Barva pečiva v průběhu pečení*

PAVLA NOVOTNÁ, ALEŠ LANDFELD

Food Research Institute Prague, Prague, Czech Republic

Abstract

NOVOTNÁ P., LANDFELD A. (2000): **Colour of baked products during baking**. Czech. J. Food Sci., **18**: 67–70.

The parameters of the colour of the surface of bakery products – brightness L*, a* for red and b* for yellow colour – were measured at different temperature regimes. The parameters were found to change during the time of baking. There is a considerable decrease in brightness L* and an increase in parameters a* and b* under the regime of temperature decrease between 6th and 10th minute of baking. The products baked at the 9th and 10th temperature grade were darker in general, brightness L* was lower for the 10th temperature grade and parameter a* was higher from the 8th minute of baking for the 9th temperature grade.

Key words: colour; baking

Souhrn

NOVOTNÁ P., LANDFELD A. (2000): **Barva pečiva v průběhu pečení**. Czech. J. Food Sci., **18**: 67–70.

Byly proměřeny parametry barvy povrchu pečiva – jas L*, a* pro červenou a b* pro žlutou barvu – při různých teplotních režimech. Bylo zjištěno, že s dobou pečení se uvedené parametry mění. Při režimu se snižováním teploty mezi 6. a 10. minutou pečení dojde k většímu poklesu jasu L* a nárůstu hodnot parametrů a* a b*. Pečivo pečené na 9. a 10. stupni výkonu bylo celkově tmavší, pro 10. stupeň výkonu byl jas L* nižší a parametr a* od 8. minuty pečení vyšší než pro 9. stupeň výkonu.

Klíčová slova: barva; pečení

Proces pečení v moderních pekárnách je dosud řízen zkušenou obsluhou, která bere v úvahu mimo jiné i barvu povrchu pečiva. Pro budoucí automatizaci řízení je tedy nutné vypracovat metodu měření barvy přímo v prostoru pece. Pekárenské výrobky obsahují především sacharidy a jejich barva je dána melanoidiny, což jsou hnědé pigmenty vznikající při reakcích neenzymového hnědnutí. Dále ovlivňují barvu pekárenských výrobků karotenoidy (zejména u kukuřičných výrobků), které jsou nositeli žlutého, oranžového nebo červeného zabarvení, a přísady používané pro zlepšení barvy nebo ochucovadla (DAVÍDEK *et al.* 1983). Barvou povrchu pečiva při pečení se zabýval např. ANDERSON (1995).

Ve vypékaném těstě probíhá velký počet biochemických reakcí, při nichž se uplatňují hlavně enzymy. Příkladem může být anaerobní glykolýza monosacharidů účinkem zymasového komplexu droždí, amylolytické odbourávání škrobu na dextriny a maltosu, proteolýza bílkovin. Enzymové reakce jsou vedle denaturace bílkovin a mazovatění škrobu nejdůležitějšími procesy probíhajícími při tepelném opracování těsta, která se podílejí se na tvorbě struktury střídky (HAMPL, PŘÍHODA 1985).

Jiné chemické pochody probíhají v kůrce, jejíž teplota stoupá tak vysoko a rychle, že se nedá hovořit o pochodech enzymového charakteru. V kůrce při teplotě 110 až 120 °C začíná termická dextrinace škrobu, při 120–140 °C se tvoří tmavě zbarvené dextriny a při 140–150 °C počíná termická karamelizace cukrů. Produkty obou reakcí, zejména karamelizace cukrů působí na zbarvení kůrky, při kterém se uplatňují i reakce neenzymového hnědnutí za vzniku melanoidních látek (vznikají termickou reakcí monosacharidů) a produkty hydrolýzy bílkovin (zejména aminokyselinami). Výsledky výzkumu svědčí o tom, že droždí je zdrojem primárních aminoskupin v těstě (EL-DASH 1969) – byl pozorován vzrůst obsahu volných aminokyselin (lysinu, alaninu a dalších) po přídavku droždí do mouky až o 400 %. Primární aminoskupiny vznikají také interakcí mouky nebo proteolytických enzymů droždí s peptidy nebo bílkovinami během fermentace. Byl prokázán významný vzrůst obsahu aminokyselin v těstě během tvorby kůrky a jejich úloha při neenzymovém hnědnutí během pečení. Je proto třeba zkoumat vliv vedlejších produktů fermentace na neenzymové hnědnutí.

*Práce byla vypracována s podporou grantu NAZV č. EP 0960006634.

Cílem práce bylo proměřit parametry barvy (jas L*, a* pro červenou a b* pro žlutou barvu) klonků v průběhu pečení při různých teplotních režimech v malé experimentální pečicí troubě a zjistit tak časové závislosti a velikost změn jednotlivých parametrů.

MATERIÁL A METODY

Použité přístroje: Pečivo bylo pečeno v troubě značky Tefal s ventilátorem (teplotní rozhraní pro 7.–10. stupeň výkonu: 7. 183–207 °C, 8. 203–226 °C, 9. 212–235 °C a 10. 225–246 °C. Teplota byla snímána pomocí termočlánku a digitálního multimetru M3600 Metex, barva pečiva byla hodnocena kolorimetrem MINOLTA CR-300 (zvolený světelný zdroj D65, barevný prostor CIE L*a*b*).

Parametry měření:

- geometrie D/0° (světelný paprsek dopadá na povrch vzorku po difuzním rozptýlení, odráží se a dopadá na měřicí prvky pod úhlem 0°)
- 2° standardní pozorovatel (prostorový úhel, pod kterým je zachycován odražený paprsek dopadající na filtry)
- sonda o průměru 8 mm bez plastového krytu
- bílý standard pro kalibraci kolorimetru (příslušenství kolorimetru)

Příprava těsta: Těsto bylo připravováno podle receptury (ZAJÍC *et al.* 1985): 100 g polohrubé mouky, 4 g droždí, 2 g sušeného nízkotučného mléka, 7 g rostlinného tuku Hera, 1,5 g soli a cca 60 g vody. Těsto se hnětlo 8 min, kdy bylo dostatečně zpracované, provzdušněné a nelepilo se. Mísa byla přikryta vlhkou utěrkou a těsto kynulo 45 min při teplotě místnosti (asi 26 °C). Potom byly odváženy kousky těsta o hmotnosti 70 g, zakulaceny do tvaru klonku s celistvým povrchem a pod vlhkou utěrkou kynuly na dřevěném vále dalších 15 min.

Pečení pečiva: Pečicí trouba byla před každým vložením těsta vyhřáta 10 min na 10. stupeň výkonu, po celou dobu pečení byly na jejím dně umístěny dva kovové kelímky (průměr 6 cm, výška 4 cm) naplněné vodou pro zvlhčení prostředí. Klonky těsta byly pečeny po jednom na plechu potřeném tukem po předem stanovenou dobu, po níž bylo pečivo vytaženo z trouby, sundáno z plechu a po vychladnutí třikrát změřena barva povrchu. Data byla snímána programem Spectral_C a zaznamenána do počítače.

Měřené veličiny (ČSN 0117218: Měření barev 1992):

jas L*	0 = černá, 100 = bílá
+a*	parametr pro červenou barvu
–a*	parametr pro zelenou barvu
+b*	parametr pro žlutou barvu
–b*	parametr pro modrou barvu

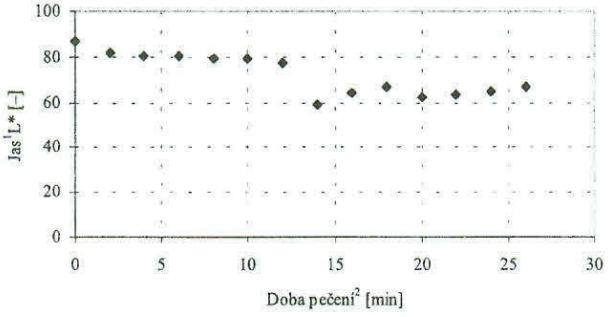
Byly provedeny čtyři série měření:

1. povrch pečiva byl před vložením i po vytažení z trouby potírán vodou, pečivo pečeno na plechu se zvýšeným okrajem a při režimu snižování teploty v průběhu pečení: 6 min 9. stupeň, 8 min 8. stupeň, 12 min 7. stupeň;
2. povrch pečiva byl před vložením do trouby potírán vodou, pečivo pečeno na plechu se zvýšeným okrajem, režim snižování teploty v průběhu pečení: 6 min 9. stupeň, 10 min 8. stupeň, 10 min 7. stupeň;
3. povrch pečiva byl před vložením do trouby potírán vodou, pečivo pečeno na rovném nerezovém plíšku (12,5 × 13 cm se zkosenými rohy), režim snižování teploty v průběhu pečení: 6 min 9. stupeň, 10 min 8. stupeň, 10 min 7. stupeň;
4. povrch pečiva byl před vložením do trouby potírán vodou, pečivo pečeno na rovném nerezovém plíšku, režim s konstantní teplotou v průběhu pečení (9. a 10. stupeň výkonu).

VÝSLEDKY A DISKUSE

První série měření: Vyhodnocením závislostí parametru jasu L* na době pečení bylo zjištěno, že jas klesá s délkou pečení, po 16 min pečení hodnoty L* oscilují kolem 66. Hodnoty parametru barvy a* (pro červenou) a b* (pro žlutou) rostly a vykazovaly velký rozptyl. Bylo to pravděpodobně způsobeno potíráním vodou po vytažení pečiva z pece – povrch byl tudíž lesklý.

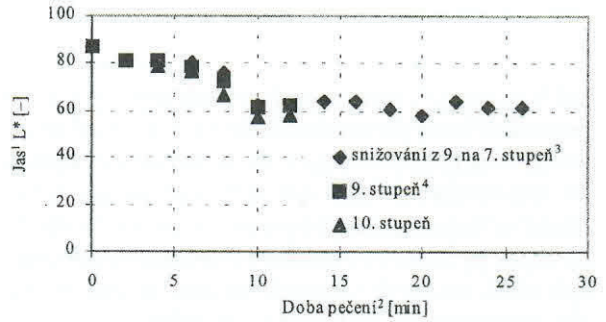
Druhá série měření: Na obr. 1 je vidět hranice mezi dvěma hnětenými dávkami těsta (0–12 min a 14–16 min). Bylo zjištěno, že s delší dobou nakynutí (více než hodina) klonky těsta začínají postupně klesat (těsto je překynuté) a při upečení má pečivo nestejnoměrně zbarvený povrch – nahoře světlejší a boky tmavší. Proto bylo určeno, že při dalším měření se zvýší počet a zmenší hmotnost míchaných dávek těsta. Vliv nakynutí je na obr. 1 zřetelně vidět – klonek pečený 12 min (poslední z 2. dávky těsta) kynul na vále 95 min, za tu dobu ztratil nakypření a po upečení byl plochý, nahoře světlý. Zde se uplatnil i vliv zvýšeného okraje plechu, protože jím byl plochý tvar pečiva stíněn před účinky proudění teplého vzduchu a pečivo se peklo odspodu. Optimální doba kynutí je 15 min na vále. Klonek pečený po dobu 14 min (první z 1. dávky těsta) byl optimálně nakynutý, měl stejnoměrnou barvu po celém povrchu.



[1]brightness; [2]time of backing

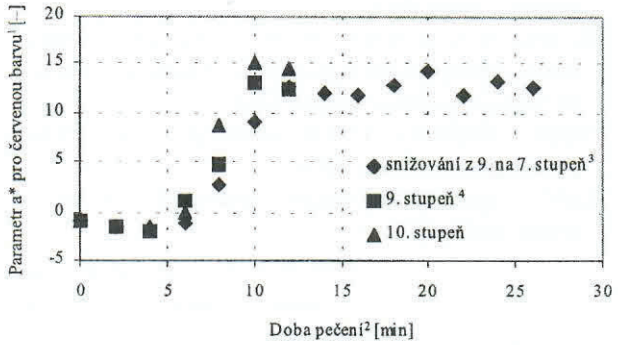
Obr. 1. Závislost jasu L* barvy povrchu pečiva na době pečení, 2. série měření, režim se snižováním teploty – A relationship between brightness L* of the surface colour of bakery product and the time of baking, 2nd series of measurements, temperature decrease regime

Třetí série měření: Klonky byly pečeny na rovném nerez plechu. Na výslednou barvu pečiva měla vliv i doba kynutí, těsto překynuté bylo nižší a nestejnoměrně upečené, nahoře světlejší. Jelikož z každé dávky těsta byly tři klonky, první klonek byl optimálně nakynutý (45 min v míse a 15 min na vále) a ostatní určitou mírou překynuté, tedy nižší. Proto jsme tuto sérii dělali ve třech dnech a prohodili vzájemně trojice dob pečení tak, abychom získali závislost parametrů barvy pečiva stejně nakynutého, tj. 45 min v míse a 15 min na vále. Srovnáním parametrů barvy syrového těsta bylo zjištěno, že se liší jen nepatrně, proto bylo možné provést toto vyhodnocení. Výsledky jsou společně pro 3. a 4. sérii měření zachyceny na obr. 2 až 4. Závislost jasu L* na době pečení je mírně klesající, mezi 8. a 10. minutou pečení dojde k většímu poklesu jasu L*, k velkému nárůstu parametru a* (zčervenání) a parametru b* (zežloutnutí). Doba lag fáze (bez patrné změny) je u parametru a* cca 6 min, u parametru b* cca 4 minuty, jinak řečeno parametr „žloutnutí" je rychlejším indikátorem počátku změn.



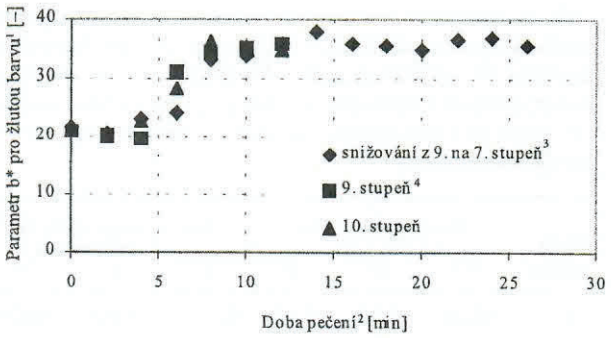
[1]brightness; [2]backing time; [3]decrease from 9th to 7th grade; [4]grade

Obr. 2. Závislost jasu L* barvy povrchu pečiva v průběhu pečení, 3. a 4. série měření, režim se snižováním teploty a s konstantní teplotou – A relationship between brightness L* of the surface colour of bakery product and the time of baking, 3rd and 4th series of measurements, regime with temperature decrease and constant temperature



[1]parameter a* for red colour; [2]backing time; [3]decrease from 9th to 7th grade; [4]grade

Obr. 3. Závislost parametru a* pro červenou barvu povrchu pečiva v průběhu pečení, 3. a 4. série měření, režim se snižováním teploty a s konstantní teplotou – A relationship of parameter a* for red colour of the bakery product surface in the 3rd and 4th series of measurements, regime with temperature decrease and constant temperature



[1]parameter b* for yellow colour; [2]backing time;[3]decrease from 9th to 7th grade; [4]grade

Obr. 4. Závislost parametru b* pro žlutou barvu povrchu pečiva v průběhu pečení, 3. a 4. série měření, režim se snižováním teploty a s konstantní teplotou – A relationship of parameter b* for yellow colour of the bakery product surface, 3rd and 4th series of measurements, regime with temperature decrease and constant temperature

Hodnoty L*, a*, b* a jejich směrodatných odchylek pro jednotlivá měření jsou uvedeny v tab. 1.

Čtvrtá série měření: Bylo zvoleno pečení při 9. a 10. (nejvyšším) stupni výkonu, režim konstantní teploty a doba pečení zkrácena z 26 na 12 min.

U parametru L* po 2 a 4 min pečení jsou hodnoty téměř stejné a dochází k jejich postupnému snižování (obr. 2, tab. 2 a 3). U parametru a* do 4. min pečení nedošlo téměř k žádným změnám a do 10. min k velkému nárůstu (obr. 3).

Tab. 1. Parametry barvy povrchu pečiva v průběhu pečení (optimálně nakynuté těsto), 3. série měření, režim se snižováním teploty – Parameters of the colour of bakery product surface during baking (optimally risen dough), 3rd and 4th series of measurements, temperature decrease regime

Doba pečení[1]	Průměrná hodnota[2]			Směrodatná odchylka[3]		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	87,48	–0,91	21,81	0,078	0,010	0,010
2	81,50	–1,53	20,54	0,012	0,012	0,051
4	81,31	–1,71	23,14	0,070	0,064	0,474
6	79,93	–1,19	24,07	0,006	0,012	0,030
8	76,34	2,88	33,19	0,116	0,012	0,082
10	62,44	9,18	33,76	0,277	0,035	0,224
12	62,40	12,65	35,88	0,240	0,087	0,052
14	64,28	12,10	37,86	0,104	0,075	0,622
16	64,16	11,87	35,74	0,040	0,000	0,035
18	60,59	12,93	35,61	0,015	0,057	0,061
20	57,74	14,17	34,70	0,283	0,090	0,119
22	63,82	11,78	36,45	0,032	0,017	0,053
24	61,58	13,29	36,77	0,373	0,084	0,312
26	61,20	12,61	35,67	0,585	0,473	0,887

[1]baking time; [2]average values; [3]standard deviation

Tab. 2. Parametry barvy povrchu pečiva v průběhu pečení (optimálně nakynuté těsto), 4. série měření, režim s konstantní teplotou (9. teplotní stupeň) – Parameters of the colour of bakery product surface during baking (optimally risen dough), 4th series of measurements, constant temperature regime (9th temperature grade)

Doba pečení[1]	Průměrná hodnota[2]			Směrodatná odchylka[3]		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	87,04	–0,92	20,30	0,117	0,015	0,025
2	80,92	–1,50	20,40	0,040	0,015	0,065
4	80,96	–1,84	19,77	0,347	0,052	0,040
6	74,22	0,57	29,01	0,395	0,036	0,056
8	72,47	4,91	34,65	0,156	0,341	0,840
10	61,43	12,97	35,22	0,023	0,035	0,012
12	62,32	12,49	35,83	0,523	0,474	0,114

Průměrné hodnoty byly vyhodnoceny ze tří naměřených dat – Average value were calculated from three measured data

[1]baking time; [2]average values; [3]standard deviation

Tab. 3. Parametry barvy povrchu pečiva v průběhu pečení (optimálně nakynuté těsto), 4. série měření, režim s konstantní teplotou (10. teplotní stupeň) – Parameters of the colour of bakery product surface during baking (optimally risen dough), 4th series of measurements, constant temperature regime (10th temperature grade)

Doba pečení[1]	Průměrná hodnota[2]			Směrodatná odchylka[3]		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	87,12	–0,83	21,01	0,189	0,006	0,035
2	81,29	–1,46	20,12	0,241	0,083	0,116
4	78,56	–1,49	22,87	0,021	0,062	0,131
6	76,81	–0,18	28,43	0,180	0,006	0,081
8	66,52	8,65	36,31	0,136	0,182	0,045
10	57,01	15,01	35,09	0,112	0,020	0,067
12	58,17	14,37	35,00	0,116	0,021	0,065

[1] baking time; [2]average values; [3]standard deviation

Při 10. stupni výkonu byl jas L* nižší – pečivo bylo tmavší. Do 4. min pečení nedojde ke změnám hodnot parametru a*, mezi 6. a 10. min dojde k jejich velkému nárůstu a hodnoty při 10. a 12. min se téměř neliší. Pro 10. stupeň výkonu byl parametr a* vyšší – povrch byl více dočervena. Parametr b* pro 2. a 4. min pečení se nemění, pro pečivo při vyšším (10. stupni) výkonu dojde k rovnoměrnému zvyšování už od 2. min a od 8. min se téměř nemění (obr. 4). Doba lag fáze parametru b* pro 9. stupeň výkonu je 4 min.

Závěr

Na barvu pečiva má vliv několik faktorů. Pečivo potřené vodou před vložením do trouby a po jeho vytažení má lesklý povrch, což může mít vliv na měření barvy kolorimetrem. Další vliv má stupeň nakynutí těsta. Správně nakynuté klonky byly stejnoměrně upečené. Těsto překynuté bylo nižší, mělo při upečení na povrchu malé otvůrky po vyprchaném oxidu uhličitém a povrch nestejnoměrně upečený – nahoře světlejší, na bocích tmavší. Záleželo také na typu plechu, na kterém byly klonky pečeny. Plech se zvýšeným okrajem bránil proudění teplého vzduchu a pečivo nebylo stejnoměrně upečeno.

S dobou pečení se mění hodnoty parametrů barvy – L* klesá, a* (pro červenou) a b* (pro žlutou) roste. Při režimu snižování teploty mezi 6. a 10. min pečení dojde k většímu poklesu jasu L*, nárůstu hodnot parametru a* a b*. Při porovnání barvy pečiva pečeného na 9. a 10. stupni výkonu pečicí trouby bylo zjištěno, že hodnota L* byla pro 10. stupeň nižší, a* od 8. min vyšší a b* zaznamenal nárůst už od 4. min – celkově bylo pečivo tmavší. Směrodatné odchylky i intervaly spolehlivosti naměřených veličin byly nízké, tzn. že vlivy (stupeň nakynutí, použitý tvar plechu, potírání pečiva vodou) jsou statisticky významné.

Literatura

ANDERSON J. (1995): Crust color assessment of bakery products. Techn. Bull., Amer. Inst. Baking, Res. Dept., 17.

DAVÍDEK J., JANÍČEK G., POKORNÝ J. (1983): Chemie potravin. Praha, SNTL.

EL-DASH A. A. M. (1969): The role of free amino acids and primary amino groups in production of bread aroma stimuli. St. Univ., Manhattan, Kansas, USA.

HAMPL J., PŘÍHODA J. (1985): Cereální chemie a technologie II (pekárenství). Praha, SNTL.

ZAJÍC J. a kol. (1985): Principy potravinářských technologií a vody. Praha, SNTL.

Došlo 26. 2. 1999

Přijato k publikování 20. 4. 1999

Kontaktní adresa:

Ing. PAVLA NOVOTNÁ, Výzkumný ústav potravinářský Praha, Radiová 7, 102 31 Praha 10-Hostivař, Česká republika, tel.: + 420 2 70 23 21, fax: + 420 2 70 19 83, e-mail: novotna@vupp.cz