = obl. wartości statystyki F-Snedecora

P = P(F > F<sub>o</sub>)

x<sub>1</sub> = zmienna zależna = plon bur. c. w q/ha

Wprowadzone zmienne niezależne:

x<sub>2</sub> i x<sub>2</sub><sup>2</sup> — drobnica \*\*

x<sub>3</sub> i x<sub>3</sub><sup>2</sup> — mszyca trzmiel.-bur. \*\*

x<sub>4</sub> i x<sub>4</sub><sup>2</sup> — pchełka \*\*

x<sub>5</sub> i x<sub>5</sub><sup>2</sup> — zgorzel serc \*\*

x<sub>6</sub> i x<sub>6</sub><sup>2</sup> — zgorzel siewek \*\*

x<sub>7</sub> i x<sub>7</sub><sup>2</sup> — żółtaczka \*\*

x<sub>8</sub> i x<sub>8</sub><sup>2</sup> — śmietka ćwikl. \*\*

x<sub>9</sub> i x<sub>9</sub><sup>2</sup> — mączniak pr. \*\*

x<sub>10</sub> i x<sub>10</sub><sup>2</sup> — NPK/ha UR

x<sub>11</sub> i x<sub>11</sub><sup>2</sup> — Wsk. jakości rol.

przeźrzeni prod.

x<sub>12</sub> i x<sub>12</sub><sup>2</sup> — ha UR/ciagn. przel.

x<sub>13</sub> i x<sub>13</sub><sup>2</sup> — grunty we wład. gosp.

nie uspoł.

x<sub>14</sub> i x<sub>14</sub><sup>2</sup> — śr. obszar indywid.

gosp. rol.

x<sub>15</sub> i x<sub>15</sub><sup>2</sup> — drogi o nawierzchni

twardej km/100 km<sup>2</sup>

\*\* w % zaatakowanych roślin przez poszcz. agrofagi

## Efektywność zabiegów ochrony roślin w

Wyszczególnienie	Równanie regresji <sup>1)</sup>	f' (x)	Nasilenie %
Zwalczanie mszycy			
rok 1980	$x_1 = 5,484 - 2,643x_2 - 0,297x_6^2$	$f'(x_2) = -2,643x$	6,1
Zwalczanie śmietki			
rok 1979	$x_1 = 9,494 - 0,895x_8 - 0,158x_4^2 + 0,800x_6^2$	$f'(x_8) = -0,895x$	15,7
Zwalczanie pchełki			
rok 1978	$x_1 = -0,504 - 0,731x_4$	$f'(x_4) = -0,731x$	12,1
rok 1979	$x_1 = 9,494 - 0,895x_8 - 0,158x_4^2 + 0,8x_6^2$	$f'(x_4) = -0,316x$	18,2
Zwalczanie żółtaczki			
rok 1982	$x_1 = 4,475 - 1,820x_7$	$f'(x_7) = -1,820x$	5,9
rok 1984	$x_1 = -20,545 + 2,328x_9 - 0,027x_4^2 - 0,577x_7^2$	$f'(x_7) = -1,154x$	4,4
Zw. zgorzeli siewek			
rok 1980	$x_1 = 5,484 - 2,643x_2 - 0,297x_6^2$	$f'(x_6) = -0,594x$	5,0

1) Wprowadzone zmienne niezależne:

$x_2$  i  $x_2^2$  — mszyca og.\*

$x_3$  i  $x_3^2$  — mszyca sil.\*

$x_4$  i  $x_4^2$  — pchełka \*

$x_5$  i  $x_5^2$  — zgorzel serc \*

$x_6$  i  $x_6^2$  — zgorzel siewek \*

$x_7$  i  $x_7^2$  — żółtaczka \*

$x_8$  i  $x_8^2$  — śmietka \*

$x_9$  i  $x_9^2$  — NPK \*\*

$x_{10}$  i  $x_{10}^2$  — mączniak pr.\*

\* w % zaatakowanych roślin przez poszcz. agrofagi

\*\* w kg NPK/1 ha

normalne warunki pogodowe wpłynęły na znaczne opóźnienie terminu siewu, spowodowały przerzedzenie plantacji oraz utrudniły sprzęt buraków cukrowych, co łącznie musiało się odbić na ich plonowaniu. Wynika więc z tego, że brak unieszkodliwienia agrofagów tylko w stosunkowo niewielkim stopniu wpłynął na plony, a o bardzo niskich plonach zdecydowały inne czynniki. Brak skorelowania wzrostu nasilenia śmietki ćwiklanki ze spadkiem plonu wymaga analizy terminu wystąpienia śmietki oraz przeprowadzonego zwalczania.



Tabela 3

warunkach produkcyjno-gospodarczych

Spadek plonu q/ha	Cena 1 q bur. c. zł	Wartość <sup>2)</sup> produkcji zagrożonej zł/ha	Wartość <sup>3)</sup> produkcji uratowanej zł/ha	Koszt zabiegu zł/ha od — do	Opłacalność <sup>4)</sup> zł od — do	Wskaźnik <sup>5)</sup> pokrycia kosztów od — do
16,2	142	2289	2060	318— 505	1555—1742	4,1—6,5
14,00	114	1596	1436	276— 488	948—1712	2,9—5,2
8,84	109	964	868	276— 319	549— 592	2,7—3,1
5,75	115	655	590	283— 333	250— 307	1,8—2,1
10,74	335	3598	3238	416—1169	2069—2828	2,8—7,8
5,08	370	1880	1692	1035—1458	234— 657	1,2—1,6
2,97	142	422	380	50— 55 <sup>6)</sup>	325— 330	6,9—7,6

<sup>2)</sup> i <sup>3)</sup> bez produkcji ubocznej<sup>3)</sup> skuteczność zabiegu 90%<sup>4)</sup> nadwyżka produkcji uratowanej ponad poniesione koszty<sup>5)</sup> Wartość produkcji uratowanej

Koszty zabiegu

<sup>6)</sup> szacunkowo

— W uzyskanych wynikach zwraca uwagę powtarzający się w trzech latach (z sześciu badanych) ujemny współczynnik regresji dla pchełki. Wartości współczynników nie są wysokie, jednak oznaczają liczący się spadek plonu. Np. w 1979 współczynnik wynosił  $-0,158 x_4^2$ , pierwsza pochodna =  $-0,316$ , co przy średnim nasileniu wynoszącym 11,2% oznaczało spadek plonu wynoszący ok. 3,5 q/ha. Jest to wielkość licząca się (ponad 10% plonu) tym bardziej, że istnieje tendencja wzrostowa szkodliwości pchełki. Tendencja ta wynika nie tylko z potrzeby intensyfikacji

buraka cukrowego ale także ze zwiększającego się u nas jeszcze wskaźnika powierzchni obsiewanej punktowo nasionami jednokiełkowymi. Przy niskiej obsadzie roślin zwiększa się szkodliwość agrofagów żerujących na młodych roślinach.

Szukając odpowiedzi na pytanie jaki był w danym roku wpływ agrofagów na plon przeprowadzono także rachunek korelowania plonów buraków cukrowych w poszczególnych województwach z nasileniem agrofagów przy eliminowaniu następujących cech: NPK/ha UR, wskaźnik jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej, powierzchnia UR/1 ciągn. przeliczeniowy, grunty we władaniu gospodarstw nieuspołecznionych (% UR), średni obszar indywidualnego gospodarstwa rolnego, drogi o nawierzchni twardej km/100 km<sup>2</sup>. W podobny sposób K. Korelewski [4] badał wpływ wybranych czynników na wyniki produkcji roślinnej.

Wyniki regresji dla wprowadzonych 15 zmiennych niezależnych przy założeniu istotności współczynników regresji na poziomie  $\alpha=0,04$  zestawiono w tabeli 2. Wybrane lata 1979, 1980 i 1982 mają jak się wydaje wystarczającą wymowę. Z tabeli 2 wynika, że izolacja innych czynników wpływających na plony przez wprowadzenie dodatkowych 6 zmiennych niezależnych (ocenianych jako bardzo silnie warunkujące plony) jest w analizowanej zależności niewystarczająca. I tak w 1979 i 1980 roku nie uwidocznił się wpływ żadnego z agrofagów. W 1980 i 1982 roku nie wystąpił nawet wpływ działania jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej, a jest to przecież podstawowa cecha różnicująca plony. Wprawdzie w 1980 roku opisany równaniem regresji wynik może znaleźć uzasadnienie, ponieważ przejawiał się w tym roku bardzo silny wpływ warunków atmosferycznych (różny w różnych województwach a nie ujęty w modelu), jednak brak uwidocznienia się omawianej cechy w 1982 roku budzi wątpliwości. Przy tej metodzie korelowania plonów z nasileniem agrofagów jaka prezentowana jest w tabeli 2, konieczna jest dalsza izolacja cech. Wymagałoby to jednak dodatkowych badań, ponieważ niektóre cechy wpływające na plon są w ujęciu terytorialnym niewymierne.

Równania regresji zawarte w tabeli 1 umożliwiają przeprowadzenie rachunku efektywności zabiegów ochronnych w warunkach produkcyjnych. Zestawienie obliczeń zamieszczono w tabeli 3. Tok wyliczeń posługując się przykładem zwalczania mszycy trzmielinowo-burakowej (rok 1980) jest następujący: z równania regresji wynika, że wzrost nasilenia mszycy o 1% powodował spadek plonu o 2,643 q/ha. Ponieważ średnie nasilenie mszycy wynosiło w analizowanym roku 6,1%, więc średni spadek plonu w kraju wynosił 16,12 q/ha, co przy istniejących cenach oznaczało spadek wartości produkcji wynoszący 2289 zł/ha. Przyjmując wskaźnik skuteczności zabiegu w wysokości 90%, wartość produkcji uratowa-

nej wynosi 2060 zł/ha. Stąd przy znanym poziomie kosztów wynoszącym od 318 do 505 zł/ha opłacalność zwalczania jako różnica między produkcją uratowaną a kosztami wynosi od 1555 do 1742 zł/ha, a wskaźnik pokrycia kosztów obliczony przez podzielenie produkcji uratowanej przez koszty kształtuje się na poziomie od 4,1 do 6,5. Istotna jest interpretacja obliczonej tą metodą efektywności zwalczania mszycy trzmielinowo-burakowej. Obliczona efektywność określa jakie można było uzyskać średnio w kraju korzyści przy dodatkowym lub bardziej skutecznym zwalczaniu mszycy, są to więc wskaźniki korzyści utraconych średnio w kraju co jak się wydaje ma dużą wymowę gospodarczą. Jednak oprócz korzyści utraconych mogły być także korzyści uzyskane i to nie tylko średnio w kraju, ale szczególnie duże w niektórych rejonach i gospodarstwach, ponieważ mszyca należy do agrofagów, których szkodliwość jest doceniana i zwalczanie nielekceważone.

### *Próba uogólnienia*

Określenie związku między nasileniem agrofagów a plonami buraków cukrowych w warunkach produkcyjnych przy zastosowaniu regresji wielorakiej może być pomocne dla oceny szkodliwego działania agrofagów. Wartość współczynników regresji nie jest jednak precyzyjną miarą spadku plonów. Wartość ta (podobnie jak w innych przypadkach) jest pewnym przybliżeniem nieznanymi, poszukiwanymi wielkości. Formuła matematyczna, za pomocą której uzyskano prezentowane wyniki jest pewnym uproszczeniem skomplikowanej rzeczywistości. Jak ogromnie jest ta rzeczywistość w ochronie roślin skomplikowana wnioskować można na podstawie prac J. Boczka [1] i W. Węgorka [7]. Nie wydaje się jednak, aby uzyskane wyniki rzeczywistość tę zdeformowały, chociaż problem poszukiwania doskonalszego modelu matematycznego pozostaje otwarty.

Współczynniki regresji mogą być zastosowane do przeprowadzenia rachunku efektywności zabiegów ochronnych w warunkach praktyki gospodarczej. Interpretując obliczone na podstawie współczynników regresji wskaźniki efektywności zabiegów ochronnych należy pamiętać, że określają one korzyści utracone w warunkach jakie istniały w rolnictwie analizowanego roku.

Wyniki uzyskane na podstawie zastosowania regresji wielorakiej pozwalają wnioskować, że uruchomienie rezerw tkwiących w ochronie roślin jako w czynniku zabezpieczającym plon buraków cukrowych związane jest nie tylko ze zwalczaniem nielekceważonych agrofagów takich jak mszyca trzmielinowo-burakowa i śmietka ćwiklanka, ale także na bacz-

niejszym zwróceniu uwagi na inne agrofagi takie jak: pchełka, żółtaczka a także zgorzel siewek. Dowodzi to raz jeszcze, że ochrona roślin wymaga zarówno ze względów ekonomicznych jak ekologicznych nadzoru przeprowadzenia zabiegów ochronnych. Programy opracowane schematycznie na podstawie potencjalnej szkodliwości agrofagów są potrzebne dla celów planowania wieloletniego, ze względu na konieczność posiadania w pogotowiu potrzebnych środków, dla celów bieżącego podejmowania decyzji konieczna jest każdorazowo ocena stanu zdrowotnego plantacji.

Ochrona buraka cukrowego posiada bardzo duże znaczenie gospodarcze ze względu na zabezpieczenie plonu, nie jest ona jednak czynnikiem plonotwórczym ani w przypadku buraka cukrowego ani w przypadku innych roślin. Uzyskane wyniki pozwalają sądzić, że bardzo głęboki spadek plonów w 1980 roku do poziomu 220 q/ha tylko w stosunkowo niewielkim stopniu wynikał z braku unieszkodliwienia mszycy i zgorzeli siewek. Działanie innych niesprzyjających czynników zadecydowało o niskim plonie. Ochrona roślin nie mogła zabezpieczyć plonu niewytworzonego, nie jest ona w stanie zrekompensować złego działania czynników plonotwórczych.

#### LITERATURA

1. Boczek J.: Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych z. 246/1985.
2. Brzoza A.: Zagadnienia Ekonomiki Rolnej 6/1972.
3. Kurek E.: Zagadnienia Ekonomiki Rolnej 3/1969.
4. Korelewski K.: Postępy Nauk Rolniczych 2/1984.
5. Mierzejewska W.: Metody badawcze i miary oceny ekonomicznej efektywności chemicznych zabiegów ochrony roślin, art, przyjęto do druku (Postępy Nauk Rolniczych 1985).
6. Marszałkiewicz T.: Metody statystyczne w badaniach ekonomiczno-rolniczych.
7. Węgorek W.: Zagadnienia Ekonomiki Rolnej 4/1972.