

菊花花期调控技术研究进展

敖地秀^{1,2,3,4}, 黄丛林^{2,3,4*} (1. 北京农学院园林学院, 北京 102206; 2. 北京市农林科学院北京农业生物技术研究中心, 北京 100097; 3. 北京市功能花卉工程技术研究中心, 北京 100097; 4. 农业基因资源与生物技术北京市重点实验室, 北京 100097)

摘要 介绍了菊花花期调控的主要关键技术, 总结了近些年有关温度、光照、水肥及激素等调控菊花花期的研究。结合研究实践, 对菊花花期调控研究存在的问题进行了分析。最后, 对未来菊花花期调控的研究方向及其应用前景进行了展望。

关键词 菊花; 花期调控; 研究进展; 展望
中图分类号 S682.1⁺1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)05-0021-04

Research Progress of the Key Technologies of Chrysanthemum Florescence Regulation
AO Di-xiu^{1,2,3,4}, HUANG Cong-lin^{2,3,4} (1. School of Landscape Architecture, Beijing University of Agriculture, Beijing 102206; 2. Beijing Agricultural Biotechnology Research Center, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097; 3. Beijing Engineering Research Center for Functional Flower, Beijing 100097; 4. Beijing Key Laboratory of Agricultural Genetic Resources and Biotechnology, Beijing 100097)

Abstract The key technologies of chrysanthemum florescence regulation were briefly introduced. Researches in recent years on chrysanthemum florescence regulation were summarized, such as temperature, light, water, fertilizer and hormone. Combining with the practical researches, the existing problems in chrysanthemum florescence regulation were analyzed. Finally, future development direction and application prospect were forecasted.

Key words Chrysanthemum; Flowering regulation; Research progress; Prospect

菊花(Chrysanthemum)是菊科多年生草本植物,与梅、兰、竹合称四君子。菊花原产于中国,为我国著名的传统花卉。其花色丰富、花型典雅多彩,具备观赏价值和药用、饮用和食用功能。在8世纪前后,作为观赏的菊花由我国传至日本。17世纪末荷兰商人将我国菊花引入欧洲,再经过欧洲引入北美,此后我国菊花遍及全球。随着人们生活水平的不断提高,自然花期开放的菊花已不能满足人们的需要,尤其是在元旦、春节、五一以及国庆等节假日出现花期错位和开花期过短等问题。另外,菊花花期影响着菊花育种效率。因此,菊花花期调控研究意义重大,笔者分别从温度控制、光照控制、水肥控制、激素处理和栽培技术等方面对近年来菊花花期调控技术进行了综述,并分析了其存在的问题及发展前景,以期对菊花花期调控技术研究及其开发利用提供技术指导。

1 生物学特性

1.1 形态特征及分类 菊花属多年生草本植物,茎直立粗壮、多分枝、呈棱状、半木质化,节间长短不一。菊花叶子是识别品种的依据之一,叶型大,互生,呈绿色或浓绿色。头状花序,花单生或数朵聚生,边缘为舌状花,中间为筒状花,共同着生在花盘上,也有全是舌状花或筒状花的。花序的颜色、形状、大小变化很大。形状有球形、托桂形、卷散形、松针形、莲座形、翎管形。花色有黄、白、红、粉、紫、绿等几大分类色系。小型花单花直径为2~5 cm,大型花单花直径10~20 cm。种子为极细小的瘦果,黄褐色,中间膨大,两边略突出,上边呈扁平楔型。

菊花按照自然花期分为春菊(花期为4月下旬—5月下

旬);夏菊(花期为5月下旬—8月);秋菊(花期为10月下旬—11月下旬);寒菊(花期为12月下旬—次年的2月)^[1]。

1.2 生态习性 菊花为典型的短日照植物,适应性强,分布地域广。喜阳光充足、气候凉爽、通风良好的环境条件。生长适温为18~21℃。温度在10℃以上,隐芽开始萌发。但幼苗期、分枝期、孕蕾期要求较高气温条件(18℃以上);低温时则植株生长不良。另外,其地下根能忍受-17℃低温,但在-23℃会受到冻害。菊花对日照长短反应很敏感,在日照长度为13.5 h且夜间与白天温度差为15℃时,花芽才能分化^[2]。每天不超过11 h的光照才能现蕾开花,因此人工进行短日照的控制能延长或提前花期。但过分遮阳会导致花卉质量下降。菊花的生长对土壤要求不严,生长适应性强,但肥沃疏松、排水良好的砂壤土为佳。土壤酸碱度以中性或稍偏酸性为适宜。在低洼盐碱地不宜栽培。另外,菊花在生产上采用轮作的种植方式,不适宜连作。

菊花生长耐旱怕涝,但不同生长期对水分的需求也有差异。苗期到孕蕾前是植株发育旺盛期,适宜湿润条件,这期间应保持适当的浇水;但水分过多易造成烂根死苗。开花期应保持干旱条件,从而使花期延长。菊花为耐贫瘠植物,施肥过多会引起植株旺长,而施肥过少植株叶和花卉质量不能提高,因此水肥研究是养护菊花的一项技术。

2 菊花花期调控技术途径及问题

2.1 温度控制 在菊花生长的过程中,温度是影响菊花生长发育的重要因子^[3]。植株体内的同化、吸收、呼吸等生理活动都必须在一定的温度条件下才能正常进行。如果没有适合其生育的温度,就会直接影响其生长和开花。多名研究者发现菊花在10~25℃的气温条件下生长发育最为适宜,在此温度范围内温度升高则其生长速度相应加快,过高、过低都会影响菊花的正常生理活动。研究表明大花型菊花在25℃时花蕾发育速度加快,缩短了花蕾发育的时间^[2]。而在20℃时花芽分化速度最快^[3]。野生二倍体菊花在高温条

基金项目 北京市科委项目(D161100001916004);北京市农林科学院创新基金项目(JNKST201610、KJXC20170108);北京市功能花卉工程技术研究中心创新平台。

作者简介 敖地秀(1992—),女,贵州遵义人,硕士研究生,研究方向:菊花栽培技术。*通讯作者,研究员,博士,从事花卉育种与产业关键技术等研究工作。

收稿日期 2017-11-17

件下开花相关基因在茎尖的表达延迟^[4]。在 10 ~ 20 ℃ 时多头小菊生长期延长;在 13 ~ 20 ℃ 时其生长期缩短^[5]。因此利用人工调控环境温度可一定程度调控花期。创造利于菊花生长的适宜温度范围,基本可以实现菊花在元旦、五一等不同的时期开花。在研究与实践的基础上,通过对温度的处理,可以实现反季节栽培。菊花开放后根据时间早晚和开放程度来选择加温或降温。通过控制处理的温度和处理的时间,

可对调控菊花提前或延后起到一定的作用。

由表 1 可知,花芽分化是菊花花期调控最关键的要素,菊花花芽分化对温度很敏感,因此促进菊花提前开花,必须提前菊花花芽分化,温度是花芽分化提前进行的必要条件,开花的早晚是由花芽分化速度和花蕾发育速度决定的。适当改变温度,增加花蕾生长速度,可以在一定的时期内达到需要的效果。

表 1 温度对菊花花期调控的影响

Table 1 Effects of temperature on chrysanthemum flowering

序号 Code	温度 Temperature	试验材料 Test material	主要作用 Major function	参考文献 Reference
1	25 ℃ 左右	大花型秋菊	花蕾发育速度加快	余容等, 2006 ^[2]
2	20 ℃ 左右	黄金球和银峰铃	花芽分化速度最快	石万里等, 1990 ^[3]
3	低温弱光	神马	菊花植株生长减缓,甚至停止	梁芳, 2009 ^[6]
4	高温	野生二倍体菊花	开花相关的基因在茎尖的表达在高温条件下延迟	Yoshihiro Nakano 等, 2013 ^[7]
5	10 ~ 20 ℃	多头小菊	在菊花生长期延迟其生长,使其在元旦开花	王二虎等, 2016 ^[5]
6	13 ~ 20 ℃	多头小菊	在菊花生长期使其生长加快,使其在五一起开花	王二虎等, 2016 ^[5]

在温度对菊花花期调控的研究途径中,温度的调控相对方便、可操作性强,但是目前研究温度对菊花花期的影响,还未探明降低或者增加温度对菊花花期影响的对应天数,这其中存在很大的研究困难。

2.2 光照控制 光是影响植物成花的主要环境因子,为光合作用提供能量,并触发光形态建成。光通过光强、光质、光周期影响植物的生长发育,其中光周期包括昼夜周期和季节周期^[8]。光周期现象是指植物对昼夜长短的反应。植物在漫长的进化过程中,逐渐形成了特有的生活周期,通过生物钟感知光周期信号,并作出一系列反应,从而正常生长发育。菊花为短日照植物,开花时间很大程度上取决于光照时间,

受光周期影响显著。光照条件不但可以延长或提前花期,还能改变植株观赏质量。光照条件的改变对菊花花期调控起决定性作用,可以对菊花进行一定时期的短日照处理以达到人们对特定花期的需求。

由表 2 可知,传统菊花光照 8 h,则植株生长较差、瘦弱、自立性差等。在蓝色光照下,可以使一些菊花品种的植株矮化^[9]。大菊在短日照处理条件下,部分菊花品种花期可以提前 25 ~ 44 d;日照时数延长达 14 h,促进菊花营养生长,延迟花期^[10]。不同时期进行短日照处理标准菊花品种,花期效果也显著不同^[11]。

表 2 光照对菊花花期的影响

Table 2 Effects of illumination on chrysanthemum flowering

序号 Code	光照条件 Light condition	试验材料 Test material	主要作用 Major function	参考文献 Reference
1	光照 8 h	传统菊	植株瘦弱、花梗细、自立性差、花色较浅	孙静清, 2008 ^[7]
2	蓝色光质	传统菊	植株较矮,因品种而异	孙静清, 2008 ^[7]
3	日照时数长于 13.5 h,光照强度不高于 51 x	独本菊	花期提前	北京市地方标准, 2011 年
4	日照时数短于 13.5 h,补光强度不低于 100 x	独本菊	花期延后	北京市地方标准, 2011 年
5	短日照处理	大菊	花期提前 25 ~ 44 d	梁芳 等, 2010 ^[6]
6	日照时间延长达 14 h	大菊	促进营养生长,延迟花期	梁芳 等, 2010 ^[6]
7	不同时期短日照处理	标准菊花品种	不同时期进行短日照处理,效果不同	PardeepKaur, 2016 ^[8]

在菊花花期调控中,光照是决定菊花开花的关键因素。但是在满足光照的条件下,温度和栽培时期也是影响菊花开花的必要条件。在同一光照条件下,温度不同,则菊花开花时间不同。在菊花花期控制中,严格控制光照条件,成本较高,因此结合温度、激素同时调控花期能在节约成本的基础上,种植出高质量的花卉。

2.3 水肥调控 水肥能改善基质环境,提高基质养分含量,改善菊花的植物学性状,提高菊花的生物量及有效成分。由

表 3 可知,氮是菊花生长过程中的限制因子,其作用不可替代,大于磷和钾对菊花性状的影响。同时研究还得出在每 1 kg 基质中分别施入微量元素 641 μg Cu、1 273 μg Zn、956 μg Se 时,菊花的生物量最大^[12]。氮、磷 2 种肥料对药菊植株花朵数、鲜花产量、鲜花折干率等存在显著的交互作用,药菊生育期内以磷:氮 = 1: (1 ~ 2) 施氮肥为宜,中等偏高的施钾量为最佳,配合施用效果最佳。在盆栽条件下,施肥能促进白菊花的正常生长发育,显著提高白菊花的经济学产

量、生物学产量、外观品质、茶用和药用品质。平衡施肥可以通过促进白菊花中的可溶性总糖的合成来增加总黄酮的含量^[13]。盆栽小菊在种植过程中,磷、钾对多头小菊花径影响显

著,对花直径和节间长均不显著^[1]。对于不同的栽培品种,菊花的影响效果不同。适量使用磷、钾肥对蝴蝶兰的栽培种的花色、花香有影响,对花卉的抗旱和抗倒伏也有调节作用^[14]。

表 3 大量元素对菊花生长的影响
Table 3 Effects of major elements on chrysanthemum growth

序号 Code	肥力和基质状况 Status of fertilizer and substrate	试验材料 Test material	主要作用 Major function	参考文献 Reference
1	磷、钾	盆栽小菊	对多头菊品种花径的影响均显著,对节间长、花朵直径的影响不显著	吕晓惠,2007 ^[1]
2	氮	盆栽小菊	对节间长影响最大,对花径影响因品种而异	吕晓惠,2007 ^[1]
3	Cu、Zn、Se	药用菊花	能增加菊花花中总黄酮、绿原酸含量	刘大会,2007 ^[13]
4	5.0~5.5 g/盆氮肥	药用菊花	促进植株生长发育和花芽分化,并显著提高药菊前期花产量和总产量	刘大会,2007 ^[13]
5	氮(N)	菊花	氮在菊花生长过程中不可替代,是菊花生长过程中的限制因子	闫广轩,2008 ^[12]
6	0.1%~0.2% 氮和 0.2%~0.5% K ₂ PHO ₄	菊花	使叶色浓绿和花芽分化,花色鲜艳而有光泽	万亚楠,2013 ^[15]

根据开花预期,通过调节土壤湿度来调节开花期:如花蕾发育迟缓,可以加大浇水量和叶面喷水;花蕾发育过早,则控制浇水,保持土壤适当干燥。施肥控制菊花开花期的过程中,一般在现蕾前以氮肥为主,适当增施磷、钾肥;在孕蕾和开花阶段以施磷、钾肥为主。控制浇水和肥量在一定阶段下间接控制菊花花期^[15]。

水肥在菊花花期控制中虽然不是敏感因素,但仍然直接或间接影响花期。在菊花整形摘心时要减少浇水量,待新芽萌发后再逐渐加大。菊花花芽分化期必须控水,这不仅能控制菊花的徒长而且也利于菊花花芽的分化。9月上旬菊花花芽分化时要停止施肥7 d,菊花现蕾后要适当增加水肥的施用直至开花。在菊花的日常管理中,菊花生长发育的各个阶段氮、磷、钾肥料配比也不同;生长初期至中期多以氮肥为主,兼以磷、钾肥;而菊花生长后期则侧重施用磷、钾肥,使花色艳丽。

在菊花水肥的研究进展中,对大量元素的功能已有具体的报道,但是对菊花水肥需求规律仍相对缺乏,花农多是凭自己的经验进行水肥管理,往往造成化肥污染,甚至影响菊花的品质。因此,菊花水肥管理标准化的意义重大。

2.4 激素调控 内源激素对植物花期起决定作用,而外源激素可以影响内源激素^[16]。施用外源激素可以打破植物花芽的休眠,达到调控花期的作用。目前市场上常用的外源激素有6-BA、B₉、多效唑、NAA、IAA、IBA等。菊花是一种短日照花卉,其开花期对日照时长非常敏感。在一定的光照条件控制下,施用激素可延长或缩短花期。但是目前有关激素调控花期的研究还较少。由表4可知,适量添加NAA或IAA可提高体外培养时菊花再生根的诱导力^[17]。矮壮素、多效唑可促进植株矮化^[18];适宜浓度的IBA能促进菊花扦插生根。有研究认为,5 mg/L 6-BA和6 mg/L BT可提前花期,同时可改善株型,提高观赏质量^[19]。喷施一定浓度GA₃或者叶面喷施多效唑可以在一定程度一定阶段控制花期^[20]。不同浓度的矮壮素CCC和PP₃₃₃均能抑制菊花生长,增大径粗,并影响菊花花期的光合速率以及叶绿素含量^[18]。SA处理显著加速了“神马”的花芽分化和开花进程,促进开花^[21]。因此,外源激素可以直接起作用,同时还可以引起内源激素发生改变,加上多种激素与其他外界条件的混合效应,外源激素的花期调控效应是很复杂的^[22]。

表 4 生长调节剂对菊花花期的影响
Table 4 Effects of growth regulators on chrysanthemum flowering

编号 Code	激素种类 Hormone types	试验材料 Test material	主要作用 Major function	参考文献 Reference
1	CCC(矮壮素)	菊花	促进植株矮化	贺玉利,2006 ^[10]
2	PP ₃₃₃ (多效唑)	菊花	促进植株矮化	贺玉利,2006 ^[10]
3	适宜浓度 IBA	菊花	促进菊花扦插生根	贺玉利,2006 ^[10]
4	适量 NAA、IAA	菊花	体外培养,再生根的诱导	Jaime A, 2015 ^[11]
5	6-BA 和 KT	菊花	对菊花株高、茎粗、节间长、叶面积花期影响显著	张亚琼等,2012 ^[19]
6	5 mg/L 6-BA 和 6 mg/L BT	菊花	改善株型,提前花期,提高观赏植株质量	万亚楠,2013 ^[15]
7	一定浓度 GA ₃	菊花	花芽分化提前,并有利于干物质的积累	万亚楠,2013 ^[15]
8	叶面喷施多效唑	菊花	菊花植株显著矮化,花期推迟,观赏期延长	万亚楠,2013 ^[15]
9	PP ₃₃₃ 和 CCC	菊花幼苗	均能显著抑制菊花的生长,促进茎增粗	陈洪国,2006 ^[18]
10	SA	神马菊花	SA 处理显著加速“神马”的花芽分化和开花进程,促进开花	冯枫,2011 ^[21]

外源激素对菊花开花的影响是通过影响其生长发育间接调控花期。但是,激素的使用量不同,对不同品种花卉的调控效果不同,这是一个极难控制的问题,且效果还不是很明显。

2.5 其他 在菊花其他影响因素中,摘心、修剪、摘蕾、拔芽可调节菊花的生长速度,剥去侧芽、侧蕾有利于主芽开花。以上栽管理措施均可调节菊花花期。

3 结语

目前,关于菊花花期调控研究取得了一定的进展,但多为通过环境条件来控制花期,比较粗放,且多半局限于生产实践经验。菊花开花所需要的有效积温、有效光照、最佳水肥用量、最佳激素配比及其交互效应的研究报道较少,尤其是影响菊花花芽分化以及花器官发育的研究较少。另外,花卉生产规模化和标准化是提高菊花品质的基础。因此,后续研究应在菊花成花基础理论研究的基础上,进一步加强温度、光照、水肥、激素和栽培技术等交互研究和分子基因方面的深入研究,最终实现菊花花期的精准调控,从而更好地运用于生产。

参考文献

- [1] 吕晓惠.反季节栽培中光对盆栽菊花生长影响的研究[D].北京:北京林业大学,2007.
- [2] 余容,陈林.大花型秋菊的花期调控试验[J].西南园艺,2006,34(4):27.
- [3] 石万里.菊花花芽分化初步研究[J].园艺学报,1990(4):309-312.
- [4] SUGAWARA Y, MUKAE K, HATANAKA R, et al. Development of desiccation tolerance and long-term preservation after desiccation of suspension-cultured cells of *Citrus reticulata* [J]. Cryobiology, 2013, 67(3): 436.
- [5] 王二虎,赵艳莉,刘金平.温度因素对菊花花期调控的影响研究[J].陕西农业科学,2016,62(11):53-55,98.
- [6] 梁芳.菊花对低温弱光胁迫的响应机理以及 ASA 和 Ca^{2+} 的缓解效应的研究[D].泰安:山东农业大学,2009.

- [7] NAKANO Y, ナカノ, ヨシヒロ, YOSHIHIRO N. In what way does de-growth reconstruct the ethical system of modernity? [J]. 社会科学ジャーナル, 2013(75):149-161.
- [8] KAUR P, SINGH K J. Synthesis and characterization of $64\text{SiO}_2 - 26\text{CaO} - 5\text{P}_2\text{O}_5 - 5\text{CuO}$ bioactive composition for the growth of hydroxyapatite layer by XRD, Raman and pH studies [J]. DAE Solid State Physics Symposium, 2016, 1731(1):562-569.
- [9] 孙静清.不同处理措施对菊花生长的影响[J].北方园艺,2008(12):130-132.
- [10] 贺玉利.菊花矮化及提前开花栽培技术[J].北方园艺,2003(3):80.
- [11] CANNON J A, SHEN L, JHUND P S, et al. Clinical outcomes according to QRS duration and morphology in the irbesartan in patients with heart failure and preserved systolic function (I - PRESERVE) trial [J]. European journal of heart failure, 2016, 18(8):1021-1031.
- [12] 闫广轩.施肥对药用菊花产量、品质的影响和大量、微量元素的肥效方程拟合[D].南京:南京农业大学,2008.
- [13] 刘大会,杨特武,朱端卫,等.不同钾肥用量对福田河白菊产量和质量的影响[J].中草药,2007,38(1):120-124.
- [14] 蹇绍娟,董彦琪.日光温室花木盆景的管理[J].中国林业,2010(6):51.
- [15] 万亚楠.菊花的花期调控方法初探[J].现代园艺,2013(20):50-51.
- [16] 张静.不同外源物质对菊花两主要观赏品种形态、生理及花期调控的研究[D].新乡:河南师范大学,2011.
- [17] MOYA PÉREZ J A, GUTIERREZ A, JAIME A. Discriminating proof abilities of secondary school students with different mathematical talent [C]// KARINER K, VONDOVÁ N. Proceedings of the 9th conference of the European society for research in mathematics education (CERME9). [s. l.]: ERME, 2015.
- [18] 陈洪国.植物生长调节剂对菊花幼苗生长及光合作用的影响[J].安徽农业科学,2006,34(9):1852,1854.
- [19] 张亚琼.中国传统盆栽菊品种筛选和规模化栽培技术研究[D].北京:北京林业大学,2012.
- [20] 郭超超.独本菊反季节生产品种筛选及栽培技术研究[D].北京:北京林业大学,2009.
- [21] 冯枫.水杨酸对切花秋菊‘神马’花芽分化和开花的影响[D].保定:河北农业大学,2011.
- [22] SHARMA N, RUELENS P, D'HAUW M, et al. A flowering locus C homolog is a vernalization-regulated repressor in *Brachypodium* and is cold regulated in wheat [J]. Plant physiology, 2017, 173(2):1301-1315.

(上接第9页)

- [3] CHEN J W, LIU S S, YE R, et al. Angiotensin-I converting enzyme (ACE) inhibitory tripeptides from rice protein hydrolysate: Purification and characterization [J]. Journal of functional foods, 2013, 5(4):1684-1692.
- [4] AHN C B, JEON Y J, KIM Y T, et al. Angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory peptides from salmon byproduct protein hydrolysate by Alcalase hydrolysis [J]. Process biochemistry, 2012, 47(12):2240-2245.
- [5] LEE S H, QIAN Z J, KIM S K. A novel angiotensin I converting enzyme inhibitory peptide from tuna frame protein hydrolysate and its antihypertensive effect in spontaneously hypertensive rats [J]. Food chemistry, 2010, 118(1):96-102.
- [6] HIMAYA S W A, NGO D H, RYU B M, et al. An active peptide purified from gastrointestinal enzyme hydrolysate of Pacific cod skin gelatin attenuates angiotensin-I converting enzyme (ACE) activity and cellular oxidative stress [J]. Food chemistry, 2012, 132(4):1872-1882.
- [7] 张艳萍,戴志远,张虹.贻贝中 ACE 抑制活性肽的酶解制备及表征[J].中国食品学报,2011,11(1):51-59.
- [8] LIU R, ZHU Y H, CHEN J, et al. Characterization of ACE inhibitory peptides from *Macrura veneriformis* hydrolysate by nano-liquid chromatography

- electrospray ionization mass spectrometry (Nano-LC-ESI-MS) and molecular docking [J]. Marine drugs, 2014, 12(7):3917-3928.
- [9] 刘立闯,胡志和,贾静,等.螺旋藻藻胆蛋白水解产物对 ACE 抑制活性的研究[J].食品科学,2009,30(13):212-217.
- [10] SATO M, HOSOKAWA T, YAMAGUCHI T, et al. Angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides derived from wakame (*Undaria pinnatifida*) and their antihypertensive effect in spontaneously hypertensive rats [J]. Journal of agricultural & food chemistry, 2002, 50(21):6245-6252.
- [11] 周自福,张建华,郑怡婷,等.海洋生物源抗高血压肽的制备和构效关系研究进展[J].安徽农业科学,2015,43(26):336-342,345.
- [12] 郭雷,许福泉,樊鑫桐,等.青蛤多糖的提取工艺优化及其抗氧化活性[J].食品研究与开发,2014,35(21):10-14.
- [13] 胡聪聪,杨永芳,丁国芳,等.青蛤多糖提取的条件优化及其抗肿瘤活性研究[J].中国民族民间医药,2010,19(10):28-29.
- [14] 罗李王,杨最素,张亚茹,等.酶解青蛤制备 ACE 抑制肽的工艺优化[J].食品工业,2016,37(6):56-59.
- [15] 闫海强,黄芳芳,杨最素,等.青蛤的研究进展[J].中国药房,2014,25(39):3722-3724.