

A. REINHERCS, W. RZĘDOWSKI

## ANTYBIOTYKI W PRZETWÓRSTWIE OWOCÓW I WARZYW

Owoce i warzywa ze względu na swą wysoką wartość biologiczną stanowią składnik pożywienia niezmiernie ważny, z punktu widzenia racjonalnego odżywiania. Według badań prof. Szczygła (6) zagadnienie należytego zaopatrzenia w warzywa i owoce w naszym klimacie i przy naszych zwyczajach odżywiania jest szczególnie ważne ze względu na występowanie sezonowych niedoborów witaminowych, zwłaszcza w zakresie witamin C i A. Niestety, warzywa i owoce przeważnie trudno dają się przechowywać w stanie świeżym, szybko bowiem ulegają zepsuciu, tracąc swoje cenne wartości odżywcze.

Spośród różnych czynników powodujących psucie się owoców i warzyw oraz ich przetworów na czoło wybija się działalność drobnoustrojów. Mikroflora występująca na owocach i warzywach jest bardzo obfita i różnorodna. Obejmuje ona wszystkie rodzaje mikroorganizmów, a więc zarówno bakterie jak drożdże i pleśnie, przy czym istnieje wyraźna zależność składu mikroflory od składu chemicznego owoców i warzyw, a zwłaszcza od stosunku węglowodanów do białek oraz od kwasowości. Uwidocznia się to bardzo wyraźnie w zasadniczej różnicy między mikroflorą owoców i warzyw. Na typową mikroflorę owoców składają się w pierwszym rzędzie drożdże, następnie pleśnie i stosunkowo nieliczne bakterie, natomiast w przypadku warzyw dominuje mikroflora bakteryjna. Mikroflora bakteryjna warzyw wykazuje przy tym charakterystyczne różnice w przypadku warzyw zielonych i korzeniowych. W warzywach zielonych przeważają bakterie kwasu mlekowego, podczas gdy na powierzchni warzyw korzeniowych występują obficie bakterie przetrwalnikujące, szczególnie bakterie gnilne.

Mikroflorę występującą na owocach i warzywach z punktu widzenia przetworstwa owocowo-warzywnego można podzielić na 2 grupy:

1) drobnoustroje będące czynnikami korzystnych przemian fermentacyjnych,

2) drobnoustroje powodujące niepożądane zmiany i zepsucie surowców oraz przetworów owocowych i warzywnych.

Do pierwszej grupy należą bakterie kwasu mlekowego oraz drożdże *Saccharomyces cerevisiae*. W pewnych warunkach drobnoustroje te mogą być niepożądanymi, np. w gotowym winie drożdże mogą one wywoływać niekorzystne zmiany.

Drugą grupę stanowią pozostałe drobnoustroje występujące na owocach i warzywach względnie materiałach pomocniczych stosowanych w przetwórstwie.

Przetwory warzywne o pH powyżej 4,5 ulegają zepsuciu najczęściej pod wpływem termofilnych oraz przetrwalnikujących mezofilnych beztlenowców i przetrwalnikujących tlenowców. Typowymi przedstawicielami tych drobnoustrojów są: *Bacillus stearothermophilus* (wywołujący zepsucia „płasko-kwaśne”), *Clostridium thermosaccharolyticum* (wywołujący bombaże), *Clostridium nigrificans* (wytwarzający  $H_2S$ ), *Clostridium botulinum*, *Cl. sporogenes*, *Cl. butyricum*, *Cl. pasteurianum*, *Bacillus subtilis* i inne.

Przetwory warzywne i owocowe o pH poniżej 4,5 atakowane są w pierwszym rzędzie przez drożdże oraz pleśnie, przy czym należy zaznaczyć, że mikroflora pleśniowa pochodzi prawie wyłącznie z zakażeń wtórnych. Z bakteryjnej mikroflory produktów kwaśnych należy wymienić: *Bacillus thermoacidurans* (*Bacillus coagulans*), wywołujący zepsucia płasko-kwaśne soków pomidorowych, *Cl. pasteurianum* i *Aerobacillus macerans*.

Technologia przemysłu owocowo-warzywnego sprowadza się zasadniczo do metod konserwowania, a duża różnorodność przetworów owocowych i warzywnych jest funkcją różnorodności stosowanych metod technologicznych.

Utrwalanie owoców i warzyw polegać może zarówno na zachowaniu ich w stanie możliwie niezmienionym (owoce przechowywane, mrożonki) jak na daleko posuniętym przerobie (marmolada, soki pitne, wino). W związku z tym przemysł owocowo-warzywny stosuje największą ilość metod i środków konserwujących z całego przemysłu spożywczego. Właściwie poza azotynem sodu nie ma żadnej innej znanej metody konserwacji, która nie byłaby w tym przemyśle stosowana. Mimo istnienia tak wielu metod utrwalania owoców i warzyw, poszukiwania i badania w tym zakresie nie tylko nie ustają, ale raczej ciągle się nasilają. Spośród stosowanych metod konserwacji żadnej bowiem nie można uznać za idealną, a w stosunku do wielu z nich można wysunąć bardzo dużo zastrzeżeń. Nic więc dziwnego, że z chwilą odkrycia antybiotyków uwaga technologów przemysłu owocowo-warzywnego została zwrócona na zagadnienie ewentualnego zastosowania ich w tym przemyśle. Zastosowanie antybiotyków przyniosłoby wiele korzyści. Pozwoliłoby ono przede wszystkim na znaczne uproszczenie procesów technologicznych, ułatwiło przejście na procesy ciągłe w pełni zautomatyzowane, skróciłoby czas przerobu,

zwiększyłyby zdolności produkcyjne, pozwoliłyby na podniesienie jakości i trwałości produktów oraz na znaczną obniżkę kosztów własnych produkcji.

Dlatego też, właściwie od chwili pojawienia się pierwszych prac dotyczących antybiotyków, zapoczątkowano również badania nad możliwością zastosowania ich w przetwórstwie owocowo-warzywnym. W okresie ostatnich piętnastu lat w literaturze fachowej nagromadziła się poważna ilość prac na ten temat. Prowizoryczne obliczenie ilości prac obejmuje już w chwili obecnej kilkaset pozycji.

Oprócz antybiotyków, substancji o działaniu bakterio- i grzybobójczym, produkowanych przez drobnoustroje, w przemyśle owocowo-warzywnym wzbudziły także zainteresowanie substancje o działaniu antybiotycznym, produkowane przez rośliny wyższe, czyli fitonocydy. Prace nad fitonocydami zapoczątkowane zostały w 1928 r. przez badacza radzieckiego prof. Tokina (8) i do dziś są szczególnie rozwijane w Związku Radzieckim (9, 29, 31). Niemniej literatura na temat fitonocydów obejmuje również prace badaczy innych krajów (32, 33, 34, 35). Badania te w przemyśle owocowo-warzywnym doprowadziły do osiągnięcia w niektórych przypadkach zupełnie konkretnych wyników i znalazły zastosowanie w produkcji (31).

W dotychczas wykonanych pracach próbowano zastosować znaczną ilość różnych antybiotyków i fitonocydów, a mianowicie spośród antybiotyków: penicylinę, streptomycynę, terramycynę, gramicydynę, bacitracynę, neomycynę, celiomycynę, streptynę, cyrkulinę, subtylinę, nizinę, aktidion, antimycynę, mycosubtylinę, fungichrominę, mycostatynę, patulinę i szereg innych mniej znanych antybiotyków, zaś spośród fitonocydów głównie fitonocydy gorzycy, chrzanu, cebuli i czosnku.

W Polsce do 1957 r. badań nad zastosowaniem antybiotyków w przetwórstwie owocowo-warzywnym właściwie nie prowadzono. W związku z tym przy opracowywaniu niniejszego referatu oparto się z konieczności na badaniach zagranicznych.

Prace nad zastosowaniem antybiotyków i fitonocydów dotyczyły przede wszystkim tych dziedzin przetwórstwa owoców i warzyw, w których stosowane dotychczas metody albo nie zabezpieczają całkowicie trwałości przetworów, albo wpływają ujemnie na ich jakość, względnie stosowanie ich jest ekonomicznie nieopłacalne. Do dziedzin tych należą: a) przechowywalność owoców i warzyw, b) produkcja soków pitnych, c) konserwy warzywne i owocowe, d) winiarstwo.

#### a) Przechowywalność owoców i warzyw

Część owoców i warzyw zachowywana jest w stanie świeżym w drodze przechowywalności, bez zabiegów technologicznych. Niestety przechowywalność owoców i warzyw ograniczone jest małą odpornością materiału

roślinnego na działanie drobnoustrojów. Gdyby udało się zabezpieczyć owoce przed szkodliwym działaniem drobnoustrojów, zagadnienie dostarczenia człowiekowi niezbędnej ilości witamin, przede wszystkim witaminy C, byłoby znacznie łatwiejsze niż jest obecnie.

W toku poszukiwań nad skutecznym środkiem zabezpieczającym owoce i warzywa przed atakiem drobnoustrojów sięgnięto również po substancje antybiotyczne. Mówimy specjalnie substancje antybiotyczne, a nie antybiotyki, ponieważ właśnie w tej dziedzinie znalazły dość szerokie zastosowanie fitonocydy. Tak np. prof. Tokin (8) podaje, że owoce przechowywane w obecności rozdrobnionych roślin, zawierających znaczniejsze ilości lotnych fitonocydów np. chrzaniu, czosnku lub cebuli, przez dłuższy czas zachowują całkowicie swoją świeżość. Suchaczew (9) opisuje serię doświadczeń nad przechowywaniem porzeczek i agrestu w hermetycznie zamkniętych naczyniach (eksikatorach) w obecności tartego chrzaniu. Przechowywanie w ciągu 6—9 miesięcy w temperaturze pokojowej nie wywoływało żadnych zmian w owocach. Natomiast owoce kontrolne, umieszczone w identycznych warunkach, ale bez dodatku chrzaniu, uległy już w ciągu kilku dni całkowitemu zepsuciu. Pozytywne rezultaty zostały uzyskane również przy przechowywaniu jabłek w obecności chrzaniu i cebuli. Podobnie Płakida i współpracownicy (29) uzyskali pozytywne rezultaty przy przechowywaniu w ciągu 3 miesięcy świeżych winogron w obecności strużonego chrzaniu. Grona zachowały wygląd i cechy organoleptyczne świeżych owoców. Nie stwierdzono wypadków gnicia i zapleśnienia. Ilości chrzaniu, które były konieczne do zachowania świeżości winogron, były jednakże dość znaczne i sięgały do 10% w stosunku do wagi winogron.

Oprócz fitonocydów stosowano do utrwalania owoców również antybiotyki. Tak np. w 1953 r. przeprowadzano w Stanach Zjednoczonych (2) badania nad zastosowaniem streptomycyny oraz mieszaniny streptomycyny z terramycyną do zwalczania pleśni na owocach np. mącznika. W drodze kilkakrotnego (np. pięciokrotnego) zanurzenia porażonych owoców do roztworu antybiotyku (3 mg%), względnie spryskiwanie owoców tym roztworem, uzyskano wstrzymanie rozwoju pleśni. Przy stosowaniu bardziej stężonego roztworu (6 mg%) udało się całkowicie zapobiec zaatakowaniu owoców. W Hiszpanii (2) antybiotyki zostały zastosowane z wynikiem pozytywnym do konserwowania pomarańcz i cytryn. Stosowano opryskiwanie owoców względnie nasycanie antybiotykami bibulek, w które zawijane są owoce. We Włoszech (10) przeprowadzono prace nad zastosowaniem antybiotyków (penicylina, streptomycyna) do przechowywania winogron w temp. 2 °C i przy 85—95% wilgotności względnej. Uzyskano dobre rezultaty, pozwalające przedłużyć o 2 miesiące okres przechowywania świeżych winogron. Zapobieżono całkowicie roz-

wojowi *Botrytis cinerea*. Organoleptyczne własności pozostały bez zmian. Smith (3) w 1952 r. zastosował streptomycynę do zwalczania bakterii powodujących psucie się paczkowanego świeżego szpinaku. Zanurzenie świeżego szpinaku do wodnego roztworu streptomycyny przedłużało jego świeżość przy przechowywaniu w temp. około 20 °C co najmniej o 1 dzień. Zanurzenie na 15 sek. groszku, kalafiorów, szpinaku do roztworu terramycyny (2,5 mg%) powodowało przedłużenie okresu świeżości o kilka dni (17).

Walder (4) opisał próby zastosowania aktidionu do zwalczania miodunki na roślinach strączkowych. Aktidion jest wprawdzie toksyczny dla młodych roślin strączkowych — ale w koncentracji powyżej 10 mg%, natomiast roztwory o stężeniu 1 mg% antybiotyku niszczą miodunkę nie wpływając ujemnie na same rośliny. Aktywność aktidionu w małych koncentracjach (np. 0,1—0,5 mg%) pozwala na stosowanie go w formie np. aerosolu, co może znacznie ułatwić np. zwalczanie pleśni w magazynach żywności. Wskazać tu można również na możliwość zastosowania tego antybiotyku do zwalczania chorób roślin na polach (np. filoksery winorośli). W Stanach Zjednoczonych przeprowadzono już próby techniczne w tym zakresie.

#### b) Produkcja soków pitnych

Stosowane dotychczas metody utrwalania soków pitnych albo wpływają niekorzystnie na cechy organoleptyczne produktu i jego wartość biologiczną, albo są mało ekonomiczne. Z tego względu antybiotyki i fitonocydy wzbudziły w tym przemyśle żywe zainteresowanie. Z uwagi na różnice w mikroflorze, którą należy zniszczyć należy odróżnić utrwalanie soków owocowych i warzywnych. Nowoczesne badania nad utrwalaniem soków owocowych za pomocą fitonocydów nawiązały do stosowanego od dawna na Bliskim Wschodzie sposobu konserwowania ich za pomocą gorzycy. Tekeli na VII Międzynarodowym Kongresie Przemysłów Rolnych w Paryżu w 1948 r. ogłosił pozytywne wyniki swoich badań nad konserwowaniem soku winogronowego za pomocą dodatku nasion gorzycy w ilości 2%. Sok przechowywany przez 3 lata nie uległ zepsuciu i nie wykazywał zmian smakowych. Od tego czasu badania nad zastosowaniem nasion gorzycy i izotiocyjanianu allilu, (który jest substancją fitonocydyczną gorzycy) prowadzone były w wielu krajach (32, 33, 34, 35, 36).

Przeprowadzone w Polsce przez Rzędowską (34) badania nad zastosowaniem polskiej gorzycy do konserwowania soków jabłkowych wykazały, że jakkolwiek istnieje dość silne działanie antybiotyczne roztartych nasion gorzycy na mikroflorę soku, to nie można tego sposobu zastosować w przemyśle na skalę techniczną, z uwagi na niecałkowitą skuteczność

tej metody oraz zmiany smakowe, którym ulega sok pod działaniem gorczycy. Wyniki te są zgodne z danymi otrzymanymi przez Baumann (33).

Próby zastosowania antybiotyków do konserwowania soków owocowych dały dotychczas wyniki ujemne. Jak stwierdzili Ribereau-Gayon i Peynaud (38) oraz Kocwowa (37) antybiotyki takie jak penicylina, streptomycyna, auromycyna, chloramfenikol i subtylina nie tylko nie wywierają żadnego działania antybiotycznego na drożdże, ale niejednokrotnie stymulują ich rozwój i działalność. Przeprowadzone przez Ribereau-Gayona (38) oraz Peynau (39) badania nad zastosowaniem aktidionu również nie doprowadziłyby do pozytywnych rezultatów. Wprawdzie aktidion w dawce 0,4—0,7 mg<sup>0</sup>/<sub>o</sub> zapobiega fermentacji, wywołanej przez *Saccharomyces cerevisiae* w soku winogronowym, ale pleśnie rozwijają się jeszcze przy dawce 1,6 mg<sup>0</sup>/<sub>o</sub>, a dawka 5 mg<sup>0</sup>/<sub>o</sub> nie wpływa ujemnie na rozwój drożdży *Apiculatus*. Również inne antybiotyki o działaniu fungistatycznym lub fungicydycznym jak antimycyna, mycosubtylina, fungichromina według Peynau (39, 40, 41) wykazują selektywne działanie wobec różnych drożdży i nie zabezpieczają całkowicie soku winogronowego przed zepsuciem.

Jeśli chodzi o soki warzywne, to myślą przewodnią stosowania antybiotyków było zapobieżenie zepsuciom „płasko-kwaśnym” soku pomidorowego, wywołanym przez *Bacillus thermoacidurans* oraz złagodzenie warunków sterylizacji tych soków.

Liczne prace przeprowadzone na ten temat w Stanach Zjednoczonych (1, 46) wykazały, że dodatek subtyliny do soku pomidorowego w ilości od 0,5 do 4 mg<sup>0</sup>/<sub>o</sub> nawet w warunkach sterylizacji w niższej temperaturze zapobiega zepsuciom „płasko-kwaśnym” tego soku. Subtylina w warunkach pH soku pomidorowego jest stabilna. Znosi ona również dobrze działanie wysokiej temperatury. Według Wheatana temperatura 126 °C przez 60 minut przy pH 4,8 nie obniża aktywności subtyliny. Kaufmann (11) próbował zastosować do soku pomidorowego inne antybiotyki. Wyniki były negatywne. Badane antybiotyki nie były aktywne wobec *Bacillus thermoacidurans* przy pH soku pomidorowego. Neomycyna przy dodatku 25 mg<sup>0</sup>/<sub>o</sub> hamowała wzrost tych bakterii, ale była nieskuteczna, gdy sok pomidorowy ogrzewano 5 minut — nie ma więc szans zastosowania w praktyce.

### c) Konserwy warzywne i owocowe

Tzw. „handlowo sterylne” konserwy warzywne i owocowe zawierają często żywe bakterie lub ich zarodniki. Np. badania Weinzirla (18) wykazały, że ze zbadanych kilkuset konserw warzywnych i owocowych

około 23% było niesterynnymi. Przeważnie mamy tu do czynienia z *Bacillus stearothermophilus* i *Clostridium thermosaccharolyticum*. Straty ponoszone przez przemysł na świecie wskutek zepsuć powodowanych przez wyżej wymienione drobnoustroje są bardzo znaczne (19, 20, 21, 22). Badania nad zastosowaniem antybiotyków w produkcji konserw warzywnych i owocowych mają głównie na celu zapobieżenie tym zepsuciom.

W 1949 r. i w latach następnych w Western Utilisation Research Branch Lab. w Stanach Zjednoczonych (5) przeprowadzono szerokie badania nad zastosowaniem w produkcji konserw warzywnych subtyliny, przy zastosowaniu sterylizacji w niższej temperaturze oraz przez krótszy okres czasu. Stwierdzono, że dodatek subtyliny w ilości 2 mg<sup>0/0</sup> powoduje eliminację bakterii, będących najczęstszą przyczyną psucia się konserw. Stwierdzono, że konserwy z groszku, szparagów, kalafiorów, kukurydzy, bobu i in., sterylizowane w ciągu 5—20 minut w temp. 100° z dodatkiem subtyliny, dawały się przechowywać w ciągu 8 miesięcy bez żadnych oznak zepsucia i zmian jakościowych.

Jednakże inne badania amerykańskie (12, 13) nie potwierdziły tych wyników. Badania puszek zepsutych wykazały, że subtylina zapobiega jedynie zepsuciom płasko-kwaśnym soku pomidorowego (14), w innych przypadkach działanie jej było słabe. Wykazano również, że niektóre bakterie uodparniają się na działanie subtyliny po działaniu na nie małymi dawkami antybiotyku (subletalnymi) (15, 16).

Oprócz subtyliny próbowano również zastosować inne antybiotyki, jak gramicydynę, bacitracynę i streptomycynę. Jednakże antybiotyki te okazały się jeszcze mniej aktywne od subtyliny.

Kaufmann i współpracownicy (30) przebadali szereg antybiotyków na ich aktywność w stosunku do 5 bakterii przetrwalnikujących, wywołujących zepsucia konserw. Wyniki badań wykazały, że żaden ze stosowanych antybiotyków: neomycyna, celiomycyna, streptyna i cyrkulina nie wywierał wpływu na *Cl. botulinum* i *Cl. sporogenes*, wszystkie natomiast wywierały wpływ na *Bacillus stearothermophilus* oraz niektóre na *Bacillus thermoacidurans*. Neomycyna i celiomycyna działały również na *Cl. thermosaccharolyticum*.

W ostatnim czasie przeprowadzono szereg badań nad zastosowaniem przy produkcji konserw warzywnych i owocowych nizyny. Badania w tym kierunku prowadzone były przez Lewisa i współpracowników w Stanach Zjednoczonych w latach 1954—56 (23, 24). Wyniki badań zdają się wskazywać na możliwość zastosowania nizyny jako czynnika dodatkowego przy normalnym procesie sterylizacyjnym, w celu usunięcia niebezpieczeństwa zepsuć wywołanych przez termoodporne drobnoustroje.

Przypuszczalnie w obecności nizyny można będzie również obniżyć temperaturę sterylizacji niektórych konserw. Badania Campbella

i O'Briena (25) wykazują np. że nizyna zmniejsza odporność zarodników niektórych bakterii na działanie temperatury.

Należy jednak pamiętać, że nizyna nie jest aktywna w stosunku do większości bakterii mezofilnych, spotykanych w konserwach. W związku z tym przy niewłaściwym procesie technologicznym mogą zawsze, mimo dodatku nizyny, występować zepsucia. Jak podają producenci nizyny w Anglii — nizyna skutecznie działa na zarodniki zarówno *Bacillus stearothermophilus* jak i *Clostridium termosaccharolyticum* i w związku z tym usuwa niebezpieczeństwo zepsuć wywoływanych przez te bakterie. Ma to szczególne znaczenie w produkcji konserw warzywnych i warzywno-mięsnych, ponieważ fasola i pomidory (pasta pomidorowa), które są najczęściej spotykanymi składnikami tych konserw, b. często są zainfekowane tymi drobnoustrojami. Przeprowadzane w kraju badania Rzędowskiej (26) wykazały, że krajowe konserwy warzywne wykazują ten typ zepsuć w około 20% ogólnej ilości przebadanych konserw.

Jeżeli chodzi o konserwy owocowe, to niebezpieczeństwo zepsuć bakterieryjnych jest tu raczej znikome na skutek wysokiej kwasowości produktów, jednakże i w tych konserwach zdarzają się przypadki zepsuć płasko-kwaśnych, wywoływanych przez *Bacillus thermoacidurans*. Spotyka się także *Bacillus macerans* (27, 28). Dodatek nizyny również i w tych przypadkach może oddać pewne usługi, oczywiście w kombinacji z normalnym procesem sterylizacyjnym.

Nizyna jest aktywna już w bardzo niskiej koncentracji, np. dla usunięcia *Clostridium* i bakterii termofilnych wystarcza 0,1—0,5 mg%, a według Lewisa (23) wystarcza nawet 0,025 mg%. W czasie procesu technologicznego część antybiotyku ulega rozkładowi, w związku z czym zalecany jest dodatek 10% ponad ustaloną ilość. Ilość nizyny, pozostająca w substracie po procesie sterylizacji, jest poza tym funkcją pH, zawartości wody oraz rodzaju mikroflory bakteryjnej, pozostającej po sterylizacji. Przy dłuższym przechowywaniu konserw zachodzi powolny proces zaniku nizyny, którego przyczyna nie jest jeszcze ustalona.

#### d) W i n i a r s t w o

Antybiotyki wzbudziły zainteresowanie w przemyśle winiarskim z uwagi na możliwość: 1) podniesienia czystości mikrobiologicznej, 2) zastąpienia dotychczas stosowanego środka konserwującego, SO<sub>2</sub>, odnośnie którego coraz częściej słyży się zastrzeżenia natury higieniczno-sanitarnej, 3) uzyskania pełnej stabilności wina bez stosowania innych środków utrwalających.

Prace na ten temat rozpoczęto stosunkowo niedawno — z chwilą pojawienia się antybiotyków o działaniu grzybobójczym i grzybostatycznym.

Niemniej wykonano już szereg ciekawych prac, w wyniku których można już wyrobić sobie obecnie pewien pogląd na możliwość zastosowania antybiotyków w przemyśle winiarskim. Szczególnie usilnie pracuje nad zastosowaniem antybiotyków w tym przemyśle grupa uczonych francuskich ze stacji winiarskiej w Bordeaux pod kierunkiem Ribereau-Gayona i Peynauda (38, 39, 40, 41).

Najwięcej zainteresowania wzbudził aktidion. Przeprowadzone przez Ribereau-Gayona i Peynauda (38, 39) prace wykazały, że zastosowanie jego daje dobre wyniki przy stabilizacji win słodkich. Tak np. lekko fermentujące wino o zawartości 67,5 g/l alkoholu i 27 g/l cukru w temp. 25 °C przy dodatku 0,5 mg/l aktidionu — uzyskiwało pełną stabilność. Fermentacja natychmiast ustawała i wino było stabilne przez okres 103 dni (czas trwania doświadczenia). Peynaud (39, 40) stwierdził następnie, że aktidion wykazuje selektywne działanie na drożdże. Najbardziej wrażliwe są na ten antybiotyk szlachetne drożdże winiarskie (*Saccharomyces cerevisiae*), podczas gdy drożdże dzikie typu *Apiculatus*, drożdże kożuchujące i inne są na aktidion w dość znacznym stopniu odporne, szczególnie w obecności tlenu.

O selektywnym działaniu aktidionu na poszczególne gatunki drożdży donosi również Schanderl (44). To wysoce selektywne działanie aktidionu w stosunku do drożdży nie odbiera mu ewentualnych możliwości praktycznego zastosowania, mianowicie widzi się w nim środek do zapobiegania wtórnej fermentacji i uzyskania przez to stabilności wina bez innych zabiegów (sterylna filtracja i rozlew, pasteryzacja). Drożdże bowiem, które są w znacznym stopniu odporne na działanie aktidionu mogą się rozwijać tylko przy małej zawartości alkoholu w substracie i w słodkich winach nie przedstawiają żadnego niebezpieczeństwa. Zaletą aktidionu jest brak ujemnego wpływu na własności organoleptyczne środowiska, do którego jest dodawany. Tak np. przeprowadzone przez Kielhöfera (42) próby wykazały, że aktidion nawet w dawce 30 mg/l nie wpływa w żadnym stopniu na cechy organoleptyczne soku winogronowego. Nie stwierdzono także w dotychczasowych badaniach ujemnego wpływu aktidionu na organizm człowieka, w związku z czym antybiotyk ten jest uważany za nieszkodliwy dla zdrowia ludzkiego.

Oprócz aktidionu prowadzone były badania nad innymi antybiotykami działającymi grzybobójczo lub grzybobójczo, jak mykosubtylina, kwas gladiolowy, antimycyna A, zotrytyna, albidyna, frekantyna, fungichromina, mykostatyna, wiridina i wiele innych (38, 39, 40, 41, 42). Wyniki badań wskazują, że antybiotyki te, podobnie jak aktidion, charakteryzują się selektywnym działaniem na poszczególne gatunki drożdży. Najaktywniejsze z nich są: mykosubtylina, frekantyna, fungichromina, mykostatyna i wiridina. Dawki tych antybiotyków niezbędne dla osiągnięcia sta-

bilności wina są jednak większe niż aktidionu i wynoszą od 0,5 do kilkunastu mg na litr.

Spośród antybiotyków o ciekawej różnicy działania należy wymienić jako typowe antymycynę A i mykostatynę. Antimycyna nie wykazuje żadnego działania antybiotycznego w naturalnym soku winogronowym, a jest bardzo aktywna w winie, gdzie wystarcza dawka 0,5 mg/l, aby uzyskać jego stabilność. Peynaud tłumaczy to obecnością pewnych substancji, które inaktywują antybiotyk, a znikają podczas fermentacji. Odwrotnie jest natomiast z fungichrominą, która wykazuje dość dobre własności antybiotyczne w soku winogronowym, podczas gdy w miarę wzrostu zawartości alkoholu jest coraz mniej aktywna, a w winie w ogóle traci swe własności (41). Odnośnie mykostatyny należy wspomnieć, że jest ona mało trwała. Po upływie 15 dni od chwili wprowadzenia jej do wina — traci większą część swej aktywności. Wykazuje jednak ona własności grzybobójcze w przeciwieństwie do innych antybiotyków, które działają tylko fungistatycznie. Aktidion na przykład, według Kielhöfera i Aumanna (43) działa grzybostatycznie na szlachetne drożdże winiarskie w soku winogronowym o  $\text{pH} = 3,0$  w dawce 3,2 mg/, zaś grzybobójczo dopiero w dawce 10 000 mg/l.

Z antybiotyków działających na bakterie, a które próbowano zastosować w winiarstwie, należy wymienić patulinę. Miconi (47) stosował patulinę przeciwko bakteriom octowym w winie. Stwierdził on, że dawka 20—30 mg/l patuliny wystarcza, aby zapobiec wzrostowi kwasów lotnych w winie, które było silnie zakażone bakteriami kwasu octowego. Patulina według Miconiego nie wykazuje żadnego działania w stosunku do drożdży i nie wpływa na organoleptyczne własności wina.

W chwili obecnej wiele jest już argumentów, wskazujących na celowość zastosowania antybiotyków w przemyśle winiarskim, jednakże z drugiej strony jest również dużo argumentów nakazujących ostrożność działania w tym względzie. Mówił o nich obszernie prof. Krauze w swoim referacie. W każdym razie dotychczasowe wyniki rokoją pewne nadzieje na ewentualne zastosowanie antybiotyków w winiarstwie.

Jak widać z tego niepełnego przeglądu, wykonane zostało wiele prac nad zastosowaniem antybiotyków w przemyśle owocowo-warzywnym.

W większości przypadków pracowano z antybiotykami nie mającymi zastosowania terapeutycznego (np. nizyna, subtylina), co należy uznać za zjawisko bardzo korzystne. Jak wykazały przeprowadzone prace, dodatnią stroną tych antybiotyków jest fakt, że wiele z nich nie ma własności toksycznych na organizm ludzki, ani nie wpływa ujemnie na mikroflorę przewodu pokarmowego (np. aktidion, subtylina, nizyna). Ten kierunek prac nad zastosowaniem antybiotyków w przemyśle należy bezwzględnie uznać za słuszny i celowy. Otrzymane wyniki w kilku gałęziach są raczej

pozytywne i rokują nadzieje na ich zastosowanie na skalę techniczną. Nie zawsze są one jednak całkowicie zgodne ze sobą i wymagają jeszcze sprawdzenia i uzupełnienia. Zastosowanie antybiotyków jako środków konserwujących nie jest jeszcze problemem rozwiązany w takim stopniu, aby można było zalecać wprowadzenie ich do techniki przemysłowej. Mankamentami stosowania antybiotyków są:

a) wysoka selektywność działania antybiotyków, podczas gdy w przetwórstwie owocowo-warzywnym mamy do czynienia z bardzo różnorodną mikroflorą;

b) zachodząca ewentualność przystosowania się niektórych drobnoustrojów do antybiotyków i wytwarzania szczepów odpornych na ich działanie;

c) zastrzeżenia natury higieniczno-sanitarnej, o których mówił obszernie prof. Krauze;

d) brak dokładnych metod kontroli zawartości antybiotyków w przetworach;

e) obawa, że ewentualne zastosowanie antybiotyków w przemyśle mogłoby wpłynąć na pogorszenie się jeszcze stanu higienicznego w zakładach produkcyjnych.

Niemniej uważamy, że w niektórych przypadkach, np. przy produkcji konserw warzywnych i soku pomidorowego, stosowanie antybiotyków typu nizyny względnie subtyliny, czyli substancji antybiotycznych spotykanych w normalnym pożywieniu, może oddać poważne usługi przy zwalczaniu zakażeń drobnoustrojami ciepłoopornymi, wywołującymi poważne straty w produktach gotowych. Antybiotyki te stanowiłyby środek uzupełniający sterylizację w procesie technologicznym. Prac w tym kierunku dotychczas w Polsce nie prowadzono. W związku z tym celowe wydaje się zwrócenie większej uwagi polskich technologów, mikrobiologów i żywniowców z dziedziny przemysłu owocowo-warzywnego na to zagadnienie.

#### LITERATURA

1. Wheaton E., Burroughs J. D., Hays G. L. — Food Technology, 1957; t. 11, nr 5, s. 286.
2. Dachs E. — Flüssiges Obst, 1956, t. 23, nr 8, s. 14.
3. Smith W. L. — Phytopathology, 1952, t. 42, s. 475.
4. Walder W. O. — Food, 1952, t. 21, nr 247, s. 142.
5. Andersen A. A., Micheuer H. D. — Food Technology, 1950, t. 4, s. 188.
6. Szczygieł A. — Biochemia a baza żywnościowa. Materiały sesji problemowej Wydziału II PAN, PWN, Warszawa 1955 r.
7. Saburow N. W., Antonow M. B. — Chronienie i pierierabotka plodów i owośczej, Piszczepromizdat, Moskwa 1951.

8. Tokin B. P. — *Fitoncydy*, 1948.
9. Suchaczew A. A. — *Sad i Ogorod*, 1950, nr 5, s. 25.
10. Geron A. — *Ind. Conserve*, 1954, t. 29, s. 32.
11. Kaufmann W. O., Ordal Z. J., El-Bisi H. M. — *Food Research*, 1954, t. 19, nr 5, s. 488.
12. Burroughs J. D., Wheaton J. E. — *Canner*, 1951, t. 112, s. 50.
13. Cameron E. J., Bohrer C. W. — *Food Technology*, 1951, t. 5, s. 340.
14. Desrosier N. W., La Baw G. D. — *Food Technology*, 1954, t. 8, nr 1, s. 37.
15. Salle A. J., Jaun G. J. — *J. Bacteriology*, 1948, t. 55, s. 463.
16. Mc Weigh J., Nobby C. J. — *Am. J. Bot.*, 1952, t. 39, s. 352.
17. Anonimowo — *Food Engineering*, 1956, t. 28, nr 12, s. 56.
18. Weinzirl J. — *J. Med. Research*, 1945, t. 39, s. 349.
19. Berhford T. E. — *Food Manufacture*, 1945, t. 20, s. 313.
20. Mossel D. A. — *Food Manufacture*, 1954, t. 29, s. 232.
21. Pappas H. J., Hall L. A. — *Food Technology*, 1952, t. 6, s. 456.
22. Williams O. B., Hennessee A. D. — *Food Research*, 1956, t. 21, nr 2, s. 115.
23. Lewis J. C., Michener H. D., Stumbo C. R., Titus D. S. — *J. Agr. Food Chem.*, 1954, t. 2, s. 298.
24. O'Brien R. T., Titus D. S., Dewlin K. A., Stumbo C. R., Lewis J. C. — *Food Technology*, 1956, t. 10, s. 352.
25. Campell I. L., O'Brien R. T. — *Food Technology*, 1955, t. 9, nr 9, s. 461.
26. Rzędowska H. — *Prace Instytutów i Lab. Bad. Przem. Roln. i Spoż.*, 1957, t. 7, nr 3, s. 1.
27. Townsend C. T. — *Food Research*, 1939, t. 4, s. 231.
28. Spigelberg C. H. — *Food Research*, 1940, t. 5, s. 115.
29. Płakida E. K., Łagutinskaja N. S., Niemirowskaja E. J. — *Winodielje i Winogradarstwo SSSR*, 1950, nr 10, s. 46.
30. Kaufmann O. W., Ordal Z. J., El Bisi H. M. — *Food Research*, 1954, t. 19, nr 5, s. 483.
31. Rogaczewa I. A. — *Kontrola mikrobiologiczna produkcji konserw. Tłumaczenie z języka rosyjskiego*, WPLiS, Warszawa 1955.
32. Gachot H. — *Raisins et Fruits de France*, 1949, t. 19, s. 10.
33. Baumann J. — *Flüssiges Obst*, 1951, t. 18, nr 3, s. 7.
34. Rzędowska H. — *Dokumentacja I. P. F. 1955* (nie publikowana).
35. Kosker O., Esselen W. B., Feller C. R. — *Food Research*, 1951, t. 16, s. 510.
36. Janicek G., Capek A. — *Prumysl Potravin*, 1954, t. 5, s. 204.
37. Kocwa E. — *Acta Microbiologica Polonica*, 1955, t. 4, nr 1, s. 11.
38. Ribereau-Gayon J., Peynaud E. — *C. R. Arg. Fr.* 1952, t. 39, nr 12, s. 479.
39. Peynaud E. — *C. R. Ac. Sc.*, 1952, t. 235, s. 1163.
40. Peynaud E., Lafoncadre S. — *C. R. Ac. Sc.*, 1953, t. 236, s. 1924.
41. Peynaud E., Lafoncadre S., Lafon M. — *C. R. Ac. Sc.*, 1957, t. 244, s. 2426.
42. Kielhöfer E. — *Deutsche Wein-Zeitung*, 1953, t. 89, nr 35, s. 638.
43. Kielhöfer E., Aumann K. — *Zeitschrift für Lebensm. Untersuchung und Forschung*, 1957, t. 105, s. 283.
44. Schanderl H. — *Deutsche Wein-Zeitung*, 1954, t. 90, nr 20, s. 342.

45. Flaney M., Dupuy P. — *Ann. Inst. Nat. Techn. Agronom*, 1952, s. 121.
46. Anonimowo. — *Food Packer*, 1951, t. 32, nr 3, s. 37.
47. Miconi C. — *Zeitschrift für Lebensm. Untersuchung und Forschung* 1952, t. 94, nr 6, s. 440.
48. Morse E. — *Food Industries*, 1950, t. 22, s. 1679.
49. Luthi H. — *Schweiz. Zeitschrift für Obst und Weinbau*, 1957, t. 66, s. 138.
50. Brinberg S. Ł., Haskin Ł. S. — *Antybiotyki*, 1955, t. 8, nr 5, s. 59.
51. Hawley H. B. *Food Manufacture*, 1957, t. 32, nr 9, s. 430.
52. Partmann W. — *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 1957, t. 106, nr 3, s. 210.
53. Le Blanck F. R., Devlin K. A., Stumbo C. R. — *Food Technology*, 1953, t. 7, nr 4, s. 181.
54. Lundberg W. O., Chipault J. R. — *Food Technology*, 1954, t. 8, nr 12, s. 541.
55. Williams O. B., Campbell L. — *Food Research*, 1951, t. 16, nr 4, s. 347.
56. Berridge N. J. — *The Biochemical Journal*, 1952, t. 52, s. 529.