

ZASTOSOWANIE TEKSTUROMETRU DO WYZNACZANIA
WODOCHŁONNOŚCI MĄKI ŻYTNIEJ O ZRÓŻNICOWANEJ
ZAWARTOŚCI POPIOŁU*

Krzysztof Buksa, Anna Nowotna, Rafał Ziobro

Katedra Technologii Węglowodanów, Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy
ul. Balicka 122, 30-149 Kraków
e-mail: krzysztof.b10@gmail.com

Streszczenie. Celem pracy było opracowanie optymalnej metody umożliwiającej pomiar wodochłonności mąki żytniej teksturometrem. Przeprowadzone badania miały na celu opracowanie metodyki pomiaru tego parametru w odniesieniu do mąki o dużej zawartości okrywy owocowonasiennej (otrąb) i porównanie wyników z powszechnie stosowanym Farinografem firmy Brabender oraz sporadycznie używaną wylączarką RWAM firmy Simon. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że oznaczenie wodochłonności całościarnowej mąki żytniej przy użyciu Farinografu firmy Brabender nie było możliwe, natomiast z zastosowaniem teksturometru oraz wylączarki RWAM, określenie wodochłonności wszystkich badanych typów mąki żytniej stało się wykonalne. Wartości wodochłonności mąk żytnich o małej zawartości popiołu, oznaczone teksturometrem były porównywalne i skorelowane z oznaczonymi Farinografem i wylączarką RWAM, dzięki czemu sposoby wyznaczania tego parametru wszystkimi metodami mogą być stosowane zamiennie. Teksturometr wyposażony w odpowiednią przystawkę – cylinder, dzięki uzyskaniu wiarygodnych wyników dla mąk różnego typu i ze względu na częste stosowanie tego urządzenia w laboratoriach badawczych, można polecić do oznaczania wodochłonności.

Słowa kluczowe: wodochłonność, mąka żytnia, ciasto, konsystencja, sztywność ciasta

WSTĘP

Ocena mąki żytniej, jak też i pszennej, dla potrzeb przemysłu piekarskiego polega na badaniu jej przydatności do produkcji pieczywa dobrej jakości. Zależy ona zarówno od składu chemicznego mąki, jak i od właściwości fizyczno-chemicznych (w tym stanu) jej poszczególnych składników, w przypadku mąki

*Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2012-2014 jako projekt badawczy Iuventus Plus – IP2011 005571.

żytniej głównie od arabinoksylianów i skrobi, a w mniejszym stopniu białek (Gąsiorowski 1994, Bushuk 2001, Buksa i in. 2010, Buksa i in. 2013).

Skład mąki żytniej zależy od warunków uprawy zboża, tzn. od warunków pogodowych (ilości opadów) w okresie wegetacji i zbiorów, rejonu jego uprawy, warunków agrotechnicznych, a w mniejszym stopniu od odmiany. Zależy również od proces przemiału i uzyskanego typu mąki (Oh i in. 1986, Gąsiorowski 1994, Gambuś 1997, Bushuk 2001, Buksa i in. 2012).

Pierwszym etapem w produkcji chleba jest wytworzenie ciasta o odpowiedniej konsystencji, podczas którego następuje wiązanie wody przez biopolimery obecne w mące żytniej. Ilość związanej przez mąkę wody, dodanej w celu uzyskania ciasta o odpowiedniej konsystencji nazywamy wodochłonnością. Możliwość związania dużej ilości wody jest bardzo istotna, gdyż dużej wodochłonności mąki przypisuje się korzystny wpływ na takie cechy jak: ułatwienie obróbki ciasta (dzięki suchości jego powierzchni) oraz poprawę jego zdolności fermentacyjnych. Ilość dodanej wody, przy tworzeniu ciasta warunkuje jego konsystencję, która może być różna, ale musi się mieścić w pewnym zakresie. Zbyt sztywna lub zbyt luźna konsystencja ciasta nie gwarantuje uzyskania pieczywa o dobrej jakości (Gąsiorowski 1994, Bushuk 2001). Ciasto uzyskane przy użyciu dużej ilości wody warunkuje również dużą jej zawartość w miększu chleba, dzięki czemu charakteryzuje się on lepszym smakiem, delikatniejszą strukturą miększu, jak również zwiększoną wydajnością i opóźnionym procesem czerstwienia (Gąsiorowski 1994, Buksa i in. 2012, Buksa i in. 2013)

Ponieważ pomiar wodochłonności ma kluczowe znaczenie w kształtowaniu jakości pieczywa, w tym również żytniego, bardzo istotne jest prawidłowe badanie tego parametru mąki. Do pomiaru wodochłonności mąki pszennej i żytniej najczęściej wykorzystywany jest Farinograf firmy Brabender. Zależność wodochłonności, oznaczanej tym urządzeniem, od wielu czynników takich jak temperatura ciasta, szybkość mieszania, wilgotność mąki czy zawartość soli, jest dobrze znana (Hlynka 1962, Bushuk 2001). Pomiar wodochłonności mąki żytniej Farinografem jest jednak utrudniony ze względu na dużą lepkość powstającego ciasta, która dodatkowo ulega znacznym zmianom w trakcie mieszania. Niekiedy oznaczenie tego parametru może być nawet niemożliwe, szczególnie w przypadkach mąk z dużą zawartością okrywy owocowo-nasiennej (z całego ziarna żyta).

Mixolab firmy Chopin Technologies, który umożliwia pomiar charakterystyki farinograficznej, a następnie amylograficznej, może być również stosowany do pomiaru wodochłonności mąk. Jednakże aktualnie są w niego wyposażone jedynie nieliczne laboratoria (Rosell i in. 2007, Kahraman i in. 2008, Banu i in. 2011, Dhaka i in. 2012).

Znane jest również inne urządzenie, takie jak wyłaczarka RWAM „Research” Water Absorption Meter (Simon, Anglia) (Koźmina 1974) również umożliwiające oznaczenie wodochłonności mąk, lecz ze względu na ich aktualnie małą popularność i brak dostępności w większości laboratoriów oraz brak odniesienia do wodochłonności oznaczonej powszechnie stosowanym, zalecanym przez normy (ICC-Standard No. 115/1) Farinografem, jest on stosowany sporadycznie (Gaines 1982, Gaines i Kwolek 1982, Köksel i in. 2009).

Wzorując się na zasadzie działania wyłaczarki RWAM, można oznaczyć sztywność ciasta z różnym dodatkiem wody i na podstawie wykonanych pomiarów wyznaczyć wodochłonność, lecz tego typu pomiary nie były dotychczas przeprowadzone i opisane.

Celem niniejszej pracy było opracowanie metody umożliwiającej pomiar wodochłonności mąki żytniej teksturometrem (wyposażonym w przystawkę – cylinder) i porównanie uzyskanych wyników z wartościami analiz tego parametru innymi urządzeniami, w szczególności powszechnie stosowanym Farinografem jak również wyłaczarką RWAM. Jako materiał badawczy zastosowano mąki żytnie różnego typu: 720, 1150 oraz razową (całoziaarnową), które ze względu na różną zawartość okrywy owocowo-nasiennej inaczej chłoną wodę i zachowują się podczas mieszania.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem do badań były mąki żytnie handlowe typu 720 i typu 1150 oraz uzyskane w wyniku przemiału ziarna odmiany Amilo: typu 720, typu 1150, jak również mąka całoziaarnowa.

Ziarno zmielono w młynku laboratoryjnym (RG-109 firmy Labor Muszeripari Muwek, z dwiema parami walców), działającym podobnie jak Quadrumat Junior firmy Brabender. Po przemiale na mąkę i otręby, frakcję otrąb mielono ponownie, a następnie uzyskane frakcje mieszano tak, aby uzyskać mąki o pożądanej zawartości popiołu. Mąkę całoziaarnową (AM CZ) uzyskano w wyniku zmieszania wszystkich frakcji przemiałowych ziarna.

Zawartość suchej masy została oznaczona zgodnie z metodą AOAC 925.10 (2006). Oznaczenie zawartości popiołu wykonano metodą AOAC 991.43 (2006).

Pomiar wodochłonności farinografem

Wodochłonność mąk została oznaczona przy pomocy farinografu firmy Brabender, zgodnie z ICC-Standard No. 115/1 jako ilość wody, która jest niezbędna do uzyskania ciasta o konsystencji 500, 300 oraz 150 BU (Brabender Unit, Jednostki Brabendera).

Pomiar wodochłonności wylączarką RWAM

Wodochłonność mąk oznaczono również wylączarką RWAM firmy Simon („Research” Water Absorption Meter, Anglia), która jest rodzajem prostej wylączarki pozwalającej mierzyć czas wylóczenia określonej ilości ciasta o różnej konsystencji (regulowanej przez dodatek wody) przez otwór o jednakowej średnicy.

Przed wykonaniem pomiaru ciasto z mąk zostało przygotowane przy pomocy małej miesiarki do ciasta Typ ML-300, (Spółem CZSS Bydgoszcz, Polska). Czas mieszenia wynosił 6 min. Częścią uzyskanego ciasta napełniano cylindryczną tubę wylączarki RWAM i podłączano ją do aparatu. Pomiar przeprowadzano po 6 minutach od wytworzenia ciasta.

Dla każdego typu mąki, w celu określenia zależności pomiędzy ilością dodanej wody (o takiej temperaturze, aby ciasto miało temperaturę pokojową) do 28 g mąki a czasem wylóczenia (wyrażającym konsystencję ciasta), wykonano pomiary stosując trzy różne wielkości dodatku wody do ciasta, mieszczące się w zakresie od 16 do 24 ml. Uzyskane wyniki zamieszczono jako punkty pomiarowe na wykresie przedstawiającym zależność czasu ekstruzji ciasta od dodatku wody do 28 g mąki. Następnie przeprowadzono dopasowanie prostej do zaznaczonych punktów i odczytywano z osi X dodatek wody odpowiadający czasowi wylóczenia ciasta równemu 50 s. Dodatek wody niezbędny do uzyskania konsystencji odpowiadającej czasowi ekstruzji ciasta równemu 50 s został następnie wyrażony w procentach, jako wodochłonność 100 g mąki o wilgotności 14%.

Pomiar wodochłonności teksturometrem

Ciasto do pomiaru wodochłonności teksturometrem przygotowywano według takiej samej procedury jak w przypadku stosowania wylączarki RWAM. Część ciasta uzyskanego z 28 g mąki umieszczano następnie wewnątrz cylindrycznego pojemnika o średnicy 3 cm i wysokości 5 cm zapełniając go do połowy wysokości, w taki sposób, aby powierzchnia ciasta była równa. Pomiar sztywności ciasta teksturometrem, wyposażonym w cylindryczną sondę P20 o średnicy 15 mm przeprowadzono po 6 minutach od momentu jego wytworzenia. Szybkość zagłębiania próbnika na 1 centymetr w masę ciasta wynosiła $1 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$. W celu określenia sztywności ciasta mierzono maksymalną siłę rejestrowaną podczas ekstruzji wstecznej (Instrukcja obsługi teksturometru, Instrukcja programu Texture Exponent). Spośród danych dostarczanych przez test TPA, do dalszych obliczeń wykorzystywano jedynie sztywność. Dla każdej mąki użyto trzech różnych ilości wody w celu określenia zależności pomiędzy ilością dodanej wody (o takiej temperaturze, aby ciasto miało temperaturę pokojową) do 28 g mąki, a sztywnością sporządzonego ciasta. Uzyskane wyniki zamieszczono jako punkty pomiarowe na wy-

kresie przedstawiającym zależność sztywności ciasta od dodatku wody do 28 g mąki. Następnie przeprowadzono dopasowanie prostej do zaznaczonych punktów i odczytywano z osi X dodatek wody odpowiadający sztywności 10 N. Dodatek wody niezbędny do uzyskania konsystencji odpowiadającej sztywności ciasta równej 10 N został następnie wyrażony w procentach, jako wodochłonność 100 g mąki o wilgotności 14%.

Analiza statystyczna wyników

Obliczenie wartości średnich, odchyłeń standardowych oraz analizę wariancji i wyznaczenie współczynników korelacji wykonano przy pomocy programu Statistica 8.0 (StatSoft inc., USA).

WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartość popiołu w mąkach handlowych i uzyskanych z ziarna odmiany Amilo przedstawiono w tabeli 1. Uzyskane wyniki potwierdziły prawidłowość przygotowania mąk z ziarna odmiany Amilo i ich zgodność z przyjętym podziałem na poszczególne typy mąk według Bushuk'a (2001).

Tabela 1. Zawartość suchej masy i popiołu w badanych mąkach żytnich
Table 1. Dry matter and ash content in examined rye flours

Typ mąki – Flour type	Zawartość – Content (%)	
	s.m. – d.m.	Popiół – Ash
MH 720	88,6	0,73 ± 0,05
MH 1150	87,8	1,17 ± 0,02
AM 720	89,92	0,73 ± 0,01
AM 1150	90,35	1,00 ± 0,01
AM CZ	89,91	1,71 ± 0,03

MH – mąka handlowa – commercial rye flour, AM – mąka z ziarna żyta Amilo – flour obtained from rye variety Amilo, CZ – mąka całościarna – wholemeal.

Oznaczana farinograficznie wodochłonność mąk, zarówno handlowych jak i pochodzących z przemiału laboratoryjnego, zwiększała się wraz z większą zawartością popiołu (tab. 2). Przypuszczalnie odpowiadał za to skład chemiczny mąk, a w szczególności zwiększająca się wraz z zawartością popiołu w mąkach zawartość błonnika, w tym pentozanów, które chłoną duże ilości wody (Gąsiorowski 1994, Bushuk 2001, Buksa i in. 2012). Różnica w wodochłonności mąk typu 720 i 1150 uzyskanych w przemiele laboratoryjnym, była znacznie mniejsza niż mąk handlowych, ze względu na mniejszą różnicę w zawartości popiołu w przypadku mąk handlowych.

Tabela 2. Wodochłonność mąk oznaczona farinografem
Table 2. Water absorption of flour determined by farinograph

Typ mąki Flour type	Wodochłonność mąki (%) przy konsystencji ciasta Water absorption of flour (%) at dough consistency of		
	500 BU	300 BU	150 BU
MH 720	55,8 ± 0,5 ^b	66,0 ± 0,6 ^b	78,8 ± 0,3 ^b
MH 1150	66,8 ± 0,2 ^c	78,9 ± 0,7 ^c	94,1 ± 0,5 ^c
AM 720	52,8 ± 0,7 ^a	62,7 ± 0,4 ^a	75,0 ± 0,6 ^a
AM 1150	53,3 ± 0,5 ^a	65,5 ± 0,6 ^b	78,0 ± 0,7 ^b
AM CZ	nd	nd	nd

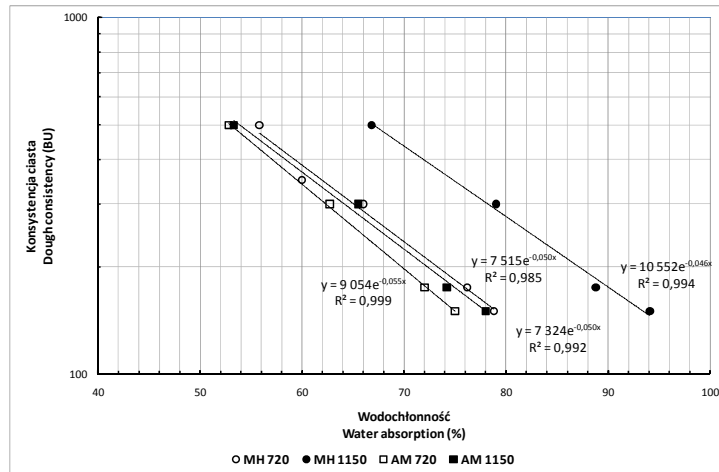
nd – oznaczenie nie było możliwe – measurement was not possible,
 Średnie w kolumnach, oznaczone tą samą literą, nie różnią się istotnie przy $p = 0,05$ – Means within columns marked with the same letter do not differ significantly at $p = 0.05$,
 Pozostałe oznaczenia jak w tabeli 1 – Other explanatory notes as in Table 1.

W przypadku mąki całościowej uzyskanej z ziarna żyta odmiany Amilo oznaczenie wodochłonności farinografem okazało się niemożliwe (przy różnych konsystencjach w zakresie od 150 do 500 BU) ze względu na trudności z włączeniem całości mąki w masę ciasta podczas mieszania w mieszarce urządzenia (część ciasta „uciekła” z miesidła).

Dla każdej mąki, dla której oznaczenie wodochłonności farinografem było możliwe, do punktów pomiarowych oznaczających konsystencję ciasta w zależności od wodochłonności mąki przeprowadzono dopasowanie funkcją wykładniczą (zależność prostoliniowa w układzie logarytmicznym) (rys. 1), ponieważ parametry opisujące właściwości ciasta takie jak lepkość, sztywność, twardość zależą eksponencjalnie od dodatku wody (Gaines 1982, Oh i in. 1986, Berland i Lounay 1995, Rao 2007). Posługując się takim dopasowaniem, można określić dodatek wody do mąki w celu uzyskania dowolnie wybranej konsystencji (w zakresie 150-500 BU).

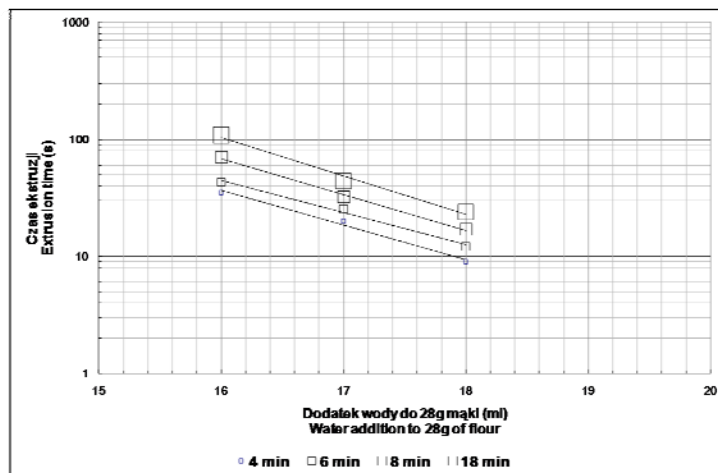
W kolejnym etapie badań wykonano pomiar wodochłonności mąk wytłaczarką RWAM. Podczas wykonania analizy bardzo ważne okazało się przestrzeganie jednakowego czasu liczonego od zakończenia mieszania ciasta, po którym wykonywany był pomiar wodochłonności. Przeprowadzone przy pomocy wytłaczarki RWAM badania wodochłonności mąki AM 720, po różnych czasach od momentu zakończenia mieszania ciasta wykazały, że wraz ze zwiększaniem okresu czasu od zakończenia mieszania do rozpoczęcia pomiaru (w zakresie od 4 do 18 min.), oznaczona wodochłonność mąki ulegała zwiększeniu (rys. 2). Wynikało to najprawdopodobniej głównie z postępującego chłonięcia wody przez składniki mąki,

szczególnie arabinoksylany. Aby zapewnić odpowiednie chłonicie wody przez mąkę oraz aby nadmiernie nie wydłużać czasu analizy, pomiary zdecydowano się wykonywać po 6 minucie od zakończenia mieszania ciasta.



Rys. 1. Zależność logarytmu konsystencji ciasta od wodochłonności mąk żytnich. Objasnienia jak w tabeli 1

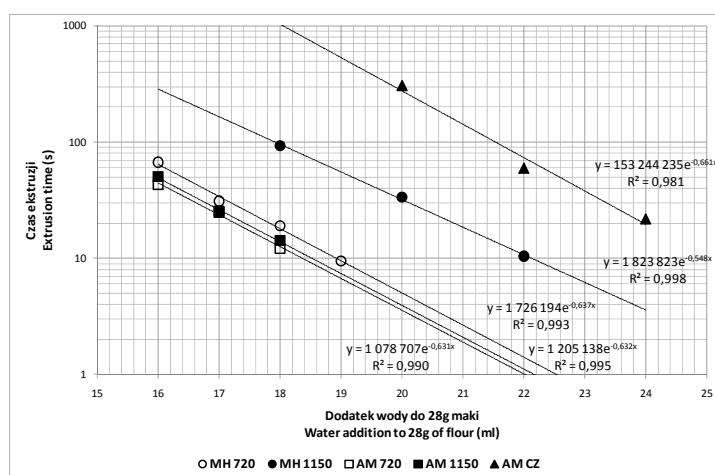
Fig. 1. Relation of the log of dough consistency to the water absorption of rye flours. Explanations as in Table 1



Rys. 2. Zależność czasu wykonania pomiaru wytlaczarką RWAM od logarytmu czasu ekstruzji ciasta i od dodatku wody do maki żytniej typu AM 720

Fig. 2. Relation of time of water absorption measurement by RWAM to the log of extrusion time and water addition to rye flour type AM 720

Wyniki pomiarów wodochłonności mąk wyłaczarką RWAM przedstawiono na rysunku 3. Dla każdej mąki, do punktów pomiarowych oznaczających czas ekstruzji w zależności od dodatku wody, przeprowadzono dopasowanie funkcją wykładniczą (zależność prostoliniowa w układzie logarytmicznym). W celu porównania wodochłonności mąk przy takiej samej konsystencji wybrano, zgodnie z sugestią producenta urządzenia, czas ekstruzji równy 50 s. Punkt przecięcia się wyznaczonych krzywych wodochłonności badanych mąk z poziomą linią poprowadzoną dla czasu ekstruzji 50 s zrzutowano na oś X i odczytano ilość wody niezbędnej do uzyskania wybranej konsystencji. Używając równań wykładniczych i uwzględniając wilgotność, obliczono wodochłonność każdej mąki, a wyniki obliczeń zamieszczono w tabeli 3.



Rys. 3. Zależność logarytmu czasu ekstruzji ciasta od dodatku wody do mąk żytnich. Objaśnienia jak w tabeli 1

Fig. 3. Relationship of the log of extrusion time to water addition to rye flours. Explanations as in Table 1

Wartości wodochłonności wszystkich mąk (z wyjątkiem całościarnowej) wyznaczone na podstawie pomiaru wyłaczarką RWAM, przy czasie ekstruzji ciasta równym 50 s (tab. 3), były najbardziej zbliżone do oznaczonych farinografem przy konsystencji 500 BU (tab. 2). Zastosowanie wyłaczarki RWAM umożliwiło wyznaczenie wodochłonności mąk różnych typów, w tym całościarnowej. Ponieważ dostępność wyłaczarki RWAM w laboratoriach jest ograniczona, w kolejnym etapie pracy do oznaczenia wodochłonności wykorzystano tekstuometr, wyposażony w przystawkę o działaniu przypominającym zasadę działania wyłaczarki RWAM. W miejsce pomiaru czasu ekstruzji zastosowano pomiar sztywności ciasta poddawanego przeci-

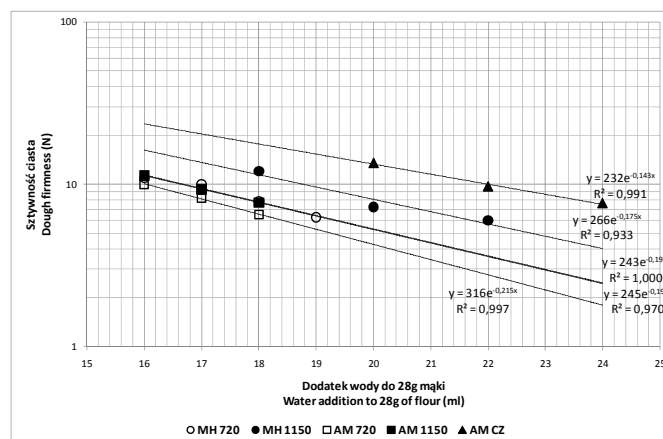
skaniu (ekstruzji wstecznej) cylindrycznej głowicy przez próbkę ciasta. Podobnie jak miało to miejsce w przypadku wylączarki RWAM wraz z upływem czasu mierzonego od zakończenia mieszania do rozpoczęcia pomiaru sztywności rosła sztywność ciasta (wyników nie zamieszczono), dlatego pomiar należy przeprowadzać w ściśle określonym czasie (6 min) od zakończenia mieszania ciasta.

Uzyskane wyniki pomiaru sztywności ciast z różnym dodatkiem wody do 5 badanych mąk żytnich przedstawiono w tabeli 3 i na rysunku 4.

Tabela 3. Wodochłonność mąk (%) oznaczona wylączarką RWAM i tekstuometrem
Table 3. Water absorption (%) determined by RWAM extruder and texture meter

Typ mąki Flour type	Metoda pomiaru wodochłonności Method of water absorption measurement	
	Wylączarka RWAM (czas ekstruzji 50 s) Extruder RWAM (extrusion time 50 s)	Tekstuometr (sztywność 10 N) Texture meter (firmness 10 N)
MH 720	53,2 ^b	54,1 ^{ab}
MH 1150	62,5 ^c	60,8 ^c
AM 720	50,8 ^a	51,5 ^a
AM 1150	51,5 ^a	53,7 ^a
AM CZ	72,7 ^d	70,7 ^d

Oznaczenia jak w tabeli 1 – Explanatory notes as in Table 1.



Rys. 4. Zależność logarytmu sztywności ciasta od dodatku wody do mąk żytnich. Objasnienia jak w tabeli 1

Fig. 4. Relationship of the log of dough firmness to water addition to rye flours. Explanations as in Table 1

Na rysunku 4 przedstawiono zależność sztywności ciasta (parametru tekstury), ze wszystkich pięciu badanych mąk, od różnego dodatku wody użytej do jego sporządzenia. Sztywność ciasta sporządzonego z badanych mąk była zależna od ilości dodanej wody, przy stałej masie mąki równej 28 g. Dla każdej mąki, do punktów pomiarowych oznaczających sztywność w zależności od dodatku wody, przeprowadzono dopasowanie funkcją wykładniczą (zależność prostoliniowa w układzie logarytmicznym). Odczytanie z osi X dodatku wody niezbędnego do uzyskania ciasta o konsystencji odpowiadającej sztywności 10 N (lub jego obliczenie na podstawie równań wykładniczych, rys. 4), po uwzględnieniu wilgotności mąki, umożliwiło obliczenie i porównanie wodochłonności dwóch typów mąki: handlowej żytniej i z ziarna żyta odmiany Amilo (tab. 3).

Ciasto z mąki całościarnowej, w której skład wchodziły zmielone otręby, wykazywało zdecydowanie większą sztywność w odniesieniu do pozostałych próbek. Zauważono, że w zależności od typu mąki dodatek wody wymagany do uzyskania takiej samej konsystencji (wyrażonej jako sztywność równa 10 N) był zróżnicowany. Mąki charakteryzujące się większą zawartością cząstek okrywy ziarniaka (większą popiołowością) wymagały bowiem większego dodatku wody do uzyskania konsystencji odpowiadającej sztywności 10 N.

W oznaczeniach wodochłonności teksturometrem, podobnie jak wytłaczarką RWAM, zaobserwowano, że wraz ze wzrostem zawartości popiołu w mące rosła jej wodochłonność. Dane literaturowe (Gąsiorowski 1994, Bushuk 2001, Buksa 2010) wskazują, że mąki o wysokiej popiołowoci zawierają również duże ilości związków wiążących wodę np. arabinoksylianów, co przypuszczalnie było powodem uzyskiwanych wyników. Najmniejszą wartością tego parametru zaobserwowano w przypadku mąki typu 720, z żyta odmiany Amilo.

Tabela 4. Współczynniki korelacji liniowej pomiędzy metodami określania wodochłonności mąk żytnich
Table 4. Correlation coefficients between different methods of water absorption measurement

	Farinograf (konsystencja 500 BU) Farinograph (consistency 500 BU)	RWAM (czas ekstruzji 50 s) RWAM (extrusion time 50 s)
RWAM (czas ekstruzji 50 s) RWAM (extrusion time 50 s)	0,999* N = 4** p = 0,000	
Teksturometr (sztywność 10 N) Texture meter (firmness 10 N)	0,981* N = 4** p = 0,019	0,985* N = 5 p = 0,000

* – korelacje istotne przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ – marked correlations are significant at $\alpha = 0.05$,

N – liczba badanych mąk – number of examined flours,

** – korelacja bez mąki całościarnowej – correlation without wholemeal.

Podsumowującym etapem pracy było porównanie trzech metod użytych do oceny wodochłonności mąki żytniej, które zostało przeprowadzone w formie korelacji (tab. 4). Na ich podstawie stwierdzono, iż wartości wodochłonności badanych mąk żytnich, uzyskane proponowanymi metodami, są wysoce ze sobą skorelowane. Sugerując się wysokimi współczynnikami korelacji pomiędzy wodochłonnością oznaczoną stosowanymi metodami, ze względu na dużą dostępność tekstuometru można go polecić do oznaczania tego parametru dla wszystkich typów mąk, w tym też do trudnej do analizy mąki razowej.

WNIOSKI

1. Używając tekstuometru oraz wyciarczarki RWAM firmy Simon możliwe było określenie wodochłonności wszystkich badanych typów mąki żytniej wraz z całozziarnową. Farinograf firmy Brabender nie nadaje się do oznaczania wodochłonności mąki całozziarnowej.

2. W trakcie wykonywania pomiaru wodochłonności tekstuometrem i wyciarczką istotne jest przestrzeganie reżimów czasowych podczas mieszenia ciasta i pomiaru sztywności.

3. Wartości wodochłonności mąk żytnich, z wyjątkiem całozziarnowej, oznaczone tekstuometrem były porównywalne i skorelowane z oznaczonymi Farinografem i wyciarczką RWAM, co sugeruje, że metody te mogą być stosowane zamiennie.

4. Po potwierdzeniu w badaniach z użyciem testów wypiekowych, metodę wykorzystującą tekstuometr wyposażony w odpowiednią przystawkę – cylinder, dzięki uzyskaniu wiarygodnych wyników dla mąk różnego typu i ze względu na częste stosowanie tego urządzenia w laboratoriach badawczych, można polecić do oznaczania wodochłonności.

PIŚMIENNICTWO

- AOAC. 2006. Official methods of analysis, 18th edn. Gaithersburg Association of Official Analytical Chemists International.
- Banu I., Vasilean I., Constantin O. E., Aprodu I., 2011. Prediction of rye dough and bread quality using response surface methodology. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 50, 239-247.
- Berland S., Launay B., 1995. Rheological properties of wheat flour doughs in steady and dynamic shear: Effect of water content and some additives. *Cereal Chemistry*, 72(1), 48-52.
- Buksa K., Nowotna A., Gambuś H., 2012. Wpływ dodatku preparatu pentozanowego na właściwości ciasta i chleba z mąki żytniej. *Acta Agrophysica*, 19(1), 7-18.
- Buksa K., Nowotna A., Praznik W., Gambuś H., Ziobro R., Krawontka J., 2010. The role of pentosans and starch in baking of wholemeal rye bread. *Food Research International*, 43(8), 2045-2051.
- Buksa K., Ziobro R., Nowotna A., Gambuś H., 2013. The influence of native and modified arabinoxylan preparations on baking properties of rye flour. *Journal of Cereal Science*, 58, 23-30.

- Bushuk W., 2001. Rye: Production, Chemistry, and Technology. Second Edition. AAOCC St. Paul, Minnesota.
- Dhaka V., Gulia N., Khatkar B.S., 2012. Application of mixolab to assess the bread making quality of wheat varieties. *Open Access Scientific Reports*, 1(3), 1-8.
- Gaines C.S., 1982. Influence of dough absorption level and time on stickiness and consistency in sugar-snap cookie doughs. *Cereal Chemistry*, 59(5), 404-407.
- Gaines C.S., Kwolek W.F., 1982. Influence of ambient temperature, humidity and flour moisture content on stickiness and consistency in sugar-snap cookie doughs. *Cereal Chemistry*, 59(6), 507-509.
- Gambuś H., 1997. Wpływ fizyczno-chemicznych właściwości skrobi na jakość i starzenie się pieczywa. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. Hugona Kołłątaja w Krakowie*, 6-11.
- Gąsiorowski H. (ed) 1994. *Żyto. Chemia i technologia*. Poznań: PWRiL.
- Hlynka I., 1962. Influence of temperature, speed of mixing and salt on some rheological properties of dough in the Farinograph. *Cereal Chemistry*, 39, 286-303.
- ICC-Standard Method No. 115/1. 1992. Method for using the Brabender Farinograph.
- Instrukcja obsługi Teksturometru TA-XT2. Stable Micro Systems.
- Instrukcja Texture Exponent v. 3.0.5.0. Stable Micro Systems.
- Kahraman K., Sakıyan O., Ozturk S., Koksel H., Sumnu G., Dubat, A., 2008. Utilization of Mixolab® to predict the suitability of flours in terms of cake quality. *European Food Research and Technology*, 227(2), 565-570.
- Köksel H., Kahraman K., Sanal T., Ozay D. S., Dubat A., 2009. Potential utilization of Mixolab for quality evaluation of bread wheat genotypes. *Cereal Chemistry*, 86, 522-526.
- Koźmina N.P., 1974. *Biochemia technologii pieczywa*. Warszawa: WNT.
- Oh N.H., Seib P.A., Finney K.F., Pomeranz Y., 1986. Noodles. V. Determination of optimum water absorption of flour to prepare oriental noodles. *Cereal Chemistry*, 63(2), 93-96.
- Rao M.A., 2007. *Rheology of Fluid and Semisolid Foods Principles and Applications*. Second Edition. Springer Science+Business Media, LLC, NY, USA.
- Rosell M.C., Collar C., Haros M., 2007. Assessment of hydrocolloid effects on the thermo-mechanical properties of wheat using the Mixolab. *Food Hydrocolloids*, 21, 452-462.

APPLICATION OF TEXTURE METER FOR DETERMINATION OF WATER ABSORPTION OF RYE FLOUR WITH VARIED ASH CONTENT

Krzysztof Buksa, Anna Nowotna, Rafał Ziobro

Department of Carbohydrates Technology, Faculty of Food Technology,
University of Agriculture in Krakow
ul. Balicka 122, 30-149 Kraków
e-mail: krzysztof.b10@gmail.com

Abstract. The aim of this study was to develop an optimum method of water absorption measurement of rye flour by means of a texture meter. The research was aimed at developing a method which would allow to determine this parameter for flours rich in pericarp and testa (bran), and to compare the obtained results with the commonly used Brabender Farinograph and the rarely used water absorption meter RWAM (Simon). The study showed that measurement of water absorption of rye wholemeal by Farinograph was not possible. However, the use of the texture meter and

the RWAM extruder permitted the determination of water absorption of all types of rye flours. The values of water absorption of rye flours with low ash content determined by the texture meter were comparable and highly correlated with those obtained by Farinograph and RWAM extruder, which may be proof that these methods can be used interchangeably. The texture meter, equipped with a proper cylinder probe, due to the fact that it provided reliable results for all types of flours and due to its better availability in the laboratories, can be recommended for the determination of water absorption.

Key words: water absorption, rye flour, dough, consistency, dough hardness