

BADANIA NAD PROCESEM EKSTRUZJI KUKURYDZY

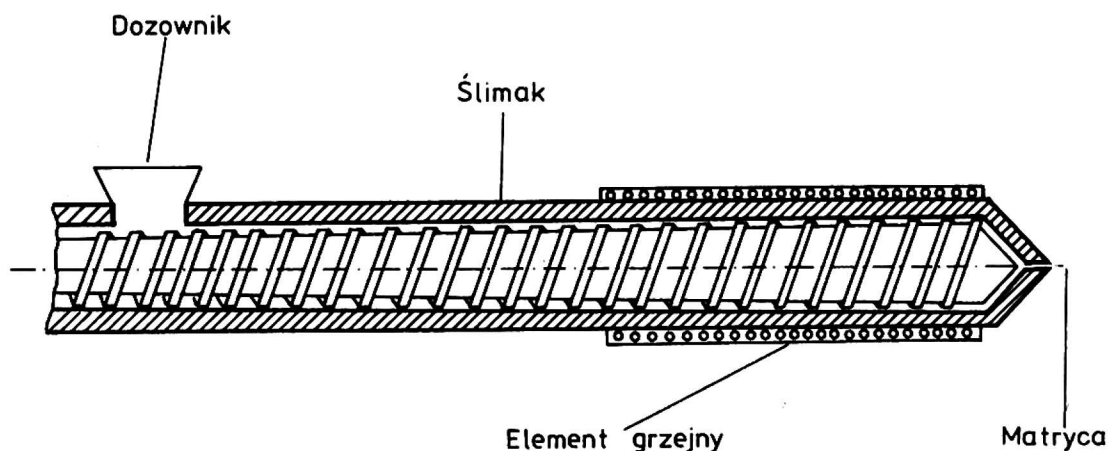
Leszek Mościcki

Instytut Eksploatacji Maszyn Przemysłu Rolno-Spożywczego
Akademii Rolniczej w Lublinie

WSTĘP

Technika ekstruzji surowców pochodzenia roślinnego znajduje na całym świecie coraz szersze zastosowanie. Otrzymywanie teksturowanego białka roślinnego tą metodą stało się powszechną praktyką szczególnie w krajach o wysokim rozwoju przemysłu spożywczego. Produkty ekstrudera mogą być stosowane bezpośrednio lub w formie półfabrykatów jako substytuty mięsa, przekąski, chrupki oraz pasze dla zwierząt domowych czy bydła [3, 4, 5]. Nadal, pomimo stosowania całej gamy surowców roślinnych, najbardziej popularnymi surowcami są soja i kukurydza.

W największym skrócie ekstruzja surowców roślinnych jest to obróbka cieplno-mechaniczna rozdrobnionego materiału polegająca na jego mieszaniu, ścinaniu, zagęszczaniu i wytłaczaniu pod ciśnieniem dochodzącym do 20 MPa i w temperaturze do ok. 400^oK. Aparat zwany ekstruderem (rys. 1), w którym obrabiany jest surowiec,



Rys. 1. Schemat budowy jednoślirkowego ekstrudera

w gruncie rzeczy jest urządzeniem bardzo prostym i bardzo uniwersalnym. Te właśnie czynniki decydują o jego wzrastającej popular-

ności abstrahując od faktu, iż uzyskuje się na nim produkty o nowej jakości często z materiałów, które nie miały dotychczas szerszego zastosowania w przemyśle spożywczym.

METODYKA BADAŃ

Badania prowadzono na jednoślismakowym ekstruderze typu Battenfeld (napędzanym silnikiem 11 kW) stosując różnej konstrukcji ślimaki, zmienne obroty, matryce i różny zakres temperatury. Urządzenie wyposażono w aparaturę kontrolno-pomiarową, składającą się m.in. z rejestratorów, czujników piezoelektrycznych (Kistler 165 sp.) i licznika momentu obrotowego.

T a b e l a 1

Skład granulometryczny grysu kukurydzianego

Wielkość cząsteczki	%
Powyżej 1,4	3,3
1,0-1,4	38,0
0,6-1,0	37,1
0,25-0,6	18,8
Poniżej 0,25	2,8

Surowcem był grys kukurydziany (import z USA) o składzie granulometrycznym podanym w tabeli 1. Materiał ten nawilgacano w szybko obrotowej mieszarce w zakresie od 13 do 30% ogólnej wilgotności surowca.

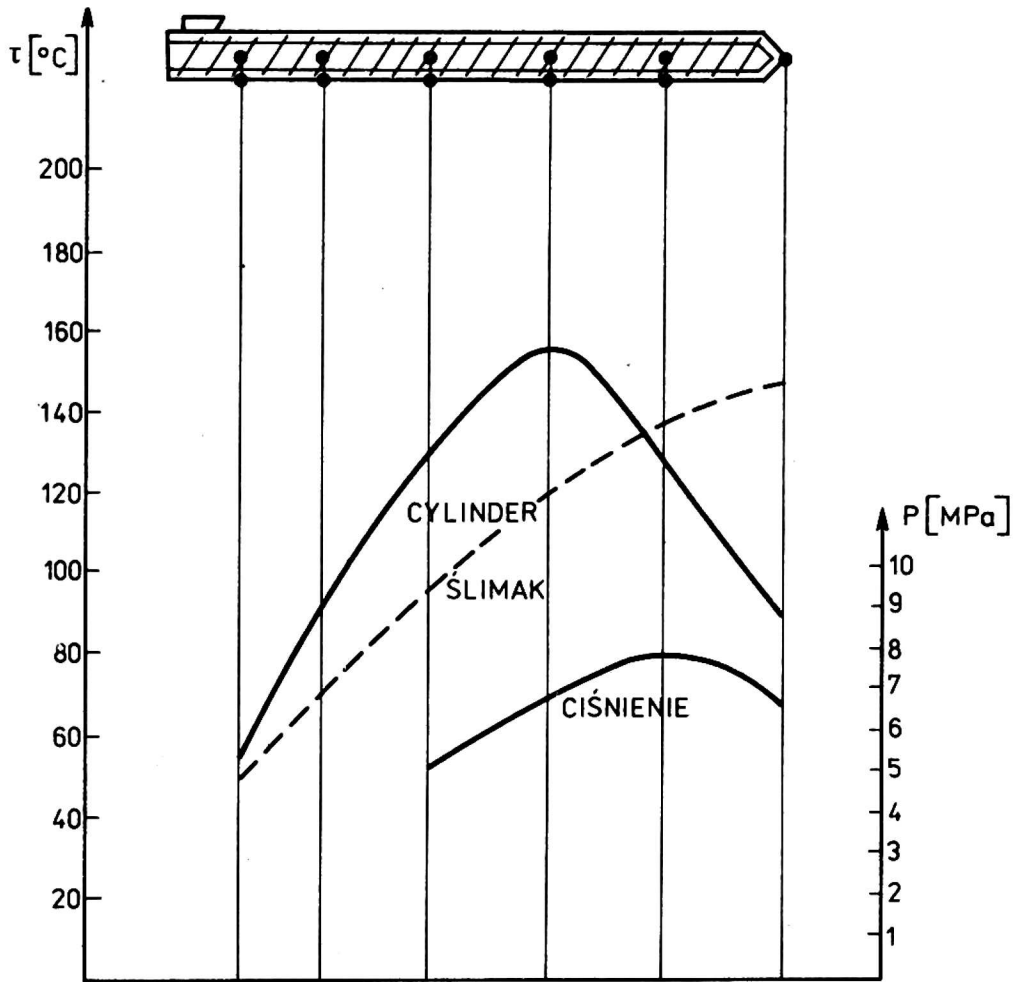
W trakcie badań obserwowano:

- rozkład temperatury i ciśnień w czasie wytłaczania,
- energochłonność procesu w KJ/kg produktu oraz wydajność produkcji,
- stopień ekspandowania materiału po wyjściu z matrycy,
- lepkość (Brabender Amylograph typ VS 5/250 cmg),
- jakość produktu (młotek Charpiego),
- stopień żelowania i upłynnienia skrobi (obserwacje mikroskopowe).

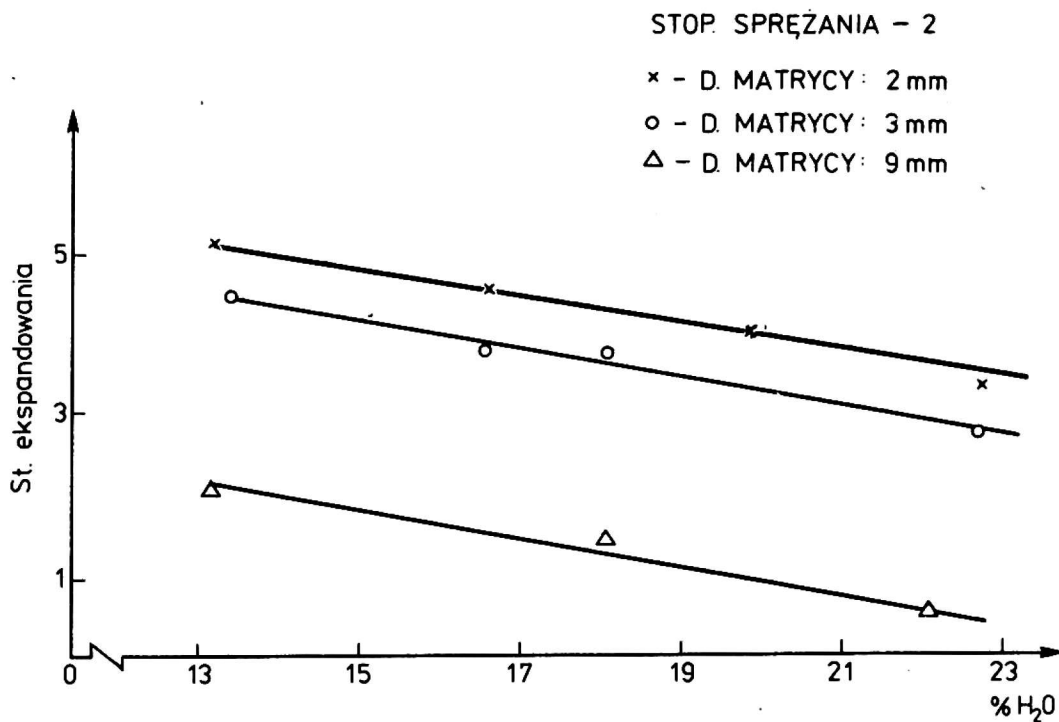
WYNIKI BADAŃ

Najbardziej istotne wyniki badań przedstawiono w formie graficznej. Pełny pogląd na przebieg procesu ekstruzji z fizycznego punktu widzenia dają rozkłady temperatury i ciśnień wewnątrz urządzenia (rys. 2). Temperatura i ciśnienie są czynnikami, które możemy regulować, stosując odpowiednio intensywne ogrzewanie lub ślimaki o różnym stopniu sprężania czy różną wielkość otworów matrycy. Proces ekstruzji wymaga zastosowania niestety dość wąskiego przedziału temperatury obróbki cieplnej. Z kolei ciśnienie wytła-

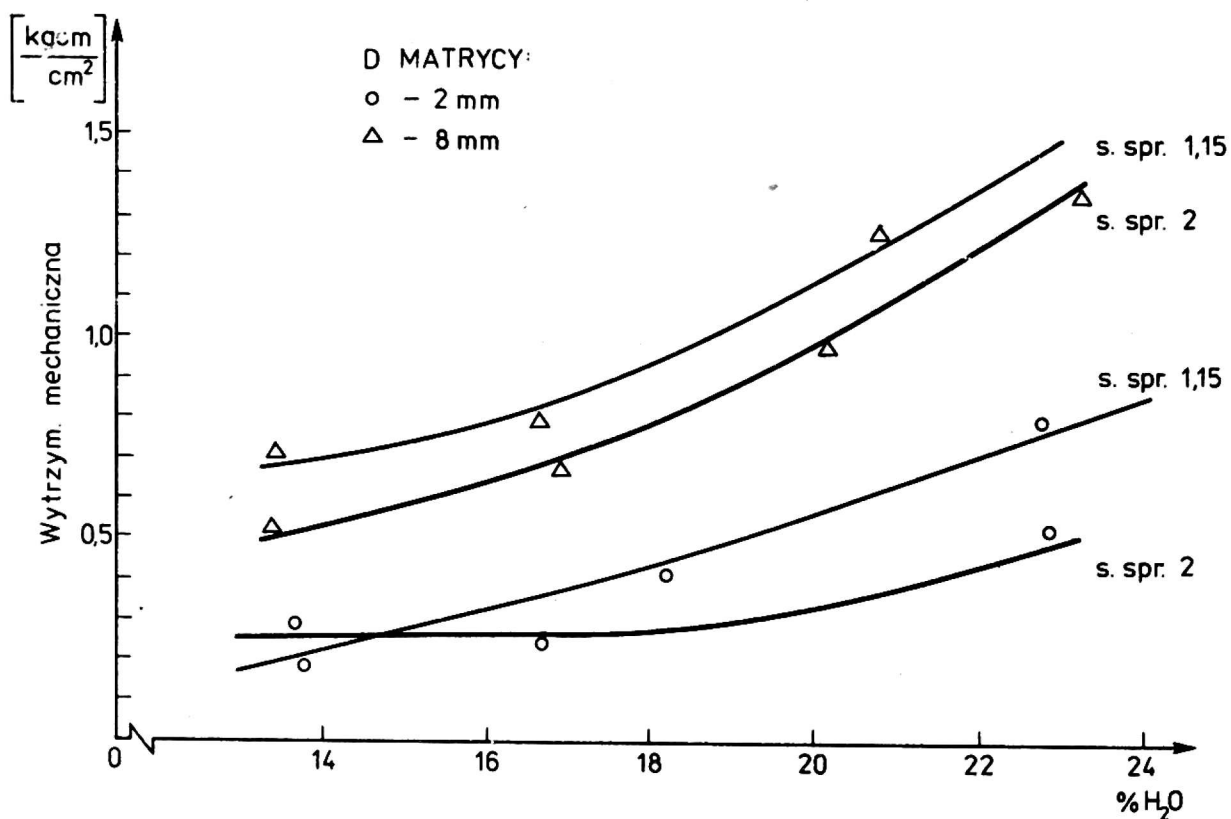
czania uzależnione jest od rodzaju produktu jaki zamierzamy uzyskać. Decydujący wpływ na stopień ekspandowania i wytrzymałość mechaniczną ekstruderatu ma wilgotność materiału (rys. 3 i 4). Na



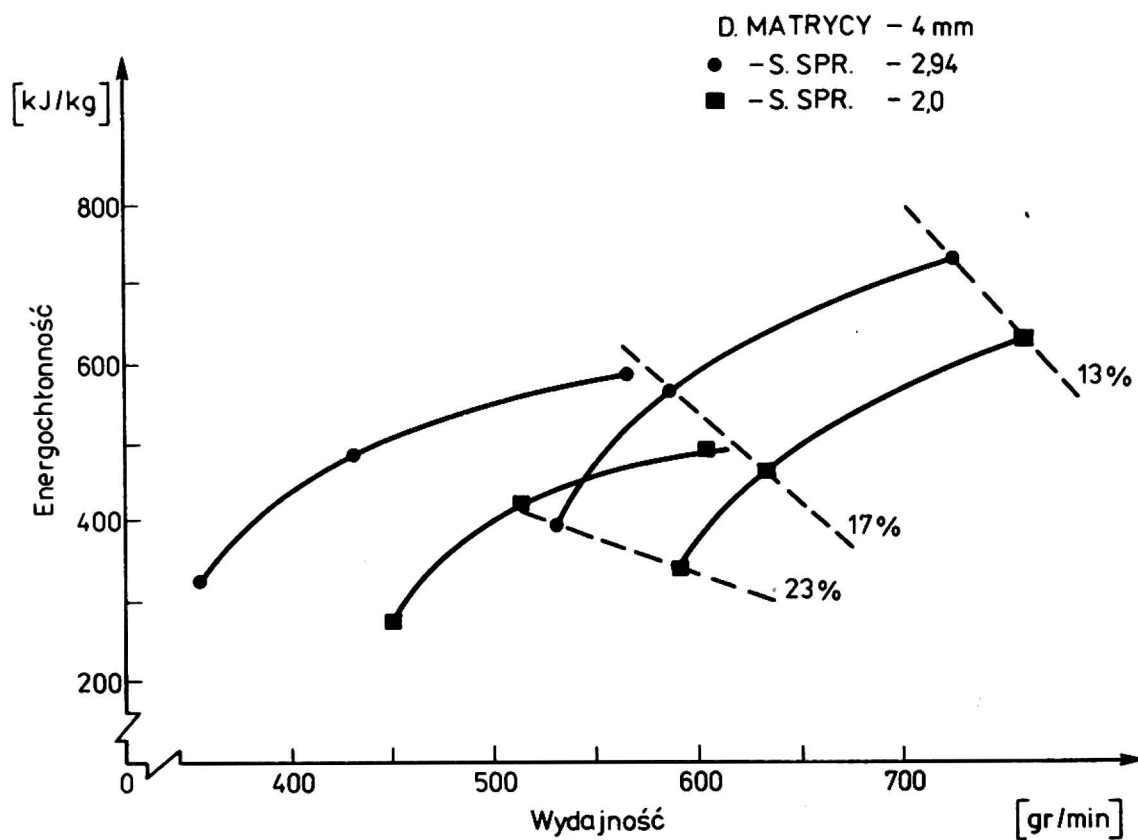
Rys. 2. Rozkład temperatury i ciśnienia w ekstruderze



Rys. 3. Zależność między wilgotnością surowca a stopniem ekspandowania ekstruderatu



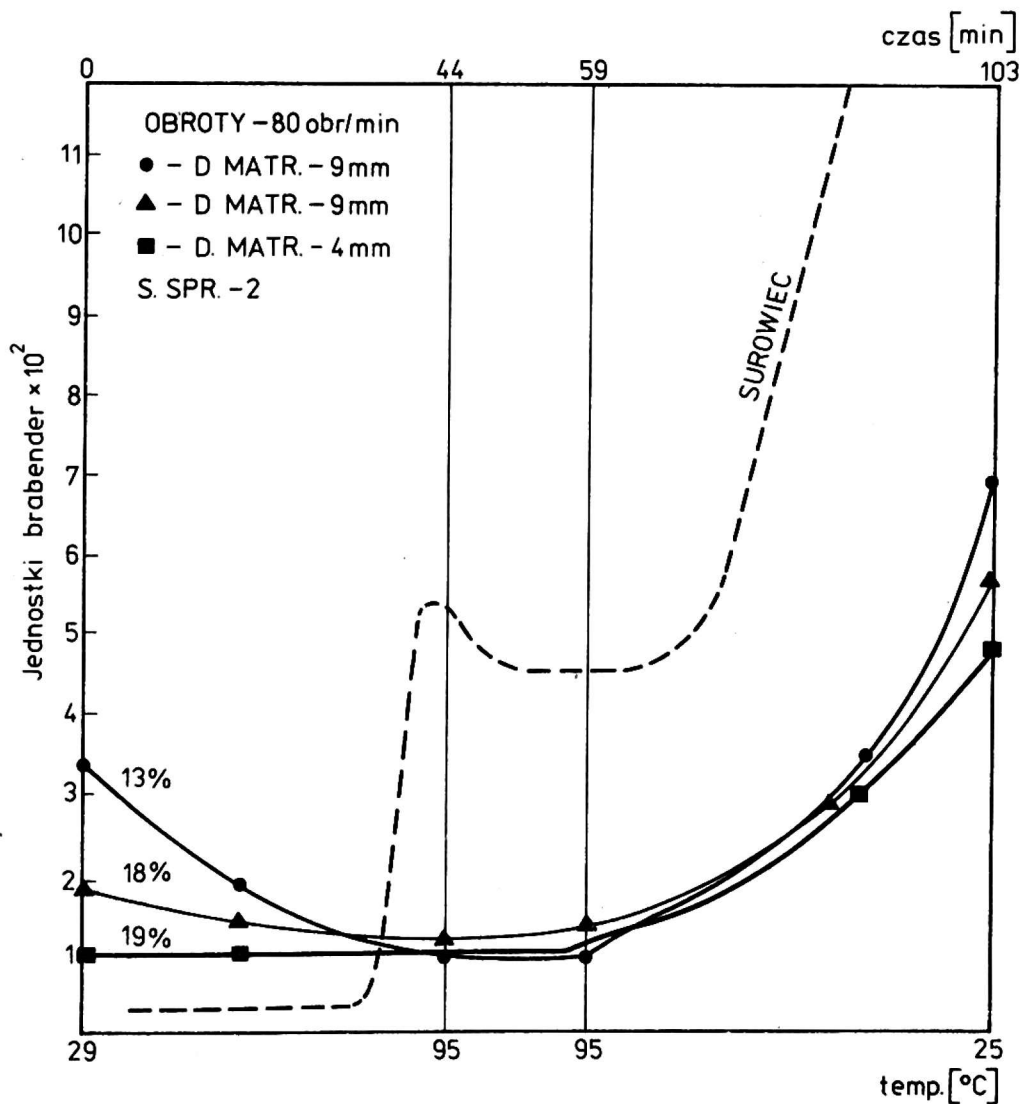
Rys. 4. Wpływ wilgotności na wytrzymałość mechaniczną ekstrudatu



Rys. 5. Zależność między energochłonnością a wydajnością produkcji przy różnej wilgotności surowca i różnych ślimakach

rysunku 5 przedstawiono zależność między liczbą obrotów ślimaka a wydajnością produkcji i jej energochłonnością. Z badań wynika, że zależność ta byłaby prostoliniową gdyby nie tzw. ciśnienie zwrotne, powodujące przepływ materiału, określany w teorii przepiękowym.

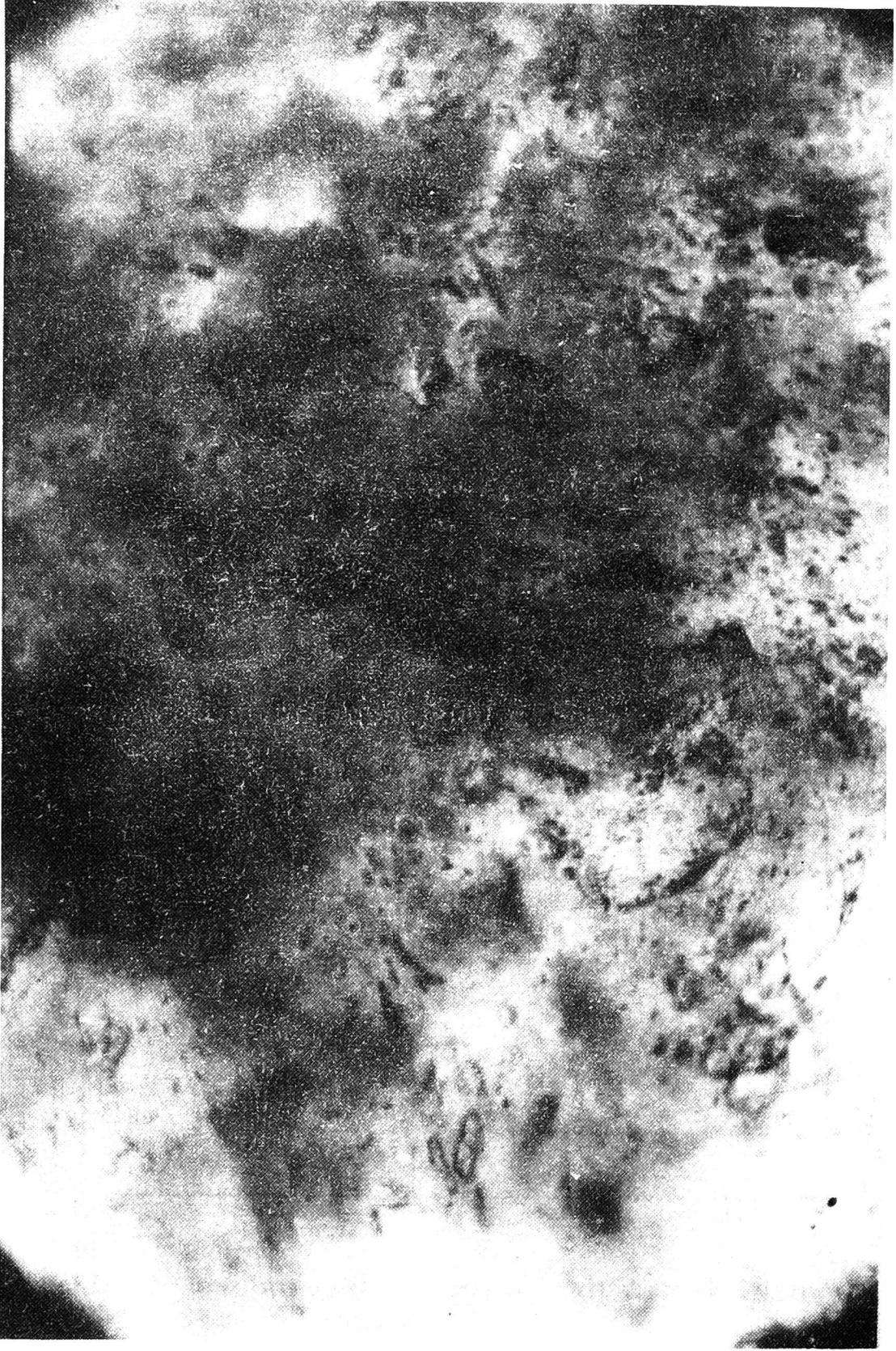
Wyniki pomiarów prowadzonych na aparacie Brabendera świadczą o istotnych zmianach jakościowych ekstrudowanej kukurydzy (rys.6). Zmiany te uzależnione są przede wszystkim od zakresu obróbki cieplnej, niemniej jednak widoczny jest również wpływ wilgotności surowca oraz stosowanego ciśnienia wytłaczania.



Rys. 6. Wyniki badań na aparacie Brabendera (250 cmg, 10%)

Stopień żelowania i upłynniania skrobi zawartej w kukurydzy zależy nie tylko od przyjętych parametrów ekstruzji, ale w dużej mierze od wilgotności samego surowca.

Na zdjęciach mikroskopowych (rys. 7 i 8) widać wyraźnie, iż przy wyższej zawartości wody w surowcu, po jego przeróbce w ekstruderze nadal można zaobserwować granule i aglomeraty nieprzetworzonej skrobi.



Rys. 7. Ekstrudowana kukurydza o wilgotności 13% (w świetle spolaryzowanym)



Rys. 8. Ekstrudowana kukurydza o wilgotności 30% - widać wyraźne aglomeraty i granule nieprze-
tworzonej skrobi (w świetle spolaryzowanym)

DYSKUSJA

W niniejszej pracy przedstawiono krótką analizę procesu ekstruzji kukurydzy, przy czym bardziej skoncentrowano się na problemach technologicznych, czyli inaczej mówiąc na parametrach obróbki materiału oraz fizycznych własnościach produktu. Na podstawie wyników badań można stwierdzić, że najistotniejszy wpływ na przebieg procesu ekstruzji mają temperatura, ciśnienie, a przede wszystkim wilgotność surowca. Zestawienie danych dotyczących relacji między wilgotnością surowca, energochłonnością procesu, jego wydajnością oraz wytrzymałością ekstrudera pozwala na opracowanie optymalnych warunków technologicznych ekstruzji kukurydzy, a co za tym idzie pożądanej jakości produktu.

Pomiar temperatury i ciśnienia jedynie w głowicy ekstrudera nie gwarantuje wiarygodnych informacji dotyczących przebiegu procesu wewnątrz urządzenia.

Z uwagi na jakość ekstrudera kukurydzianego istotne znaczenie ma stopień żelowania skrobi czy jej upłynnienia. Bardzo pomocne są w tym przypadku obserwacje mikroskopowe. Odpowiednio dobierając obroty ślimaków oraz ciśnienie wytłaczania możemy wpływać na czas obróbki materiału, przez co nawet przy temperaturze ponad 433^oK można stymulować reakcję Millarda.

LITERATURA

1. Bernhard E. C.: Processing of Thermoplastic Materials Rimhold Publ. New York 1967.
2. Grochowicz J., Mościcki L.: Teoretyczne rozważania nad procesem ekstruzji surowców pochodzenia roślinnego. Roczn. Nauk rol. Seria C (w druku).
3. Mościcki L.: Ekstruzja i technika ekstruzji w przemyśle rolno-spożywczym. Zesz. Nauk P Lub. (w druku).
4. Mościcki L.: Ekstruzja w przemyśle paszowym. Przem. spoż. 9, 1979, s. 339.
5. Smith O. B.: Why use extrusion. The extrusion process and product development. Amer. Assoc. of Chem. St. Louis, Mo. 1971.
6. Zuilichem D. J., Swart J. G., Buisman G. H.: Residence time distribution in an extruder, Lebensm.-Wiss. u. Technologie vol. 6 No. 5 1973.
7. Zuilichem D. J., Lamers G., Stolp W.: Influence of process variables on quality of extruded maize, Proceedings 6 European Symposium Food Engineering and Food Quality, Cambridge 1975.

Лешек Мосцички

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРОЦЕССУ ЭКСТРУЗИИ КУКУРУЗЫ

Р е з ю м е

В статье рассматриваются результаты исследований по экструзии кукурузной крупы в одношнековом экструдере. Проведенные наблюдения позволили формулировать заключения относительно разработки оптимальных условий экструзии с точки зрения технологической и качества готового продукта. Установлено, что наиболее сильное влияние на ход процесса экструзии оказывает, наряду с температурой и экструзионным давлением, влажность сырьевого материала.

Leszek Mościcki

INVESTIGATIONS ON THE MAIZE EXTRUSION PROCESS

S u m m a r y

Results of the investigations on the maize grits extrusion in a single-worm extruder are presented in the paper. The observations performed enabled to draw conclusions concerning working out optimum extrusion conditions under the viewpoint of technology and quality of the product. It has been proved that it was the moisture content in the raw material, which, beside temperature and extrusion pressure, affected at strongest the extrusion process course.