

1/2

NOWA METODA OZNACZANIA WSPÓŁCZYNNIKA DYFUZJI W TKANCIE BURACZANEJ

S. ZAGRODZKI, J. KUBIAK

Katedra Cukrownictwa i Technologii Środków Spożywczych
Politechniki Łódzkiej, Łódź

Powszechnie stosowanym sposobem wydobywania cukru z krajanki buraczanej jest proces dyfuzji. Jest to jeden z najważniejszych procesów w cukrownictwie buraczanym. Praktyczne wprowadzenie tej metody, datuje się od 1864 roku. Od tego czasu poświęcono wiele pracy zagadnieniu wydobywania soku z buraków. Pomimo tego wiele problemów pozostało jeszcze nie rozwiązanych [1], wobec czego konieczne jest prowadzenie dalszych szczegółowych badań.

Dotychczasowe sposoby oznaczania współczynnika dyfuzji opracowane w latach 1952—1955 przez Tegze [2], Vukova i Oplatkę [3, 4, 5] opierały się na pomiarze zawartości cukru w krajance przed dyfuzją i po dyfuzji. Krajankę przygotowywano w formie pręcików, które umieszczano w rurce i poddawano ekstrakcji za pomocą wody przepływającej pomiędzy pręcikami. Na podstawie różnicy między zawartością cukru przed procesem i po procesie dyfuzji, oznaczano współczynnik dyfuzji D stosując wzór Ficka [6, 7]

$$S = \frac{DF(C_0 - c)}{X} \cdot z \quad (1)$$

Opracowana metoda oznaczania współczynnika dyfuzji polega na zastosowaniu jako przegrody tkanki buraczanej, wyciętej z buraka w kształcie rurki. Na zewnątrz rurki znajduje się roztwór cukru o odpowiednim stężeniu. Przez rurkę przepływa woda. Ilość przedyfundowanego cukru można określić na podstawie różnicy pomiędzy stężeniem początkowym i końcowym roztworu znajdującego się na zewnątrz rurki oraz przyrostem zawartości cukru w wodzie przepływającej przez rurkę.

Ilość cukru przedyfundowanego z roztworu cukru przez ściankę wydrążonego cylindra buraczanego można obliczyć ze wzoru Ficka

$$S = D \frac{(C_0 - c)}{r_2 - r_1} \cdot F_m \cdot z \quad (2)$$

gdzie S — ilość cukru przedyfundowanego w czasie z ,
 F_m — powierzchnia dyfundowania,

$r_2 - r_1$ — grubość ścianki cylindra,

$C_0 - c$ — średnia różnica stężeń po obu stronach cylindra.

Powierzchnię dyfundowania F_m można wyrazić jako średnią logarytmiczną zewnętrznej powierzchni cylindra F_2 i wewnętrznej F_1 , podobnie jak przy przenikaniu ciepła przez grubościenną ściankę cylindryczną [8, 9]

$$F_m = \frac{F_2 - F_1}{\ln \frac{F_2}{F_1}} = 2 \cdot \pi \cdot L \frac{r_2 - r_1}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \quad (3)$$

gdzie

F_2 — powierzchnia zewnętrzna cylindra,

F_1 — powierzchnia wewnętrzna cylindra,

L — długość cylindra,

r_2 — promień zewnętrzny,

r_1 — promień wewnętrzny,

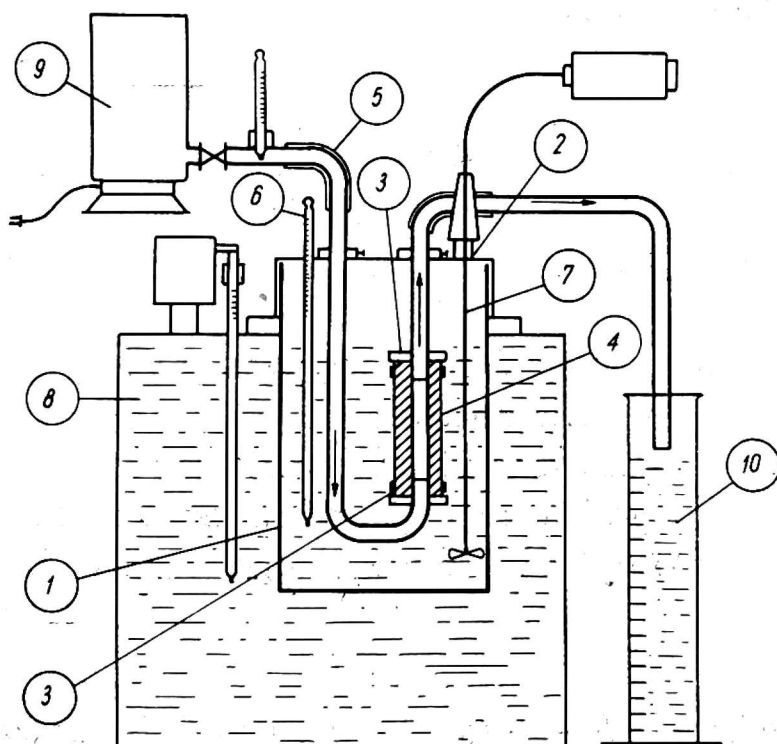
$r = r_2 - r_1$ — grubość ścianki cylindra,

Wstawiając do równania (2) wielkość F_m wyrażoną równaniem (3) otrzymamy następującą postać równania Ficka:

$$S = \frac{D (C_0 - c) \cdot 2 \pi L z}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \quad (4)$$

W celu dokonania pomiaru współczynnika dyfuzji D posługiwano się aparaturą przedstawioną na rys. 3. W termostacie (8) umieszczono naczynie (1) z roztworem cukru, zaopatrzone w mieszadło (7) i termometr (6). Naczynie (1) jest zanurzone w termostacie (8). Woda dopływa (5) do cylindra (4) wyciętego z tkanki buraczanej, która jest zamocowana w uchwyty (3). Woda odpływa (2) z cylindra (4) do naczynia miarowego (10). Zbiornik wody (9) służy do uzupełniania wody w termostacie (8).

- 1 — naczynie z roztworem cukru,
- 2 — odpływ wody,
- 3 — uchwyt,
- 4 — cylinder wycięty z tkanki buraczanej,
- 5 — dopływ wody,
- 6 — termometr,
- 7 — mieszadło,
- 8 — termostat,
- 9 — zbiornik wody,
- 10 — naczynie miarowe

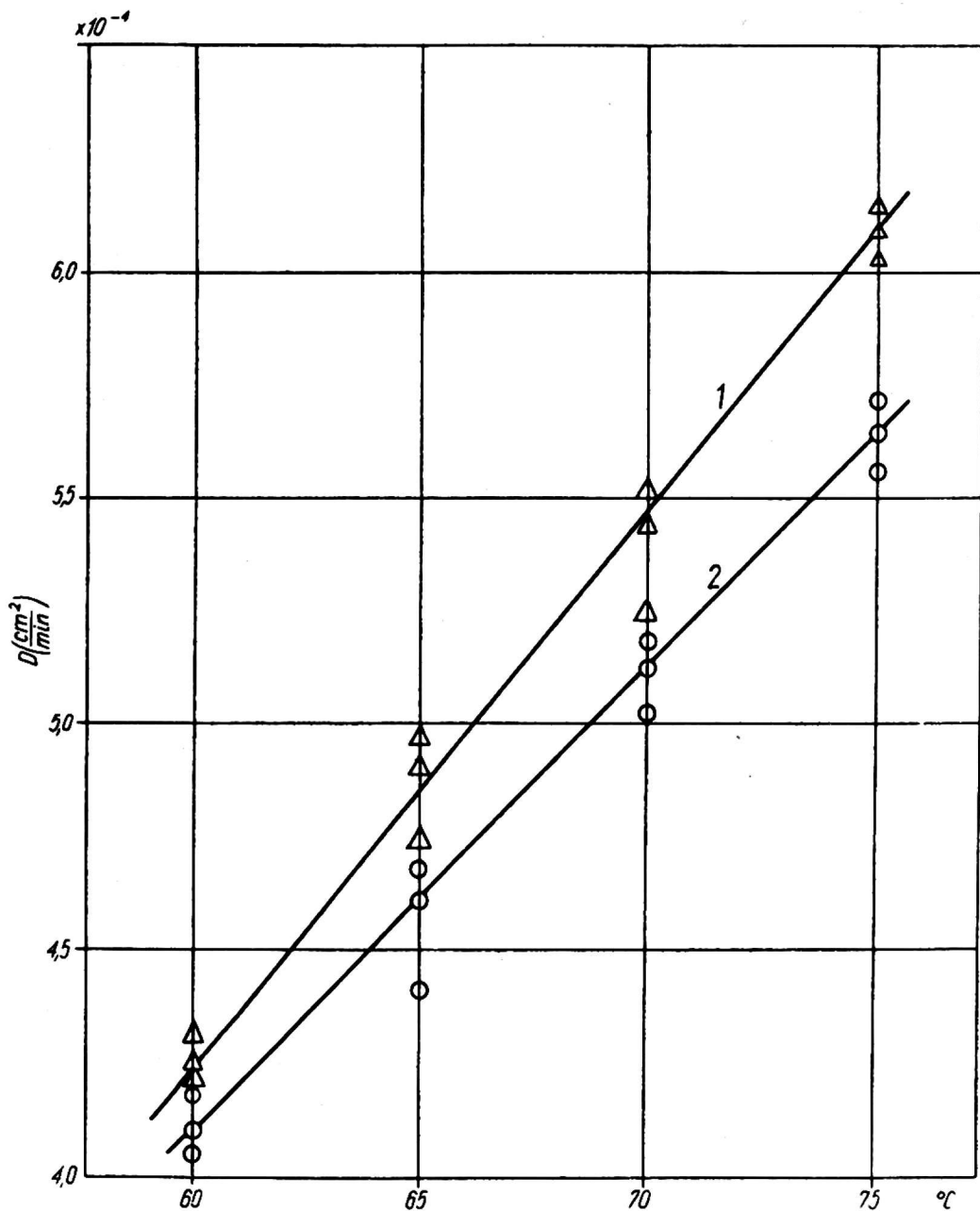


Rys. 3. Aparatura do oznaczania współczynnika dyfuzji w tkance buraczanej

Wewnątrz roztworu zawieszono cylinder (4) wycięty z tkanki buraka, przez który przepuszczano wodę z naczynia (9). Ilość wody i jej temperaturę ściśle regulowano a objętość wypływającej wody mierzono w naczyniu miarowym (10).

Mierząc czas przepływania wody, temperaturę, Bx roztworu otaczającego cylinder przed i po dyuzji oraz Bx i ilość wody, która przepłynęła przez cylinder, obliczano współczynnik dyfuzji D na podstawie wzoru (4).

Cylinder z buraka wycinano specjalnie do tego celu wykonanym przyrządem i po zamocowaniu cylindra w uchwycie (3) zanurzano go do roztworu cukru, uruchamiając jednocześnie mieszadło. Pierwsze porcje wody odrzucano, aż do momentu zauważenia zmiany stężenia roztworu otaczającego cylinder. Roztwór cukru otaczający cylinder badano co kilka minut refraktometrycznie. W chwili stwierdzenia zmiany stężenia cukru



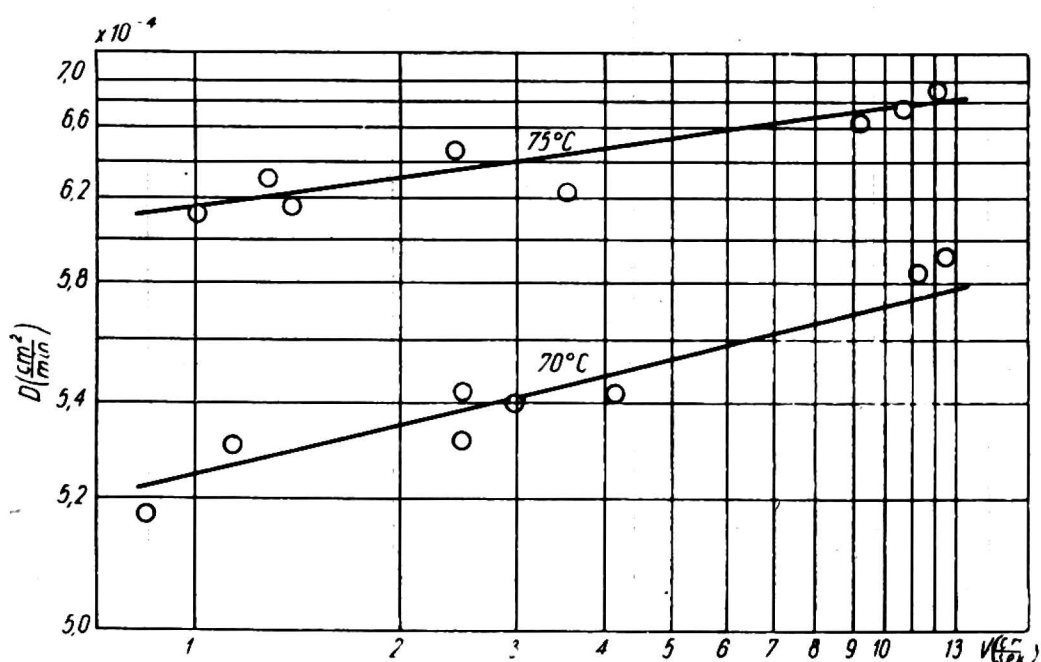
Rys. 4. Zależność współczynnika dyfuzji (D) od temperatury:
 1 — nowa metoda, 2 — metoda Tegze, Vukov, Oplatka

w roztworze, notowano czas i Bx roztworu oraz zaczynano zbierać wodę przechodzącą przez cylinder. Wodę zbierano przez 15 lub 30 minut. W trakcie zbierania wody notowano Bx roztworu otaczającego cylinder. Po 15 lub 30 minutach notowano Bx końcowy roztworu otaczającego cylinder oraz ilość wody. Zebraną wodę alkalizowano do pH 8,5, a następnie podgęszczano pod zmniejszonym ciśnieniem w temperaturze 50°C i oznaczano w niej zawartość przedyfundowanego cukru.

Promienie cylinderków buraczanych mierzono bezpośrednio lub obliczano z objętości benzenu wypartego przez kolejne zanurzenie cylindra buraczanego i wyciętego wewnętrznego rdzenia w naczyniu z benzenem.

Wyżej opisaną metodą oznaczano współczynnik dyfuzji cukru przez przegrodę cylindra buraczanego. Badania prowadzono w temperaturze dyfuzji $60, 65, 70$ i 75°C przy stałej szybkości przepływu wody przez cylinder. Uzyskane wyniki przedstawiono na wykresie semilogarytmicznym (rys. 4). Górna prosta (1) odpowiada wielkościom współczynnika D w różnych temperaturach. Została ona wykreślona metodą najmniejszych kwadratów na podstawie oznaczenia współczynnika dyfuzji nowym sposobem. Analogiczne pomiary metodą Tegze, Vukova i Oplatki, dokonane w takich samych warunkach, przedstawia prosta dolna (2).

W dalszych badaniach porównano wpływ szybkości przepływu wody przez cylinder wycięty z tkanki buraczanej na wielkość współczynnika dyfuzji. W temperaturach 70 i 75°C stwierdzono wyraźne różnice. Im większa była szybkość przepływu wody, tym większe otrzymuje się wartości współczynnika dyfuzji D . Wyniki uzyskane przy różnych szybkościach przepływu wody przedstawiono na rys. 5. Grubość ścianki cylindra wynosiła $2,8$ mm. Przy zwiększeniu szybkości przepływu



Rys. 5. Zależność współczynnika dyfuzji (D) od szybkości przepływu wody przez cylinder (V)

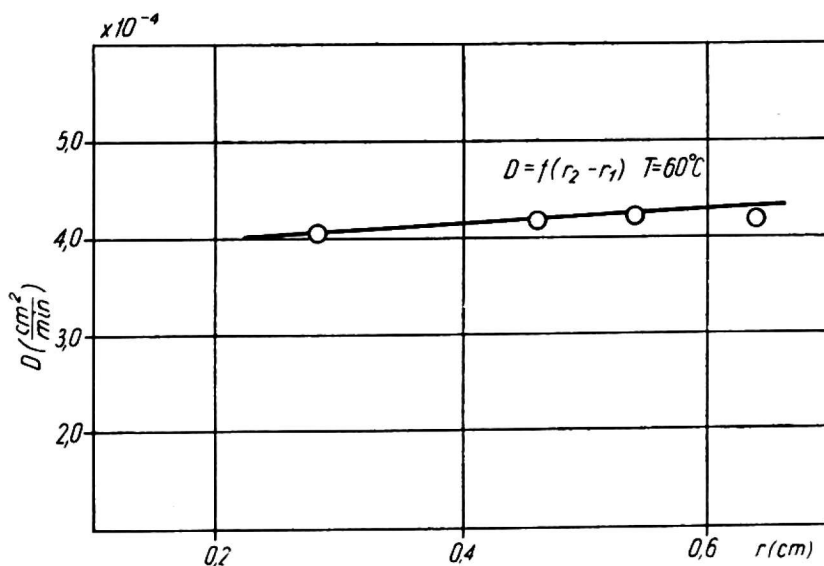
wody z 1 do 12 cm/sek stwierdzono wzrost współczynnika D o około 10% w temperaturze 70 i 75°C. Przyczyną wzrostu było to, że wraz ze zwiększeniem szybkości przepływu wody maleje grubość nieruchomej błonki cieczy przylegającej do wewnętrznej powierzchni przegrody [10] (rurki wyciętej z buraka). Jak wiadomo, rzeczywisty współczynnik dyfuzji cukru w tkance buraczanej jest wielkością stałą, a przylegająca do powierzchni nieruchoma błonka cieczy powoduje tylko pozorne zmniejszenie współczynnika dyfuzji.

Z tej przyczyny można przyjąć, że najwyższe wartości współczynnika dyfuzji są najbliższe prawdy.

Badano także wpływ grubości przegrody dyfuzyjnej wyciętej z tkanki buraczanej na wielkość współczynnika dyfuzji. Wyniki pomiarów przedstawiono na rys. 6. Łatwo stwierdzić, że wpływ ten jest bardzo mały. Uzyskane nieco większe wartości współczynnika D można tłumaczyć

tym, że wpływ szybkości przepływu cieczy przy grubszej przegrodzie jest mniejszy i dlatego wielkości te są bliższe rzeczywistości. Można przewidzieć, że przy dużych szybkościach przepływu różnice spowodowane grubością ścianki będą coraz mniejsze, a prosta stanie się równoległa do osi odciętych.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że nowa metoda oznaczania współczynnika dyfuzji nadaje się do pomiarów w laboratoriach fabrycznych i może być stosowana do określania jakości surowca buraczanego.



Rys. 6. Zależność współczynnika dyfuzji (D) od grubości ścian cylindra (r)

LITERATURA

1. H. Brüniche-Olsen — Solid-Liquid Extraction, Copenhagen 1962.
2. M. Tegze, M. Tegze — Acta Techn. Acad. Sc. Hungaricae 10, 485—504 (1955).
3. G. Oplątka — Magyar Kemikusok Lapja 10, 563 (1954).
4. G. Oplątka — Z. Zuckerind. 4, 79, 472 (1954).
5. G. Oplątka — Z. Zuckerind. 4, 79, 510 (1954).
6. P. Silin — Praca aparatów dyfuzyjnych, Warszawa 1950.
7. P. Silin — Sachar. Prom. 29, 7 (3, 1955).
8. S. Zagrodzki, I. Piotrowska — Praca nie publikowana; Łódź 1960.
9. S. Zagrodzki, H. Grabka — Praca nie publikowana; Łódź 1958.
10. S. Zagrodzki — Roczn. Techn. Chemii Żywn. 1, 19 (1957).