

啤酒中的多酚物质

王志坚

(河北省邯郸市渚河路渚南 6 条 7 号(啤酒厂院)2 单元 10 号,河北 邯郸 056001)

摘要: 介绍了啤酒中多酚物质的分类及其来源。啤酒中多酚物质具有氧化聚合、酸催化聚合、多酚与蛋白质络合、多酚溶出与二聚体裂解等性质。影响啤酒生产过程多酚含量的主要因素有麦芽组分、粉碎方法、糖化加甲醛量、糖化方法、糖化温度、洗糟水温度、酒花、浑浊物分离、麦汁通风情况及贮存等。多酚含量不当对啤酒的非生物稳定性、色度、酒的口味及啤酒的泡沫均有影响。

关键词: 啤酒; 多酚物质; 分类; 来源; 性质; 质量

中图分类号:TS262.5 ;TS261.4 ;TS261.7

文献标识码:B

文章编号:1001-9286(2008)12-0132-05

Introduction to Polyphenol Substances in Beer

WANG Zhi-jian

(Zhuhe Road No.7 Unit 2-10, Handan, Hebei 056001, China)

Abstract: The classification and the source of polyphenol substances in beer were introduced. Polyphenol substances in beer had the properties of oxidative polymerization, acid catalysis polymerization, complexing of polyphenol and proteins, polyphenol dissolving and dimer crack etc. The main factors influencing polyphenol content in beer covered malt compositions, grinding methods, addition level of formaldehyde in saccharification, saccharifying methods, saccharifying temperature, temperature of cleaning water, hops, separation of precipitate, wort ventilation and storage etc. Inadequate polyphenol content in beer would have adverse effects on non-biological stability of beer, beer colority, beer taste, and beer foam. (Tran. by YUE Yang)

Key words: beer; polyphenol substances; classification; source; property; quality

1 啤酒中多酚物质分类及其来源

1.1 啤酒中多酚物质分类

啤酒中多酚物质大致分为三大类:第一类是黄烷醇类。它是黄烷的多羟基衍生物,如花色素原、儿茶酸、表儿茶酸等。第二类是黄酮的多羟基衍生物,如酒花中的栎精、山茶酚、芦丁等。第三类是酚酸的衍生物,如香草酸、丁香酸、阿魏酸、芥子原酸(存在于麦芽中)、绿原酸、新绿原酸(存在于酒花中)、原儿茶酸没食子酸、咖啡酸等(存在于酒花中)。

按分子结构又称第一、第二类为单体多酚;第三类为单体酚。单体酚又分为两类:①不缩合酚酸类化合物,具有较强的还原能力并有利于啤酒风味稳定性,如原儿茶酸、没食子酸、咖啡酸等;②可缩性单体多酚,如黄酮醇、儿茶素及单体花色素原。

聚合多酚按其性质也可分为两类:①分子量在 500~3000 之间,由 2~10 个黄烷醇类分子缩合而成的低聚体,又称聚合单宁或单宁化合物,如二黄烷、三黄烷

类;②分子量在 3000 以上,高聚合度黄酮类化合物,其活性较低,鞣化力弱。

1.2 啤酒中多酚物质来源

啤酒中多酚主要来源于原料大麦和酒花。酚类物质占大麦干重的 0.3%~0.4%,存在于麦皮、胚乳、糊粉层及贮存蛋白质中。发芽过程随麦芽溶解而游离。麦芽溶解得越好,则多酚物质游离越多。低蛋白质含量的大麦比高蛋白质含量的大麦多酚含量高。麦芽烘干温度在 70~100℃ 之间时,烘干温度越高,产生出的麦芽多酚含量越高。酒花中多酚含量一般在 4%~14%,主要由单体酚、单体多酚及聚合多酚组成。它们易溶于水,和麦芽中多酚相比,酒花中多酚含有较多花色苷、单宁和缩合单宁。其沉淀蛋白质作用比麦芽中的多酚强烈得多。

糖化过程蛋白质分解和浸出物溶出的同时也使多酚得以游离。麦汁中 0.3~0.5 g/L 的多酚来自麦芽,0.3~0.7 g/L 来自酒花。麦汁中过多的 HCO_3^- 存在和多酚的酶氧化反应,会使酚类物质中的单体多酚聚合,形

收稿日期:2008-08-07

作者简介:王志坚(1944-),男,河北磁县人,大学,高级工程师,长期从事啤酒研究、开发与管理工作,获市优秀科技成果二等奖、省优秀新产品二等奖、市科技进步一等奖、省质量管理一等奖各 1 项,发表专业论文 200 余篇,多篇获奖。

成分子量大于 3000 的高聚合度多酚（非单宁类化合物）。此聚多酚具有比单一或二黄烷较高鞣化力。随着进一步氧化和聚合,使多酚聚合指数升高。多酚聚合度越高,活性越差。会使啤酒色泽加深,口味粗糙、后苦。高聚合度复合物沉淀蛋白质效果也差。

2 啤酒中多酚物质性质

2.1 氧化聚合

多酚在空气中容易氧化聚合。首先是儿茶酸氧化成邻醌,再与另一个分子花色苷或儿茶酸形成双黄烷。继而通过双黄烷氧化聚合形成三黄烷和高聚合产物。在花色苷原和儿茶酸之间还可以发生交错反应。这种共聚还会在其他黄酮类化合物之间进行。

2.2 酸催化聚合

在酸性条件下,花色苷原和儿茶酸很容易聚合。由于啤酒是偏酸性胶体溶液,所以聚合反应成为可能。只是啤酒酸性弱,反应缓慢而已,但加热可催化聚合。聚合时首先是吡喃环破裂,然后通过 C_2 与另一个 C_6 发生反应形成二聚物,进而聚合成三聚物和多聚物。

Fe^{3+} 和 Cu^{2+} 在多酶聚合中起催化作用。其中 Cu^{2+} 参与反应,而 Fe^{3+} 以复合物形式催化且更为强烈。啤酒中 Fe^{3+} 多以复合物存在,因而 Fe^{3+} 的催化更具重要性。

2.3 多酚与蛋白质络合

多酚与蛋白质络合在啤酒生产中具有重要意义。蛋白质多肽键中氧原子与多酚中羟基之间形成氢键。疏水的氨基酸为脯氨酸、色氨酸、异亮氨酸、缬氨酸等多与多酚疏水性环结构的疏水键,以及带正电荷的蛋白质和带负电荷的多酚之间形成离子键。由于在啤酒酸性条件下多酚的羟基不带电荷,因而难以形成离子键。

啤酒中低聚合度酚类(二聚体、三聚体)很容易与蛋白质络合形成沉淀析出。而高分子多酚属黄酮类化合物,分子量在 3000 以上,活性较差。它的存在影响啤酒的色泽和口味。而简单多酚不具有鞣化力。但简单黄酮醇类如花色苷,在低温下与蛋白质以氢键络合形成暂溶性复合物。

2.4 多酚溶出与二聚体裂解

在制麦过程多酚已开始游离。麦芽粉与水接触后即有少许多酚溶出。麦汁煮沸时加入酒花,酒花中多酚溶入麦汁。高 pH 值有利于多酚溶出。另外,二聚体多酚在酸性介质中加热至 80℃ 以上可以完全裂解。所以,麦汁煮沸过程二聚体有所减少。

需要说的是,麦芽和酒花中多酚物质性质有所不同,麦芽中多酚物质聚合指数较高,一般在 3 左右。高聚多酚比例也高,带入啤酒将对啤酒的口味、胶体稳定性产生不利影响。

酒花中多酚聚合指数较低,一般在 1~2 间,尤其是新鲜酒花聚合指数更低。因酒花中有大量单体酚,包括非缩合酚酸类及可缩合黄烷醇类:儿茶酸、花色苷。新鲜酒花中较大比例为低聚酚。实践证明,单体酚对啤酒稳定性无影响。但低聚酚强烈影响着啤酒的浑浊度。麦汁煮沸时加入新鲜酒花,因聚合指数低,麦汁中低聚酚与蛋白质含量明显降低,反之则高。聚合指数高导致煮沸后蛋白沉淀差。聚合指数在此表示氧化程度。聚合指数高,氧化程度就高。

3 啤酒生产过程影响多酚含量的因素

3.1 麦芽组分对多酚组成的影响

胚乳层含有较高的花色苷,糊粉层含有较多的总多酚,麦皮层的聚合指数较高。糖化液中的多酚由糊粉层带入。乳胚层与糊粉层比例的改变可影响啤酒性质。麦芽组分对多酚的影响见表 1。

表 1 不同麦芽组分的初滤麦汁的多酚组成

项目	胚乳粉	糊粉层粉	麦皮	总麦芽
组分(%)	75.6	15.8	8.6	100
多酚(mg/L)	46.0	58.0	30.4	76.2
花色苷(mg/L)	14.8	11.8	2.6	23.6
聚合指数	3.11	4.91	11.69	3.23

3.2 粉碎方法对多酚组成的影响

粉碎方法对麦汁中多酚组成和含量有明显影响。如干法粉碎麦皮粉碎较细会有更多的多酚浸出。而湿法粉碎在糖化长时间接触会溶出较多花色苷,如果采取改进型连续浸渍湿法粉碎,效果更好,可使聚合指数控制在合适范围之内。不同麦汁的粉碎方法对多酚组成的影响结果分别见表 2~表 4。

表 2 粉碎方法对多酚的影响(定型麦汁)

项目	干粉碎	增湿粉碎	湿粉碎
总多酚(mg/L)	2.5	196	241
花色苷(mg/L)	62	57	79
聚合指数	3.47	3.43	3.03

表 3 浸渍湿粉碎浸渍时间对多酚的影响(定型麦汁)

项目	时间(min)				
	10	20	30	40	60
总多酚(mg/L)	202	206	202	200	215
花色苷(mg/L)	71	69	62	61	60
聚合指数	2.85	2.99	3.25	3.28	3.58
啤酒口味顺序	3	2	1	4	5

注:浸渍温度为 50℃。

适宜的粉碎方法不仅可以提高糖化室收得率,也会改变麦汁中多酚的组成和含量。

3.3 酿造用水对多酚的影响

酿造用水对醪液 pH 值有重要影响。当酿造用水中

表 4 连续浸渍湿法粉碎对多酚的影响(定型麦汁)

项目	湿法粉碎	连续浸渍湿式粉碎
糖化室收得率(%)	26.1	76.4
多酚(mg/L)	201	195
花色苷(mg/L)	74	82
聚合指数	2.80	2.38

含有过多碳酸氢盐时,会造成醪液 pH 值不正常,从而影响到多酚的分解和分离。使用高残碱度酿造用水,其对麦皮的强烈浸渍,会使过量多酚物质溶出,由于对多酚分解能力差,使花色苷和单宁含量降低,产生不合格聚合指数。残余碱度为 5°dH,可作为淡色啤酒酿造用水,可不进行处理。条件允许时残余碱度应不超过 2°dH,甚至为负值更为有利。酿造用水及醪液 pH 值对多酚的影响见表 5、表 6。

表 5 酿造用水及醪液 pH 值对多酚的影响(定型麦汁)

项目	蒸馏水	残碱度为+10° dH	醪液 pH5.4
多酚(mg/L)	252	253	251
花色苷(mg/L)	80	64	97
聚合指数	3.15	3.95	2.95

表 6 醪液 pH 值对多酚的影响

项目	pH 值			
	5.85	5.60	5.40	5.20
糖化时间(min)	25	18	20	30
多酚(mg/L)	192	195	189	203
花色苷(mg/L)	59	65	63	71
聚合指数	3.25	3.00	3.00	2.85

较低 pH 值有利于多酚成分的浸出。多酚聚合指数明显下降。一般麦汁 pH 值低,酿制的啤酒口味好,涩味及粗杂苦味较少。

3.4 糖化加甲醛对多酚的影响

传统方法糖化过程加入甲醛以减少参与冷浑浊的花色苷含量。甲醛与醪液中酰胺缩合形成一种产物,这种产物进一步与多酚和花色苷结合,形成不溶性络合物,从醪液中分离出来以改善啤酒稳定剂。目前关于无甲醛糖化另当别论。

添加甲醛对麦汁中多酚的影响见表 7。

表 7 加甲醛对麦汁中多酚的影响(煮沸前麦汁)

项目	正常	甲醛 500 mg/kg 麦芽
多酚(mg/L)	162.5	28.4
花色苷(mg/L)	60.4	7.4
聚合指数	2.69	3.84

3.5 糖化方法对多酚的影响

随着下料温度的提高,多酚溶出量较少。糖化时间较短,聚合指数合理。糖化方法对多酚的影响见表 8。

在煮沸法中单宁和花色苷含量较低,这是因反应物

表 8 糖化方法对多酚的影响(煮沸前混合麦汁)

项目	浸出法			二次煮沸法
下料温度(°C)	37	50	60	50
总多酚(mg/L)	175	179	166	177
花色苷(mg/L)	72	76	70	68
聚合指数	2.43	2.39	2.37	2.60
单宁(mg/L)	113	102	94	98

质在煮沸过程中沉淀、分离与聚合,及操作过程不可避免氧的吸入造成的。

3.6 氧化对多酚的影响

在糖化过程分醪、导醪、过滤、洗糟、煮沸等工序难免有氧吸入。多酚过氧化氢酶在低温下料时 50~60 °C 具有强烈作用;多酚氧化酶在整个糖化过程中活性保持稳定;68~72 °C 氧化作用特别强烈,较高温度(≥85 °C)才能被破坏。氧化作用使酚类物质分离,聚合指数上升,醪液 pH 值同时升高。氧化作用不仅减少单宁、花色苷含量,总多酚也会减少。导致后面麦汁煮沸时蛋白质分离差,色泽加深。酿制的啤酒色度较深和口味粗糙。如果用惰性气体保护,则可收到良好效果,结果见表 9、表 10。

表 9 存在惰性气体、空气条件下对多酚的影响

项目	氮气	对比(无)	空气
总多酚(mg/L)	256	190	168
花色苷(mg/L)	166	106	80
聚合指数	1.54	1.70	2.07
单宁(mg/L)	394	244	148

表 10 过滤时麦汁含氧量对多酚的影响(定型麦汁)

项目	过滤时麦汁含氧量			
	0.2	1.0	3.0	10.0
多酚(mg/L)	262	258	259	256
花色苷(mg/L)	132	116	95	76
聚合指数	2.0	2.2	2.7	3.4

3.7 糖化温度对多酚的影响

醪液中多酚含量随糖化温度升高而增加,其浸出物溶解也明显增加。花色苷在 20~45 °C 时其含量仅有小幅上升。在 80 °C 时花色苷与其他糖化阶段的含量差别表现出过氧化氢酶、多酚氧化酶的活性。实验证明,45 °C 时约 42%、65 °C 时约 65% 的多酚通过氧化而损失掉。糖化温度对多酚的影响见表 11。

表 11 糖化温度对多酚的影响

项目	温度(°C)			
	20	45	65	80
多酚(mg/L)	57.2	63.3	72.6	75.6
花色苷(mg/L)	23.8	25.8	26.6	33.3
聚合指数	2.40	2.47	2.73	2.30

3.8 不同洗糟温度对多酚的影响

以定型麦汁为例,洗糟麦汁色度一次比一次升高,

其原因是皮壳在热水中长时间浸渍,增加了麦壳溶解。多酚物质强烈溶出而导致色度上升,使啤酒质量受到影响。见表12。

表12 洗糟对多酚的影响

项目	头号麦汁	一次洗糟麦汁	二次洗糟麦汁	三次洗糟麦汁	满锅麦汁
多酚(mg/L)	236	200	79	37	151
花色苷(mg/L)	110	91	50	28	61
色度(EBC)	7.8	5.6	3.2	2.2	5.0
(以12°P麦汁计)					
多酚(mg/L)	171	172	184	294	170
花色苷(mg/L)	80	78	117	222	72
色度(EBC)	5.6	4.8	7.5	17.5	5.9

洗糟水温应控制在76~78℃,pH5.6~6.5,尽量减少洗糟水使用量,防止洗糟过度。残糖以1%~1.5%为宜。

3.9 酒花对多酚的影响

以同一品种整片酒花制成不同酒花制品应用于生产,对啤酒中多酚的影响见表13。

表13 不同酒花制品对多酚的影响

项目	整片酒花	酒花粉	浓缩酒花粉	标准浸膏	树脂浸膏
多酚(mg/L)	185	180	165	158	145
花色苷(mg/L)	55	55	48	45	42
色度(EBC)	7.5	7.5	7.3	7.3	7.1

从表13中可看出,啤酒中多酚含量取决于最初酒花制品含量。相对于整片酒花,标准酒花浸膏添加量少及较少水溶性浸出物损失,带入麦汁中多酚也较少。但却有较高聚合指数。树脂浸膏中不含多酚。这种浸膏使麦汁和啤酒中多酚含量最低,色泽最浅。酒花氧化对多酚产生的影响见表14。

表14 酒花氧化对多酚产生的影响
(酒花量120 mg/L α-酸)

项目	整片酒花		标准浸膏	
	新鲜	氧化	正常	氧化
酒花多酚 p.I 值	1.23	1.69	2.07	5.40
多酚 a.计算值	206.5	202.0	183.3	183.3
(mg/L) b.分析值	203.6	211.1	186.5	187.5
变化	-2.9	+9.1	+3.2	+4.2
花色苷 a.计算值	109.0	98.4	71.6	66.9
(mg/L) b.分析值	76.5	75.9	60.9	58.4
变化	-32.5	-22.5	-10.7	-8.5
麦汁多酚 p.I 值	2.66	2.78	3.06	3.21
100mg 多酚色度	0.35	0.47	0.70	0.85
E430×10				

只有新鲜整片酒花多酚麦汁煮沸时减少,花色苷减少,其聚合度越来越强烈。被氧化的高聚合度的花色苷则保留在麦汁中。以氧化的多酚计,煮沸的麦汁其聚合

指数也较高。煮沸后残留于麦汁中的多酚色度较高。

3.10 浑浊物分离对多酚的影响

主要指热、冷凝固物分离的影响。在热凝固物中多酚物质占20%~30%,在麦汁冷却至60℃前析出。冷凝固物中多酚物质占11%~26%。随冷凝固分离温度下降,麦汁中多酚物质相应减少。

3.11 麦汁通风对多酚物质的影响

麦汁通风越强烈,酵母繁殖越旺盛,新生酵母细胞表面吸附多酚类物质越多。调整麦汁含氧量可影响麦汁中多酚物质含量。充氧量一般控制在8~10 mg/L 麦汁。

3.12 发酵过程对多酚的影响

正常情况下,麦汁中多酚物质随泡量而析出。敞口式发酵酵母繁殖强烈,形成较多泡量而析出较多的多酚物质。密闭发酵则损失较少。发酵期间随着pH值下降,温度降低多酚物质逐步析出,长时间低温贮存有利于多酚含量减少。

3.13 PVPP 处理对多酚含量的影响

适量PVPP吸附处理能除去40%以上形成蛋白质-多酚浑浊物中的多酚(主要是儿茶酸类、花色素原及聚多酚)。针对引起浑浊的2~4聚多酚吸附力更强。PVPP处理降低了啤酒中多酚聚合指数,预防冷浑浊,改善啤酒非生物稳定性。PVPP处理对多酚的影响见表15。

表15 PVPP 处理对多酚的影响

PVPP 添加量 (g/m ³)	总多酚		花色苷	
	含量(mg/L)	减少量(%)	含量(mg/L)	减少量(%)
0	118.9	/	60.7	/
400	77.1	35.2	42.9	29.3
500	72.9	38.5	41.6	31.6
600	70.5	46.3	38.0	35.6

3.14 贮存对多酚含量的影响

在成品贮存过程中,多酚和啤酒中β-球蛋白、δ-醇溶蛋白以氢键结合,在20℃以下形成可逆浑浊(俗称“冷浑浊”),造成啤酒失光。总多酚中花色苷、花色素原发生二聚、三聚反应,变成聚多酚。聚多酚又与氧化聚合蛋白质结合,先以小颗粒析出,随着时间的延长,聚合度越来越高。最终沉淀于容器底,形成永久性浑浊。

4 多酚对啤酒质量的影响

4.1 对啤酒非生物稳定性的影响

蛋白质-多酚浑浊是最常见的非生物浑浊。浑浊物中蛋白质占45%~60%,多酚占10%~15%。啤酒中多酚的存在使啤酒冷浑浊、永久性浑浊成为可能。单体多酚与蛋白质结合形成可溶性多酚-蛋白质复合物。结合力很弱,属可逆反应。遇冷,浑浊;加热(≥20℃),复溶,称其为冷浑浊。如果多酚经氧化为二聚体、三聚体后

与蛋白质产生共价键则形成永久浑浊。所以,只要减少啤酒中的蛋白质、多酚含量,就能有效防止浑浊发生。

4.2 对啤酒色度的影响

啤酒中多酚物质特别是黄酮类化合物聚合和氧化都会加深啤酒色度。随着进一步聚合产生一种深色的带刺激口味的树皮色素。可缩合单体多酚(分子量≤500)在酸性条件下氧化聚合,氧化物醌使啤酒色度加深,口味粗糙。同时影响啤酒非生物稳定性。酒花中单宁遇铁呈褐色,氧化后变成红色、棕色鞣酐。糖化阶段随多酚氧化麦汁色度也会加深。发酵阶段随温度降低,pH 下降,一些色素物质会析出。加之酵母对色素物质的吸附,色度会有所下降。

4.3 对啤酒口味的影响

啤酒中多酚物质是口味助剂,但过多的多酚物质和不适宜的聚合指数,会使啤酒变得粗糙而后苦。多酚还能促进脂肪酸和醇类物质氧化生成醛类,加速啤酒老化。

4.4 对啤酒泡沫的影响

啤酒中多酚具有沉淀蛋白质的作用,会造成组成泡沫的蛋白质减少,过度沉淀会使啤酒泡沫变差。

5 啤酒中多酚含量的控制

合理控制啤酒中多酚含量对啤酒质量是很有必要的。其主要方法有以下几种。

5.1 优选啤酒大麦。选用皮薄、粒大、饱满且多酚物质含量低的大麦。

5.2 制麦时用 NaOH 调浸麦用水 pH>7,或用大麦重 0.03 %~0.05 %的甲醛水浸麦。

5.3 麦芽充分焙焦,降低多酚氧化酶活性。

5.4 采用湿粉碎法或连续浸渍湿式粉碎,尽量保持麦皮完整。

5.5 糖化时添加甲醛 200~250 mg/L 麦汁。

5.6 控制好糖化阶段 pH 值,糖化醪 pH5.4~5.6,洗糟水 pH6.0~6.5,麦汁煮沸时 pH5.2~5.4。

5.7 不同原料(主要是麦芽)采用不同糖化工艺。麦芽质量好时采取高温下料,短时间糖化方法。

5.8 洗糟水温 76~78 ℃,尽量减少洗糟用水量,残糖 1 %~1.5 %为宜。

5.9 使用新鲜酒花或无多酚酒花浸膏。

5.10 糖化时尽量减少氧的摄入。

5.11 及时排放冷凝物,适当延长低温贮酒时间。0~-1 ℃贮酒,不低于 7 d。

5.12 过滤时采用 PVPP 吸附。

5.13 酿造后期,严格避氧。●

中国轻工业出版社图书邮购目录

书名	定价 (元/册)	邮费 (元/册)	书名	定价 (元/册)	邮费 (元/册)
酒精与蒸馏酒工艺学	55	8	葡萄酒酿造与欣赏	16	3
酒精工艺学(中职教材)	18	3	葡萄酒工业手册	48	7
*玉米酒精生产新技术	50	8	*白兰地工艺学	20	4
*白酒酿造工教程(上)(基础知识)	25	4	*苹果酒酿造技术	43	7
*白酒酿造工教程(中)(初级中级高级工适用)	22	4	特种啤酒酿造技术	24	4
*白酒酿造工教程(下)(技师高级技师适用)	45	7	啤酒生产工艺(技工教材)	48	7
白酒生产技术全书	120	18	啤酒工艺学(中职教材)	36	5
新型白酒生产与勾调技术问答	32	5	黄酒和清酒生产问答	25	4
新型白酒勾调技术与生产工艺	15	3	药酒 ABC	10	2
白酒勾兑技术问答	16	3	药酒生产实用技术	28	4
白酒品评与勾兑	20	4	药酒配方 800 例	15	3
配制酒生产问答	25	4	酶制剂应用手册	28	4
*新版配制酒配方	20	4	*新编酶制剂实用技术手册	35	5
生料酿酒技术	36	5	*酵母生产与应用手册	50	8
小曲白酒生产指南	22	4	新编调酒师手册	36	5
*凤型白酒生产问答	35	5	调酒师教程	40	6
*凤型白酒生产技术	30	5	*发酵食品微生物学(引进版)	85	13
酿造酒工艺学(第二版)	50	8	生物工程设备	50	8
*英汉意法葡萄酒词典	45	7	发酵工厂设备(中职教材)	45.25	7
*葡萄酒酿造学——原理及应用(引进版)	88	13	发酵工厂设计概论(职教教材)	28	4
*国际葡萄酒药典——葡萄酒辅料标准	28	4	中国酿酒科技发展史	120	18
*葡萄酒品尝法	20	4			

- (1) 邮购办法:收款地址:北京市东长安街 6 号 中国轻工业出版社 收款人:读者服务部
邮政编码:100740 联系电话:(010) 65241695/85111729 传真:(010) 85111730
- (2) 字迹务必清楚,以免误投。在汇款单的“附言”栏内注明所购书名和册数。
- (3) 有*号为近期出版新书。