

# Pektolytické preparáty ze zemí RVHP

664.292

Mgr. ing. STEFAN BOROWIEC, Mgr. ing. BARBARA JEDRZYCHOWSKA, dr. REGINA SAWICKA-ŽUKOWSKA, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, Warszawa

**Klíčová slova:** Pektolytické enzymy, dávkování, aktivita, pH, teplota, ovocné šťávy, viskozita

## 1 ÚVOD

Poslední roky jsou poznamenány dynamickým rozvojem lisování ovoce — speciálně oblasti výroby jablečného koncentráту. Zvýšení výroby a tím i nabídky jablečného koncentráту současně způsobilo zvýšení požadavků dovozců týkající se kvality a mikrobiální čistoty. Kvalitní ukazatele jsou rozhodující při stanovení ceny jablečného koncentráту. Tyto ukazatele závisejí v první řadě na těchto faktorech [1]:

- rozmanitost, kvalita a zralost suroviny,
- daná technologie,
- pomocné materiály ve výrobním procesu,
- technické podmínky výrobní linky.

Již mnoho let se při zpracování ovoce a zeleniny lisováním používají pektolytické preparáty [2, 3, 4, 5]. Usnadňují čištění ovocných šťáv jako efekt hydrolýzy pektinových látek způsobujících zákal. Jednou z metod, která přispěla ke zlepšení čířícího efektu, bylo zavedení přípravků ve formě želatiny nebo křemeliny [6]. Vlastnosti pektolytických preparátů jsou spojeny s různými aktivitami rozložení pektinových látek, jejichž charakter závisí na druhu a zralosti ovoce. Dále jsou tyto vlastnosti také tvořeny přítomností doprovodných enzymů jako jsou celulasy, amylasy, proteasy atd. [4, 7]. Významný faktor ovlivňující kvalitu ovocné šťávy ošetřené enzymy je typ aplikovaných preparátů a přesné dodržování parametrů zpracovatelské technologie.

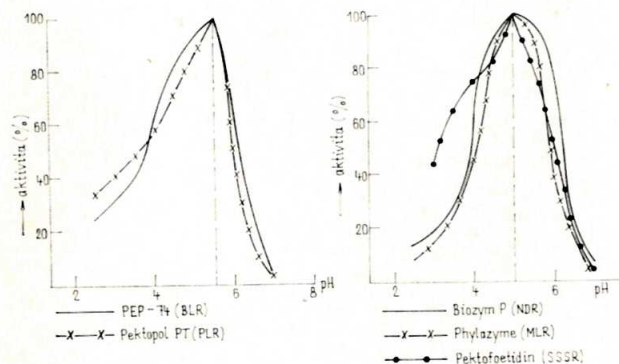
Během let 1981–1985 se v Institutu fermentačního průmyslu prováděl výzkum s cílem definovat vliv některých faktorů na aktivitu preparátů vyráběných v zemích RVHP. Byla vypracována rychlá metoda určení optimálního dávkování. Charakteristiku testovaných preparátů uvádí tabulka 1.

Tabulka 1. Charakteristika enzymových preparátů ze zemí RVHP (údaje z roku 1985)

| Preparát               | Forma             | Enzymová aktivita (j.) |                   |                   |                   |
|------------------------|-------------------|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                        |                   | pektolytická [9]       | celulolytická [1] | amylolytická [10] | proteolytická [8] |
| Pectofetidin P10X SSSR | prášek            | 58 000                 | 190               | 0,1               | 9 000             |
| PEP - 74 BLR           | prášek            | 151 000                | 330               | stop7             | 8 000             |
| Pectopol PT PLR        | koncentrát 60 %   | 75 000                 | 1030              | 0,1               | 7 000             |
| Phylazym MLR           | koncentrát 18,5 % | 6 000                  | 80                | stopy             | 7 000             |
| Biozym P NDR           | koncentrát 41 %   | 16 000                 | 240               | stopy             | 9 000             |

## 2. VLIV pH NA AKTIVITU PEKTOLYTICKÝCH PREPARÁTŮ

Aby byly zajištěny konstantní podmínky, probíhaly testy při teplotě 45 °C v modelových podmínkách, pektinový roztok byl stabilizován fosfátovým pufrům v rozsahu pH v rozmezí 2,5 až 6,5 [9]. Výsledky jsou uvedeny na diagramu 1. Maximální aktivita testovaných preparátů leží v oblasti 4,5–5,5. Z technologického hlediska je však důležitá aktivita preparátu v prostředí jablečné šťávy. Pro šťávu vyrobenou z polských jablek to znamená hodnotu pH v rozmezí 3,0–3,2. Aktivita testovaných preparátů v médiu jablečné šťávy je tak nižší než aktivita při optimálním pH. Procentní pokles aktivity jed-



Obr. 1. Vliv pH na aktivitu pektolytických preparátů vyráběných v zemích RVHP

notlivých preparátů vzhledem k maximální hodnotě je následující:

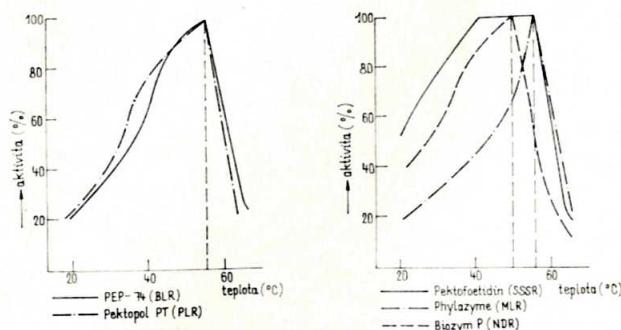
- PEP-74 (BLR) — 60 %
- Pectofetidin-P10X (SSSR) — 60 %
- Pectopol PT (PLR) — 67 %
- Phylazym (MLR) — 82 %
- Biozym P (NDR) — 86 %

Důsledkem vysokého poklesu aktivity pektolytických enzymů v podmínkách nižšího pH jablečné šťávy je nezbytné upravit dávku na jednotku, i kdyby pH šťávy vykazovalo jen bezvýznamné výkyvy. Tento problém bude šířeji diskutován při optimalizaci užití pektolytických preparátů.

## 3. VLIV TEPLoty NA AKTIVITU PEKTOLYTICKÝCH PREPARÁTŮ

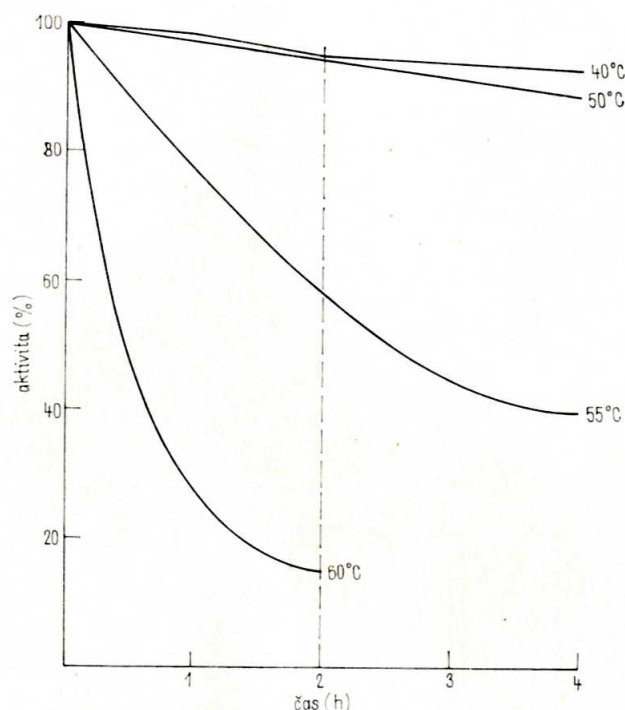
Stoupání teploty urychluje biochemické reakce. Po překonání optimální teploty, typické pro daný enzym, následuje denaturace enzymového proteinu včetně nevratného poklesu aktivity. Výzkum vlivu teploty se často provádí při optimálním pH. Abychom však testovací podmínky přiblížili k průmyslové praxi, byly výzkumy prováděny s použitím pektinového roztoku s konstantním pH — 3,2. Analýzy zkoumaly vliv měnící se teploty na aktivitu preparátů a rovněž vliv konstantní teploty jako funkci času. Výsledky jsou prezentovány na obr. 2 a 3.

Charakteristickou vlastností křivek na obr. 2 je strmé stoupání aktivity při zvyšování teploty. Po dosažení ma-



Obr. 2. Vliv teploty na aktivitu pektolytických preparátů vyráběných v zemích RVHP





Obr. 3. Vliv teploty na stabilitu aktivity preparátu Pectopol PT

xima přichází náhlý pokles. Porovnáním pektolytické aktivity při 20 °C a při optimální teplotě, lze zaznamenat důležité rozdíly ve vzestupu aktivity testovaných preparátů:

|                      |      |
|----------------------|------|
| — Pectofoetidin P10X | 47 % |
| — Biozym P           | 64 % |
| — Pectopol PT        | 77 % |
| — PEP 74             | 80 % |
| — Phylazyme          | 83 % |

Obrázek 3 uvádí křivky, které prezentují stabilitu aktivity enzymového preparátu Pectopol PT při zachování konstantní teploty jako funkci času. Výsledky výzkumu jsou uvedeny tvarem křivek a aktivitami v různých dobách působení teploty a jsou přepočítány na procentní základnu počáteční aktivity při teplotě 20 °C vyjádřenou 100 %. Charakterizované preparáty si uchovávají svoji aktivitu dokonce po 4 hodinách při teplotě 40 °C — ztráta aktivity nepřesahuje 20 %. Po 4 hodinách působení teploty 50 °C největší ztráta aktivity nepřesahuje 20 % u preparátů Pectopol PT, PEP 74 a Biozym P, kolem 30 % u preparátů Phylazyme a 80 % u preparátu Pectofoetidin. Ohřátí roztoku preparátu na teplotu 60 °C způsobuje po 4 hodinách již vysokou ztrátu aktivity všech preparátů.

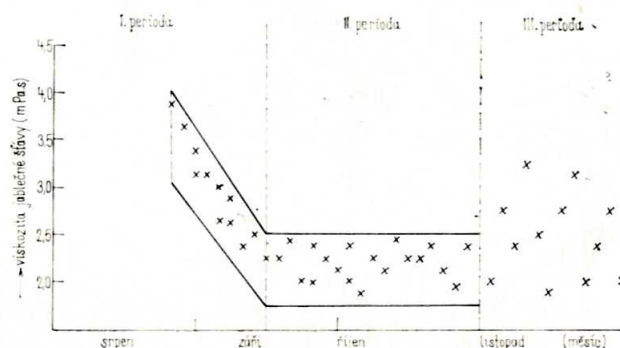
U polského preparátu Pectopol PT je maximální aktivita dosahována při teplotě blízké 60 °C (obr. 2). Ovšem jeho delší působení při této teplotě vede k prudké ztrátě aktivity; po hodině klesá aktivita na hodnotu 25 % původní a po 2 hodinách na 15 %. Proto při určování optimální teploty při depektinizačním procesu ovocné šťávy musíme věnovat pozornost získání maximální aktivity a současně také jejímu zachování v čase.

#### 4. ZMĚNY FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÝCH VLASTNOSTÍ ŠTÁVY BĚHEM KAMPANĚ

Byl posuzován také vliv vlastností ovocných šťáv na aktivitu preparátů a současně byla vyvinuta rychlá metoda ke stanovení nezbytného dávkování pro depektinizační šťávy. Vzhledem k tomu, že obsah pektinových látek v surové jablečné šťávě má největší vliv na dávkování preparátů, jedním z cílů výzkumu bylo určení obsahu pektinu během zpracovatelské kampaně. Získané výsledky umožnily rozdělení kampaně na tyto základní periody (obr. 4):

#### Perioda I

Délka této periody představuje období od začátku kampaně do poloviny září. Surová jablečná šťáva obsahuje rozvětvené molekuly pektinových sloučenin, které jsou příčinou vzrůstu viskozity šťávy. Výsledky měření jsou v rozmezí 3,0–3,5 mPa.s a postupem času viskozita klesá díky probíhající hydrolýze pektinu v ovoci.



Obr. 4. Změny viskozity surové jablečné šťávy během kampaně

Na počátku tohoto období dosahuje pH hodnotu 3,0–3,2 a během doby postupně stoupá na 3,4. Vzhledem k faktu, že dávkování enzymového preparátu závisí na pH a na viskozitě šťávy, je nezbytné určit a kvantifikovat tyto faktory během trvání kampaně. Na základě získaných výsledků je možno upravovat a optimalizovat dávkování.

#### Perioda II

Toto období zahrnuje část kampaně od poloviny září do konce října. Hodnoty fyzikálně-chemických parametrů (viskozita, pH, sušina) jsou stabilní. Je to výsledek zralosti zpracovávaných jablek — většinou raných odrůd. Z tohoto důvodu není nutno upravovat konstantní dávkování preparátu.

#### Perioda III

Představuje konec kampaně. Z hlediska viskozity byly zaznamenány pozoruhodné rozdíly (1,5–3,5 mPa.s), což lze vysvětlit rozmanitostí zpracovávaných odrůd. Vyskytují se zde šarže přezrálých jablek raných odrůd a současně šarže pozdních odrůd s nižším stupněm zralosti. Proto je nezbytné zkoumat fyzikálně-chemické vlastnosti surové šťávy a tak umožnit citlivé dávkování enzymových preparátů.

#### 5. URČENÍ VELIKOSTI DÁVKY PEKTOLYTICKÉHO PREPARÁTU

Analýza výsledků výzkumu preparátu Pectopol PT a vztahy mezi viskozitou jablečné šťávy a obsahem pektinových látek umožňují určit dávkování preparátu provedením jednoduchých a rychlých měření viskozity šťávy a jejího pH.

Měření viskozity surové jablečné šťávy při teplotě 20 °C bylo navrženo jako kritérium pro určení dávkování. Naše výzkumy dokázaly, že v porovnání s obsahem pektinových látek je vliv refraktometrické sušiny šťávy na viskozitu šťávy velmi malý. Změna sušiny o 1 % mění viskozitu o 0,3 %. Štáva s refraktometrickou sušinou 10 % byla vybrána jako standard při definování viskozity. Tento předpoklad koresponduje s průměrnou refraktometrickou sušinou jablečné šťávy během výzkumných testů v průmyslovém závodě.

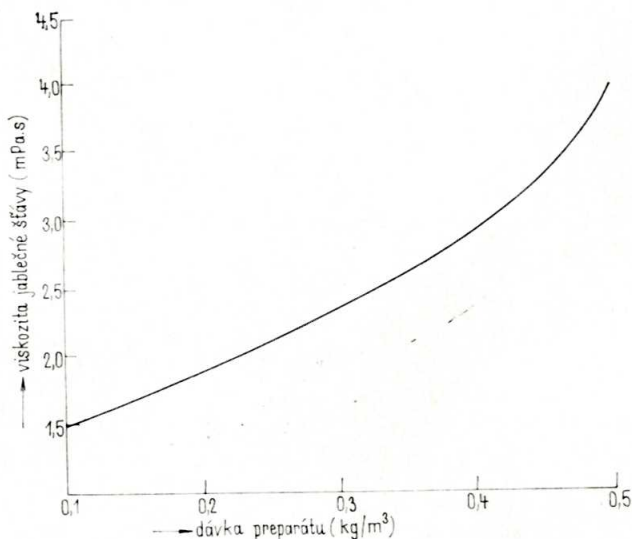
Dále bylo zjištěno, že optimální teplota průběhu pektolýzy je 50 ± 2 °C. Závislost dávky Pectopolu PT na viskozitě šťávy ukazuje obr. 5. Pro účely propočtu optimální dávky byl definován standardní preparát o aktivitě 45 000 °PM.

Vzhledem k rozdílům v aktivitách preparátu Pectopol PT a rovněž tak změnám pH a viskozity jablečné šťávy se dávky preparátu určují podle následujícího vzorce:

$$D = \frac{A}{B} \cdot d \cdot W$$

kde  $D$  je dávka preparátu na  $1 \text{ m}^3$  jablečné šťávy ( $\text{pH} = 3,2$ )

- $A$  — aktivita standardního preparátu 45 000 °PM  
 $B$  — aktivita aplikovaného preparátu  
 $d$  — dávka preparátu odečtená z obr. 5  
 $W$  — korelační koeficient při změně pH šťávy (obr. 1).



Obr. 5. Závislost dávky preparátu Pectopol PT na viskozitě surové jablečné šťávy

Závěrem chci zdůraznit, že vypracovaná metoda optimalizace použití pektolytických preparátů byla průmyslově ověřena, lze ji doporučit pro všechny uživatele. Vedle zkvalitnění čířícího procesu přináší toto optimální dávkování také nemalý ekonomický přínos [3].

#### Literatura

- [1] BERNAT, J. A.: Studia nad biosyntezou beta-1,3-1,4-glukanazy przez *Aspergillus niger*. [Doktorská práce] IPF, Warszawa 1978
- [2] BOROWIEC, S.: Przem. Ferment. i Ow.-Warz., **36**, 1988, s. 26
- [3] Instrukcja technologiczna procesu depektynizacji soku jabłkowego przy zastosowaniu handlowego preparatu pektynolitycznego „Pectopol PT”. (Zpráva), IPF, Warszawa 1986
- [4] JAKUBCZYK, T.: Przem. Spoż. **18**, 1964

- [5] KOTEK, J.: Věda a výzkum v průmyslu potravinářském, Praha 1964, s. 383
- [6] KRAKOWIAK, A.: Przem. Ferment. i Rol. **19**, 1975, s. 3
- [7] NEUKOM, V.: Deutsch. Lebensmittel Rundsch. **61**, 1965, s. 35
- [8] Norma PLR: ZN — 84/MRGZ-57-51
- [9] Norma PLR: ZN — 83/MRGZ-57-39
- [10] PRONIN, G. J.: Amylolitičeskije fermenty i ich rol v piščevoj promyšlennosti. Piščepromizdat, Moskva 1963, s. 164

Lektoroval Doc. Ing. Jiří Hrdlička, CSc.

**Borowiec, S. - Jedrzychowska, B. - Sawicka-Żukowska, R.: Pektolytické preparáty ze zemí RVHP.** Kvas. prům., **35**, 1989, č. 10, s. 300—302.

Během let 1981—1985 byl v Institutu fermentačního průmyslu definován vliv některých faktorů na aktivitu pektolytických preparátů vyráběných v Polsku a v zemích RVHP. Dále byla vypracována metoda určení optimálního dávkování a metoda optimalizace použití pektolytických preparátů byla průmyslově ověřena.

**Боровиц, С. - Едриховска, Б. - Савицка-Жуковска, Р.: Пектолитические препараты из стран СЭВ.** Квас. прум., **35**, 1989, № 10, стр. 300—302

В течение 1981—1985 годов в Институте ферментационной промышленности определялось влияние некоторых факторов на активность протеолитических препаратов, производимых в Польше и странах СЭВ. Далее был разработан метод установления оптимальной дозировки и метод оптимизации применения пектолитических препаратов был проверен в промышленности.

**Borowiec, S. - Jedrzychowska, B. - Sawicka-Żukowska, R.: Pectolytic Preparates from Countries of CMEA.** Kvas. prům., **35**, 1989, No. 10, pp. 300—302.

The effect of some factors on the activity of proteolytic preparates made in Polen and in countries of CMEA was defined in Institut of Fermentation Industry during 1981—85. The method for the estimation of the optimum dosage was developed and verified on the production scale.

**Borowiec, S. - Jedrzychowska, B. - Sawicka-Żukowska, R.: Pektolytische Präparate aus den RWG-Ländern.** Kvas. prům., **35**, 1989, Nr. 10, S. 300—302.

Im Laufe der Jahre 1981—1985 wurde in dem Institut der Gärungsindustrie der Einfluß einiger Faktoren auf die Aktivität der proteolytischen Präparate definiert, die in Polen und anderen RWG-Ländern produziert werden. Weiter wurde eine Methode zur Ermittlung der optimalen Dosierung ausgearbeitet und eine Methode zur Optimierung der Anwendung pektolytischer Präparate industriell überprüft.