

不同时期梨枣叶茶品质的差异性分析

徐变娜,王敏*,曹静,李翠丽

(西北农林科技大学,食品科学与工程学院,陕西杨凌 712100)

摘要:目的:研究梨枣叶茶感官、滋味、色泽及营养品质随采收时期的变化规律。方法:采收五月至八月间五个时段的梨枣嫩叶,利用炒青工艺制茶,对枣叶茶进行感官评定,测定其水浸出物、可溶性糖、茶多酚、咖啡碱、氨基酸、矿物质元素、总抗坏血酸以及叶绿素含量。结果:不同时期制成的枣叶茶水浸出物含量无显著差异($p>0.05$),可溶性糖、游离氨基酸、茶多酚及抗坏血酸含量都表现出显著差异($p<0.05$),由于咖啡碱含量极低,可视为未检出。此外梨枣叶茶具有高矿物质元素Zn和Fe以及高V_C含量的特点。最终五月份的梨枣叶茶条索紧细、色泽嫩绿,汤色明亮、滋味鲜醇,整体品质最好,水浸出物、游离氨基酸、茶多酚、可溶性糖和V_C含量分别为41.82%、8.99%、5.64%、114.72mg/g和136.5mg/100g;六月份叶茶干茶色泽和茶汤滋味次之,七月和八月份叶茶干茶色泽和茶汤滋味最差。结论:五月份是梨枣叶茶收获制茶的最佳时期,枣叶茶作为一种矿物质、维生素营养丰富,且无咖啡碱的新型茶叶极具开发潜力。

关键词:梨枣叶茶,不同时期,感官品质,营养品质

Difference analysis in quality of pear jujube leaf tea in different growth stages

XU Bian-na, WANG min*, CAO Jing, LI Cui-li

(College of Food Science and Engineering, Northwest A & F University, Yangling 712100, China)

Abstract: Objective: The changing pattern of sensorial quality of flavor, color etc., and nutritional quality character with the change of different growing stages. Methods: Tender leaves of pear jujube trees were selected in five growing stages from May to August, following by pan-firing to produce the tea, and the sensory evaluation, content of water extract, soluble sugar, tea polyphenol, caffeine, amino acids, mineral elements, ascorbic acid and chlorophyll were investigated. Results: No significant difference was found in the content of water extract ($p>0.05$), while the content of soluble sugar, amino acids, tea polyphenol and ascorbic acid significantly varied among stages ($p<0.05$). And the content of caffeine was in a rather low content which could be reported as not detected. Additionally, the pear jujube leaf tea contained high amount of Zn, Fe and Vitamin C. The tea in May possessed tight and thin strip, vivid green color, clear soup, fresh and pure taste with the best overall quality. The content of soluble sugar, amino acids, tea polyphenol, soluble sugar and ascorbic acid were 41.82%, 8.99%, 5.64%, 114.72mg/g and 136.5mg/100g, respectively. The colour and taste of tea of June was in the second place, and the worst found in July and August. Conclusions: Leaves for tea making were best in May, and jujube leaf tea was with great potential of new tea development with rich content of minerals and Vitamins, and no content of caffeine.

Key words: pear jujube-leaf tea; different growth stages; sensory quality; nutritional quality

中图分类号: TS201.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2012)16-0134-04

梨枣 (*Zizyphus jujube* Mill.cv. Lizao), 又名脆枣或者大铃枣, 是鲜食红枣中的一个优良品种。近年来随着陕北黄土丘陵地区退耕还林政策的推行, 人们利用现代滴灌技术兴建梨枣矮化密植园, 生产的山地红枣取得了良好的经济效益和生态效益。陕北地区生态薄弱, 生物资源显得尤为珍贵, 为促进枣树花芽分化, 摘心抹芽是矮化密植枣园管理的重要环节, 其费工费力, 但摘下来的枣芽枣叶大多被丢弃, 未被利用。

据《日华子本草》记载, 枣叶性味“温, 无毒。”而目前, 人们对红枣的研究主要集中在枣果上, 对枣属的植物叶研究较少, 关于枣叶的研究也多集中在光合速率及叶绿素等生理研究及病害防治等方面, 很少涉及到枣叶产品的开发利用。近年来, 随着粗茶的研究, 人们开发出多种药食同源植物的叶茶, 如枸杞叶茶、连翘叶茶、竹叶茶、银杏叶茶等, 作为生物资源, 很多功能性食物或药用植物叶子得到了更为广泛的利用。因此, 为减少资源浪费, 提高矮化密植枣园的经济效益, 本研究采用传统绿茶生产工艺将不同时期采摘的梨枣叶制成梨枣叶茶, 并对其感官、滋味、色泽及营养成分进行分析比较, 力求开发功能性枣嫩叶茶, 旨在为提高枣树综合利用提供新途径和基础资料。

收稿日期: 2012-03-19 * 通讯联系人

作者简介: 徐变娜(1986-), 女, 硕士, 研究方向: 食品营养与安全。

基金项目: 国家科技支撑计划资助项目(2011BAD29B04); 陕西省科技统筹创新工程(2011KTCL02-02)。

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器

梨枣鲜叶 2011年春夏季采自西北农林科技大学陕北米脂实验站矮化密植枣园,并在采收当天制茶,梨枣叶茶样品说明见表1;无水乙醇、盐酸、丙酮、碱性乙酸铅、茛三酮、谷氨酸、咖啡碱、硫酸亚铁、酒石酸钾钠、磷酸氢二钾、磷酸氢二钠、磷酸钠等均为国产分析纯。

表1 梨枣叶茶样品

Table 1 Samples of pear jujube leaf tea

编号	1	2	3	4	5
采摘时间	5月20日	6月12日	7月12日	7月30日	8月30日
枣叶形态	一芽二叶	一芽二叶	一芽二叶	一芽二叶	一芽二叶

721型可见分光光度计 上海光谱仪器有限公司;JD400-3电子分析天平、ESJ120-4电子天平 沈阳龙腾电子有限公司;HH-4数显恒温水浴锅 国华电器有限公司;KDC-40低速离心机 科大创新股份有限公司中佳分公司;KQ-700DE型数控超声波清洗器 昆山市超声仪器有限公司;调速多用振荡器 常州国华电器有限公司。

1.2 枣叶茶感官品质审评

梨枣叶茶制作工艺:原料选择—清洗—萎凋—杀青—揉捻—干燥—包装

对不同时期梨枣叶茶进行感官评定。采用3g茶叶,以茶水比为1:50、水温100℃冲泡5min,感官品质总分按外形10%、滋味30%、香气30%、汤色10%和叶底20%加权平均计算。

1.3 梨枣叶茶滋味品质的分析

1.3.1 水浸出物含量的测定 参照GB/T 8305-2002《茶水浸出物测定》。

1.3.2 可溶性糖含量的测定 蒽酮比色法。

1.3.3 氨基酸含量测定 参照GB/T 8314-2002《茶游离氨基酸总量测定》采用茛三酮比色法测定。

1.3.4 咖啡碱含量的测定 参照GB/T 8314-2002《茶咖啡碱含量测定》。

1.3.5 茶多酚含量的测定 参考L H Yao, et al^[1]的方法,称取2g(精确到0.001g)茶叶样品于250mL锥形瓶中,加入200mL煮沸蒸馏水,90℃水浴中浸提10min,过滤,残渣用热蒸馏水洗涤2~3次,合并滤液,冷却至室温、定容。准确吸取茶叶提取液2mL,注入25mL的容量瓶中,加入蒸馏水4mL,酒石酸盐溶液5mL,用pH7.5磷酸盐缓冲溶液稀释定容至25mL,混匀后,在540nm处,以试剂空白溶液作参比,测定吸光度。

$$\text{茶多酚}(\%) = 3.914 \times E \times V_0 \times 100 / 1000 / V_1 / W =$$

$$0.3914EV_0/V_1/W$$

式中:E:吸光值;V₀:茶叶浸提液总体积(250mL);V₁:测定所用茶叶浸提液体积(2mL);W:茶叶样品的干物质质量。

1.4 梨枣叶茶色泽品质的分析

参考郭桂义^[2]等方法测定梨枣叶茶叶绿素的含量。称取磨碎样1.000g于锥形瓶中,加入90mL萃取液(乙醇:丙酮:水=4.5:4.5:1.0),在室温避光条件下萃取24h,萃取结束后,过滤,用萃取液定容至100mL的容量瓶中,取少量滤液,以原液为空白,在分光光度计上测量在663、645nm处吸光度。叶绿素a(mg/g)=(12.70A₆₆₃-2.69A₆₄₅)×V/m;叶绿素b(mg/g)=(22.90A₆₄₅-4.68A₆₆₃)×V/m(V为混合液体积,mL;m为样品质量,g)。

1.5 梨枣叶茶矿物质及维生素的分析

1.5.1 矿物质含量的测定 将茶样置于烘箱内100℃下烘干,称取茶叶2g(精确到0.001g),置于30mL瓷坩埚中,800W电炉加热,同时逐滴加入混酸(H₂SO₄:HNO₃为2:3)10mL左右,继续加热至无烟。移置马福炉内,升温至600℃,保持8h,冷却后取出加入0.1mol/L HNO₃10mL最后定容至50mL,同时作平行空白。采用火焰原子吸收分光光度法测定铁、锌、钙、镁元素等7种矿物元素。

1.5.2 梨枣叶茶V_c含量的测定 称取茶叶4g(精确到0.001g)置于100mL容量瓶,用1%的草酸定容至刻度线,静置过滤,取25mL滤液采用2,4-二硝基苯肼法测定总抗坏血酸,滤液中加入2g活性炭,振荡反应1min过滤后,取10mL滤液与2%硫脲溶液1:1混匀。每个样品取4mL分别放入4个试管中,其中一个做空白,其余各加入1mL 2,4-二硝基苯肼,37.5℃水浴保温3h,然后将样品置于冰水中,将空白管取出冷却至室温,加入1mL 2,4-二硝基苯肼,混匀,静置10~15min后放入冰水中,各试管加入5mL 85%硫酸,0.5h后500nm处测吸光值。

2 结果与分析

2.1 不同时期梨枣叶茶感官品质评价

不同时期梨枣叶茶感官评价结果见表2。从表2可以看出,早期采收的茶样条索紧细,而晚期的则相对松散,这与早期梨枣叶的嫩度有一定关系,鲜叶越嫩越容易成形;干茶色泽、汤色、叶底色泽整体上随着时间的推移而逐渐变绿变深,这与叶绿素含量增加有关,叶绿素是构成干茶和叶底色泽的主要物质,其含量与茶叶嫩度、光照、温度及加工因素等都有很大关系;滋味则由鲜爽向浓厚过渡,这主要与水浸出物、氨基酸、茶多酚和可溶性糖含量等有关。从五个

表2 不同时期梨枣叶茶感官审评结果

Table 2 Sensory evaluation of pear jujube leaf tea in different growth stages

茶样	外形(10%)		汤色(10%)		香气(30%)		滋味(30%)		叶底(20%)		品质总分
	评语	评分	评语	评分	评语	评分	评语	评分	评语	评分	
1	条索紧细、色泽嫩绿	94	黄绿明亮	93	平和、持久	95	鲜醇、略带涩味	94	黄绿、明亮	95	94.4
2	条索紧细、色泽黄绿	93	黄绿较明亮	92	平和、较持久	93	鲜醇、略带涩味	93	黄绿、尚亮	92	92.7
3	条索尚紧细、色泽深绿偏暗	92	黄绿尚亮	91	稍显高火	90	醇厚、涩味较重	90	深绿、尚亮	91	90.5
4	条索尚紧细、色泽深绿	92	偏黄尚亮	90	高火	89	浓厚、涩味较重	88	深绿、尚亮	90	89.3
5	条索紧细略扁、色泽深绿较暗	90	偏黄尚亮	90	略带闷味	88	涩味较重	89	深绿、尚亮	89	88.9

表3 不同时期梨枣叶茶滋味品质分析

Table 3 Taste qualities analysis of pear jujube leaf tea in different growth stages

茶样	水浸出物(%)	可溶性糖(mg/g)	茶多酚(%)	氨基酸(%)	咖啡碱(%)	酚氨比
1	41.82±0.00 ^a	114.72±4.91 ^a	5.64±0.01 ^b	8.99±0.17 ^a	-	0.63±0.01 ^d
2	41.76±0.02 ^a	97.64±4.63 ^b	5.37±0.05 ^b	9.38±0.18 ^a	-	0.57±0.02 ^d
3	40.35±0.01 ^a	89.37±2.52 ^{bc}	6.26±0.12 ^a	5.89±0.16 ^c	-	1.06±0.01 ^b
4	39.39±0.01 ^a	81.29±3.31 ^c	6.23±0.02 ^a	7.81±0.28 ^b	-	0.80±0.02 ^c
5	40.42±0.01 ^a	114.88±5.40 ^a	6.30±0.15 ^a	5.19±0.24 ^c	-	1.22±0.08 ^a

注:-为检出量极低或未检出;a、b、c、d在同一列字母中,相同表示差异不显著,不同则表示差异显著($p<0.05$);表4同。

表4 不同时期梨枣叶茶的叶绿素含量(mg/g)

Table 4 Chlorophyll content(mg/g) of pear jujube leaf tea in different growth stages

茶样	1	2	3	4	5
叶绿素a	0.74±0.02 ^d	0.67±0.01 ^d	1.15±0.03 ^b	1.07±0.02 ^c	1.26±0.00 ^a
叶绿素b	0.22±0.01 ^c	0.19±0.01 ^c	0.34±0.01 ^b	0.35±0.01 ^b	0.40±0.00 ^a
叶绿素总量	0.95±0.02 ^c	0.86±0.02 ^c	1.49±0.04 ^b	1.42±0.03 ^b	1.66±0.01 ^a

时期的茶叶审评得分情况来看,梨枣叶茶感官总得分随月份的增加而降低,五月份的芽叶所制叶茶得分最高,品质最好,最适宜做茶,而六月和七月份的叶茶得分也较高,也比较适宜做茶,但八月份的叶茶得分最低,接受度较差。

2.2 梨枣叶茶滋味品质的分析

2.2.1 水浸出物含量的比较 五批茶样的水浸出物含量随着月份的增加整体上呈现下降趋势,但是并没有表现出显著性差异,详见表3。茶叶中能溶于热水的可溶性物质统称为水浸出物,含量一般在30%~47%^[9],与茶叶品质成正相关。水浸出物含量的高低与制茶过程中揉捻有着极大的关系,揉捻会增加茶样的细胞破损率,从而使绿茶的水浸出物含量增加,从而提高茶叶的可冲泡性^[9]。本研究5批茶样的水浸出物含量基本保持在40%左右,相对普通绿茶溶出物含量较为稳定,从内含成分上保证了梨枣叶茶的品质。

2.2.2 可溶性糖含量的比较 可溶性糖是茶汤的一种主要呈味物质,主要表现出甜味。由表3可知,不同时期茶样可溶性糖含量变化较为明显,茶样1与茶样5含量最高,茶样4含量最低,含量最高值约是最低值的1.41倍。茶样1与茶样5没有显著性差异,茶样3与茶样2、4没有显著性差异,但茶样2和茶样4存在显著差异。

2.2.3 游离氨基酸含量的比较 不同时期梨枣叶茶的游离氨基酸含量没有很规律的变化趋势。由表3可知,茶样2氨基酸含量最高,茶样5氨基酸含量最低,茶样2比茶样5高出4.19%。茶样1、2的氨基酸含量没有显著性差异,但与茶样3、4和5含量都存在显著性差异,同时茶样4与其他茶样都有显著性差异。游离氨基酸是构成茶叶品质尤其是茶汤滋味的重要化学成分,能增强茶汤的鲜爽度^[9]。氨基酸的变化与温度和光照强度有很大关系,在梨枣生长过程中,由于六月份整体上温度高、光照强度大,因此六月份的茶样氨基酸含量相对较高;而七月份雨水较多,光照和温度都受到一定限制,影响了氮的代谢,使其受到抑制,氨基酸含量与六月份相比有所下降。而茶样5也可能主要是受温度和光照因素影响,导致含量较低。茶叶中的氨基酸一般占茶叶干物质的1%~4%,而本

实验五个时期梨枣叶茶的氨基酸含量都在5%以上,从营养和滋味上都保证了梨枣叶茶的品质。

2.2.4 茶多酚含量的比较 由表3可知,不同时期梨枣叶茶的茶多酚含量变化不大,其中茶样1和2的茶多酚含量较低,茶样3、4、5的茶多酚含量相对较高。含量最高的茶样5约是含量最低的茶样2的1.17倍。茶样1、2与茶样3、4、5的茶多酚含量存在显著性差异。茶多酚是茶汤涩味形成的主体物质^[9],茶鲜叶中多酚类含量一般在18%~36%(干质量)^[7]之间,而五批茶样的茶多酚含量整体在6%左右,明显偏低。酚氨比五个时期也存在显著差异,茶样5茶多酚含量最高,氨基酸含量最低,酚氨比最大。酚氨比(茶多酚与氨基酸的比值)可以较好的反映绿茶的滋味品质。当茶多酚含量低,氨基酸含量高时,酚氨比低,茶汤味淡而鲜爽^[9],因此五批茶样的苦涩味较一般绿茶偏清淡。

2.2.5 咖啡碱含量的比较 茶叶中含有多种生物碱,其主要成分为咖啡因,又称茶咖啡碱,含量约为1%~5%^[9],是茶叶生物碱的代表成分,对促进神经兴奋等有一定作用。本实验对梨枣叶茶的咖啡碱含量进行了研究,咖啡碱含量极低,这可能是由于梨枣属鼠李科植物,物种差异导致的结果。但从侧面来讲,梨枣叶茶可能不具有传统绿茶的刺激神经作用,避免了饮茶引起兴奋而难以入睡的限制。

2.3 不同时期梨枣叶茶叶绿素含量

不同时期梨枣叶茶叶绿素含量见表4。由表4可知,茶样5的叶绿素含量最高,干茶呈现明显的深绿色,五月份和六月份的茶样叶绿素含量偏低,干茶色泽相对发黄。由表4可知,茶样1、2以及茶样3、4的叶绿素b及叶绿素总含量均没有显著性差异,而茶样5与其他四批茶样在叶绿素a、叶绿素b及叶绿素总量间均存在显著性差异。该结果与干茶茶样的色泽差异相一致。

2.4 梨枣叶茶营养成分的分析

2.4.1 矿物质含量测定 不同时期梨枣叶茶矿物质含量测定结果见表5。由表5可知,梨枣叶茶含有很丰富的无机元素,其中K是含量最丰富的矿物质,其次是Ca和Mg,茶样1的K和Fe含量比其他几个时期茶样含量都要高,而茶样2、3的Ca和Mg含量相对较高,茶样4、5的Zn含量较高,且远远高于花茶、红茶和绿

表5 不同时期梨枣叶茶矿物元素测定结果(mg/kg)

Table 5 Mineral element content(mg/kg) of pear jujube leaf tea in different growth stages

茶样	K	Ca	Cu	Mg	Fe	Zn	Mn
1	1.63×10 ⁴	1.48×10 ³	7.73	1.42×10 ³	8.03×10 ²	64.50	25.25
2	1.33×10 ⁴	2.15×10 ³	10.34	1.46×10 ³	4.60×10 ²	51.74	27.04
3	1.53×10 ⁴	2.13×10 ³	8.56	1.60×10 ³	2.69×10 ²	68.15	26.16
4	1.589×10 ⁴	1.46×10 ³	10.46	1.46×10 ³	2.62×10 ²	73.50	20.45
5	1.54×10 ⁴	2.69×10 ³	8.94	1.57×10 ³	2.07×10 ²	78.01	30.95

茶含量^[10],符合了人体对锌的需求。梨枣叶茶矿物元素的含量较为丰富,不同时期茶样矿质元素含量各有特征,这可能与植物代谢及物质聚集与转化关系密切。

2.4.2 梨枣叶V_c含量的测定 不同时期梨枣叶茶V_c含量测定结果见图1,可知五批茶样中V_c含量整体上呈现出先增加后降低的趋势,且在不同时期呈现出明显的差异(p<0.05)。其中,茶样3含量最高,达到324.6mg/100g,茶样1含量最低,为138.8mg/100g,最高值是最低值的2.38倍。梨枣叶茶抗坏血酸含量普遍较高,除了保证梨枣叶茶的营养价值外,可能对梨枣叶茶的抗氧化活性也有一定贡献。

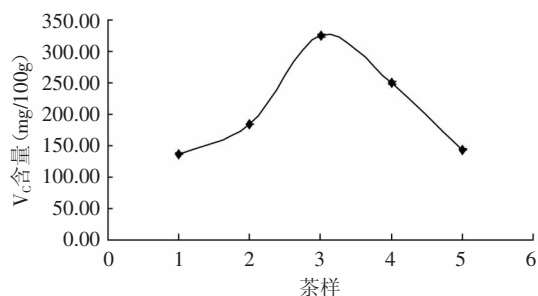


图1 不同时期V_c含量的比较

Fig.1 V_c content(mg/100g) of pear jujube leaf tea in different growth stages

3 结论

实验结果表明,不同时期制成的梨枣叶茶在感官、滋味、色泽及营养成分等方面存在一定差异。五月份的梨枣叶茶条索紧细、色泽嫩绿,汤色明亮、滋味鲜醇浓厚,整体品质最好,最适宜做茶;六月份叶茶干茶色泽和茶汤滋味次之,七月和八月份叶茶干茶色泽和茶汤滋味最差。各个时期梨枣叶茶营养成分的含量除水浸出物外,其余指标均差异明显,其

中,可溶性糖含量、游离氨基酸含量、多酚物质含量及V_c含量各个时期差异较大。梨枣叶茶具有高V_c含量、高Zn、Fe含量的特点,具有极大的开发潜力。除此之外,咖啡碱含量极低,可进一步研究梨枣叶茶的抗氧化作用及梨枣叶茶是否具有传统意义上的茶叶所具有的刺激神经兴奋的作用。

参考文献

[1] Yao L H, Jiang Y M, Caffin N, et al. Phenolic compounds in tea from Australian supermarkets[J]. Food Chemistry, 2006, 96: 614-620.

[2] 郭桂义, 刘黎, 胡强, 等. 春季不同时期信阳毛尖茶的化学成分和品质的比较研究[J]. 食品科技, 2007(9): 141-144.

[3] 郭桂义, 刘海芳, 陈廷彪, 等. 不同茶树品种桐柏玉叶茶叶的主要化学成分比较[J]. 食品科技, 2007, 12: 75-77.

[4] 刘静. 枸杞叶茶加工工艺的研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2008.

[5] 黄亚辉, 陈建华, 周筠, 等. 不同年代茯砖茶感官品质和化学成分的差异性[J]. 食品科学, 2010, 31(2): 228-232.

[6] Rusak G, Komes D, Likic S, et al. Phenolic content and antioxidative capacity of green and white tea extracts depending on extraction conditions and the solvent used[J]. Food Chemistry, 2008, 110: 852-858.

[7] 郭桂义, 严佩峰, 文宏, 等. 安吉白茶与信阳群体种信阳毛尖茶化学成分和品质的比较[J]. 食品科技, 2010, 35(6): 118-121.

[8] 周锡樑, 刘娟, 祝爱, 等. 外源氨基酸对茶叶的影响[J]. 氨基酸和生物资源, 2007, 20(2): 46-48.

[9] 袁丁, 陈义, 郭桂义, 等. 不同时期安吉白茶信阳毛尖茶化学成分与感官品质[J]. 湖北农业科学, 2010, 49(3): 623-625.

[10] 中国预防医学科学院, 营养与食品卫生研究所. 食物成分表(全国代表值)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1991: 50.

(上接第133页)

[6] Zhao Q Z, Zhao M M, Li J R, et al. Effect of hydroxypropyl methylcellulose on the textural and whipping properties of whipped cream[J]. Food Hydrocolloids, 2009, 8(23): 2168-2173.

[7] Berton C, Genot C, Ropers M H. Quantification of unadsorbed protein and surfactant emulsifiers in oil-in-water emulsions[J]. Journal of Colloid and Interface Science, 2011, 354(2): 739-748.

[8] Murray B S, Durga K, Yusoff A, et al. Stabilization of foams and emulsions by mixtures of surface active food-grade particles and proteins[J]. Food Hydrocolloids, 2011, 25(4): 627-638.

[9] 龙肇, 赵强忠, 赵谋明. 单甘酯和蔗糖酯复配比例对核桃乳稳定性的影响[J]. 食品与发酵工业, 2009(5): 181-184.

[10] Catherine C. Preparation of emulsions and particles by

membrane emulsification for the food processing industry [J]. Journal of Food Engineering, 2009, 92(3): 241-249.

[11] Aken G A. Competitive adsorption of protein and surfactants in highly concentrated emulsions: effect on coalescence mechanisms[J]. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2003, 213(2-3): 209-219.

[12] Paunov V N, Cayre O J, Noble P F, et al. Emulsions stabilised by food colloid particles: Role of particle adsorption and wettability at the liquid interface[J]. Journal of Colloid and Interface Science, 2007, 312(2): 381-389.

[13] 赵正涛, 李全阳, 杨倩, 等. 单甘酯对牛乳体系稳定性影响机理的研究[J]. 食品科学, 2009, 30(23): 123-126.