

## Oxidace lipidů a sensorická jakost semen máku

JAN POKORNÝ—TALAL MESHEHDANI—JAN PÁNEK—MARKÉTA NOVÁKOVÁ  
—JIŘÍ DAVÍDEK

Souhrn. Během skladování makových semen probíhají v lipidové frakci oxidační procesy, které mají značný vliv na sensorickou hodnotu semen. Tvoří se hydroperoxydy (převážně katalytickým působením lipoxygenas), které se dále rozkládají za vzniku produktů reagujících s kyselinou 2-thiobarbiturovou i různých neaktivních produktů (epoxidů, oxypolymerů). Množství celkových oxidačních produktů je výslednicí jejich tvorby a sekundárních reakcí, hlavně jejich vazby na proteiny a jiné nelipidové složky. Přes komplikovanost průběhu reakce jsou peroxidové číslo, thiobarbiturové číslo a obsah veškerých oxidačních produktů vzájemně závislé. Peroxidové číslo (a v menší míře i thiobarbiturové číslo a veškeré oxidační produkty) jsou ve statisticky průkazných vztazích k různým ukazatelům sensorické jakosti. Tyto závislosti jsou někdy lineární, ale častěji je průběh komplikovanější a nezřídka pro velký rozptyl hodnot se stává statisticky neprůkazným. Pro hodnocení jakosti je proto nutné použít několika analytických ukazatelů a ve většině případů doplnit analýzu sensorickým hodnocením.

Semena máku obsahují kolem 50 % oleje, který je poměrně nenasycený, protože se obsah kyseliny linolové pohybuje v rozmezí 62—73 % veškerých mastných kyselin [1—4]. Téměř všechny tricylglyceroly makového oleje obsahují alespoň jednu kyselinu linolovou vázanou v molekule [5—6].

Během skladování semena máku snadno žluknou a hořknou, a to zvláště poškozená semena, jejichž podíl je poměrně vysoký při strojní kombajnové sklizni [7]. Oxidace je urychlena působením lipoxygenas, kterých je v semenech přítomno několik druhů [8]. Hořknutí se připisuje přítomnosti kyseliny linolové uvolněné z triacylglycerolů katalytickým účinkem lipas [9], ale hořkou chuť mají také různé oxidační produkty kyseliny linolové [10].

V této práci se zabýváme vztahy mezi oxidačními reakcemi lipidového podílu a sensorickou jakostí makových semen.

---

Prof. Ing. Jan Pokorný, DrSc., Mr. Talal Meshehdani, MSc., PhD., Ing. Jan Pánek, CSc., Ing. Markéta Nováková, prof. Ing. Jiří Davídek, DrSc., Katedra chemie a zkoušení potravin, Vysoká škola chemicko-technologická, Technická 5, 166 28 Praha 6.

## Materiál a metody

Modrý mák (*Papaver somniferum* L.) byl vypěstován v České republice v letech 1984—1988 a sklizen ručně nebo kombajnově. Semena byla pak skladována při teplotě místnosti v temnu a při relativní vlhkosti vzduchu 30—60 %.

Celkové lipidy byly získány extrakcí acetonem při teplotě místnosti (5 g rozemletých semen bylo smícháno s 50 ml acetonu, ponecháno v ultrazvukovém zařízení 10 min a nerozpustný podíl byl odstraněn filtrací; tento postup byl opakován šestkrát a ze spojených filtrátů bylo odstraněno rozpouštědlo za sníženého tlaku při teplotě lázně nepřesahující 50 °C, dokud se po 15 min nezměnila hmotnost o méně než 1 mg). Aceton byl jako rozpouštědlo použit proto, aby se zabránilo extrakci fosfolipidů, které by rušily při stanovení veškerých oxidačních produktů.

Peroxidové číslo bylo stanoveno spektrofotometricky postupem podle Takagiho a spol. [11] modifikovaným autory [12] a výsledky jsou vyjádřeny v mval aktivního kyslíku v 1 kg extraktu (2 mval = 1 mmol). Thiobarbiturové číslo bylo stanoveno v prostředí 1-butanolu a absorbance byla změřena při 530 nm proti slepému pokusu [13]. Absorbance při 234 nm byla změřena na přístroji MOM (Budapešť) za podmínek stanovení lipoxxygenasové aktivity [8]. Veškeré oxidační produkty byly stanoveny HPLC na reversní fázi Separon SGX C18 (Tessek, Praha) s použitím směsi acetonu, acetonitrilu a methanolu jako mobilní fáze a refraktometrického detektoru [14].

Pro sensorickou analýzu byly zvoleny podmínky odpovídající mezinárodní normě [15]. Vůně byla hodnocena čicháním (sniffing) celých semen (100 g vzorku v zábrusové reagenční láhvi na 500 ml) skupinou 12 školených hodnotitelů s použitím grafických nestrukturovaných stupnic dlouhých 145 mm [16], kde 0 mm odpovídá nepřítomnosti příslušného podnětu a 145 mm velmi silnému počítku. Nejdříve byla hodnocena celková intensita a příjemnost a pak sensorický profil [17] sestávající z 6 deskriptorů (dílčí nóty: kyselá, zatuchlá, žluklá, plesnivá, zkažená, cizí, netypická). Při jednom hodnocení byly podány 3 kódované vzorky v randomizovaných blocích s 1 min přestávkami.

Chuť byla hodnocena obdobnými stupnicemi, ale podávalo se 30 g rozemletých semen na kódovaných porcelánových miskách. Jakost chuti se hodnotila ordinální kategorovou stupnicí (1 — vynikající, 9 — nesmírně špatná) a sensorický profil [17] byl hodnocen graficky s použitím 16 deskriptorů (celková intensita, typická maková chuť, hořká, olejovitá, sladká, oříšková, zatuchlá, žluklá, trávová, po seně, kovová, ostrá, cizí, netypická, plesnivá, zkažená, celkové pachutě).

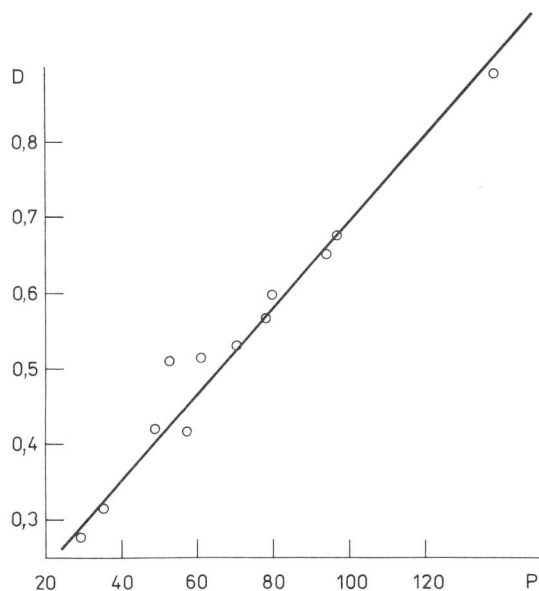
Obsah poškozených semen byl stanoven mikroskopicky pozorováním 300 semen a je vyjádřen v %.

## Výsledky a diskuse

U pokusné řady 65 vzorků makových semen byl izolován lipidový podíl a byl zjištěn obsah oxidačních produktů na základě peroxidového a thiobarbiturového čísla a stanovení veškerých oxidačních produktů metodou HPLC. Peroxidové číslo je měřítkem obsahu primárních oxidačních produktů. Lipidové hydroperoxidy, zvláště hydroperoxidy vzniklé oxidací katalyzovanou lipoxygenasami, obsahují systémy konjugovaných dvojných vazeb v molekule [18, 19]. Pro počáteční stadia oxidace platí lineární vztah mezi peroxidovým číslem a obsahem konjugovaných dienových vazeb (obr. 1) a tento vztah se vyznačuje vysokým korelačním koeficientem:

$$A_{234} = 0,005\,36P + 0,151 \quad (r = 0,981, n = 12)$$

kde  $A$  je absorbance při 234 nm a  $P$  je peroxidové číslo.



Obr. 1. Vztah mezi obsahem konjugovaných dienových mastných kyselin a peroxidovým číslem lipidové frakce semen máku.  $D$  — obsah konjugovaných dienových mastných kyselin (absorbance při 234 nm),  $P$  — peroxidové číslo ( $\text{mval. kg}^{-1}$ ).

Fig. 1. Relation between the content of conjugated dioenoic fatty acids and the peroxide value in the lipidic fraction of poppyseed.  $D$  — content of conjugated dioenoic acids (absorbance at 234 nm),  $P$  — peroxide value ( $\text{mval kg}^{-1}$ ).

Během dalšího skladování zkoumaného materiálu se dienové hydroperoxydy s konjugovanými dvojnými vazbami rozkládaly různými sekundárními reakcemi, např. štěpením na těkavé sloučeniny [20], izomerací v epoxidové deriváty [21, 22] nebo reakcí s bílkovinami [23—25]. Při některých reakcích zůstává zachován konjugovaný dienový systém a rozloží se hydroperoxidová skupina (nebo je tomu naopak, schéma I a II), takže se výše uvedený vztah poruší, a proto jsme u celého zkoumaného souboru již nezjistili průkazný vztah mezi oběma proměnnými.

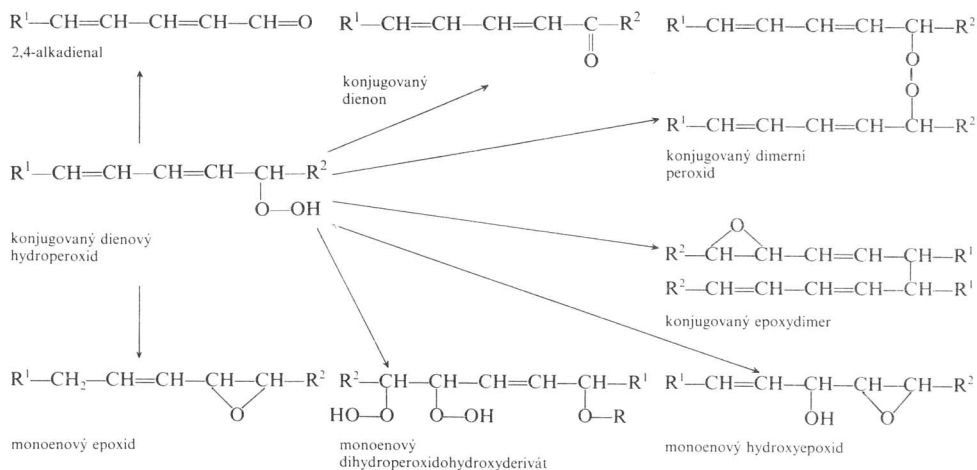


Schéma I. Mechanismy rozkladu a dalších reakcí konjugovaných dienových hydroperoxidů mastných kyselin.

Scheme No. 1: Mechanisms of decomposition and other reactions of conjugated diene hydroperoxides of fatty acids.

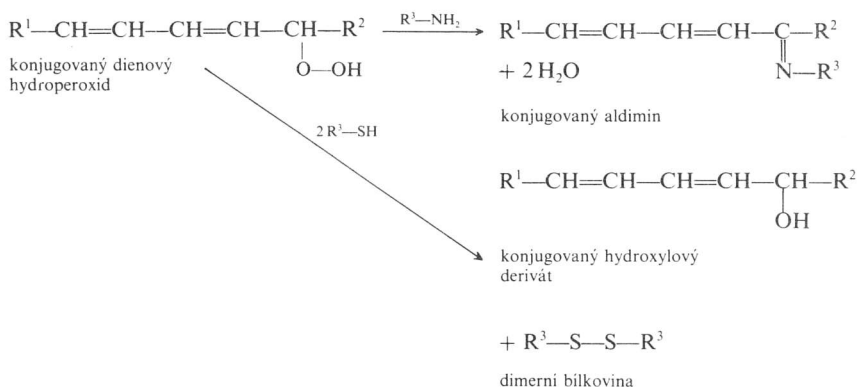


Schéma II. Reakce konjugovaných dienových hydroperoxidů mastných kyselin s bílkovinami.

Scheme No. 2: Reactions of conjugated diene hydroperoxides of fatty acids with proteins.

Při rozkladu konjugovaných dienových hydroperoxidů se tvoří také 2,4-alkadienaly a malé množství malonaldehydu, které reagují s kyselinou 2-thiobarbiturovou za vzniku červeně zbarvených kondenzačních produktů [26] a hydroperoxydy s ní mohou také přímo reagovat [27]. V našem souboru vzorků existoval průkazný lineární vztah mezi peroxidovým a thiobarbiturovým číslem (tab. 1), i když obr. 2 ukazuje, že se závislost mírně odchyluje od lineárního průběhu.

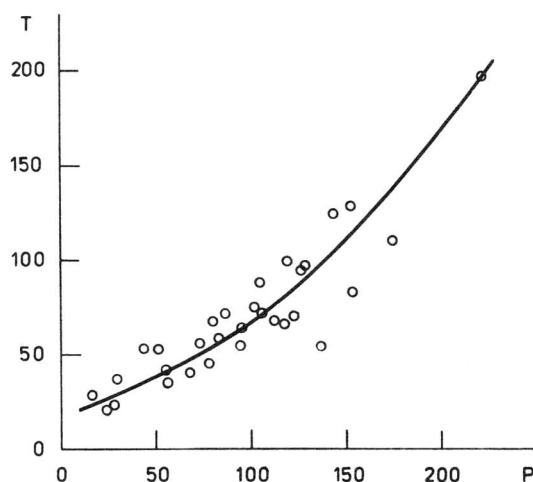
Tabuľka 1. Lineární vztahy mezi různými ukazateli oxidace lipidové frakce semen máku (podle regresní rovnice:  $y = ax + b$ )

Table 1. Linear relationships between different characteristics of lipid oxidation in poppyseed (according to the regression equation:  $y = ax + b$ )

Proměnná <sup>1</sup>		Konstanta <sup>2</sup>		Korelační koeficient <sup>3</sup>
$x$	$y$	$a$	$b$	
$P$	$T$	0,676	3,67	0,857
$P$	$X$	0,086	3,05	0,658
$T$	$X$	0,146	1,08	0,852
$A$	$X$	0,492	11,8	0,436

$P$  — peroxidové číslo, Peroxide value;  $T$  — thiobarbiturové číslo, Thiobarbituric acid value;  $X$  — veškeré oxidační produkty, Total oxidation products;  $A$  — procento poškozených semen, Degree of seed damage.

<sup>1</sup> Variable; <sup>2</sup> Constant; <sup>3</sup> Correlation coefficient.

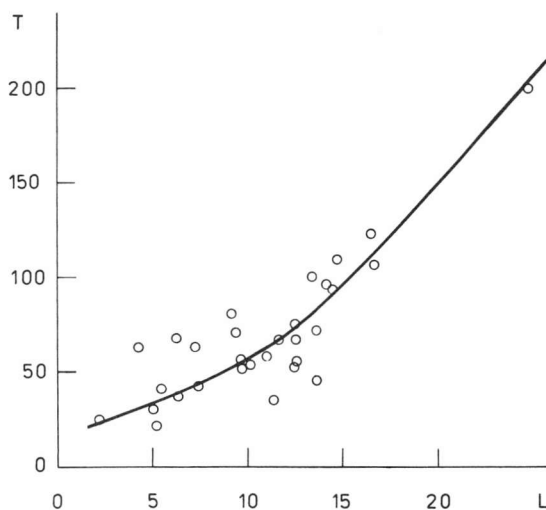


Obr. 2. Vztah mezi thiobarbiturovým číslem a peroxidovým číslem lipidové frakce semen máku.  $T$  — thiobarbiturové číslo (absorbance při 530 nm na 1 g vzorku),  $P$  — peroxidové číslo (mval.  $\text{kg}^{-1}$ ).

Fig. 2. Relation between the thiobarbituric acid value and the peroxide value in lipid extracts from poppyseed.  $T$  — thiobarbituric acid value (absorbance at 530 nm per 1 g of sample),  $P$  — peroxide value (mval  $\text{kg}^{-1}$ ).

Příčinou těchto odchylek od lineárního průběhu je komplikovaný (nejméně dvojstupňový) mechanismus přeměny lipidových hydroperoxidů na produkty reaktivní s kyselinou 2-thiobarbiturovou [28, 29]. Mezi reaktivní produkty patří vysoce sensoricky aktivní látky, jako jsou 2,4-alkadienaly, ale také neaktivní látky, jako je malonaldehyd, takže nelze očekávat jednoduchý vztah mezi thiobarbiturovým číslem a odpověďmi hodnotitelů při sensorické analýze, což se ukázalo např. u vařeného hovězího masa [30] a lze tedy očekávat také u máku.

Různé další sekundární oxidační produkty vznikající z lipidových hydroperoxidů, např. oxiranové deriváty nebo oxypolymery, nereagují s kyselinou 2-thiobarbiturovou. Jako vhodnější analytický ukazatel se proto jeví obsah veškerých oxidačních produktů stanovených HPLC [14]. Za podmínek skladování dochází však v lipidovém podílu semen k určité dynamické rovnováze, takže podíl sekundárních produktů reagujících s kyselinou 2-thiobarbiturovou v celkových sekundárních produktech zůstává přibližně konstantní; tím lze vysvětlit i statistickou průkaznost lineárního vztahu mezi thiobarbiturovým číslem a obsahem veškerých oxidačních produktů (tab. 1). Z obr. 3 však plyne, že i v tomto případě existují odchylky od lineárního průběhu, způsobené patrně



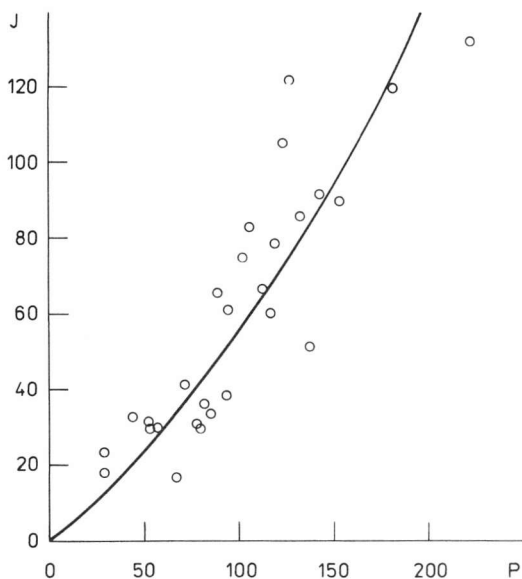
Obr. 3. Vztah mezi thiobarbiturovým číslem a obsahem veškerých oxidovaných lipidů v lipidovém extraktu ze semen máku. *T* — thiobarbiturové číslo (absorbance při 530 nm na 1 g vzorku), *L* — obsah veškerých oxidačních produktů (%).

Fig. 3. Relation between the thiobarbituric acid value and the content of total oxidation products in lipid extracts from poppyseed. *T* — thiobarbituric acid value (absorbance at 530 nm per 1 g of sample), *L* — total oxidation products (%).

tím, že se postupně začíná oxidovat druhý zbytek kyseliny linolové vázané v molekule triacylglycerolu. Tím thiobarbiturové číslo začíná stoupat rychleji než obsah veškerých oxidačních produktů. Peroxidové číslo je rovněž v průkazném vztahu s obsahem veškerých oxidačních produktů (tab. 1), ale korelační koeficient je nižší, což je vysvětlitelné rozsáhlejším rozkladem hydroperoxidů ve vzorcích semen skladovaných delší dobu.

Obsah veškerých oxidačních produktů byl úměrný stupni poškození semen (tab. 1); semena se poškozuji hlavně při sklizni [7]. Z poškozených semen se uvolní olej, který vytvoří vrstvičku na povrchu semen a ta se snadno oxiduje.

Zkoumali jsme vztahy mezi analytickými ukazateli stupně oxidace lipidového podílu a sensorickými ukazateli. Vztahy k hedonickým ukazatelům (přijatelnost vůně a přijatelnost chuti) nebyly průkazné, ale jako průkazné se projevíly vztahy k některým intenzitám dílčích vůní a chutí stanovených metodou sensorického profilu. V některých případech jsme zjistili průkazné lineární vztahy nebo vztahy velmi blízké lineárním (obr. 4); příklady jsou uvedeny v tab. 2. Vzhledem k tomu, že je všeobecně uznáván Stevensův vztah dvojité logaritmické závislosti mezi intenzitou stimulu a intenzitou počítku, mohou se uvedené



Obr. 4. Vztah mezi intenzitou žluklé chuti mletého máku a peroxidovým číslem lipidového extraktu makových semen.  $J$  — intenzita žluklé chuti (mm grafické stupnice),  $P$  — peroxidové číslo ( $\text{mval} \cdot \text{kg}^{-1}$ ).

Fig. 4. Relation between the intensity of rancid flavour of ground poppyseed and the peroxide value of total lipid fraction of poppyseed.  $J$  — intensity of the rancid flavour (mm of the graphical scale),  $P$  — peroxide value in the extract of total lipids ( $\text{mval} \cdot \text{kg}^{-1}$ ).

Tabulka 2. Lineární vztahy mezi různými ukazateli oxidace lipidového podílu a různými sensorickými ukazateli semen máku (podle regresní rovnice:  $y = ax + b$ )

Table 2. Linear relationships between different characteristics of lipid oxidation and different sensory characteristics of poppyseed (according to the regression equation:  $y = ax + b$ )

Proměnná <sup>1</sup>		Konstanta <sup>2</sup>		Korelační koeficient <sup>3</sup> <i>r</i>
<i>x</i>	<i>y</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	
<i>P</i>	<i>C</i>	0,252	37,1	0,527
<i>P</i>	<i>F</i>	0,230	37,8	0,523
<i>P</i>	<i>H</i>	0,308	30,5	0,546
<i>P</i>	<i>K</i>	0,252	37,1	0,527
<i>T</i>	<i>C</i>	0,241	31,7	0,447
<i>T</i>	<i>J</i>	0,481	21,5	0,552
<i>T</i>	<i>K</i>	0,172	46,1	0,295
<i>X</i>	<i>H</i>	1,44	41,0	0,483

*C* — kyselý pach, Acidic odour; *F* — hořká chuť, Bitter flavour; *H* — zatuchlá chuť, Stale off-flavour; *J* — žluklá pachutí, Rancid off-flavour; *K* — celková intenzita pachutí, Total off-flavours. Ostatné vysvetlivky sú v tab. 1. For other explanations see Table 1.

lineární vztahy zdát překvapujícími, ale přibližně lineární vztahy (kromě extrémních hodnot) mezi intenzitou podnětu a intenzitou počítku byly pozorovány při použití grafických nestrukturovaných stupnic pro hodnocení počítků [31]. Korelační koeficienty jsou pochopitelně jen středně vysoké, protože variabilita odezvy hodnotitele je velká vzhledem ke komplikovanosti složení oxidačních produktů i možnosti reakcí s nelipidovými podíly makových semen [26]. Ve většině případů proto lineární vztahy nebyly statisticky průkazné.

Vyskytlo se mnoho případů, kdy průběh nebyl lineární a ani nebylo možno jej linearizovat, protože jsme u závislosti zjistili indukční periodu (kdy koncentrace podnětu byla podprahová, a proto lidskými smysly ještě nepostřehnutelná). Např. při peroxidových číslech tukového podílu mezi 0—90 mval . kg<sup>-1</sup> se hodnocení žluklého pachu pohybovalo v intervalu 20—40 mm stupnice nezávisle na peroxidovém čísle a teprve při vyšších peroxidových číslech (100—220 mval . kg<sup>-1</sup>) rostlo v intervalu 40—120 mm stupnice. Podobně tomu bylo také u závislosti peroxidového čísla a žluklé chuti máku.

Naopak byl v některých případech vztah přibližně lineární jen pro nízké koncentrace podnětu, ale při vyšším obsahu příslušných oxidačních produktů se odezva hodnotitele stala téměř konstatní, protože byl patrně téměř dosažen práh nasycení. Typickým příkladem takové závislosti byl vztah thiobarbiturového čísla a hořké chuti, kde všem hořké chuti stoupal s rostoucí hodnotou lineárně v intervalu rostoucích thiobarbiturových čísel 20—80 jednotek a při vyšších se již podstatně neměnil. Ještě nápadnější rozdíl jsme pozorovali u počít-



ku žluklé chuti, jehož intenzita rostla velmi rychle v rozmezí thiobarbiturových čísel 20—60 jednotek, ale již jen pomalu při vyšších hodnotách.

Protože takové vztahy nejsou významné pro analytické sledování jakosti semen, nebudeme se jimi podrobněji zabývat. V některých případech je příčinou komplikovaného průběhu příslušné závislosti také existence několika různých sensoricky aktivních produktů, např. hořká chuť může být vyvolána oxidačními produkty kyseliny linolové, ale také samotnou volnou kyselinou linolovou [9], která se může uvolnit z vazby na glycerol enzymovou lipolýzou.

Jestliže zhodnotíme jednotlivé analytické ukazatele, docházíme k závěru, že stanovení veškerých oxidačních produktů, vyžadující náročnou instrumentální techniku, neposkytne o sensorické jakosti užitečnější informaci než stanovení peroxidového nebo thiobarbiturového čísla. Vzhledem k nízkým korelačním koeficientům zkoumaných vztahů by bylo užitečné hodnotit stupeň oxidace dvěma metodami, nejlépe stanovením peroxidového a thiobarbiturového čísla.

Z našich informací tedy plyne, že stanovení oxidačních produktů dává užitečnou informaci o jakosti semen, ale nelze z nich spolehlivě usuzovat, zda je sensorická jakost vyhovující, i když se využije několika metod. Instrumentální nebo chemická analýza se proto musí vždy doplňovat sensorickou analýzou, i když chemická analýza může sloužit alespoň jako podklad pro přibližnou předběžnou klasifikaci vzorků na výrazně žluklé nebo velmi čerstvé, takže se mohou eliminovat ze souboru a k sensorické analýze pak předkládat jen takové vzorky, které nelze na základě chemické analýzy bezpečně zařadit do některé z dvou zmíněných kategorií.

## Literatura

1. BRIDGE, R. E.—CHAKRABARTY, M. M.—HILDITCH, T. P., J. Oil Col. Chem. Assoc., 34, 1951, s. 354.
2. CATTANEO, P.—de SUTTON, G. K.—PANTOLINI, J. C., Anal. Div. Nac. Quím., 6, 1953, s. 2.
3. COSOVIĆ, C.—PROSTENIK, M., Acta Pharm. Jugoslav., 23, 1973, s. 207.
4. BEARE-ROGERS, J. L.—GRAY, L.—NEVA, E. A.—LEVINE, O. L., Nutr. Metab., 23, 1979, s. 335.
5. SENGUPTA, A.—WAZUMDER, U. K., J. Sci. Food Agric., 27, 1976, s. 214.
6. MAZA, M. P.—MILLÁN, F.—ALAIZ, M.—ZAMORA, R.—HIDALGO, F. J.—VIOQUE, E., Grasas Aceites, 39, 1988, s. 102.
7. MESHEHDANI, T.—POKORNÝ, J.—PÁNEK, J.—DAVÍDEK, J., Nahrung 34, 1990, s. 773.
8. MESHEHDANI, T.—POKORNÝ, J.—DAVÍDEK, J.—PÁNEK, J., Nahrung 34, 1990, s. 769.
9. GROSCH, W.—LASKAWY, G., Z. Lebensm.-Unters. Forsch., 178, 1984, s. 257.
10. NEY, K. H., Fette, Seifen, Anstrichmittel, 81, 1979, s. 467.
11. TAKAGI, T.—MITSUNO, Y.—MASUMURA, M., Lipids, 13, 1978, s. 147.

12. PAŘÍZKOVÁ, H.—HOLASOVÁ, M.—MESHEHDANI, T.—DAVÍDEK, J.—POKORNÝ, J., Sbor. VŠCHT (Praha) E (v tisku).
13. POKORNÝ, J.—VALENTOVÁ, H.—DAVÍDEK, J., *Nahrung*, 29, 1985, s. 31.
14. PÁNEK, J.—POKORNÝ, J.—DAVÍDEK, J., *Potrav. Vědy*, 7, 1989, s. 253.
15. ISO 6658: Sensory Analysis — Methodology — General Guidance. Genève, International Organization for Standardization, 1985.
16. ISO 4121: Sensory Analysis — Methodology — Tests Used for the Grading of Food Products. Genève, International Organization for Standardization, 1985.
17. ISO 6564: Sensory Analysis — Methodology — Flavour Profile Methods. Genève, International Organization for Standardization, 1985.
18. NICOLAS, J.—DRAPRON, R., *Sci. Aliments*, 1, 1981, s. 91.
19. TAKAGI, T.—WAKASE, N.—MIYASHITA, K., *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 64, 1987, s. 1320.
20. MATOBA, T.—HIDAKA, H.—KITAMURA, K.—KAIZUMA, N.—KITO, M., *J. Agric. Food Chem.*, 33, 1985, s. 856.
21. KERMASHA, S.—VAN DE VOORT, F. R.—METCHE, M., *J. Food Biochem.*, 10, 1986, s. 285.
22. KERMASHA, S.—METCHE, M., *J. Sci. Food Agric.*, 40, 1987, s. 1.
23. FRAZIER, P. J.—DANIELS, N. W. R.—EGGITT, P. W. R., *J. Sci. Food Agric.*, 32, 1981, s. 877.
24. MESHEHDANI, T.—PÁNEK, J.—POKORNÝ, J.—DAVÍDEK, J., *Nahrung* 34, 1990, s. 915.
25. POKORNÝ, J.—MESHEHDANI, T.—PÁNEK, J.—DAVÍDEK, J., *GCIRC Bull.*, 6, 1990, s. 133.
26. PATTON, S., *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 51, 1974, s. 114.
27. ASAKAWA, T.—MATSUSHITA, S., *Lipids*, 15, 1980, s. 137.
28. KOSUGI, H.—KATO, T.—KIKUGAWA, K., *Lipids*, 23, 1988, s. 1024.
29. WARD, D. D., *Milchwissenschaft*, 40, 1985, s. 583.
30. GREENE, B. F.—CUMUZE, T. H., *J. Food Sci.*, 47, 1981, s. 52.
31. McBRIDE, R. L., *Austr. J. Psychol.*, 35, 1985, s. 85.

Do redakcie došlo 5. 4. 1990

## Окисление липидов и сенсорическое качество семян мака

### Резюме

Во время хранения семян мака происходят во фракции липидов процессы окисления, которые имеют значительное влияние на сенсорические величины семян. Образуются гидроперекиси (главным образом каталитическим действием липоксигенас), которые в дальнейшем разлагаются с возникновением продуктов, реагирующих с 2-тиобарбитуровой кислотой и разными неактивными продуктами (эпоксидами, оксиполимерами). Общее количество продуктов окисления является результатом их образования и вторичных реакций, в основном, связей с протеинами и другими нелипидными компонентами. Не смотря на сложность протекания реакций перекисное число, тиобарбитуровое число и содержание всех продуктов окисления взаимно зависимо. Перекисное число (в меньшей мере и тиобарбитуровое число и все продукты окисления) имеют статистически доказательные отноше-

ния к разным показателям сенсорического качества. Эти зависимости иногда линейные, чаще бывают сложными и нередко из-за большого рассеяния данных становятся статистически неподходящими. Поэтому для оценки качества надо применить несколько аналитических показателей, а в большинстве случаев дополнить анализ сенсорической оценкой.

## **Oxidation of lipids and sensory quality of poppyseed**

### **Summary**

During the storage of poppyseed, the lipidic fraction is oxidized by various processes which affect the sensory value. Hydroperoxides, mainly formed by lipoxygenase-catalyzed lipid oxidation as primary reaction products, are slowly decomposed with formation of both thiobarbituric acid-active and various inactive products. The content of total oxidation products is a result of oxidation reactions and subsequent reactions, particularly their cleavage into volatile substances, and reactions with non-lipidic substances. In spite of the complexity of these reactions the peroxide value, thiobarbituric acid value and the content of total oxidation products are interrelated. The peroxide values (and in lesser degree, the two other analytical characteristics) are in statistically significant linear correlations with various sensory characteristics. These relationships are sometimes only slightly deviating from the linearity, but the course is frequently non-linear, and great variability of results make them statistically insignificant in several cases. Therefore, it is necessary for the evaluation of sensory quality to use several analytical criteria, and to check the results by the sensory analysis.