

## Hodnocení kvality piva metodami senzorické analýzy\*

NGUYEN THI THU HUONG<sup>1</sup>, HELENA VALENTOVÁ<sup>1</sup>, JAN VELÍŠEK<sup>1</sup>, JAROSLAV ČEPIČKA<sup>2</sup>,  
JAN POKORNÝ<sup>1</sup>, FRANTIŠEK PUDIL<sup>1</sup>

*Institute of Chemical Technology – <sup>1</sup>Department of Food Chemistry and Analysis,  
<sup>2</sup>Department of Fermentation Chemistry and Bioengineering, Prague, Czech Republic*

### Abstract

NGUYEN TI TU HONG, VALENTOVÁ H., VELÍŠEK J., ČEPIČKA J., POKORNÝ J., PUDIL F. (2000): **Evaluation of beer quality by sensory analysis.** Czech J. Food Sci., 18: 137–142.

The flavour of pasteurized and stored beer was evaluated by a panel of 12 assessors. The sensory analysis consisted of combined hedonic evaluation and sensory profiling using unstructured graphical scales and 31 descriptors. The obtained results were evaluated by multivariate statistical methods (principal components analysis and linear discrimination analysis) which allow visualization of relations between individual descriptors and samples and enable classification of samples to groups according to pasteurization intensity and storage time.

**Key words:** beer; pasteurization; storage; sensory analysis; flavour changes; principal components analysis; linear discriminant analysis

### Souhrn

NGUYEN TI TU HONG, VALENTOVÁ H., VELÍŠEK J., ČEPIČKA J., POKORNÝ J., PUDIL F. (2000): **Hodnocení kvality piva metodami senzorické analýzy.** Czech J. Food Sci., 18: 137–142.

Aróma pasterovaného a skladovaného piva bylo hodnoceno 12 hodnotiteli. Senzorická analýza byla prováděna kombinací hedonického hodnocení a profilové metody za použití grafické nestrukturované stupnice s 31 deskriptory. Získané výsledky byly hodnoceny vícerozměrnými statistickými metodami (metodou analýzy hlavních komponent a lineární diskriminační analýzou), které zviditelňují vztahy mezi jednotlivými deskriptory a mezi vzorky a umožňují klasifikaci vzorků do skupin podle stupně pasterace a doby skladování.

**Klíčová slova:** pivo; pasterace; skladování; senzorická analýza; těkavé látky; aróma; změny aróma; analýza hlavních komponent; lineární diskriminační analýza

V pivu se nachází několik set různých aromatických sloučenin. Sloučeniny přítomné v nadprahových koncentracích (vyšších než je podnětový práh, případně práh rozpoznání) mohou žádoucím nebo také nežádoucím způsobem ovlivňovat organoleptické vlastnosti piva. Sloučeniny přítomné v nižších koncentracích jsou zpravidla senzoricky indiferentní. Určitou roli u aromatických látek však také hrají aditivní efekty, jejich synergismus a antagonismus, a proto se některé z nich mohou projevit i v podprahových koncentracích. Organoleptické vlastnosti piva se liší v závislosti na použitých surovinách a jejich množství, technologii výroby, použitých kvasin-

kách a závisí i na dalších faktorech. Primární aromatické látky mají původ v použitých surovinách (ječmen, chmel a také voda). Sekundární aromatické látky vznikají enzymovými a neenzymovými reakcemi při sladování, rmutování, kvašení, dokvašování, závěrečných úpravách, transportu a skladování piva.

Vznik nežádoucích aromatických látek v pivu může mít různé příčiny. Jednou z významných příčin je např. kontaminace cizími mikroorganismy (kvasinkami, případně bakteriemi). Specifickým problémem je stárnutí a s ním spojené změny chuti a vůně (aróma), které vedou ke zhoršení organoleptických vlastností piva (KAMIMURA, KA-

\* Práce byla částečně řešena jako součást výzkumného záměru CEZ: J19/98: 223300004 financovaného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.



NEDA 1992; LINSKENS, JACKSON 1988; POLLOCK 1981). Podobně dochází ke zhoršení organoleptických vlastností piva po pasteraci (MEILGAARD *et al.* 1985).

Metodami senzorické analýzy jsme studovali změny, které negativně ovlivňují chuť a vůni pasterovaného a skladovaného piva. Cílem práce bylo hodnocení získaných výsledků vhodnými vícerozměrnými statistickými metodami a klasifikace hodnocených vzorků na skupiny podle stupně pasterace a doby skladování.

## MATERIÁL A METODY

Nepasterované pivo značky Staropramen (12 %, světlé) bylo odebráno v pivovaru po stočení do lahví a část pív byla pasterována v laboratoři ve vodní lázni o teplotě 62 °C (20, 40, 60 a 100 pasteračních jednotek, celkem 100 pív). Další pivo bylo odebráno v pivovaru po pasteraci (celkem 24 pív). Nepasterované i pasterované pivo bylo skladováno při teplotě 20 °C po dobu až 7 měsíců

Tab. 1. Základní statistické údaje o souboru hodnocených pív – Principal statistical data concerning the evaluated beers

Deskriptor <sup>1</sup>	Počet vzorků <sup>33</sup>	Minimum <sup>34</sup>	Maximum <sup>35</sup>	Průměr <sup>36</sup>	Rozsah <sup>37</sup>	Rozptyl <sup>38</sup>	Směrodatná odchylka <sup>39</sup>	Koeficient šikmosti <sup>40</sup>
Celková chutnost <sup>2</sup> (CEL)	100	32,8	65,9	50,6	33,1	59,7	7,73	-0,28
Řízná <sup>3</sup> (RIZ)	100	34,7	60,3	47,9	25,7	45,1	6,71	0,02
Vodová, nevýrazná <sup>4</sup> (VOD)	100	16,4	52,5	30,9	36,1	72,9	8,54	0,23
Plná, hustá <sup>5</sup> (PLN)	100	24,6	57,4	42,0	32,8	41,3	6,43	0,01
Harmonická <sup>6</sup> (HAR)	100	29,3	60,8	46,0	31,5	41,6	6,45	-0,30
Uhlíčitá <sup>7</sup> (UHL)	100	28,0	54,1	41,9	26,1	30,7	5,54	-0,03
Zvětralá <sup>8</sup> (ZVE)	100	4,0	42,9	20,3	38,9	97,0	9,85	0,34
Rozpouštědlová <sup>9</sup> (ROZ)	100	3,0	38,1	18,1	35,1	84,7	9,20	0,09
Ovocná a esterová <sup>10</sup> (OVO)	100	3,6	34,1	14,6	30,5	57,9	7,61	0,70
Květinová <sup>11</sup> (KVE)	100	1,7	21,9	9,2	20,2	22,4	4,74	0,82
Chmelová <sup>12</sup> (CHM)	100	24,1	57,8	42,3	33,7	73,4	8,57	-0,31
Ořechová <sup>13</sup> (ORE)	100	2,3	24,5	13,9	22,3	24,8	4,97	-0,29
Trávná, zelená <sup>14</sup> (TRA)	100	3,1	26,8	13,9	23,7	24,0	4,90	0,00
Sladová, sladinná <sup>15</sup> (SLA)	100	13,1	39,2	25,2	26,1	22,1	4,70	-0,21
Pasterovaná, přehřátá <sup>16</sup> (PAS)	100	2,3	49,9	21,3	47,7	153,1	12,37	0,20
Stařinná, oxidovaná <sup>17</sup> (STA)	100	1,6	46,0	17,7	44,4	113,9	10,67	0,54
Karamelová, připálená <sup>18</sup> (KAR)	100	7,0	37,8	17,8	30,7	37,9	6,16	0,42
Žluklá <sup>19</sup> (ZLU)	100	0,4	17,2	6,3	16,8	15,7	3,98	0,74
Štiplavá, ostrá <sup>20</sup> (STI)	100	11,0	39,3	23,9	28,3	34,1	5,84	0,25
Po vařené kapustě <sup>21</sup> (KAP)	100	1,6	17,9	10,3	16,3	13,1	3,62	-0,04
Kvasnicová, droždíová <sup>22</sup> (KVA)	100	9,5	28,5	19,8	19,0	22,3	4,72	-0,74
Lepenková, kožená <sup>23</sup> (LEP)	100	1,2	37,2	15,0	36,0	37,9	8,24	0,21
Pachutě celkově <sup>24</sup> (PAC)	100	7,3	58,4	28,6	51,1	117,3	10,83	0,41
Kyselá <sup>25</sup> (KYS)	100	20,3	51,1	31,9	30,8	34,2	5,85	0,31
Sladká, medová <sup>26</sup> (SLD)	100	8,8	39,3	20,8	30,5	42,3	6,50	0,62
Hořká <sup>27</sup> (HOR)	100	35,2	72,8	54,1	37,7	74,0	8,60	-0,11
Mýdlová <sup>28</sup> (MYD)	100	1,3	27,4	10,5	26,1	33,8	5,82	0,81
Kovová <sup>29</sup> (KOV)	100	1,6	24,1	11,7	22,5	22,5	4,74	-0,08
Trpká, svíravá <sup>30</sup> (TRP)	100	17,5	47,4	31,7	29,9	42,6	6,53	0,05
Po seně <sup>31</sup> (SEN)	100	2,4	24,3	12,4	21,9	22,9	4,79	0,23
Cizí <sup>32</sup> (CIZ)	100	4,4	41,3	16,7	36,9	82,2	9,07	0,66

<sup>1</sup>descriptor; <sup>2</sup>total flavour (CEL); <sup>3</sup>sharp (RIZ); <sup>4</sup>watery, unimpressive (VOD); <sup>5</sup>full, dens (PLN); <sup>6</sup>harmonic (HAR); <sup>7</sup>carbonic (UHL); <sup>8</sup>stale (ZVE); <sup>9</sup>solvent-like (ROZ); <sup>10</sup>fruity and ester-like (OVO); <sup>11</sup>flowery (KVE); <sup>12</sup>hoppy (CHM); <sup>13</sup>nutty (ORE); <sup>14</sup>grassy, green (TRA); <sup>15</sup>malty (SLA); <sup>16</sup>pasteurized, overheated (PAS); <sup>17</sup>old, oxidized (STA); <sup>18</sup>caramel-like, burned (KAR); <sup>19</sup>rancid (ZLU); <sup>20</sup>pungent, sharp (STI); <sup>21</sup>cooked cabbage-like (KAP); <sup>22</sup>yeasty (KVA); <sup>23</sup>cardboard, stiff (LEP); <sup>24</sup>total off-flavour (PAC); <sup>25</sup>acid (KYS); <sup>26</sup>sweet, honey-like (SLD); <sup>27</sup>bitter (HOR); <sup>28</sup>soapy (MYD); <sup>29</sup>metallic (KOV); <sup>30</sup>astringent (TRP); <sup>31</sup>hay-like (SEN); <sup>32</sup>foreign (CIZ); <sup>34</sup>minimum; <sup>35</sup>maximum; <sup>36</sup>average; <sup>37</sup>range; <sup>38</sup>variance; <sup>39</sup>standard deviation; <sup>40</sup>skewness



v temné místnosti. V určitých intervalech bylo pivo hodnoceno metodami senzorické analýzy.

### Metody senzorické analýzy

Senzorická analýza se prováděla ve zkušební místnosti vybavené podle doporučení ISO 8589. Pivo hodnotila skupina dvanácti školených osob, zaškolených podle ISO 8586. Pivo bylo analyzováno metodou senzorického profilu, který se skládal z 31 deskriptorů uvedených v tab. 1. K hodnocení byly použity nestrukturované grafické stupnice (ISO 4121) představované úsečkami délky 100 mm, orientované popisem krajních bodů. K statistickému hodnocení byly použity výsledky získané jako aritmetický průměr hodnocení všech posuzovatelů.

### Statistické metody

K statistickému zpracování získaných dat byl použit počítač kompatibilní s IBM/PC s programem SPSS/PC for Windows, V 7.0 (SPSS GmbH, Mnichov, Německo) a Statistica for Windows, V 4.3 (StatSoft Inc., Tulsa, USA). Jednalo se o následující vícerozměrné statistické metody: analýza hlavních komponent (*Principal Components Analysis*, PCA) a postupná lineární diskriminační analýza (*Stepwise Linear Discrimination Analysis*, SLDA).

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Příklad výsledků senzorické analýzy získaných hodnocením čtyř paralelních souborů (označených A, B, C a D) piv (celkem 100 vzorků) profilovou metodou uvádí ve zkrácené formě tab. 1. Původní výsledky jsou k dispozici v práci NGUYEN THI THU HUONG (1998). Absolutní hod-

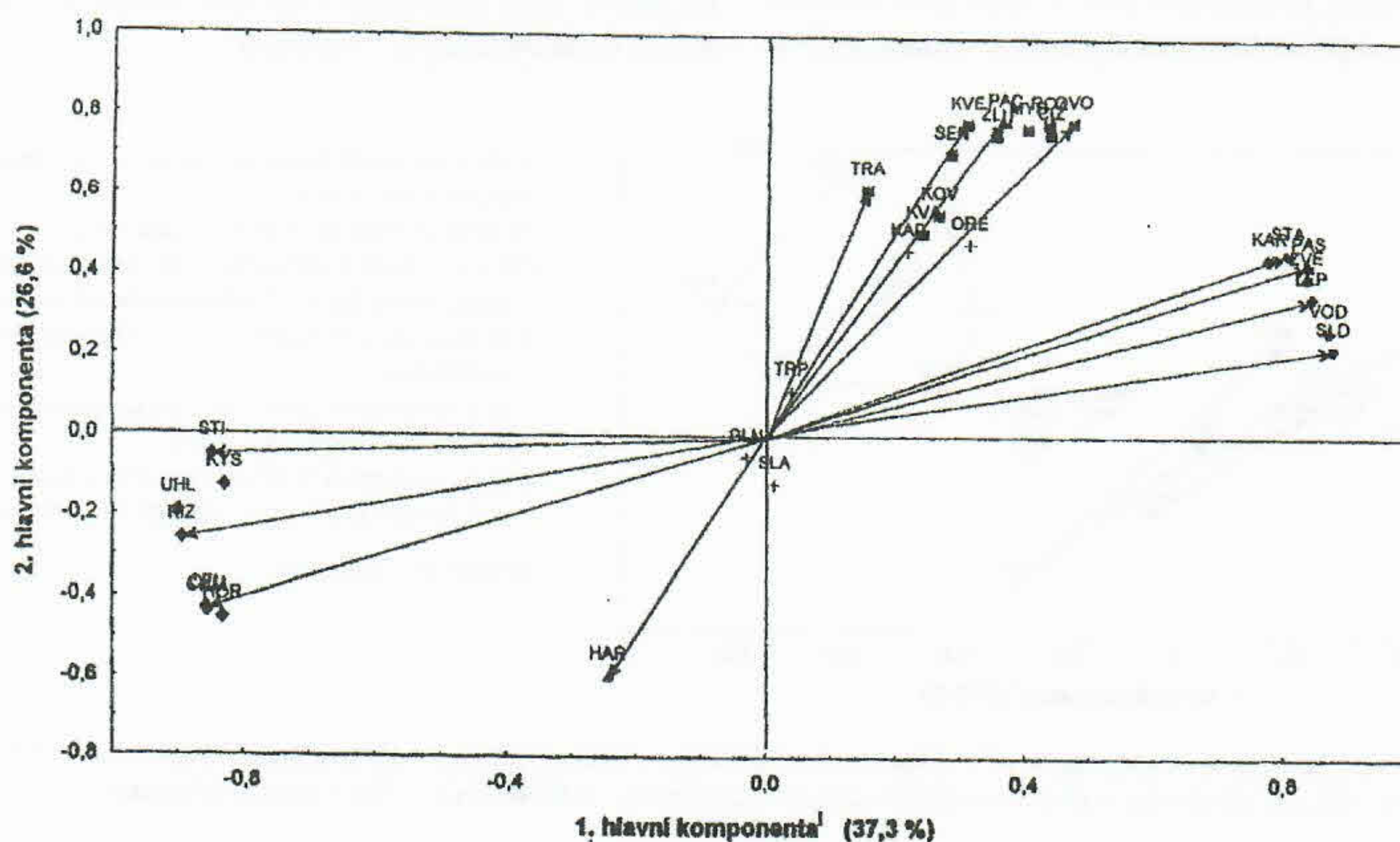
noty koeficientů šikmosti deskriptorů, které jsou mírou symetrie distribuce změřených dat (0 = symetrická data), jsou menší než 1,96. Data mají proto zhruba normální rozdělení (SMITH 1984), což opravňuje použití parametrických statistických metod k jejich hodnocení.

Výsledky byly hodnoceny dvěma vícerozměrnými statistickými metodami – metodou PCA a SLDA.

### Analýza hlavních komponent

Metodou PCA (bez rotace proměnných) bylo získáno pět hlavních komponent s vlastním číslem > 1, které celkem vysvětlily 83,1 % rozptylu získaných dat. Těchto pět hlavních komponent vysvětlovalo přijatelně (saturační proměnných > 0,5) všechny proměnné (nejvíce chmelovou chuť a vůni z 94 %, nejméně po kapustě ze 70 %). První hlavní komponenta (vysvětlovala 58,3 % rozptylu původních dat) popisovala ve své záporné části hlavně žádoucí atributy jako je chuť a vůně hořká, chmelová, celková chutnost, říznost a v kladné části nežádoucí atributy jako je pasterovaná, stařinná, karamelová, zvětralá, lepenková, rozpouštědlová, vodová, cizí chuť a vůně a pachutě celkově. Druhá hlavní komponenta (10,9 %) popisovala chuť trávovou a po vaření kapustě. Třetí hlavní komponenta (6,4 %) byla reprezentována pouze jediným atributem, a to sladovou chutí a vůní. Trpkou a květinovou chutí a vůní popisovala čtvrtá hlavní komponenta (4,4 %) a pátá hlavní komponenta (3,2 %) vysvětlovala plnou a trpkou chuť.

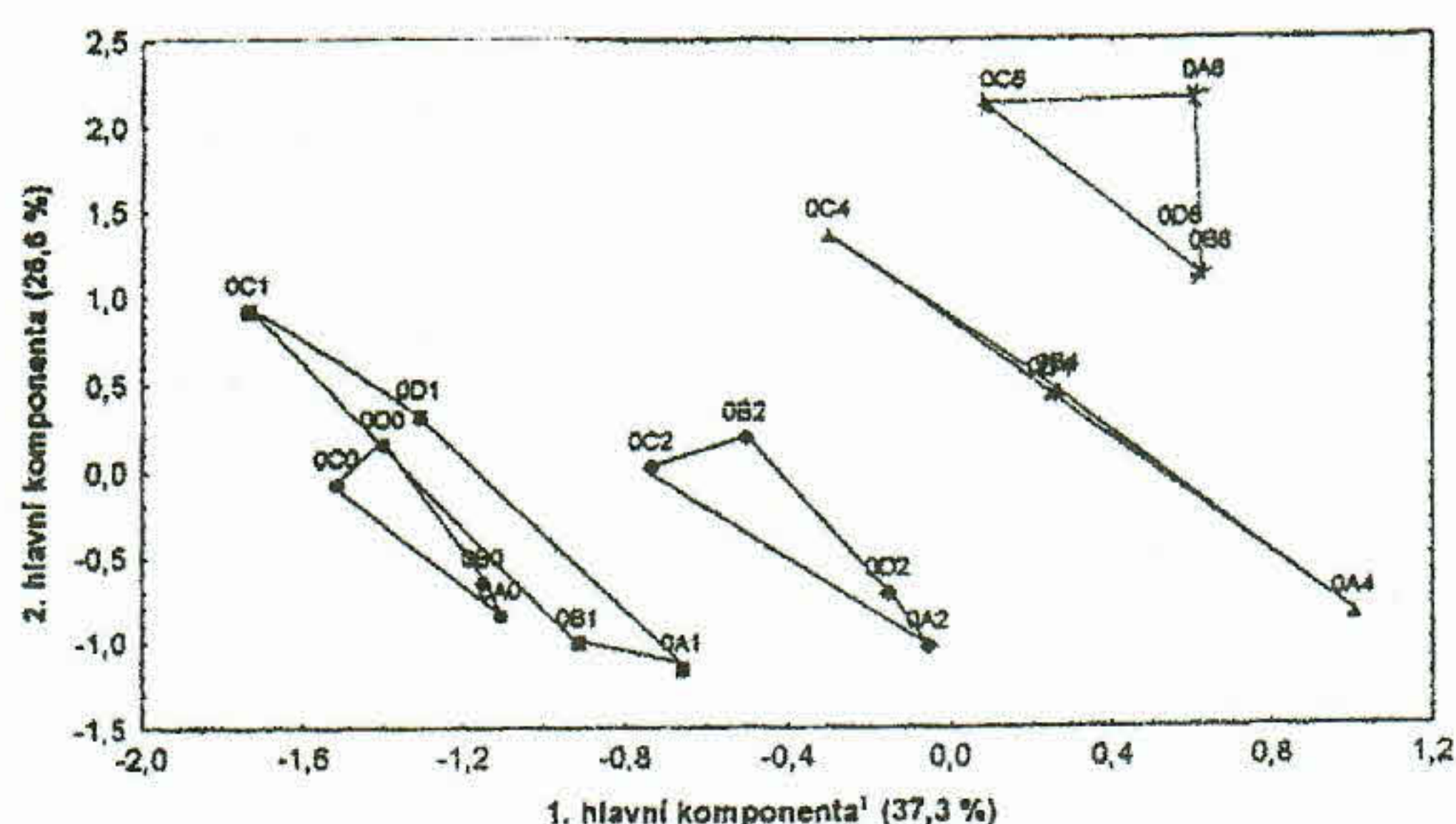
Rotací proměnných bylo dosaženo redistribuce vysvětleného rozptylu mezi hlavní komponenty, přičemž první z nich se nyní podílela na vysvětlení 37,3 %, druhá 26,6 %, třetí 7,8 %, čtvrtá 6,7 % a pátá 4,7 % rozptylu původních dat. První hlavní komponenta ve své kladné části dobře



<sup>1</sup>principal component; for abbreviations see Table 1

Obr. 1. Saturace deskriptorů senzorické analýzy v osách první a druhé hlavní komponenty (rotace varimax) – Saturation of descriptors from sensory analysis in the 1. PC and 2. PC axis (rotation Varimax)





A–D = paralelně analyzovaná piva – parallelly analyzed sets of beers

0 před písmenem = nepasterovaná piva – 0 before the letter = unpasteurized beers

0 za písmenem = čerstvá piva – 0 behind the letter = fresh beers

1 za písmenem = skladování jeden týden – 1 behind the letter = storage for 1 week

2–6 za písmenem = skladování 2–6 měsíců – 2–6 behind the letter = storage for 2–6 months

<sup>1</sup>principal component

● čerstvé, bez skladování – fresh, not stored; ■ po 1 týdnu skladování – after 1 week of storage; ◆ po 2 měsících skladování – after 2 months of storage; ▲ po 4 měsících skladování – after 4 months of storage; \* po 6 měsících skladování – after 6 months of storage

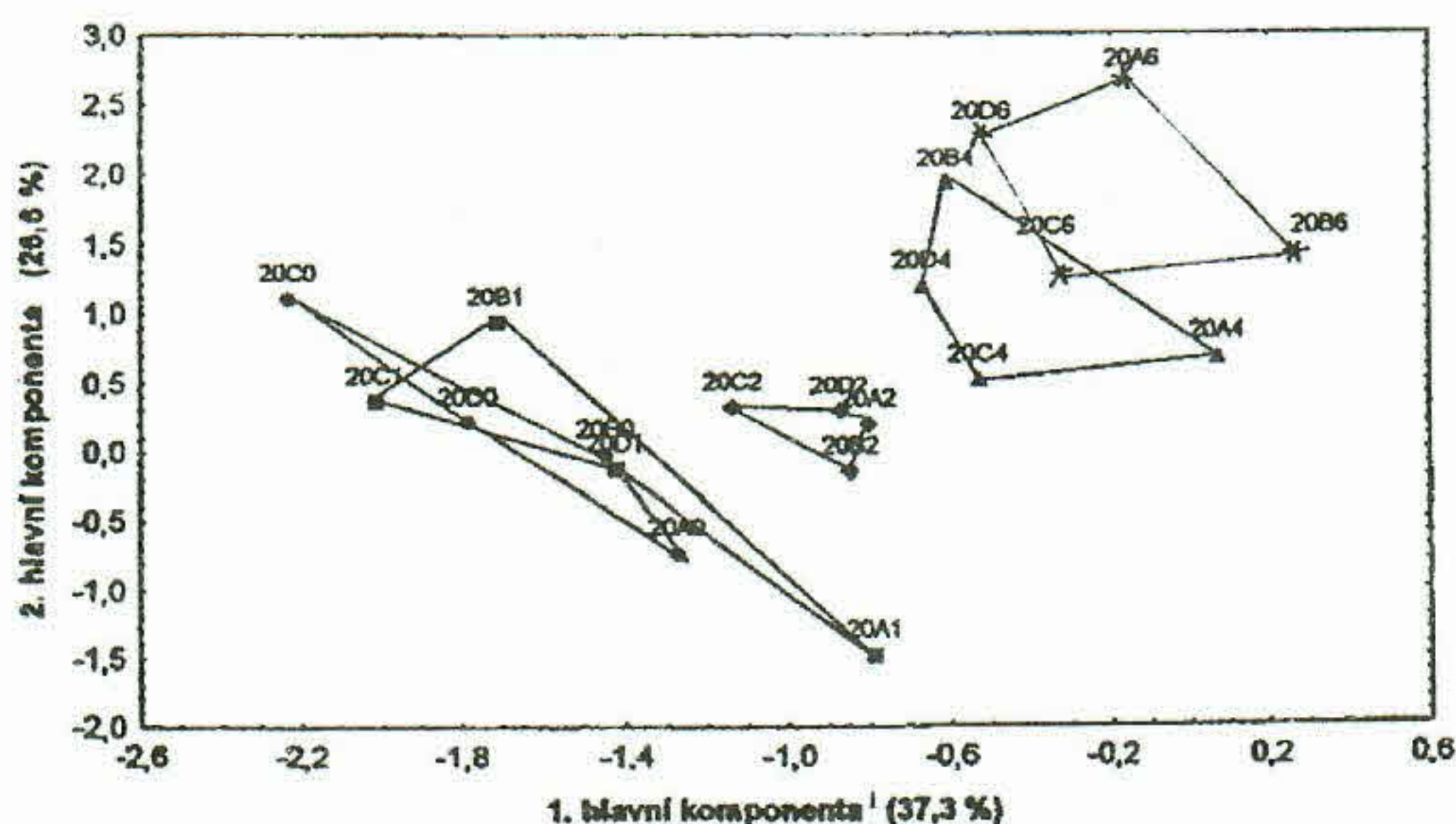
Obr. 2. Skóre 100 nepasterovaných piv s různou dobou skladování v osách první a druhé hlavní komponenty (rotace varimax) – Score of 100 unpasteurized beers with different time of storage in 1. PC and 2. PC axis (rotation Varimax)

popisovala pouze sladkou, vodovou, lepenkovou, pasterovanou, zvětralou, stařinnou a karamelovou chuť a vůni, ve své negativní části říznost, celkovou chutnost (plnost chuti), uhličitou, chmelovou, štiplavou, hořkou a kyselou chuť a vůni. Druhá hlavní komponenta, která původně popisovala jen trávové aróma a aróma po vařené kapustě, popisovala nyní velmi dobře vedlejší příchutě (pachutě celkově), ovocnou, rozpouštědlovou, květinovou, mýdlovou, cizí, žluklou, senovou, trávovou, kovovou a kvasnicovou chuť a vůni. Třetí hlavní komponenta vysvětlovala dobře plnost chuti, po vařené kapustě a trávovou, čtvrtá hlavní komponenta sladovou, kvasnicovou a ořechovou a pátá trpkou chuť.

Závislost mezi původními proměnnými (za cenu ztráty určitých informací zejména o attributech trpká, plná a sladová chuť a vůně) je zřejmá z obr. 1. Zde jsou v osách 1. a 2. hlavní komponenty vyneseny saturace jednotlivých

deskriptorů. Informace o deskriptorech, které dobře popisuje 3.–5. hlavní komponenta mohou být v případě potřeby získány informací o těchto deskriptorech přirozeně zviditelněny v analogických obrázcích, na nichž se vynášší saturace deskriptorů v příslušných hlavních komponentách, které je popisují lépe než 1. a 2. hlavní komponenta.

Vynesením skóre vzorků v osách 1. a 2. hlavní komponenty lze studovat souvislosti a vztahy mezi jednotlivými vzorky. Na obr. 2 jsou jako příklad vynesena skóre celkem 100 nepasterovaných čerstvých piv a piv skladovaných po dobu 1 týdne, 2, 4 a 6 měsíců. Je zřejmé, že piva jsou vzájemně více či méně separována podle doby skladování. Paralelně analyzované vzorky (A, B, C a D se stejnou dobou skladování) jsou spojeny do čtyřúhelníků. Změny po 1 týdnu skladování jsou přirozeně méně výrazné, neboť organoleptické vlastnosti těchto piv jsou podobné vlastnostem piv čerstvých.



A–D = paralelně analyzovaná piva – parallelly analyzed sets of beers

20 před písmenem = pasterovaná piva (20 pasteračních jednotek) – 20 before the letter = pasteurized beers (20 pasteurization units)

0 za písmenem = čerstvá piva – 0 behind the letter = fresh beers

1 za písmenem = skladování jeden týden – 1 behind the letter = storage for 1 week

2–6 za písmenem = skladování 2–6 měsíců – 2–6 behind the letter = storage for 2–6 months

<sup>1</sup>principal component

● čerstvé, bez skladování – fresh, not stored; ■ po 1 týdnu skladování – after 1 week of storage; ◆ po 2 měsících skladování – after 2 months of storage; ▲ po 4 měsících skladování – after 4 months of storage; \* po 6 měsících skladování – after 6 months of storage

Obr. 3. Skóre 100 pasterovaných piv (20 pasteračních jednotek) s různou dobou skladování v osách první a druhé hlavní komponenty (rotace varimax) – Score of 100 pasteurized beers (20 pasteurization units) with different time of storage in 1. PC and 2. PC axis (rotation Varimax)



Analogicky rozliší metoda PCA také piva pasterovaná (např. 20 pasteračních jednotek) skladovaná po různou dobu (obr. 3). Souvislost distribuce vzorků v obr. 2 a 3 s původními deskriptory lze zjistit porovnáním s obr. 1.

Metoda analýzy hlavních komponent může být také s výhodou použita pro klasifikaci neznámých vzorků, i když lze k těmto účelům použít i další vícerozměrné metody. Dříve hodnocené soubory pív (např. piva čerstvá, skladovaná a pasterovaná do různého stupně) je možné použít jako kalibrační soubory, s jejichž pomocí lze klasifikovat piva neznámého původu a tak odhadnout intenzitu jejich pasterace či dobu skladování.

Jako příklad vzorků neznámého původu byla hodnocena čerstvá piva pasterovaná v pivovaru (údajně 20 pasteračních jednotek). Metodou PCA zjištěné hodnoty pasteračních jednotek byly 38, 24, 31 a 51 (průměrně 36). Tatáž piva skladovaná po dobu 1 týdne byla hodnocena jako piva skladovaná 1 týden až 2 měsíce, piva skladovaná 4 měsíce byla hodnocena jako skladovaná po dobu 2 až 4 měsíce, piva skladovaná 6 měsíců byla správně hodnocena jako skladovaná po dobu 6 měsíců.

#### Lineární diskriminační analýza

Metodou SLDA byla piva hodnocena podle doby skladování. Do kalibračního souboru bylo vybráno 100 nepasterovaných a v laboratoři pasterovaných pív a nepasterovaných i pasterovaných pív po skladování do doby 7 měsíců. Podle výsledků získaných metodou PCA byla piva *a priori* rozdělena do čtyř skupin (čerstvá a skladovaná po dobu 1 týden, skladovaná 2 měsíce, skladovaná 4 měsíce a skladovaná po dobu 6 měsíců, případně déle). Účelem bylo určení deskriptorů, které mají největší význam pro rozdělení pív do skupin podle takto zvoleného atributu (doby skladování).

Pro rozlišení vzorků do zmíněných čtyř skupin je zapotřebí místo 31 původních jen následujících 9 proměnných (deskriptorů senzorické analýzy): pasterovaná (hodnota Wilksova kritéria  $\lambda = 0,183$ ), ovocná (0,100), cizí (0,073), chmelová (0,054), vodová (0,044), kvasničná (kvasnicová) (0,031), kyselá (0,027) a lepenková (0,022) chuť a vůně a plnost chuti (0,037). Na rozdělení vzorků do požadovaných čtyř skupin se deskriptory podílí v pořadí daném hodnotou Wilksova kritéria  $\lambda$ .

Koeficienty klasifikačních funkcí a jejich konstanty pro jednotlivé skupiny pív jsou shrnuty v tab. 2. Matematické vztahy pro příslušné skupiny lze pomocí těchto koeficientů a konstant vyjádřit následujícími rovnicemi:

$$\text{Skupina 1} = -564,59 + 7,54.CEL + 0,54.CIZ + 5,63.CHM + 3,48.KVA + 2,96.KYS + 2,57.LEP + 2,19.OVO + 3,27.PAS + 7,68.VOD$$

$$\text{Skupina 2} = -623,81 + 8,34.CEL + 0,82.CIZ + 4,96.CHM + 3,93.KVA + 3,35.KYS + 3,05.LEP + 2,45.OVO + 3,65.PAS + 7,91.VOD$$

$$\text{Skupina 3} = -684,74 + 8,48.CEL + 1,19.CIZ + 4,81.CHM + 3,85.KVA + 3,80.KYS + 2,75.LEP + 3,29.OVO + 4,16.PAS + 8,54.VOD$$

Tab. 2. Klasifikační koeficienty a konstanty diskriminačních funkcí pro 9 vybraných deskriptorů (počet analyzovaných pív = 100) – Classification coefficients and constants of discrimination functions for 9 selected descriptors (number of analyzed beers = 100)

Proměnná <sup>1</sup>	Skupina <sup>12</sup>			
	1	2	3	4
Celková chutnost <sup>2</sup>	7,54	8,34	8,48	8,37
Cizí <sup>3</sup>	0,54	0,82	1,19	1,55
Chmelová <sup>4</sup>	5,63	4,96	4,81	3,86
Kvasnicová, droždí <sup>5</sup>	3,48	3,93	3,85	3,77
Kyselá <sup>6</sup>	2,96	3,35	3,80	4,37
Lepenková, kožená <sup>7</sup>	2,57	3,05	2,75	3,29
Ovocná, esterová <sup>8</sup>	2,19	2,45	3,29	3,75
Pasterovaná, přehřátá <sup>9</sup>	3,27	3,65	4,16	4,06
Vodová, nevýrazná <sup>10</sup>	7,68	7,91	8,54	8,21
Konstanta <sup>11</sup>	-564,59	-623,81	-684,74	-677,25

<sup>1</sup>variable; <sup>2</sup>total flavour; <sup>3</sup>foreign; <sup>4</sup>hoppy; <sup>5</sup>yeasty; <sup>6</sup>acid; <sup>7</sup>cardboard, stiff; <sup>8</sup>fruity, ester-like; <sup>9</sup>pasteurized, overheated; <sup>10</sup>watery, unimpressive; <sup>11</sup>constant

$$\text{Skupina 4} = -677,25 + 8,37.CEL + 1,55.CIZ + 3,86.CHM + 3,78.KVA + 4,37.KYS + 3,29.LEP + 3,75.OVO + 4,06.PAS + 8,21.VOD$$

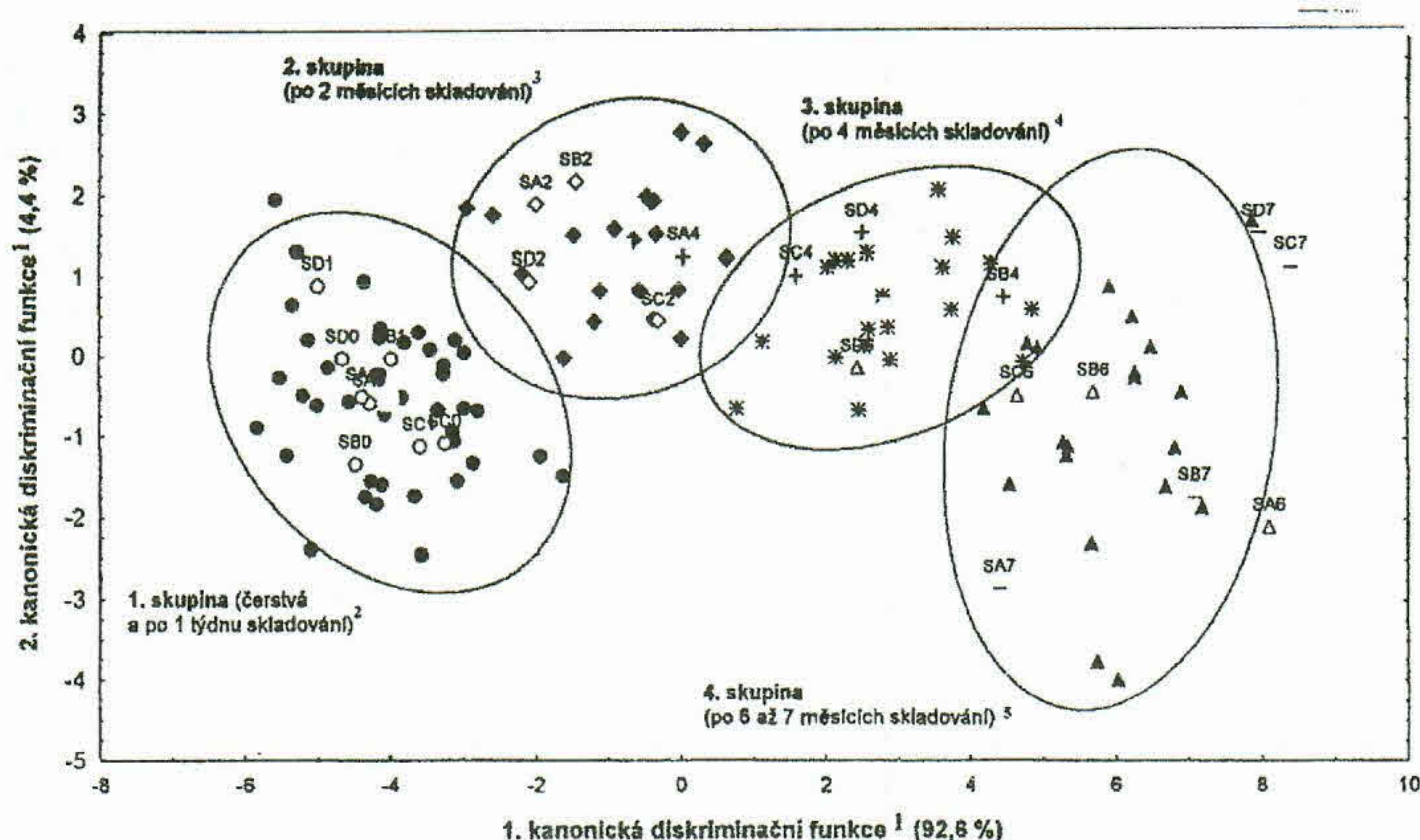
Po dosazení hodnot skóre deskriptorů pro jednotlivé vzorky do těchto rovnic bylo 100 vzorků klasifikačního souboru zařazeno do příslušných skupin s úspěšností 100 %. Pomocí těchto vztahů je možné zařazovat také další, tzn. nové či neznámé vzorky do příslušných skupin podle doby skladování (tab. 3). V tomto případě bylo z 24 neznámých vzorků správně klasifikováno 22 pív, tj. 91,7 %. U správně i nesprávně zařazených vzorků pív lze navíc určit pravděpodobnost, s jakou byl vzorek do dané skupiny zařazen.

Tab. 3. Výsledky klasifikace neznámých vzorků do čtyř skupin podle doby skladování – Classification of unknown samples into 4 groups according to time of storage

Skupina <sup>1</sup>	Počet vzorků <sup>2</sup>	Predikce skupin <sup>3</sup>			
		1	2	3	4
1	8	8	0	0	0
	%	100	0	0	0
2	4	0	4	0	0
	%	0	100	0	0
3	4	0	1	3	0
	%	0	25	75	0
4	8	0	0	1	7
	%	0	0	12,5	87,5

<sup>1</sup>group; <sup>2</sup>number of samples; <sup>3</sup>group prediction





neoznačené vzorky = 100 čerstvých nebo skladovaných, nepasterovaných a v laboratoři pasterovaných piv, SA–SD = 24 paralelně analyzovaných piv pasterovaných v pivovaru (0 za písmenem = čerstvá piva, 1 za písmenem = skladování 1 týden, 2–7 za písmenem = skladování 2–7 měsíců) – labeled samples = 100 fresh or stored beers, unpasteurized or pasteurized in the laboratory, SA–SD = 24 parallelly analyzed beers pasteurized in the brewery (0 behind the letter = fresh beers, 1 behind the letter = storage for 1 week, 2–7 behind the letter = storage for 2–7 months)

<sup>1</sup>canonical discrimination function, <sup>2</sup>1. group (fresh and after 1 week of storage); <sup>3</sup>2. group (after 2 months of storage); <sup>4</sup>3. group (after 4 months of storage); <sup>5</sup>4. group (after 6–7 months of storage)

Obr. 4. Klasifikace 124 piv do čtyř skupiny podle doby skladování – Classification of 124 beers into 4 groups according to time of storage

Na obr. 4 jsou pro názornost vynesena skóre vzorků (a to jak 100 vzorků piv kalibračního souboru, tak i 24 neznámých vzorků), spolu s polohou těžišť jednotlivých skupin v osách první a druhé diskriminační funkce. Body, reprezentující vzorky piv jednotlivých skupin, jsou rozlišeny značkami, pro velký počet vzorků jsou zde jen kódy 24 neznámých vzorků. Na první pohled je zřejmé, že první diskriminační funkce prakticky rozlišuje všechny čtyři skupiny piv kalibračního souboru. Z neznámých piv jsou zařazeny správně do první skupiny všechna piva čerstvá a po jednotýdenním skladování (SA0–SD0 a SA1–SD1) a taktéž správně se do druhé skupiny řadí piva po 2 měsících skladování (SA2–SD2). Vzorky SB4, SC4 a SD4 (s výjimkou SA4, který je nesprávně řazen do druhé skupiny) jsou klasifikovány jako vzorky třetí skupiny (tj. piva skladovaná 4 měsíce). Kromě vzorku SD6, který je chybně řazen do třetí skupiny jsou vzorky SA6, SB6 a SC6 správně řazeny do čtvrté skupiny (spolu se vzorky SA7 až SD7, které byly skladovány po dobu dokonce 7 měsíců).

### Literatura

ISO 4121 (1978): Sensory analysis – Grading of food products by methods using scale categories. ISO, Geneva.

ISO 8586 (1989): Sensory analysis – General guidance for the selection, training and monitoring of the assessors - selected assessors. ISO, Geneva.

ISO 8589 (1988): Sensory analysis – General guidance for the design of test rooms. ISO, Geneva.

KAMIMURA M., KANEDA H. (1992): Analysis of stored beer. In: CHARLAMBOUS G. (Ed.): Off-flavor in Food and Beverages. Elsevier, Amsterdam: 433–472.

LINSKENS H. F., JACKSON J. F. (1988): Beer Analysis. Vol. 7. Springer, Berlin.

POLLOCK J. R. A. (Ed.) (1981): Brewing Science, Vol. 2., Academic Press, London.

MEILGAARD M. C., PEPPARD T. L., MORTON I. D., MACLEOD M. J. (1986): Food Flavours. Part B – The Flavour of Beverages. Elsevier, Amsterdam.

NGUYEN THI THU HUONG (1998): Vztahy mezi chemickým složením a senzorickým hodnocením piva. [Disertační práce.] VŠCHT, Praha.

SMITH G. L. (1984): In: PIGGOTT J. R. (Ed.): Sensory Analysis of Foods. Elsevier, London: 305–349.

Došlo 18. 11 1999

Přijato k publikaci 20. 12. 1999

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. JAN VELÍŠEK, DrSc., Vysoká škola chemicko-technologická, Ústav chemie a analýzy potravin, Technická 5, 166 28 Praha 6, Česká republika, tel.: + 420 2 31 15 217, fax: + 420 2 31 19 990, e-mail: Jan.Velisek@vscht.cz