

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	5
1.1. Wiadomości ogólne	5
1.2. Walory zdrowotne i żywieniowe pieczywa	6
1.3. Główne surowce wykorzystywane w produkcji pieczywa	6
1.4. Ekologia upraw zbóż	7
1.5. Charakterystyka pszenżyta	9
1.6. Fizykochemiczne właściwości ziarna pszenżyta	9
1.7. Technologiczne właściwości pszenżyta	11
1.7.1. Wiadomości ogólne	11
1.7.2. Wykorzystanie	12
1.7.3. Uprawa	13
1.8. Probiotyki	15
1.9. Aktywność przeciwutleniająca	22
1.9.1. Wiadomości ogólne	22
1.9.2. Tlen – podstawowy pierwiastek życia	22
1.9.3. Szok tlenowy	23
1.9.4. Nadtlenki i wolne rodniki	23
1.9.5. Przeciwutleniacze	24
1.9.6. Produkty reakcji Maillarda jako antyoksydanty	26
1.9.7. Pieczywo jako żywność funkcjonalna	26
2. CEL PRACY	29
3. MATERIAŁ I METODY	31
3.1. Materiał	31
3.2. Metody	33
4. WYNIKI	41
4.1. Wpływ dodatku startera fermentacji mlekowej oraz systemu uprawy pszenżyta na jakość mąki oraz ciasta	41
4.2. Wybór odmiany pszenżyta	45
4.3. Wypiek	45
4.3.1. Wypiek kontrolny	45
4.3.2. Porowatość oznaczona metodą Dallmanna	51
4.3.3. Ocena sensoryczna	54
4.4. Test TPA	59
4.4.1. Twardość	59
4.4.2. Przylepność	63
4.4.3. Sprężystość	68
4.4.4. Spoistość	71
4.4.5. Gumiaistość	74
4.4.6. Zżuwalność	78
4.4.7. Elastyczność	82
4.5. Barwa pieczywa	85
4.6. Wpływ wybranych starterów fermentacji mlekowej na aktywność przeciwutleniającą pieczywa	91
4.6.1. Analiza mąki użytej do produkcji	91
4.6.2. Analiza wybranych preparatów probiotycznych wykorzystanych do produkcji pieczywa	92
4.6.3. Aktywność przeciwutleniająca TEAC (wobec kationorodnika ABTS ^{•+})	93

4.6.3.1. Wiadomości ogólne	93
4.6.3.2. Aktywność przeciwutleniająca pieczywa pszenżytniego	94
4.6.3.3. Aktywność przeciwutleniająca pieczywa pszennego	95
4.6.3.4. Aktywność przeciwutleniająca pieczywa żytniego	96
4.6.4. Zdolność zmiatania wolnych rodników DPPH	97
4.6.4.1. Wiadomości ogólne	97
4.6.4.2. Zdolność zmiatania wolnych rodników DPPH w pieczywie pszenżytnim	97
4.6.4.3. Zdolność zmiatania wolnych rodników DPPH w pieczywie pszennym	99
4.6.4.4. Zdolność zmiatania wolnych rodników DPPH w pieczywie żytnim	99
4.6.5. Zawartość polifenoli	100
4.6.5.1. Wiadomości ogólne	100
4.6.5.2. Zawartość polifenoli w pieczywie pszenżytnim	102
4.6.5.3. Zawartość polifenoli w pieczywie pszennym	102
4.6.5.4. Zawartość polifenoli w pieczywie żytnim	103
5. DYSKUSJA	105
6. WNIOSKI	119
PIŚMIENNICTWO	121
SUMMARY	131
ZUSAMMENFASSUNG	133

2. Cel pracy

Z analizy dostępnego piśmiennictwa wynika, że pszenżyto nie jest obecnie surowcem alternatywnym dla zbóż standardowych wykorzystywanych w piekarnictwie. Statystyki wskazują na spadek spożycia produktów pszennych. Obecnie bardzo popularnym zagadnieniem w technologii spożywczej jest produkcja wyrobów ekologicznych oraz zdrowe żywienie. Zjawisko to dotyczy również piekarnictwa. Na obecnym etapie rozwoju technologii piekarskich zmierza się głównie do wykorzystania wysokogatunkowych mąk pszennych jako podstawowego surowca o podwyższonej jakości żywieniowej. Zmiany w sposobie żywienia i dążenie konsumentów do urozmaicenia diety przyczyniają się do poszukiwania nowych surowców w piekarnictwie. Pieczywo może stanowić cenne źródło składników bioaktywnych, wpływających istotnie na poprawę modelu żywienia. Ze względu na relatywnie duże spożycie pieczywa przez większość populacji dąży się do nadania mu cech żywności funkcjonalnej. Jednym z czynników mogących wpłynąć na wzrost spożycia pieczywa jest zastosowanie pszenżyta ze względu na jego wysokie walory żywieniowe. Problemem są jednak ograniczone możliwości wypiekowe mąk pszenżytnich oraz odmienny smak tego typu pieczywa. Zakłada się, że wykorzystanie szczepów probiotycznych bakterii fermentacji mlekowej podniesi przydatność technologiczną produktów przemiału pszenżyta i poprawi zdrowotność tego typu pieczywa. Dostępne piśmiennictwo nie opisuje wpływu tego typu zabiegów technologicznych na teksturę i aktywność przeciwutleniającą pieczywa.

Głównym celem pracy było określenie przydatności mąki pszenżytniej w piekarnictwie.

Sformułowano następujące cele szczegółowe:

1. Określenie możliwości zastosowania mąki pszenżytniej jako surowca alternatywnego dla mąk z innych zbóż chlebowych.
2. Przedstawienie możliwości polepszenia jakości wypiekowej mąk dzięki zastosowaniu ekologicznych metod uprawy pszenżyta.
3. Określenie możliwości korekcji właściwości wypiekowych mąk przez użycie starterów fermentacji mlekowej oraz probiotyków.
4. Określenie wpływu powyższych zabiegów na właściwości przechowalnicze gotowych wyrobów.
5. Przedstawienie wpływu zastosowanych preparatów na aktywność przeciwutleniającą pieczywa.

Założono, że osiągnięcie powyższych celów pozwoli na:

1. Opracowanie technologii produkcji nowego wyrobu o podwyższonych walorach dietetycznych, opartego na mące pszenżytniej.
2. Określenie zachowania ciasta pszenżytniego podczas obróbki i wypieku w celu przystosowania do produkcji masowej.

The possibilities of using certain preparations of lactic acid bacteria as a factor in improving the usefulness of the technological and nutritional triticale breads

Summary

The study analyzed baking potential of triticale flours depending on tillage system (conventional systems and ecological system). The main quality parameters of the produced flour (500 type) were compared to analyses provisioned for wheat flour accordingly to the Polish Standard PN-A-74022/A1:1996 and for rye flour according to PN-A-74032:1986. The flour extraction rate reached 51% on average. The produced flours were conditioned and stored under refrigerating conditions (-18°C), in a dark room in order to eliminate pests development and effects of UV radiation. The analysis of the stability of formed dough and its quality parameters demonstrated that only triticale cultivar *Moderato* was suitable for the formation of stable dough that might be further processed in order to produce bread with acceptable quality parameters. The addition of a protective preparation in the antibiotic therapy (Trilac) had a more beneficial effect on the correction of bread taste and aroma, whereas a dairy preparation Mesophile Type B turned out to be more effective in maintaining the basic baking parameters of bread. Bread baked from flours produced from organic farming was less susceptible to changes of volume and moisture content. The addition of Trilac preparation affected equal values of moisture content of wheat, triticale and rye breads. The organic flour applied for wheat bread production caused a decrease in its moisture content, whereas in most of rye and triticale breads it increased the value of this parameter (in both tillage systems examined). The addition of Mesophile Type B preparation contributed to a reduction in the stove loss and total baking weight loss in all analyzed cases (particularly in triticale and rye bread). In turn, the addition of Trilac preparation resulted in equal porosity values of wheat bread made of flours from both conventional and ecological tillage system. The addition of Mesophile Type B preparation had an insignificant effect on the improvement of TPA test results, except for adhesiveness. Modification with lactic acid starter caused an increase in bread hardness, but also a more uniform distribution of crumb pores in the Dallmann's test. The decrease in adhesiveness affected high losses during dough processing, especially in the case of triticale flours irrespective of the tillage system applied. The use of Trilac preparation caused an increase in sensory scores of the bread in both tillage systems and in all types of flour. Freezing (-18°C) of ready dough had no significant effect on its hardness after the storage period, irrespective of cereal tillage system. The triticale bread was characterized by the lowest values of brightness and yellowness and by the highest redness of crumb and skin. The brightness of triticale bread crumb was changing under the influence of probiotic additives. At preparation concentration of up to 10% it exhibited an ascending tendency to the level approximating that of the control sample, whereas preparation concentration increase to 15% caused a decrease in brightness value by 4 to 10%. In the case of triticale bread color, the organic system of tillage had a positive effect on bread without

fermentation starter addition. The standard 5% addition of the starter caused significant deviations in brightness value. An analogous situation was observed in the case of redness value of bread without the starter. Irrespective of the preparation applied and bread type, the skin is characterized by a higher antioxidative activity compared to crumb. The antioxidative activity of bread is determined by the type of applied preparation and its concentration. The addition of Trilac preparation had no significant effect on antioxidative activity enhancement in the analyzed breads. The 10% addition of Lacidozone and Mesophile Aromatic Type B preparations caused the most beneficial changes in the redox potential of wheat bread. In rye bread, the application of Mesophile Aromatic Type B preparation in a dose of 5% enabled an increase in the antioxidative activity compared to the control sample. In triticale bread, the addition of Mesophile Aromatic Type B preparation was enhancing the antioxidative activity irrespective of the concentration applied.

Die Möglichkeiten der Verwendung bestimmter Zubereitungen von Milchsäurebakterien als Faktor bei der Verbesserung der Nützlichkeit der technologischen und ernährungsphysiologischen Triticale Brot

Zusammenfassung

Analysiert wurde die Eignung von Triticale-Mehl für das Bäckerhandwerk je nach dem Anbausystem (konventioneller und ökologischer Anbau). Die erreichten Werte der Hauptindikatoren zur Feststellung der Qualität des gewonnenen Mehlsorte (Typ 500) wurden verglichen mit den Ergebnissen von Analysen, die für Weizenmehl (gemäß PN-A-74022/A1:1996) und Roggenmehl (PN-A-74032:1986) vorgesehen sind. Gewonnen wurde ein 51% - er Mehlextrakt. Die erzeugten Mehltypen wurden ferner konditioniert und unter Tiefkühlbedingungen (-18°C) in Dunkelraum aufbewahrt, um der Entwicklung von Schmarotzern vorzubeugen sowie den Einfluss von UV-Strahlung zu eliminieren. Die Analyse der Qualität des erzeugten Teigs sowie seiner Qualitätsindikatoren hat gezeigt, dass sich ausschließlich die Triticale-Sorte *Moderato* dafür eignet, einen stabilen Teig zu erzeugen, der zum Gebäck mit akzeptablen Qualitätsparametern verarbeitet werden kann. Die Zugabe von Magenschuttmittel in der Antibiothikatherapie (Trilac) hat den Geschmack und das Aroma der erzeugten Backwaren positiv beeinflusst, und das in der Milchwirtschaft verwendete Präparat Mezofile Typ B hat effektiver auf den Erhalt der erforderlichen Hauptparameter der Backwaren eingewirkt. Die Gebäck, für dessen Erzeugung Mehl aus dem ökologischen Anbau verwendet wurde, änderte im geringeren Ausmaß seinen Volumen und Feuchtigkeit. Die Zugabe des Präparats Trilac hat es möglich gemacht, die gleiche Feuchtigkeit bei Backwaren aus Weizen-, Roggen- und Triticale-Mehl zu erreichen. Die Verwendung vom Mehl aus dem ökologischen Anbau hat im Falle des Weizenmehls eine Senkung der Feuchtigkeit, bei den meisten Roggen- und Triticale-Backwaren dagegen die Erhöhung der Feuchtigkeit verursacht (bei allen untersuchten Anbausystemen). Dank der Zugabe des Präparats Mezofile Typ B war der Backverlust in allen untersuchten Fällen (insbesondere in Bezug auf Triticale- und Roggengebäck) niedriger. Unter Zugabe von Trilac wurde die Porosität von Backwaren aus Weizenmehl vom konventionellen und ökologischen Anbau ausgeglichen. Die Zugabe des Präparats Mezofile Typ B hat unwesentlich die TPA-Testergebnisse bis auf die Klebefähigkeit verbessert. Die Modifizierung mit dem Starter (Milchsäurebakterien) hat die Festigkeit des Gebäcks erhöht, aber auch eine gleichmäßigere Verteilung der Poren nach Dallmann. Die Senkung der Klebefähigkeit hat große Verluste bei der Teigverarbeitung, insbesondere bei den Triticale-Mehltypen und dies unabhängig vom Herkunftsanbau, verursacht. Unter der Anwendung von Trilac sind alle Hauptindikatoren der sensorischen Beurteilung von Backwaren unabhängig vom Anbausystem und Mehlsorte gestiegen. Die Tiefkühlung (bei -18°C) der fertigen Backwaren hat sich nicht wesentlich auf ihre Festigkeit nach der Aufbewahrungszeit ausgewirkt und dies unabhängig vom Anbausystem. Das Triticale-Gebäck zeigte die niedrigste Helligkeit und den niedrigsten b Wert (gelb) sowie den höchsten a-Wert (rot) in Bezug auf

Kruste und Krume. Die Helligkeit der Krume im Triticale-Gebäck hat sich unter der Zugabe von probiotischen Präparaten geändert und bis zur 10%-er Konzentration machte sich eine steigende Tendenz bis zum Niveau der Kontrollprobe bemerkbar. Die Konzentration bis 15% verursachte die Senkung der Helligkeit von 4 bis zu 10%. Der ökologische Anbausystem hat sich im Falle des Triticale-Gebäcks positiv auf seine Farbe ausgewirkt und dies ohne die Zugabe von Starter. Die standardmäßige 5%-ige Zugabe des Starters bewirkte wesentliche Abweichungen der Helligkeit. Eine analogische Situation wurde in Bezug auf den a-Wert (rot) des untersuchten Gebäcks ohne die Zugabe des Starters festgestellt. Unabhängig von dem verwendeten Präparat und der Gebäcksorte weist die Kruste eine höhere antioxidative Wirkung als die Krume auf. Die antioxidative Wirkung des Gebäcks hängt vor allem von der Art des verwendeten Präparats und seiner Konzentration ab. Die Zugabe des Präparats Trilac hat sich nicht wesentlich auf die Erhöhung der antioxidativen Aktivität im Gebäck ausgewirkt. Die Zugabe der Präparate Lacidzone i Mesophile Aromatic Type B in der 10%-igen Konzentration hat das antioxidative Potential des Weizengebäcks am stärksten erhöht. In Bezug auf das Roggengebäck hat die Verwendung von Mesophile Aromatic Type B (5% Konzentration) eine Erhöhung der antioxidativen Wirkung im Vergleich zur Kontrollprobe bewirkt. Im Triticale-Gebäck hat die Zugabe des Präparats Mesophile Aromatic Type B, unabhängig von der Konzentration die Erhöhung der antioxidativen Wirkung verursacht.