

适宜陇东地区机械化收获的高产早熟矮秆耐密植酿造高粱品种引种筛选

石晓瑛 (甘肃省平凉市农业科学院, 甘肃平凉 744000)

摘要 为筛选适宜陇东地区机械化收获的高产、早熟、矮秆、耐密植酿造高粱品种, 在种植密度为 15 万株/hm² 的条件下, 对引进的 10 个酿造高粱品种的物候期、农艺性状及产量进行了大田鉴定。结果表明, 吉杂 145 具有株高适宜、穗柄长、茎秆粗壮、耐倒伏等特点, 符合机收酿造高粱品种主要指标要求; 同时其成熟早、植株生长整齐、抗病虫性强、穗型紧凑、穗子长、穗粒优势大, 产量最高, 其产量为 9 747.74 kg/hm², 极显著高于其他参试品种, 较对照品种增产 30.06%, 应作为机械化收获首选酿造高粱品种在陇东地区推广应用; 吉杂 168 有较高的产量水平和机收相关性状, 较对照增产 19.68%, 可作为机械化收获搭配酿造高粱品种在陇东地区种植; 吉杂 166、吉杂 163 和吉糯杂 5 虽然在机械化收获和诸多农艺性状上有较好的表现, 但增产水平较低, 引进种植价值不大; 其余 5 个品种均较对照明显减产, 减幅为 0.44%~30.65%, 生产上不再考虑。

关键词 陇东地区; 机械化收获; 高产; 酿造高粱; 产量

中图分类号 S514 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)11-0028-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.11.009



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Introduction and Selection of High-yielding, Early-maturing, Short-stalked and Dense-tolerant Sorghum Varieties Suitable for Mechanized Harvesting in Longdong Area

SHI Xiao-ying (Pingliang Academy of Agricultural Sciences, Pingliang, Gansu 744000)

Abstract To screen high-yielding, early-maturing, short-stalked and dense-tolerant sorghum varieties suitable for mechanized harvesting in Longdong Area, under the condition of 150 000 plants/hm², we carried out field identification on the phenological period, agronomic characters and yield of 10 sorghum varieties. Results showed that Jiza 145 had the characters of suitable plant, long stem petiole, wide stem diameter and lodging resistance, which met the requirements for brew sorghum with mechanized harvesting. At the same time, Jiza 145 had the characters of early mature, uniform plant growth, compact panicle, long ear, great ear advantages. Its yield was the highest (9 747.74 kg/hm²), which was extremely higher than other tested varieties, and enhanced by 30.06% compared with the yield of control. Therefore, Jiza 145 should be the first extension choice in Longdong Area. Jiza 168 had relatively high yield and mechanized harvesting characters. Its yield enhanced by 19.68% compared with that of control, which could be planted in Longdong Area as the match varieties. Jiza 166, Jiza 163 and Jinuoza 5 showed relatively good performance in mechanized harvesting and agronomic characters, but their introduced planting values were relatively poor. The yield of other five varieties reduced significantly compared with that of control, decreasing by 0.44%~30.65%, so that they were not considered to be used in production.

Key words Longdong Area; Mechanized harvesting; High yield; Brew sorghum; Yield

高粱是全球第 5 大作物, 具有抗旱、耐涝、抗盐碱、耐贫瘠、耐高温等特点, 因此在平原、山川、涝洼、碱地均可种植^[1]。在中国, 高粱是传统酿酒、酿醋产业的主要原料, 85% 以上的高粱用于酿造^[2-3]。高粱是陇东地区主要杂粮作物之一, 年播种面积 0.7 万 hm² 以上。由于域内一大批新兴酿造业的拉动, 使得高粱年需求量达到 18 万 t 以上, 然而外调的就占 10 万 t 左右, 导致高粱产能严重不足^[4]。生产机械化是高粱的根本出路^[5], 其首先是高粱收获机械化^[6]。但目前, 高粱生产仍以手工作业和传统的农具为主, 且应用的品种单一, 为中晚熟或晚熟品种, 种植密度为 10.5 万~12.0 万株/hm², 平均株高 173 cm 以上, 不利于机械化收获作业^[7-8], 可见, 引进筛选适宜机械化收获的高产、早熟、矮秆、耐密植酿造高粱品种, 以解决本地高粱生产实际问题是当务之急^[9-11]。实现高粱机械化生产首先是对品种的需求^[12]。鉴于此, 笔者引进 10 个酿造高粱新品种, 在种植密度为 15.0 万株/hm² 的条件下, 对其物候期、综合农艺性状及产量进行大田鉴定, 旨在为陇东地区选择适宜机械化收获的酿造高产高粱品种, 丰富本地高粱品种资源, 助推高粱产业大力发展。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验地位于 106° 70' E, 35° 55' N, 海拔 1 182 m, 年均气温 8.0~8.5 °C, 无霜期 172 d, >10 °C 的积温 2 800 °C, 持续 150 d 左右, 全年 60% 的降雨集中在 7、8、9 月。土壤为黄绵土, pH 7.68, 土壤有机质 20.53 g/kg、速效氮 67 mg/kg、速效磷 62 mg/kg、速效钾 100.39 mg/kg。地势平坦, 耕层深厚, 前茬为小麦。

1.2 试验材料 参试高粱品种 11 个, 分别为吉杂 136、晋中 19-1、吉杂 145、吉杂 168、吉糯杂 5、吉杂 166、吉杂 163、吉杂 138、吉杂 159、吉杂 229-1 和平试 18(表 1), 其中平试 18 为对照品种。

1.3 试验设计 试验以不同品种为处理, 采用随机区组法排列, 3 次重复, 小区面积 18 m²。前茬小麦收获后, 及时深耕晒垡, 翌年 4 月 25—26 日, 依次撒施基肥、旋耕、划小区, 基肥施入腐熟纯牛粪 25 000 kg/hm²、磷酸二铵 375 kg/hm²; 4 月 28 日开沟播种, 每小区种植 6 行, 行长 5 m, 行距 60 cm, 株距 11.1 cm。拔节期和抽穗期分别追施 1 次尿素, 施入量分别为 150 和 100 kg/hm²。高粱生长过程中, 不除分蘖; 高粱出苗期和成熟期加强看管, 以防鸟、禽危害; 其他管理同大田。

1.4 调查项目及方法 严格按《全国高粱品种区域试验调查记载项目及标准》调查其物候期; 植株主要农艺性状及品

作者简介 石晓瑛(1975—), 女, 甘肃正宁人, 副研究员, 从事高粱新品种选育、节本高效抗旱栽培技术研究及其产业化示范推广工作。

收稿日期 2021-02-25

种抗性;高粱成熟后测定株高、茎粗、穗长和穗柄长。高粱收获时,每小区收取中间 4 行进行计产,收获面积 12 m²。按小区测定穗粒重和千粒重,每小区随机称取 20 穗的籽粒重,计算穗粒重;每小区随机称取 1 000 粒重,重复取 3 次,计算千粒重。

1.5 数据处理 利用 Excel 2007 应用软件处理试验数据;采用 SPSS 19.0 进行方差分析。数据均采用“平均值±标准误差”表示。

2 结果与分析

2.1 不同高粱品种物候期的比较 由表 2 可知,10 个参试高粱品种均能正常成熟,其成熟期为 9 月 20 日—10 月 15 日,生育期为 135~160 d。其中吉杂 145 成熟最早,较对照提前成熟 25 d,生育期较对照缩短 23 d;其次为吉杂 168,较对照提前成熟 22 d,生育期较对照缩短 20 d;晋中 19-1、吉糯杂 5 和吉杂 229-1 次之。

表 2 不同高粱品种物候期的比较

Table 2 Comparison of the phenological periods of sorghum varieties

品种名称 Variety name	播种期 Sowing date	出苗期 Seedling date	抽穗期 Heading date	盛花期 Full flowering date	成熟期 Mature date	生育期 Growth period//d
吉杂 136 Jiza 136	04-28	05-08	08-12	08-22	10-10	155
晋中 19-1 Jinzhong 19-1	04-28	05-08	08-09	08-16	09-25	140
吉杂 145 Jiza 145	04-28	05-08	07-30	08-07	09-20	135
吉杂 168 Jiza 168	04-28	05-08	08-09	08-16	09-23	138
吉糯杂 5 Jinuoza 5	04-28	05-08	08-09	08-16	09-25	140
吉杂 166 Jiza 166	04-28	05-08	08-10	08-21	10-08	153
吉杂 163 Jiza 163	04-28	05-08	08-10	08-21	10-08	153
吉杂 138 Jiza 138	04-28	05-08	08-15	08-25	10-15	160
吉杂 159 Jiza 159	04-28	05-08	08-15	08-25	10-15	160
吉杂 229-1 Jiza 229-1	04-28	05-08	08-08	08-16	09-25	140
平试 18 Pingshi 18(CK)	04-28	05-10	08-12	08-24	10-15	158

2.2 不同高粱品种农艺性状和抗性的比较 由表 3 可知,10 个参试高粱品种中,除芽鞘色、穗型、壳色、粒色、粒型分别和对照略有不同外,其他农艺性状均与对照相同。其中晋中 19-1 和吉糯杂 5 的芽鞘色与对照不同,均为浅紫色;其穗型除吉杂 136、吉糯杂 5 和吉杂 229-1 与对照同为中散型外,其

表 1 参试高粱品种来源和种植密度的比较

Table 1 Comparison of the name, source and planting density of sorghum varieties

品种名称 Variety name	来源 Source	种植密度 Planting density 万株/hm ²
吉杂 136 Jiza 136	吉林省农业科学院	15.0
晋中 19-1 Jinzhong 19-1	山西省农业科学院	15.0
吉杂 145 Jiza 145	吉林省农业科学院	15.0
吉杂 168 Jiza 168	吉林省农业科学院	15.0
吉糯杂 5 Jinuoza 5	吉林省农业科学院	15.0
吉杂 166 Jiza 166	吉林省农业科学院	15.0
吉杂 163 Jiza 163	吉林省农业科学院	15.0
吉杂 138 Jiza 138	吉林省农业科学院	15.0
吉杂 159 Jiza 159	吉林省农业科学院	15.0
吉杂 229-1 Jiza 229-1	吉林省农业科学院	15.0
平试 18 Pingshi 18(CK)	平凉市农业科学院	15.0

余品种均为中紧型;吉杂 168、吉杂 163 的壳色为浅褐,其余品种均与对照相同,为红褐色;从粒色来看,除吉杂 136、吉杂 168、吉杂 163 与对照不同外,其余品种均与对照相同,为红褐色;吉杂 145 的粒型为椭圆型。所有参试品种均生长整齐一致、无病虫害及倒伏现象发生。

表 3 不同高粱品种农艺性状及抗性的比较

Table 3 Comparison of the agronomic characters and resistances of different sorghum varieties

品种名称 Variety name	芽鞘色 Bud sheath color	幼苗色 Seedling color	主脉色 Main vein color	穗型 Ear type	穗形 Ear shape	壳色 Shell color	粒色 Grain color	粒型 Grain shape	着壳 Shell	植株整齐度 Plant uniformity	病虫害发生程度 Occurrence of diseases and insects	倒伏程度 Lodging degree
吉杂 136 Jiza 136	绿	绿	白	中散	纺锤	红褐	黄红	卵圆	少	++	轻	0
晋中 19-1 Jinzhong 19-1	浅紫	绿	白	中紧	纺锤	红褐	红褐	卵圆	少	++	轻	0
吉杂 145 Jiza 145	绿	绿	白	中紧	纺锤	红褐	红褐	椭圆	少	++	轻	0
吉杂 168 Jiza 168	绿	绿	白	中紧	纺锤	浅褐	白褐	卵圆	少	++	轻	0
吉糯杂 5 Jinuoza 5	浅紫	绿	白	中散	纺锤	红褐	红褐	卵圆	少	++	轻	0
吉杂 166 Jiza 166	绿	绿	白	中紧	纺锤	红褐	红褐	卵圆	少	++	轻	0
吉杂 163 Jiza 163	绿	绿	白	中紧	纺锤	浅褐	白褐	卵圆	少	++	轻	0
吉杂 138 Jiza 138	绿	绿	白	中紧	纺锤	红褐	红褐	卵圆	少	++	轻	0
吉杂 159 Jiza 159	绿	绿	白	中紧	纺锤	红褐	红褐	卵圆	少	++	轻	0
吉杂 229-1 Jiza 229-1	绿	绿	白	中散	纺锤	红褐	红褐	卵圆	少	++	轻	0
平试 18 Pingshi 18(CK)	绿	绿	白	中散	纺锤	红褐	红褐	卵圆	少	++	轻	0

注: -, + 和 ++ 分别代表植株不整齐、较整齐和整齐

Note: -, + and ++ indicated irregular, relatively regular and regular, respectively

2.3 不同高粱品种茎及穗部性状的比较 由表4可知,10个参试高粱品种的株高、茎粗、穗长、穗柄长、穗粒重、千粒重分别为114.77~146.93 cm、14.31~22.13 mm、24.00~29.22 cm、34.67~50.76 cm、34.14~64.97 g和22.66~

29.84 g,其中吉杂145的株高、茎粗、穗长、穗柄长、穗粒重和千粒重均极显著高于对照;吉杂168的茎粗、穗柄长、穗粒重和千粒重均极显著高于对照。

表4 不同高粱品种茎及穗部性状的比较

Table 4 Comparison of the stem and ear characters of different sorghum varieties

品种名称 Variety name	株高 Plant height cm	茎粗 Stem diameter mm	穗长 Ear length cm	穗柄长 Petiole length cm	穗粒重 Ear grain weight g	千粒重 1 000-grain weight//g
吉杂 136 Jiza 136	145.07±3.70 abAB	17.07±0.25 fE	24.00±0.42 fE	34.67±0.82 fF	45.67±0.64 eE	23.85±0.31 eF
晋中 19-1 Jinzhong 19-1	114.77±3.41 dD	20.49±0.25 cdBC	28.79±0.19 aAB	41.30±0.50 cdCD	34.14±0.40 gF	23.76±0.36 eFG
吉杂 145 Jiza 145	146.93±1.27 aA	22.13±0.34 aA	29.22±0.58 aA	49.90±0.36 aA	64.97±0.34 aA	29.34±0.11 aA
吉杂 168 Jiza 168	136.60±1.82 bcABC	21.59±0.19 abAB	26.86±0.13 cdBCD	44.17±0.70 bB	60.78±0.32 bB	29.84±0.37 aA
吉糯杂 5 Jinuoza 5	132.60±5.34 cBC	17.50±0.25 fDE	27.25±0.48 bcdABC	38.33±0.29 eE	49.42±0.53 dD	27.58±0.21 bCD
吉杂 166 Jiza 166	146.70±1.22 aA	18.68±0.10 eD	25.15±0.14 eFDE	39.26±0.31 eDE	53.32±0.33 cC	28.98±0.28 aAB
吉杂 163 Jiza 163	134.27±1.87 cABC	20.72±0.43 bcdBC	26.83±0.65 cdBCD	40.13±0.62 deDE	53.32±0.22 cC	27.96±0.20 bBC
吉杂 138 Jiza 138	145.13±0.91 abAB	14.31±0.27 gF	26.33±0.41 deCD	43.80±1.06 bBC	52.20±0.53 cC	26.53±0.26 cD
吉杂 159 Jiza 159	116.70±1.03 dD	19.91±0.50 dC	28.33±0.63 abcABC	42.90±0.76 bcBC	49.72±0.24 dD	22.66±0.27 fG
吉杂 229-1 Jiza 229-1	130.63±4.91 cC	20.87±0.16 bcBC	28.78±0.33 aAB	50.76±0.53 aA	49.05±0.22 dD	25.10±0.32 dE
平试 18 Pingshi 18(CK)	133.57±3.71 cABC	20.43±0.27 cdBC	28.53±0.75 abAB	41.20±0.31 cdCD	35.52±0.25 fF	24.23±0.33 eEF

注:同列不同小写字母表示在0.05水平差异显著;同列不同大写字母表示在0.01水平差异极显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

2.4 不同高粱品种产量的比较 由表5可知,10个参试品种中,有5个品种均较对照增产,增幅为0.59%~30.06%,其中吉杂145增产极显著,其产量为9 747.74 kg/hm²,较对照增产30.06%,其次为吉杂168,产量为8 969.87 kg/hm²,较对照增产19.68%。

表5 不同高粱品种产量的比较

Table 5 Comparison of the yields of different sorghum varieties

品种名称 Variety name	小区产量 Plot yield kg	折合产量 Converted yield kg/hm ²	较CK增产 Yield increase compared with CK//±%	位次 Rank
吉杂 136 Jiza 136	8.27±0.43 cC	6 889.26	-8.08	8
晋中 19-1 Jinzhong 19-1	6.24±0.32 dD	5 197.51	-30.65	10
吉杂 145 Jiza 145	11.70±0.46 aA	9 747.74	30.06	1
吉杂 168 Jiza 168	10.76±0.42 abAB	8 969.87	19.68	2
吉糯杂 5 Jinuoza 5	9.05±0.37 cBC	7 539.29	0.59	5
吉杂 166 Jiza 166	9.60±0.59 bcBC	7 997.65	6.71	3
吉杂 163 Jiza 163	9.39±0.46 cBC	7 825.39	4.41	4
吉杂 138 Jiza 138	8.95±0.50 cBC	7 461.46	-0.44	6
吉杂 159 Jiza 159	8.95±0.67 cBC	7 455.96	-0.52	7
吉杂 229-1 Jiza 229-1	6.39±0.16 dCD	5 328.02	-28.91	9
平试 18 Pingshi 18(CK)	8.99±0.09 cBC	7 494.79	—	—

注:同列不同小写字母表示在0.05水平差异显著;同列不同大写字母表示在0.01水平差异极显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

3 结论与讨论

孔凡信等^[13]研究结果表明,机械化酿造高粱品种引进筛选时,应首先考虑株高,其次为经济产量。杜志宏等^[14-16]研究认为,株高在100~150 cm、熟期早、穗柄稍长、耐密植、抗倒伏等综合性状是衡量酿造高粱品种是否适合机收的主要指标。

产量是作物生产追求的终极目标之一,其高低与作物本身的综合农艺性状等息息相关^[17]。优良品种的科学合理选择是显著提高作物产量的重要途径^[18]。

综上,该试验结果表明,在15.0万株/hm²的种植密度条件下,吉杂145具有株高适宜、穗柄较长、茎秆粗壮、耐倒伏等特点,符合机收酿造高粱品种主要指标要求;同时其成熟早、植株生长整齐、抗病虫性强、穗型紧凑、穗子长、穗粒优势大^[19],产量最高,其产量为9 747.74 kg/hm²,极显著高于其他参试品种,较对照品种增产30.06%,应作为机械化收获首选酿造高粱品种在陇东地区推广应用。吉杂168亦具有有机收相关性状和较高的产量水平,较对照增产19.68%,可作为机械化收获搭配酿造高粱品种在陇东地区种植。吉杂166、吉杂163和吉糯杂5虽然在机械化收获等农艺性状上有较好的表现,但增产水平较低,引进种植价值不大。其余5个品种均较对照明显减产,减幅为0.44%~30.65%,生产上不再考虑。进一步分析试验结果显示,酿造高粱的穗粒重、千粒重均与产量间存在较明显的正相关关系,这与隋虹杰等^[20-23]的研究结果较一致,生产上可据其选择适宜的高产品种。

此外,目前国内适宜机械化生产的酿造高粱品种很多,该试验只选择了10个,因此其引进筛选还有很大的试验空间,今后还应继续进行深化研究,从而筛选出更适宜本地种

植的机械化收获高产酿造高粱品种,为当地高粱机械化生产和集约化经营^[24-26]提供更高效的技术支撑。

该试验设置在甘肃省东部半干旱地区,其种植环境、土壤状况、栽培措施、管理水平^[27-30]等在陇东地区具有代表性,其研究结果可为相同或相近地区的酿造高粱生产提供依据。

参考文献

- [1] 卢伏善. 高粱学[M]. 北京:中国农业出版社,1999:466-491.
- [2] 郝丰园. 小作物酿出大产业——高粱岗位体系专家张福耀访谈录[J]. 农业技术与装备,2010(17):28-31.
- [3] 焦少杰,王黎明,苏德峰,等. 优质酿造高粱龙杂5号的选育及推广应用[J]. 黑龙江农业科学,2006(2):11-12.
- [4] 石晓瑛. 7个粒用高粱品种在陇东地区适应性评价[J]. 种子,2020,39(6):135-138.
- [5] 张福耀,平俊爱. 高粱的根本出路在于机械化[J]. 农业技术与装备,2012(20):19-21.
- [6] 张建勋,刘利珍,高庭耀,等. 高粱机械化收获试验分析与收获机选型[J]. 农业技术与装备,2020(4):49-51.
- [7] 杜志宏,平俊爱,吕鑫,等. 高粱机械化种植品种选择及优质高产栽培技术[J]. 农业工程技术,2017,37(23):52-54.
- [8] 黄瑞冬,高悦,周宇飞,等. 矮秆高粱辽杂35光合特性与产量构成因素[J]. 中国农业科学,2017,50(5):822-829.
- [9] 焦少杰. 机械化栽培高粱龙杂7号的选育[J]. 中国农学通报,2006,22(2):140-141.
- [10] 王黎明. 早熟机械化栽培高粱品种龙杂7号[J]. 中国种业,2006(3):44.
- [11] 姜艳喜,焦少杰,王黎明,等. 极早熟机械化栽培高粱新品种龙杂18号[J]. 种子,2018,37(2):111-112.
- [12] 李慧明,李霞,平俊爱,等. 我国高粱机械化发展前景及配套栽培技术研究[J]. 现代农业科技,2015(14):45-46,48.
- [13] 孔凡信,刘志,肖继兵. 辽西地区适宜机械化生产酿造高粱品种综合评价[J]. 农学学报,2019,9(6):4-11.
- [14] 杜志宏,张福耀,平俊爱,等. 高粱产业机械化发展探讨[J]. 现代农业

科技,2014(24):87-88.

- [15] 李霞,杜志宏,平俊爱,等. 机械化高粱发展前景及高产栽培技术[J]. 科学种养,2015(Z1):224.
- [16] 史红梅,宋旭东,李爱军,等. 高粱产业化生产如何与现代农业机械相结合[J]. 山西农业科学,2012,40(4):307-309,356.
- [17] 郭梁,ANDREAS WILKES,于海英,等. 中国主要农作物产量波动影响因素分析[J]. 植物分类与资源学报,2013,35(4):513-521.
- [18] 辜胜前. 谈谈作物优良品种的选择与利用[J]. 农民致富之友,2015(6):101-102.
- [19] 高士杰,刘晓辉,李继洪. 高粱高产育种应重视株型和穗结构性状的改良[J]. 种子,2007,26(3):83-84.
- [20] 隋虹杰,成慧娟,张修,等. 28个高粱新品种在赤峰地区的筛选及应用[J]. 种子,2015,34(9):108-110.
- [21] 赵建武,王磊,崔金胜. 高粱穗部主要性状与产量的关系[J]. 山西农业科学,2016,44(1):9-10,44.
- [22] 张桂香,翟世宏,李爱军. 高粱穗部主要性状与产量的相关分析[J]. 杂粮作物,2005,25(2):77-79.
- [23] 王国山,顾恒琴,侯忠. 对作物品种资源工作的认识与思考[J]. 国外农学—杂粮作物,1997(3):34-36.
- [24] 周作昂,赵绍阳,何庆红. 劳动力老龄化对农业土地流转和规模经营的影响[J]. 财经科学,2020(2):120-132.
- [25] 徐学光. 推动农村土地流转是加快现代农业发展的重要途径[J]. 农民致富之友,2018(8):20.
- [26] 陈宁. 推进农业结构调整促进农民增收的重要途径[J]. 农民致富之友,2015(5):134.
- [27] 詹鹏杰,平俊爱,楚建强,等. 不同种植环境和密度对机械化栽培高粱农艺性状及产量的影响[J]. 山西农业科学,2019,47(10):1783-1788,1814.
- [28] 于澎湃,白晓倩,卢华雨,等. 高粱品种(系)耐密性分析及其对主要产量性状的影响[J]. 江西农业,2020(2):107-108.
- [29] 高士杰,王方. 气候因素与高粱主要性状的相关分析[J]. 中国农业气象,1991,12(2):19-22.
- [30] 许宁,张冰,宗凌红,等. 辽宁海城市高粱生产气候资源评价[J]. 安徽农业科学,2009,37(6):2432-2433.

(上接第25页)

- [30] SOBEH M, YOUSSEF F S, ESMAT A, et al. High resolution UPLC-MS/MS profiling of polyphenolics in the methanol extract of *Syzygium samarangense* leaves and its hepatoprotective activity in rats with CCl₄-induced hepatic damage[J]. Food and chemical toxicology, 2018, 113:145-153.
- [31] ZHANG Y J, ZHOU T, WANG F, et al. The effects of *Syzygium samarangense*, *Passiflora edulis* and *Solanum muricatum* on alcohol-induced liver injury[J]. International journal of molecular science, 2016, 17(10):1-11.
- [32] ZHANG Y J, WANG F, ZHOU Y, et al. Effects of 20 selected fruits on ethanol metabolism: Potential health benefits and harmful impacts[J]. International journal of environmental research and public health, 2016, 13:1-13.
- [33] KHAMCHAN A, PASEEPHOL T, HANCHANG W. Protective effect of wax apple (*Syzygium samarangense* (Blume) Merr. & L. M. Perry) against streptozotocin-induced pancreatic β -cell damage in diabetic rats[J]. Biomedicine & pharmacotherapy, 2018, 108:634-645.
- [34] SIMIRGIOTIS M J, ADACHI S, TO S, et al. Cytotoxic chalcones and antioxidants from the fruits of a *Syzygium samarangense* (Wax Jambu)[J]. Food chemistry, 2008, 107(2):813-819.
- [35] SOBEH M, PETRUK G, OSMAN S, et al. Isolation of myricitrin and 3,5-di-O-methyl gossypetin in *Syzygium samarangense* and evaluation of their involvement in protecting keratinocytes against oxidative stress via activation of the Nrf-2 pathway[J]. Molecules, 2019, 24(9):1-14.
- [36] KUO Y C, YANG L M, LIN L C. Isolation and immunomodulatory effect of flavonoids from *Syzygium samarangense*[J]. Planta medica, 2004, 70(12):1237-1239.
- [37] KO H, KIM Y J, AMOR E C, et al. Induction of autophagy by dimethyl cardamonin is associated with proliferative arrest in human colorectal carcinoma HCT116 and LOVO cells[J]. Journal of cellular biochemistry, 2011, 112(9):2471-2479.
- [38] KAMADA Y, YAKABU H, ICHIBA T, et al. Castalagin and vescalagin purified from leaves of *Syzygium samarangense* (Blume) Merrill & L. M. Per-

ry: Dual inhibitory activity against PARP1 and DNA topoisomerase II[J]. Fitoterapia, 2018, 129:94-101.

- [39] YANG J, SU J C, LEI X P, et al. Acylphloroglucinol derivatives from the leaves of *Syzygium samarangense* and their cytotoxic activities[J]. Fitoterapia, 2018, 129:1-6.
- [40] AMOR E C, VILLASEÑOR I M, ANTEMANO R, et al. Cytotoxic C-methylated chalcones from *Syzygium samarangense*[J]. Pharmaceutical biology, 2007, 45(10):777-783.
- [41] AMOR E C, VILLASEÑOR I M, YASIN A, et al. Prolyl endopeptidase inhibitors from *Syzygium samarangense* (Blume) Merr. & L. M. Perry[J]. Z Naturforsch, 2004, 59(1/2):86-92.
- [42] AMOR E C, VILLASEÑOR I M, GHAYUR M N, et al. Spasmodic flavonoids from *Syzygium samarangense* (Blume) Merr. & L. M. Perry[J]. Z Naturforsch, 2005, 60(1/2):67-71.
- [43] 黎晓霞. 莲雾清汁饮料的加工工艺研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(27):14948-14949.
- [44] 王作龙, 邢顺果, 马红梅. 莲雾发酵型乳饮料的加工工艺研究[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(10):145-147, 209.
- [45] 朱萍, 梁大伟. 莲雾酒生产工艺的研究[J]. 江西食品工业, 2011(4):37-38, 41.
- [46] 李宏杨, 邢增通, 柯用春, 等. 莲雾果酒的发酵工艺研究[J]. 现代食品科技, 2013, 29(3):609-611, 530.
- [47] 陈赶林, 任红, 郑凤锦, 等. 不同干酵母对莲雾果酒酿造的影响[J]. 南方农业学报, 2017, 48(4):704-709.
- [48] 任红, 郑凤锦, 方晓纯, 等. 低醇莲雾果酒发酵工艺的研究[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(1):50-54.
- [49] 李西腾, 李红涛. 莲雾果醋醋酸发酵条件的优化[J]. 食品工业, 2016, 37(1):140-142.
- [50] 黄俊生. 利用莲雾落果加工低糖果脯[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(3):100-103.
- [51] 张福平, 马瑞君, 王季梅, 等. 莲雾叶黄酮类化合物微波提取工艺及其抗氧化性研究[J]. 广东农业科学, 2011, 38(22):91-94.