

· 综述 ·

淡豆豉的发酵工艺沿革及过程控制概述

林王敏^{1,2}, 翁倩倩³, 邓爱平¹, 赵佳琛¹, 张悦⁴, 王海洋⁵, 任亚凤⁶,
张水利², 俞冰², 詹志来^{1*}, 黄璐琦^{1*}

- (1. 中国中医科学院 中药资源中心 道地药材国家重点实验室培育基地, 北京 100700;
2. 浙江中医药大学 药学院, 杭州 310053; 3. 江西中医药大学 院士工作站, 南昌 330004;
4. 河南中医药大学, 郑州 450046; 5. 河北美威药业股份有限公司, 河北 保定 071000;
6. 厦门本草真源生物医药科技有限公司, 福建 厦门 361026)

[摘要] 通过查阅古籍及现代文献,对淡豆豉的历史演变、古今发酵工艺对比和关键环节控制进行了系统的梳理,分析并总结了淡豆豉的品质影响因素及其控制方法,以期对淡豆豉质量控制研究提供参考依据。经分析后发现,在淡豆豉的发酵过程中,发酵菌种、杂菌、温度和湿度等均为影响其品质的重要因素,“后酵”过程的条件控制更是被历代本草重点关注。此外,古代认可的“香美之豉”是以霉菌为优势菌发酵而成,发酵霉菌的选育和使用应是解决淡豆豉品质问题的要点。因此,基于历代本草所载“香”和“美”的评价指标深入研究和优化菌种、温度、湿度等工艺条件对提高淡豆豉的品质具有重要意义。

[关键词] 淡豆豉; 发酵工艺; 历史沿革; 品质评价; 过程控制; 霉菌; 基因工程

[中图分类号] R22;R943.1;R28;TQ92 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2021)11-0222-11

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.20210165

[网络出版地址] <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20201230.1709.003.html>

[网络出版日期] 2020-12-30 17:11

An Overview of Fermentation Technology Evolution and Process Control of Sojæ Semen Praeparatum

LIN Wang-min^{1,2}, WENG Qian-qian³, DENG Ai-ping¹, ZHAO Jia-chen¹, ZHANG Yue⁴,
WANG Hai-yang⁵, REN Ya-feng⁶, ZHANG Shui-li², YU Bing², ZHAN Zhi-lai^{1*}, HUANG Lu-qi^{1*}

- (1. *State Key Laboratory Breeding Base of Dao-di Herbs, National Resource Center for Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China;*
2. *College of Pharmaceutical Science, Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 310053, China;*
3. *Academician Workstation of Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanchang 330004, China;*
4. *Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450046, China;*
5. *Hebei Meiwei Pharmaceutical Co. Ltd., Baoding 071000, China;*
6. *Xiamen Bencao Zhenyuan Biomedical Technology Co. Ltd., Xiamen 361026, China*)

[Abstract] The historical evolution, fermentation technology and key links of Sojæ Semen Praeparatum (SSP) were sorted out by consulting ancient books and modern literature, and the influencing factors and control methods of quality were analyzed and summarized in order to provide reference for the quality control of SSP. After analysis, it was found that in the fermentation process of SSP, fermentation strains, miscellaneous

[收稿日期] 20200902(002)

[基金项目] 中央本级重大增减支项目(2060302);中国中医科学院基本科研业务费项目(ZZ13-YQ-091);国家重点研发计划项目(2019YFC1711401,2017YFC1700805)

[第一作者] 林王敏,在读硕士,从事中药资源及其品质评价研究,E-mail:2842806128@qq.com

[通信作者] *詹志来,副研究员,从事中药品质评价、本草考证、中药标准化研究,Tel:010-64087964,E-mail:zzlzhongyi@163.com;

*黄璐琦,研究员,从事中药资源与分子生药学研究,E-mail:huangluqi@126.com

bacteria, temperature and humidity were all important factors affecting the quality of SSP. The condition control of "post fermentation" process has been paid more attention to in the past dynasties. In addition, the delicious SSP recognized in ancient times should be made from mold fermentation, and the breeding and application of fermented mold may be the key point to solve the quality problem of SSP. Therefore, based on the evaluation indexes of SSP in the past dynasties, it is of great significance to study and optimize the technological conditions such as strain, temperature and humidity in depth to improve the quality of SSP.

[Key words] Sojae Semen Praeparatum; fermentation process; historical evolution; quality evaluation; process control; mold; genetic engineering

淡豆豉为豆科植物大豆 *Glycine max* 的成熟种子的发酵加工品^[1],临床应用历史悠久,疗效确切。其味苦、辛,性凉,归肺、胃经,具有解表、除烦、宣发郁热之功,主要用于治疗感冒、寒热头痛、烦躁胸闷、虚烦不眠^[1]。作为一味药食两用的药材,淡豆豉早期起源于民间食用豆豉,其制造工艺因不同时代、不同地域的用药需求不断地演变与分化。在淡豆豉的制作过程中,发酵工艺与过程控制是决定药材成品质量的关键。目前,市场上淡豆豉质量良莠不齐,常有气不香、味酸臭的劣质淡豆豉售卖,直接影响了临床疗效与患者用药体验,因此,近20年来,现代学者对淡豆豉的发酵工艺^[2-5]、发酵菌^[6-9]等进行了大量研究,然而尚无对淡豆豉制作过程中品质影响因素和防控机制的系统性分析。为了进一步规范淡豆豉发酵工艺,提高其质量和生产效益,并为其深入研究提供方向,笔者拟对淡豆豉制作的古今工艺变迁、影响因素、防控方法进行系统梳理,以期为该药材的质量控制提供参考。

1 淡豆豉的历史沿革及品种沿革

豉,又名“幽菽”“嗜”,《释名·释饮食》^[10]誉豉为“五味调和,须之而成,乃可甘嗜也。故齐人谓豉声如嗜也”。“嗜”为爱好之意,以“嗜”声称“豉”,表明了“齐人”对豆豉的喜爱。《本草纲目》^[11]记载:“许慎说文谓豉为配盐幽菽者,乃咸豉也。”因“豉”为大豆(古名为菽)封于罐中发酵而成,故亦载有“幽菽”一名,并称其加盐者为“咸豉”。淡豆豉在本草中最早以“豉”为正名收载于魏晋时期的《名医别录》^[12],可见其早期源自食用豆豉,药食两用。

1.1 历史沿革 早在战国就有关于“豉”的记载,如《楚辞·招魂》中记载:“大苦咸酸,辛甘行些”。东汉文学家王逸在《楚辞》重要注本《楚辞章句》一书中注说:“大苦,豉也……言取豉汁,和以椒姜,醴酢和以饴蜜,则辛甘之味,皆发而行也”^[13]。豉本味苦,故王逸以“大苦”为豉,而当时的豆豉,因加调料多具酸苦甘辛咸五味,而非“淡”豆豉。《九章算术·粟

米》^[14]记载:“今有菽二斗,欲为豉。问得几何?答曰:为豉二斗八升。术曰:以菽求豉,七之,五而一”,描述了当时大豆换豆豉的交易。西汉《史记·货殖列传》^[15]亦有记载:“通邑大都……藁麴盐豉千荅”,说明豆豉早已在民间广泛食用,且为“咸豉”。汉代以来,“豉”入药使用,《名医别录》^[12]记载:“豉:味苦,寒,无毒。主治伤寒,头痛,寒热……又杀六畜胎子诸毒”。《伤寒论》中亦有栀子豉汤、栀子甘草豉汤、栀子生姜豉汤等方剂的记载,多以“豉”“香豉”之名入煎剂^[16],此时入药豆豉未明确有咸淡之分。陶弘景在《本草经集注》^[17]补充道:“豉,食中之常用。春夏天气不和,蒸炒以酒渍服之,至佳”,由此可以判断,当时确以普通食用的豆豉作药用,此外,《本草经集注》^[17]首次记载药用豆豉服法,豆豉经过蒸、炒后加入末椒、干姜屑等调料,采用酒浸取汁的服用方法,可见当时入药豆豉非“淡”豉也。

《重修政和经史证类备用本草》引唐代陈藏器《本草拾遗》提到3种不同的豆豉^[18]:“蒲州豉,味咸,无毒……陕州又有豉汁,经年不败,大除烦热,入药并不如今之豉心,为其无盐故也。”由此可见,作为食用的豆豉,不同地区制作方法并不相同,蒲州(今山西永济)的是咸豆豉,陕州(今河南三门峡市)的则是咸豉汁,“豉心”则为“无盐”的“淡豆豉”。《食疗本草》^[19]中关于豆豉的服用方法则与陶弘景所载一致,“豉,能治久盗汗患者,以一升微炒,令香,清酒三升,渍满三日,取汁,冷暖任人服之,不瘥,更作三、两剂,即止”,同时还记载了当时的制作方法。宋代以来,本草类著作中开始明确以“咸”“淡”区分药用豆豉,如南宋张松《本草节要》一书最早加以“淡”字,此书已佚,“淡豉”于《宝庆本草折衷》^[20]一书中记载得以保存:“淡豉是义切。今循张松加以淡字;众方用者,名淡豆豉”,后“淡豉”“淡豆豉”等名以正名或异名列于诸本草中,其他别名有“香豉”^[16]“豆豉”^[20]“大豆豉”^[11]“豉”^[17]等。

1.2 品种沿革 《宝庆本草折衷》^[20]一书最早提出

黑豆为淡豆豉原料：“蒸乌豆为豉”，其后历代本草记载淡豆豉原料多为黑色种皮大豆，但也有应用其他豆类的记载，如宋代《本草图经》^[21]载有“刀豆”：“江南人作豆豉，自有一种刀豆，甚佳”，列“豉”于生大豆条下，刀豆古今名称相同，为豆科刀豆属刀豆 *Canavalia gladiata* 的种子^[22]；明代《药性粗评》载有黄色种皮的大豆^[23]：“香豉，以黄豆煮熟作黄，制造而成者”；《中药炮炙经验集成》^[24]记载以“赤小豆”为淡豆豉原料，但历代品种主流为黑豆。

综上分析，豆豉早期以食用豉入药，且未明确咸淡，多经蒸炒后以酒浸或煎煮服用。不同地区制作方法多有不同，在南北朝和隋唐时期，山西永济豆豉、河南三门峡豉汁较为知名，其中豉心效果最

好。唐代已经使用“无盐”豆豉，南宋以来本草中正式以“淡豆豉”为正名收载，同时明确以黑豆作为淡豆豉的原材料。

2 淡豆豉的发酵工艺沿革

2.1 古代发酵工艺

我国是最早掌握微生物发酵技术的国家，豆豉制作工艺自古有之，《食经》中就有作豉工艺，然该书籍早佚，作豉之法于我国南北朝时的《齐民要术》^[25]中记载得以完整保存，贾思勰在引用前人经验和资料基础上，对作豉技术进行了极其详尽的解释，众本草书籍中淡豆豉的炮制多延续《齐民要术》所载之法，并在此基础上对蒸晒工艺、使用辅料进行调整，发现淡豆豉的发酵工艺主要有前酵(制曲)，蒸制，净制，后酵等过程，见表1。

表1 淡豆豉的历代发酵工艺

Table 1 Fermentation process of Sojae Semen Praeparatum in past dynasties

时期	出处	原文	备注
南北朝	《本草经集注》	依康伯法：先以醋酒溲蒸暴燥，以麻油和，又蒸暴之，凡三过，乃末椒、干姜屑合和，以进食，胜今作油豉也 ^[17]	此为咸豉，加入多种调料，需三蒸三晒
南北朝	《齐民要术》	①常夏五月至八月，是时月也，率一石豆，熟澡之，渍一宿……此三蒸曝则成。 ②随作多少，精择豆，渍一宿……令泔浥然，又蒸熟，又曝，如此三遍，成矣 ^[25]	载咸豉、淡豆豉、麦豉3种制造工艺，其中麦豉以麦粉为原料，非豆豉类，不予赘述。咸豉发酵“须通冷”，其上覆青茅即可，淡豆豉需“作女曲形”（即上下放置青蒿），“烧坎中令热”增加发酵温度；黄衣上遍后，淡豆豉需“簸去黄衣”，而咸豉无需此步骤；咸豉后酵前需熬煮豆子提浓汁与秫米女曲、盐一起混入豆豉中，淡豆豉仅以生茅、桑叶为辅料，无需加盐；咸豉后酵“二十七日”后晒干，而淡豆豉需后酵“十许日”才晒，晒后二者均需三蒸三晒，晒后重蒸之时，咸豉用矫桑叶汁溲，而淡豆豉仅用水
唐朝	《食疗本草》	陕府豉汁，甚胜于常豉。以大豆为黄蒸，每一斗加盐四升，椒四两，春三日，夏两日……黄蒸，以好豉心代之 ^[19]	豉汁制法与咸豉类似，成品湿润，故名“豉汁”。《肘后备急方》 ^[26] 记载：“煮豉汁饮，以滓傅脚”，说明豉汁之态为“汁”中有“滓”，不似豆豉全为固态，也不似酱油全为液体
明朝	《本草纲目》	豉，诸大豆皆可为之，以黑豆者入药。有淡豉、咸豉，治病多用淡豉汁及咸者，当随其法……再蒸过，摊去火气，瓮收筑封即成矣 ^[11]	基本延续《齐民要术》中“作家理食豉法”，略作改进。《本草纲目》以“日晒七日”代替《齐民要术》中的“烧坎”之法来维持发酵温度，发酵时间由“十许日”调整为“七日”。另外，增加了重酵过程，即晾晒后“又以水拌入瓮”发酵，目的是为了“发透” ^[27] 以提高药效，如此7次后，需蒸晒
明朝	《医宗粹言》	①造淡豆豉法：大黑豆不拘多少，甑蒸香熟为度……或用紫苏叶切碎和之，烈日曝十分干，瓷器收贮密封。②江西淡豉法：六月六日用黑豆水浸一宿，蒸熟，摊席上，以簸扁盖之，三日一看……用河水洗去黄衣，乘温入木桶内盒之，盒五日取出，晒极干，再以净器贮之任用 ^[28]	载3种作豉法。第1种方法比较简单，仅用菜篮作前酵器皿，且无后酵过程，然辅料众多，有黄荆叶、青穰及紫苏叶，其中“黄荆”一物经考证后认为是今黄荆 <i>Vitex negundo</i> 其变种荆条 <i>V. negundo var. heterophylla</i> 或牡荆 <i>V. negundo var. cannabifolia</i> 的叶 ^[22] 。“青穰”一物则泛指黍稷稻麦等植物的杆茎，今贵州等地仍有延续用稻草覆盖的做法。第2种方法基本延续前人做法，不予赘述。第3种方法则以木桶“盒之”发酵，“盒”有覆盖或密封(使发酵)之意，该法亦较为简单，仅后酵五日晒干便可，无蒸制过程
清朝	《本草求真》	用黑大豆水浸一宿，淘净蒸熟，摊匀蒿覆，候上黄衣……再蒸去火气，瓮收用 ^[29]	基本延续《本草纲目》所载制法
民国	《中国药学大辞典》	用黑大豆二三斗，六月内淘净，水浸一宿，沥干，蒸熟取出摊席上，候微温，蒿覆……再蒸过，摊，去火，安瓮收筑封 ^[30]	基本延续《本草纲目》所载制法
现代	《中华人民共和国药典》(简称《中国药典》)1963年版	取桑叶、青蒿，置锅内加水煎汤，过滤，取药汤与洗净的黑豆拌匀……每100斤称《中国药典》黑豆，用桑叶4斤、青蒿7斤(1斤=500g) ^[31]	首次收录淡豆豉及其制作方法，工艺极其简单，无后酵过程，以青蒿、桑叶煎水拌入大豆中发酵，同时明确了药料配比
	《中国药典》1977年版	取桑叶、青蒿各70~100g，加水煎煮，滤过……取出，略蒸，干燥，即得 ^[32]	重新增加后酵过程。工艺参数更加明确，详述了药料配比及后酵具体时间，同时简化了后酵过程，将古法中多次蒸晒发酵调整为“再闷15~20d”

综上所述,唐朝以前,入药豆豉均源自民间食用咸豉,所载工艺皆为作“咸豉”法,唐朝亦出现豉汁,成品比豆豉湿润而非液态,亦可作为药用,然淡豆豉因无盐而药效更佳;宋朝以后,众医家已然意识到“咸淡”豆豉差异,诸本草所载淡豆豉炮制方法仍基于民间“咸豉”发酵工艺;明朝以来诸本草基本明确以淡豆豉入药,其制作工艺也演化为以淡豆豉工艺为主,其中《本草纲目》淡豆豉制法在继承《齐民要术》所载制法的基础上,增加了后酵次数以提升药效,并对发酵时间和发酵过程控制进行了部分调整。不同地区淡豆豉制法略有差异,主要体现在辅料和发酵器皿上。清朝至民国时期,本草古籍记载淡豆豉做法基本延续《本草纲目》,无所创新。2020年版《中国药典》^[1]所载淡豆豉发酵工艺相对简化,且工艺参数较古代更为具体。整体而言,淡豆豉发酵工艺注重发透^[26],并巧妙利用辅料制成不同“性味”的淡豆豉应用于临床。

2.2 现代各地方标准所规定的发酵工艺 淡豆豉的现代发酵工艺形成了以历版《中国药典》为主流,炮制规范因地而异的局面。我国幅员辽阔,气候、文化不一,形成了多种具有地方特色的淡豆豉炮制方法,主要区别在于辅料、发酵工艺及发酵菌上^[1,31-81],详见表2。

地方特色炮制方法的区别主要体现在辅料上,气候环境、地理位置不同导致患者体质差异,对药物需求不同,从而衍生出不同辅料发酵的淡豆豉。北方地区如北京、天津、甘肃等地使用清瘟解毒汤;南方地区则更喜加入具有浓烈香味的药物,如《上海市中药饮片炮制规范》^[39]使用鲜辣蓼、鲜青蒿、鲜佩兰、鲜苏叶、鲜藿香、鲜荷叶、净麻黄,《云南省中药饮片炮制规范》^[40]用面粉、麻黄、甘松、山柰、白芷。南方虫多,香味浓烈的辅料可起到一定驱虫作用;另外,南方多湿邪,以上辅料可充作佐药以助药力。江苏钱育寿常推崇淡豆豉发表透邪之功,配薄荷、荆芥、蝉蜕、连翘治外感风热,配香薷、藿香等治疗暑天感冒^[41];上海张骧云强调温病初起务求表透,往往根据证因往葱豉汤中加入柴胡、生石膏、淡竹叶之属;上海张志雄医学流派习用经麻黄水浸制的豆豉于壮热伤阴的伏气温病^[42],以上医家所用配药与南方淡豆豉炮制中的辅料比较一致,为地方炮制“辅料助药力”之说提供了依据。除辅料外,各地对有无后酵过程说法不一。比较各地炮制规范,淡豆豉的发酵次数在不同省份、不同年份均存在差异,推测有无后酵过程可能与各地用药习惯相关,

大部分地方炮制规范中记载有“后酵”工序,应为遵循古法炮制“发透”的原则。李刚等^[3]、陈青峰等^[43]研究表明,后酵过程可以提高淡豆豉中 γ -氨基丁酸及大豆异黄酮苷元类成分的含量,在一定程度上说明了后酵过程的重要性。

此外,各地对发酵程度也莫衷一是,大部分地方炮制规范认为第一次发酵完成的标志为“黄衣上遍”,而北京、甘肃、广东、吉林、辽宁、云南等地炮制规范认可的是“白衣上遍”,2008年版《江西省中药饮片炮制规范》则记载为“生黄衣和白霉为度”。《齐民要术》^[25]记载:“悉着白衣,豉为粗定。从此以后,乃生黄衣”,初步解释了“黄衣”“白衣”现象应为发酵时间不同所致。此外,1975年版《贵州中药饮片炮制规范》^[44]以“有粘丝”作为前酵完成的判断依据,1977年版《四川中药饮片炮制规范》^[45]记载“起涎为度”。对于发酵程度的描述看似混乱,实则与发酵菌相关。淡豆豉发酵过程中主要依靠微生物的繁殖与生长,基本包括细菌和真菌(霉菌、酵母菌)。细菌菌落往往表面湿润,因为其黏液层往往向细胞壁外分泌出一层黏性物质^[46-48];霉菌则具有较长、较粗的菌丝体,形成的疏松菌落呈绒毛状、絮状或蜘蛛网状,均有由白至黄状态;酵母菌菌落的特征与细菌相似,表面湿润、黏稠。贵州、四川的淡豆豉发酵菌以细菌占主导,属细菌型豆豉,故有明显“粘丝”“起涎”之态,其他省市自然发酵的淡豆豉菌群种类丰富,常描述为“黄衣(白衣)上遍”,与霉菌菌落特征一致,应属霉菌型豆豉。

3 淡豆豉的质量评价

历代对于淡豆豉质量的评价主要基于其道地产区及是否具备“香”和“美”2个要素。《伤寒论》^[16]中称其为“香豉”,《本草经集注》^[17]则记载:“好者出襄阳、钱塘,香美而浓。”该文首次提出淡豆豉的道地产区为襄阳、钱塘,即今襄阳、杭州一带。其中提到的“香美而浓”,是最早的淡豆豉品质评价相关记载,与《伤寒论》中的“香豉”表述一致,说明豆豉的气与味是判断其品质的核心指标。此外陶弘景指出“中心者弥善”,唐代也有“豉心”一说,《本草纲目》^[11]引《外台秘要》曰:“合豉时取其中心者,非剥皮取心也”,故“中心者”大概是指发酵完成尚未晒干的湿豉。《本草拾遗》^[18]提到了另外2个不同产地的豆豉,“蒲州豉,味咸,无毒……陕州又有豉汁,经年不败,大除烦热,入药并不如今之豉心,为其无盐故也。”提及蒲州、陕州两地,即今山西永济、河南三门峡一带,文中还提出豉汁不如“豉心”,是因豉心

表2 淡豆豉的地方特色炮制工艺要点

Table 2 Key points of characteristic processing of Sojse Semen Praeparatum in various places

程度	是否去衣	是否后酵	备注	参考文献
黄衣上遍	是	是	前酵:相对湿度80%,温度25~28℃;后酵:温度50~60℃,时间15~20 d	[49]
黄衣上遍	是	是	前酵:相对湿度80%,温度25~28℃;后酵:温度50~60℃,时间15~20 d	[50]
白衣上遍	簸去青蒿	否	前酵:3~4 d;辅料:清瘟解毒汤、青蒿	[51]
发酵完全	簸去青蒿	否	辅料:清瘟解毒汤、青蒿或者桑叶、青蒿	[52]
白衣上遍	是	-	辅料:桑叶、青蒿;后酵:时间15~20 d	[53]
白衣上遍	是	是	前酵:时间约16 d,温度23℃;辅料:清瘟解毒汤、桑叶、青蒿	[54]
白衣上遍	-	否	辅料:清瘟解毒汤桑叶、青蒿	[55]
白衣上遍	是	是	辅料:桑叶、青蒿;后酵:15~20 d	[56]
黄衣上遍	是	是	辅料:桑叶、青蒿;后酵:15~20 d	[57]
粘丝	-	-	前酵:时间5 d;辅料:稻草、青蒿或豆豉草	[44]
黄衣上遍	是	是	辅料:桑叶、青蒿;后酵:时间15~20 d	[58]
黄衣上遍	-	方法1:否;方法2:是	辅料:方法1为麻黄、苏叶;方法2为桑叶、青蒿	[59]
黄衣上遍	是	是	-	[60]
黄衣上遍	是	否	辅料:紫苏、青蒿(紫苏水去衣)	[61]
黄衣上遍	是	否	辅料:苏叶、桑叶、青蒿、麻黄	[62]
黄衣上遍	-	否	辅料:桑叶、青蒿	[63-64]
白衣上遍	-	否	辅料:桑叶、青蒿	[65]
黄衣上遍	是	是	前酵:温度25℃	[66-67]
黄衣上遍加白霉	-	方法1:否;方法2:是	辅料:方法1为苏叶、麻黄;方法2为桑叶、青蒿	[68-69]
白衣上遍	-	无	辅料:桑叶、青蒿	[70]
黄衣上遍	-	无	辅料:桑叶、青蒿	[71]
黄衣上遍	是	是	前酵:相对湿度80%,温度25~28℃	[72]
黄衣上遍	是	是	辅料:桑叶、青蒿;后酵:时间15~20 d	[73]
黄衣上遍	-	无	辅料:鲜辣蓼、鲜青蒿、鲜佩兰、鲜苏叶、鲜藿香、鲜荷叶、净麻黄	[39]
起涎为度	-	无	-	[45]
白色菌膜	-	无	辅料:青蒿、清瘟解毒汤	[74-77]
白衣上遍	-	无	辅料:方法1为面粉、麻黄、甘松、山柰、白芷;方法2为桑叶、青蒿。前酵:时间 时间为冬春4~5 d,夏秋2~3 d	[40]
黄衣上遍	否	-	前酵:相对湿度80%,温度25~28℃;后酵:温度50~60℃;辅料:桑叶、青蒿、米曲菌孢子、麦粉	[78-80]
黄衣上遍	是	是	辅料:桑叶、青蒿;后酵:时间15~20 d	[81]
黄衣上遍	-	无	辅料:桑叶、青蒿	[31]
黄衣上遍	是	是	辅料:桑叶、青蒿;后酵:时间12~20 d	[1,32-38]

注:“-”表示无详细记录(表3同)。

没有加盐的缘故,说明入药“淡豉”更佳。宋朝《宝庆本草折衷》^[20]记载:“出襄阳及钱塘、江南蒲州、陕府。今处处皆能造之。”可见至宋代,各地均掌握了制作淡豆豉的方法。明《太乙仙制本草药性大全》卷四《本草精义》记载:“豆豉好者出自江西、钱塘,香美而浓,取中心者弥善”^[23],增加了江西这一道地产区。其他本草评价多与以上观点相同,均持优质

淡豆豉气“浓香”、味“鲜美”的观点,还有“中心者弥善”的说法。从历代所记载的道地产区来看,优质淡豆豉主要产自湖北、浙江、山西、河南和江西,根据此五省的现行标准,均以“黄衣上遍”作为豆豉前酵结束的标志,据前文可知,细菌型豆豉因细菌存有黏液层而呈“粘丝”“起涎”之态,霉菌型豆豉因霉菌松散粗长的菌丝体而呈“黄衣、白衣”之状,故而

推测古代本草中所推崇的“香美”之淡豆豉并非细菌型豆豉,而由霉菌占主导发酵而成,且本草著作中均提及“黄衣上遍”而无“起涎”者,进一步支撑了“香美”之淡豆豉为霉菌型豆豉的推测。

4 淡豆豉发酵影响因素及劣变防控机制

目前市场上存在气不香、味酸臭的劣质淡豆豉,直接影响临床疗效与患者用药体验,究其原因,与制作淡豆豉时条件的控制息息相关。在淡豆豉发酵过程中,微生物的生长繁殖是影响其品质的核心因素。对淡豆豉发酵过程中温度、湿度、环境净度等因素的适当控制可以有效降低杂菌的繁殖,加强有益发酵菌的作用,从而控制质量,防止劣变,保证淡豆豉良好风味和药效。古代由于技术的限制,无法精准控制发酵条件,在进行豆豉发酵时需挑选合适的时令,以达到防止劣变的目的,但其耗时较长,防控方法也相对简单。历代本草如《本草纲目》对淡豆豉工艺均有描述,而对条件控制的表述较少,仅《齐民要术》中较为详细地记载了发酵过程中的条件控制方法,故笔者主要参考《齐民要术》《本草纲目》两书进行分析。现代技术发展迅速,在传承传统防控淡豆豉发酵劣变技术的基础上,现代生产淡豆豉在环境控制、工艺参数、发酵菌种、发酵容器等方面均有质的飞跃,温度、湿度等劣变防控因素不再受自然环境的局限。

4.1 发酵菌种优选 淡豆豉的发酵依赖于微生物的活动,微生物产生的丰富酶系可分解黑豆中的蛋白质等物质,从而形成淡豆豉特有的“香、美”风味,并促进药用成分的形成。淡豆豉的“香”味物质主要为酯类、酸类、醛类、醇类、酮类、酚类和吡嗪类化合物^[82-84],其“美”味物质主要为氨基酸、糖类、脂肪酸、乳酸和酚类化合物^[85-87]。

4.1.1 传统方式 传统淡豆豉主要由多菌种参与发酵而成,发酵菌主要来源于空气中。《齐民要术》^[25]记载:“悉着白衣,豉为粗定。从此以后,乃生黄衣”,说明“白衣”“黄衣”之别为不同发酵时段出现的现象,与工艺无关。本草著作均以“黄衣上遍”描述了自然发酵状态下发酵菌的形态,而无“粘丝”“起涎”之态,说明古代不同地域淡豆豉的发酵菌相对一致。现代学者对传统发酵淡豆豉的菌群进行研究后发现,参与的发酵菌包含曲霉、根霉、毛霉、酵母菌、青霉、微球菌、球菌等^[6,8-9,45-46,88-89],见表3。其中细菌(主要为枯草芽孢杆菌)和霉菌(根霉、曲霉、毛霉)为常见发酵菌种,且被大量报道用于食用豆豉的发酵,为优势发酵菌;而球菌、微球菌等对豆

豉发酵的作用机制尚不明确,应该不是优势菌群,建议在实际生产时对其进行防控。对传统淡豆豉发酵中的菌群动态变化进行研究,有助于明确并选育淡豆豉发酵过程中起作用的优势菌种,进而提高生产效率。

表3 淡豆豉发酵的微生物应用情况

Table 3 Application of microorganism in fermentation of Sojae Semen Praeparatum

细菌	真菌	参考文献
枯草芽孢杆菌	-	[46]
革兰阳性杆菌	曲霉、毛霉、酵母菌	[47]
产酸克雷伯氏菌、枯草芽孢杆菌、恶臭假单胞菌、嗜麦芽寡养单胞菌、鞘氨醇杆菌属、解淀粉芽孢杆菌、那须乳杆菌、弧形乳杆菌	丝孢酵母、米曲霉、黑曲霉、隐球菌	[9]
杆状细菌、链球菌	毛霉菌、青霉、曲霉	[8]
微球菌	毛霉、根霉、酵母菌、黑曲霉、曲霉(黄/米曲)	[6]
枯草芽孢杆菌	伞枝犁头霉、米曲霉	[88]
枯草芽孢杆菌、尿肠球菌、鸟肠球菌	溜曲霉、黄曲霉、黑曲霉、极细枝孢霉、桔青霉、白腐菌	[89]

4.1.2 现代方式 现代随着对菌群的研究深入,除了传统发酵方式,亦出现人工投放菌种的方法。选育发酵菌种能够解决传统淡豆豉在自然发酵的情况下,可能会带入大量有毒或有害微生物的问题。现代淡豆豉发酵菌种的来源主要来自淡豆豉中分离出来的野生菌株及诱变的菌株。根据菌种种类数量,可分为纯种发酵、复合菌种发酵2种方式。汤扬等^[7]对贵州淡豆豉的发酵菌种进行研究,分离出16株细菌,最先提出纯种发酵的炮制工艺;与此同时,蔡琨等^[90]、李铎等^[91]发明了以枯草芽孢杆菌纯种发酵淡豆豉的专利;陈小林等^[92]从淡豆豉中分离出米曲霉,经钴-60(⁶⁰Co)和紫外线诱变筛选得到米曲霉 TJTSW001,用此菌株发酵可获得大豆苷元含量高的淡豆豉。纯种发酵的炮制工艺有利于控制淡豆豉质量的均一性,但纯种发酵得到的淡豆豉中药效成分与自然发酵是否一致仍需研究证实。王伟明等^[93]利用复合菌种制备了一种治疗口腔溃疡的淡豆豉,发酵菌种包括枯草芽孢杆菌、伞枝犁头霉菌和德氏乳杆菌保加利亚亚种,复合菌种发酵能提供更多的酶系,使得淡豆豉的风味更加丰富,也更接近自然发酵的淡豆豉,值得进一步深入研究。

总之,传统淡豆豉制作采用多菌种参与的发酵

方式,现代纯种发酵通过投放枯草芽孢杆菌、米曲霉等进行发酵能有效控制成品质量均一稳定,是未来生产淡豆豉过程防控的重要方法之一。但目前并无业界统一认可的工程菌种,结合优质淡豆豉可能为霉菌型豆豉的古代质量评价判定,建议应加强淡豆豉霉菌的选育研究。复合菌种发酵表现出了更好的风味优势,可利用正交试验等方法开展多种霉菌共同发酵的工艺研究。此外,具备“香”与“美”特性的物质产生离不开酶(如酯化酶、蛋白酶)的作用,若将能高产此类酶的菌类DNA提取后重组到单一菌株中,使淡豆豉发酵所需多种酶系仅由单一的菌株提供,这样既能够满足古代文献中所述“香”“美”的风味需求,又能保证发酵的均一稳定。

4.2 杂菌防控 环境洁净度也是影响淡豆豉发酵过程的重要因素之一,空气中不但存在发酵需要的有益菌,亦存在干扰发酵的杂菌,因此,应注意对发酵过程中的杂菌进行防控。

4.2.1 传统方法 在古代,人们掌握了用蒸煮、晾晒、加辅料等灭菌方法,并形成了一系列成熟的发酵工艺。①蒸煮控菌:对原料及器皿进行蒸制,以保证黑豆及发酵器皿表面无杂菌,从而减少有害菌参与发酵过程。淡豆豉发酵开始及结束后,均需要进行蒸(煮)工艺,《齐民要术》^[25]仅有醱后三蒸三曝,到唐代增加有九蒸九曝^[94](《食医心鉴》),到明代变更为七曝七醱一蒸(《本草纲目》^[11])。蒸煮过程中除了蒸熟软化黑豆和改变药性的目的,其另外一个作用是利用高温对黑豆和发酵器皿进行高温灭菌,以保证发酵环境的洁净,或在发酵结束之后终止酶促反应。②晾晒控菌:明清之后均会在后醱过程中多次曝晒淡豆豉,借助阳光中的紫外线可达到除杂菌的目的。现代学者在研究过程中亦发现晾晒方法可以控制菌群的现象,例如,李刚等^[3]发现淡豆豉后期发酵时多次翻动晾晒,所生产的成品品质较优,亦证明淡豆豉后醱过程中进行晾晒可有效防控杂菌。③辅料灭菌:用于制作淡豆豉的主流辅料为青蒿、桑叶,此外,《医宗粹言》^[28]亦载有紫苏、黄荆等辅料。除了改变药性,辅料的另一作用是杀菌杀虫。例如,韩涛等^[95]研究发现桑叶水煎液对霉菌和枯草芽孢杆菌(发酵优势菌)的生长没有明显的抑制作用,但对微球菌、沙门氏菌和大肠埃希氏菌等有害菌有抑制作用,黄梅等^[96]发现青蒿具有抗疟原虫、抗菌作用。此外,紫苏^[97]、麻黄^[98]等辅料亦有一定的抑菌作用。

4.2.2 现代方法 现代淡豆豉生产主要延续传统

的控菌做法,另有化学灭菌法、辐射灭菌法、干热灭菌法等,可以根据需求对空气、器皿、物料等进行杂菌防控^[99]。

综上所述,淡豆豉生产中杂菌防控主要依靠蒸煮、晾晒和加入辅料的方式,现代虽有辐射、过滤等新方法,但应用性不强。在发酵过程中,蒸煮、晾晒是关键的防控手段,但密封发酵时间较长,防控要求应更为严格。在实际生产中,环境中杂菌防控较难,若发酵器皿密封性不佳,杂菌易随空气进入发酵容器。故建议淡豆豉的后醱过程宜进行无氧发酵,以抑制好气性酸败菌的生长,加上前期蒸煮、晾晒等手段,可从工艺上达到较好的杂菌防控效果。

4.3 温度和湿度控制 温度和湿度的控制是淡豆豉发酵成功与否的关键因素之一,亦与发酵菌群紧密相关。《齐民要术》^[25]记载:“(前醱)宁伤冷,不伤热,冷则覆还暖,热则臭败矣;(后醱)失节伤热,臭烂如泥,虽猪狗亦不食,其伤冷者,虽复还暖,豉味亦恶”,说明温度不适宜时,发酵菌受抑制,残留杂菌繁殖导致豆豉“臭烂”。《齐民要术》^[25]记载“豆小软则难熟,太软则豉烂”,豆含水量多则软,说明湿度过大,则药料易霉烂;药料过干,则不利于菌种生存,导致发酵过慢或不能发酵。因此,发酵的最佳温度和湿度应既能保证发酵菌的正常繁殖与代谢,又可抑制有害菌的代谢活动。

4.3.1 传统技术 传统发酵对发酵温度和湿度的监控靠感官体验,并灵活地利用了时令、暖荫房、柴火等来实现控温控湿。主要有以下几个方法:①选取适宜的发酵时令^[25]。《齐民要术》^[25]记载:“四月、五月为上时,七月二十日后八月为中时;余月皆得作,然冬夏大寒大热,极难调适。”温度和湿度过高或过低,均不适宜发酵菌的生长和代谢,故古人认为4~5月份气候适宜时发酵效果最佳。《证类本草》引《食疗本草》记载^[18]:“春三日,夏两日,冬五日即成”,也描述了气候温度对发酵时长的影响,故选取恰当的时令可使发酵过程省时省力。②构建相对封闭的暖荫房。《齐民要术》^[25]记载:“先作暖荫屋,坎地深二、三尺……”“每人出,皆还谨密闭户,勿令泄其暖热之气也。”暖荫房内部环境相对封闭,冬暖夏凉且湿度相对恒定,加上控制人员走动,减少与外界环境空气对流,使得发酵房内温度和湿度相对稳定,适宜发酵菌的生长繁殖。③覆盖辅料以保温保湿。《齐民要术》^[25]记载:“冷则覆还暖”“用汤浇黍稷令暖润,以覆豆堆。”《医宗粹言》^[28]记载:“四围上下用黄荆叶或青穰紧护之。”在暖荫房构造的

稳定环境中,再覆盖青蒿、桑叶、黄荆叶等以达到保温的效果,这给淡豆豉的发酵提供了第二层防护,使得发酵温度相对恒定。同时,辅料的覆盖亦对物料有一定保湿的作用。④适当翻动以减轻发酵产热。《齐民要术》^[25]记载:“以杷耨略取堆里冷豆为心堆之,以次更略,乃至于尽。”微生物的代谢产热,发酵堆中间的温度最高,当超过最适温度,菌体衰老提前,酶失活加快,这对发酵生产极为不利^[100],适当地翻动可减轻“发酵产热”造成的伤害。⑤烧火加温。《齐民要术》^[25]记载:“如冬月初作者,先须以谷藿烧地令暖,勿焦,乃净扫。”冬天室内温度较低,可以借助烧火来提高环境温度,以保证发酵正常进行。⑥七曝七晒以保温控湿。《本草纲目》^[11]记载:“安瓮中,筑实,桑叶盖浓三寸,密封泥,于日中晒七日,取出曝一时,又以水拌入瓮,如此七次。”后酵需要的温度比前酵高,古人借助太阳暴晒的方式来达到保温效果。本课题组在发酵时发现,后酵过程多有水分积累,故古人在后酵过程中多次取出豆豉晾晒,其目的可能是为了定期控干发酵器皿中的水分。⑦经验判断温度和湿度。《齐民要术》^[25]记载:“令温如人腋下为佳。”“以水浸令湿,手转之,使汁出——从指歧间出为佳”“令温温然(湿润的样子)”,均是根据经验判断的阐述。

4.3.2 现代技术 现代发酵淡豆豉可借助温度计、湿度计对发酵环境进行监控,然后利用空调、加热器、加湿器等对发酵车间的温度和湿度进行调控,以确保发酵环境的稳定,从而减少淡豆豉劣变,以保证药材成品的质量。栗兵等^[101]已设计出用于豆豉的发酵罐,这种自动化控制系统能够在一定程度上减少“经验”在发酵防控中的绝对地位,一旦推广,能够减少部分企业因经验欠缺生产出“劣质”淡豆豉的现象,对保障市场上淡豆豉质量的均一稳定具有重要意义。

总之,淡豆豉制备过程中温度、湿度的控制包括对环境和反应堆温湿度的控制。在实际生产中,反应堆发酵时会大量产热,导致反应堆温度较环境温度高,因此,可通过适当降低环境温度来加快反应堆散热,从而避免反应堆温度过高。《齐民要术》^[25]中所提及的时令选择、暖荫房等,多强调保温、恒温的观点。至明代,《本草纲目》所述六月曝晒之法,并未对环境作恒温要求,而夏日正午和夜晚温差必然导致豆豉的发酵温度并不恒定,以此推测,恒温发酵并非后酵过程的必需要求。在湿度控制方面,环境湿度在前酵过程中属关键因素,而后

酵时豆豉置于容器中,环境湿度对发酵几乎无影响,而反应堆湿度的影响更为主要。同时,本课题组在制作淡豆豉时发现,反应堆湿度较大时,产出淡豆豉颗粒较为干瘪,后期将基于此进行相关研究。现代可对淡豆豉发酵温湿度进行准确测量及调控,更有发酵罐等高度自动化控制系统,但淡豆豉生产自动化、智能化水平依然较低,人为因素占比较大,建议提升淡豆豉发酵罐等自动化设备的性能,并降低自动化设备的成本以利于推广,未来淡豆豉制备工艺和防控手段应当朝着智能化、自动化方向发展。

4.4 工艺参数优化 历代本草记载淡豆豉发酵的参数较少,比较明确的是发酵时间和豆豉堆放高度,如《齐民要术》^[25]中记载前酵时,豆豉堆放高度为“二尺许”,青蒿覆盖高度为“二寸”或“三寸”,豆豉“二七日”生黄衣,后酵“十许日成”。近现代部分参数逐渐详细,如料液比、温湿度等,但参数仍不够详尽,发酵过程的条件控制仍需依靠工作人员的主观感受和经验,导致不同人发酵的淡豆豉品质差异较大。现今有研究人员通过实验优化了淡豆豉的工艺参数,使得发酵过程更加具体、可控,见表4。

表4 淡豆豉发酵时的工艺参数优化

Table 4 Optimization of fermentation technology of Sojao Semen Praeparatum

优选工艺	评价指标	参考文献
取桑叶90g、青蒿100g,约加入18倍量水煎煮3次,每次1h,药液相对密度1.10~1.12(测定温度不详),拌入1kg大豆中,蒸煮1.5h,发酵温度(30±2)℃,发酵6~8d	异黄酮、大豆苷元、染料木素含量	[2]
黑大豆在吸尽药液后蒸煮1.5h,(30±2)℃条件下发酵6~8d至黄衣上遍;洗去黄衣后,置于容器内,用水密封,置于温度为(30±2)℃的培养箱内再闷12~15d。再闷期间每3d倒出,翻动,稍晾干,反复4~5次,最后略蒸,干燥	总异黄酮、大豆苷元和染料木素质量分数、成品性状	[3]
发酵中前处理工艺条件为干蒸时间30min,润水时间10min,湿蒸时间15min	氨基酸态氮含量、硬度和感官评分	[4]
以黑大豆为原料,青蒿、桑叶各20g,用水浸泡辅料20~30min后煎煮3次,每次1h,合并煎煮液并定容至2L,拌入200g黑大豆中,105℃灭菌15min。接菌比例为大豆30g用菌液10mL,发酵温度25℃,发酵时间9d	大豆黄素、染料木素含量	[5]

基于古代工艺记载、各地炮制规范及现代文献查阅,并结合生产实际和前期实验,笔者提出以下工艺:取桑叶、青蒿各70~100g,加水10L煎煮,滤过,煎液拌入1kg的净大豆中,待吸尽后蒸煮1.5h,

取出,稍晾,再置于容器内,用煎过的桑叶、青蒿渣覆盖,相对湿度80%和25~32℃环境下发酵6~8d,至黄衣上遍时,取出,除去药渣,洗净,于50~60℃环境下置容器内再闷15d左右,至充分发酵、香气溢出时,取出,略蒸,干燥,即得。此外,现代优化的工艺参数在蒸煮温度、蒸煮时间、发酵时间、发酵湿度、发酵湿度、晾晒次数、菌种接种比例等方面取得一定的进展,但尚未对发酵时物料湿度、物料堆放高度等基础参数进行研究,建议在《齐民要术》^[25]记载的“令浥沍然”“厚三寸许”等基础上进行研究。

5 讨论与小结

淡豆豉在我国的应用历史悠久,古往今来有诸多农书、本草载有该药材,以湖北襄阳、浙江杭州、山西永济、河南三门峡、江西等地为道地。豆豉早期以食用豉入药,未明确咸淡。唐代以来出现“无盐”豆豉,南宋后本草中正式以“淡豆豉”为正名收载,同时明确以黑豆作为原材料。历代记载的淡豆豉炮制工艺多有不同,主要体现在后酵过程和辅料上,古人注重“发透”,所载工艺多有后酵过程,《本草纲目》^[1]等古代本草甚至记载多次后酵的工艺。古代制豉工艺流程较繁复,今之《中国药典》^[1]工艺相对简化,工艺参数较古籍记载具体,但仍需进一步明确。

不同朝代、不同地区记载的淡豆豉炮制工艺和防控手段虽有不同,但其核心均在于营造适宜的环境条件以保证发酵菌的正常生长并抑制杂菌的侵入。通过系统的整理和分析,笔者认为古代认可的“香、美”之豉以霉菌为优势菌发酵而成,因此,发酵霉菌的选育和应用是解决淡豆豉品质问题的关键。相较于传统淡豆豉以多菌种参与发酵的方式,现代纯种发酵工艺通过投放枯草芽孢杆菌、米曲霉等进行发酵,能有效控制成品质量的均一稳定,可能是未来生产淡豆豉过程防控的重要方法之一,后续研究应加强发酵菌的选育和应用,利用基因工程技术研制能够产生多种风味物质的菌种。对于杂菌的防控,古人主要有蒸煮、晾晒、辅料灭菌等手段,现代主要延续古人的控菌方法,另有化学灭菌法、辐射灭菌法等,但较少使用。温湿度控制是发酵的重要因素,传统发酵对发酵温湿度的监控靠感官体验,并灵活地利用了时令、阳光、暖荫房、柴火等控温控湿,受天气影响较大,现代发酵可以借助温度计、湿度计、空调等对发酵车间的温湿度进行监控和调控,使得淡豆豉生产不再被时令和天气所左右。现代还有发酵罐等智能化、自动化生产设备,所产淡豆豉质量均一稳定,建议对发酵罐等自动化

设备的性能进行优化和提升,并降低其成本。同时,本课题组后续将明确淡豆豉“香、美”的物质基础,以利于其品质标准的建立。

[参考文献]

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:中国医药科技出版社,2020:342-343.
- [2] 牛丽颖,石素琴,刘敏彦,等. 淡豆豉炮制工艺的优化研究[J]. 中成药,2010,32(8):1372-1376.
- [3] 李刚,梁永红,龙凯,等. 再闷过程影响淡豆豉炮制工艺研究[J]. 中草药,2014,45(8):1083-1088.
- [4] 贾亭亭,牛广财,朱丹,等. 淡豆豉发酵中前处理工艺的优化[J]. 农业科技与装备,2014(8):45-47.
- [5] 杨翠萍,徐彬人,黄林艳,等. 纯种发酵淡豆豉制备工艺的优化研究[J]. 贵阳中医学院学报,2019,41(3):54-57.
- [6] 陈丽艳,陈继亮,刘青,等. 中药淡豆豉不同发酵阶段微生物变化及优势菌的筛选[J]. 食品与发酵科技,2017,53(6):71-74.
- [7] 汤扬,熊敏刚. 贵州中成药用淡豆豉发酵菌种的分离鉴定及纯种发酵[J]. 贵州医药,1999(4):3-5.
- [8] 陈丽艳,刘青,孙银玲,等. 不同产地淡豆豉优势发酵菌群的筛选及酶活性分析[J]. 中国药房,2017,28(31):4359-4361.
- [9] 朱海针,谢卫华,龙凯,等. PCR-DGGE技术研究淡豆豉炮制过程中微生物菌群的动态变化[J]. 中草药,2017,48(9):1757-1765.
- [10] 刘熙. 释名:卷四[M]. 上海:商务印书馆,1919.
- [11] 李时珍. 本草纲目[M]. 刘衡如,刘山永,校注. 北京:华夏出版社,2008:1027-1030.
- [12] 陶弘景. 名医别录[M]. 尚志钧,辑校. 北京:中国中医药出版社,2013:167.
- [13] 王逸. 楚辞章句[M]. 长春:吉林人民出版社,2005:212.
- [14] 张苍,耿寿昌. 九章算术[M]. 郭书春,注. 上海:上海古籍出版社,2009:79-80.
- [15] 司马迁. 史记:卷一百二十九[M]. 萧枫,编. 哈尔滨:北方文艺出版社,2007:1000.
- [16] 张机. 伤寒论[M]. 上海中医学院中医基础理论教研组,校注. 上海:上海人民出版社,1976:21.
- [17] 陶弘景. 本草经集注:卷七[M]. 尚志钧,尚元胜,辑校. 北京:人民卫生出版社,1994:504.
- [18] 唐慎微. 重修政和经史证类备用本草:卷二十五[M]. 陆拯,郑苏,傅睿,等,校注. 北京:中国中医药出版社,2013:1378-1381.
- [19] 孟诜. 食疗本草[M]. 张鼎,增补. 吴受琚,俞晋,校注. 北京:中国商业出版社,1992:321-322.
- [20] 陈衍. 宝庆本草折衷:卷十九[M]. 郑金生,辑校. 北

- 京:人民卫生出版社,1991:181.
- [21] 苏颂. 本草图经:卷十八[M]. 尚志钧,辑校. 合肥:安徽科学技术出版社,1994:599-600.
- [22] 朱橚. 救荒本草:卷四[M]. 倪根金,校注. 北京:中国农业出版社,2008:264,311.
- [23] 郑金生. 中华大典·医药卫生典·药学分典[M]. 成都:四川出版集团巴蜀书社,2012:298-299.
- [24] 卫生部中医研究院中药研究所,卫生部药品生物制品检定所. 中药炮炙经验集成[M]. 北京:人民卫生出版社,1963:170-171.
- [25] 贾思勰. 齐民要术:卷八[M]. 李立雄,蔡梦麟,点校. 北京:团结出版社,1996:319-325.
- [26] 葛洪. 肘后备急方[M]. 汪剑,邹运国,罗思航,等,整理. 北京:中国中医药出版社,2016:73.
- [27] 王思齐,王满元,关怀,等. 淡豆豉炮制历史沿革的研究[J]. 中国中药杂志,2018,43(10):1985-1989.
- [28] 吴崐,罗周彦. 医宗粹言[M]. 台湾:新文丰出版公司,1982:573.
- [29] 黄宫绣. 本草求真:卷三[M]. 席与民,朱肇和,校注. 北京:人民卫生出版社,1987:97.
- [30] 《中国药学大辞典》编委会. 中国药学大辞典[M]. 上海:世界书局,1935:1164.
- [31] 中华人民共和国卫生部药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:人民卫生出版社,1963:242.
- [32] 中华人民共和国卫生部药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:人民卫生出版社,1977:563-564.
- [33] 中华人民共和国卫生部药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:人民卫生出版社,化学工业出版社,1985:289-290.
- [34] 中华人民共和国卫生部药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:人民卫生出版社,化学工业出版社,1990:293.
- [35] 中华人民共和国卫生部药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 广州:广东科学技术出版社,北京:化学工业出版社,1995:289.
- [36] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:化学工业出版社,2000:269.
- [37] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:化学工业出版社,2005:230.
- [38] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:中国医药科技出版社,2010:208.
- [39] 上海市食品药品监督管理局. 上海市中药饮片炮制规范[M]. 上海:上海科学技术出版社,2008:146.
- [40] 云南省卫生厅. 云南省中药饮片炮制规范[M]. 昆明:云南科技出版社,1986:285-286.
- [41] 沈瑞兴. 钱育寿儿科用药经验举隅[J]. 贵阳中医学院学报,1991(1):17.
- [42] 岳桂华,王江河. 名老中医用药心得:第1辑[M]. 北京:人民军医出版社,2012:223-230.
- [43] 陈青峰,任佳秀,周姝含,等. 淡豆豉炮制中影响 γ -氨基丁酸富集的主次因素初步分析[J]. 中草药,2019,50(11):2583-2588.
- [44] 贵州省革命委员会卫生局. 贵州中药饮片炮制规范[M]. 贵阳:贵州人民出版社,1975:107.
- [45] 四川省卫生局. 四川中药饮片炮制规范[M]. 成都:四川人民出版社,1978:234-234.
- [46] 蔡琨,田维毅,韩洁,等. 中药淡豆豉高效发酵菌株的筛选[J]. 内蒙古中医药,2010,29(24):51,57.
- [47] 李刚,龙凯,苏明声,等. 淡豆豉炮制至“黄衣上遍”过程中微生物菌群动态变化的初步研究[J]. 中国实验方剂学杂志,2014,20(11):139-142.
- [48] 闵航. 微生物学[M]. 杭州:浙江大学出版社,2011:23.
- [49] 中华人民共和国药政管理局. 全国中药炮制规范[M]. 北京:人民卫生出版社,1988:192-193.
- [50] 安徽省食品药品监督管理局. 安徽省中药饮片炮制规范[M]. 合肥:安徽科学技术出版社,2006:371-372.
- [51] 北京市公共卫生局. 北京市中药饮片切制经验[M]. 北京:人民卫生出版社,1960:158.
- [52] 北京市卫生局. 北京市中药饮片切制规范:下册[M]. 北京:北京市卫生局,1974:318-319.
- [53] 北京市卫生局. 北京市中药炮制规范[M]. 北京:北京市卫生局,1986:392.
- [54] 北京市药品监督管理局. 北京市中药饮片炮制规范[M]. 北京:化学工业出版社,2010:375.
- [55] 甘肃省卫生厅. 甘肃省中药饮片炮制规范[M]. 兰州:甘肃省卫生厅,1980:155.
- [56] 广东省卫生厅. 广东省中药炮制规范[M]. 广州:广东省卫生厅,1984:161-162.
- [57] 广西壮族自治区食品药品监督管理局. 广西壮族自治区中药饮片炮制规范[M]. 南宁:广西科学技术出版社,2007:338.
- [58] 贵州省食品药品监督管理局. 贵州省中药饮片炮制规范[M]. 贵阳:贵州科技出版社,2005:239-240.
- [59] 河南省革命委员会卫生局. 河南省中药材炮制规范[M]. 郑州:河南人民出版社,1974:274-275.
- [60] 河南省食品药品监督管理局. 河南省中药饮片炮制规范[M]. 郑州:河南人民出版社,2005:242.
- [61] 武汉市中医药学会. 湖北中药切制规范[M]. 武汉:湖北人民出版社,1958:68.
- [62] 湖北卫生局. 湖北中草药炮制规范[M]. 武汉:湖北人民出版社,1979:329-330.
- [63] 湖南省卫生厅. 湖南省中药材炮制规范[M]. 长沙:

- 湖南科学技术出版社,1983:392.
- [64] 湖南省卫生厅. 湖南省中药材炮制规范[M]. 长沙:湖南科学技术出版社,1999:392.
- [65] 吉林省卫生厅. 吉林省中药炮制标准[M]. 长春:吉林科学技术出版社,1986:135-136.
- [66] 江苏省卫生厅. 江苏省中药饮片炮制规范[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1980:334-335.
- [67] 江苏省食品药品监督管理局. 江苏省中药饮片炮制规范[M]. 南京:江苏科学技术出版社,2002:369-370.
- [68] 江西省卫生厅药政管理局. 江西省中药炮制规范[M]. 上海:上海科学技术出版社,1991:301-302.
- [69] 江西省食品药品监督管理局. 江西省中药饮片炮制规范[M]. 上海:上海科学技术出版社,2009:348-349.
- [70] 辽宁省卫生厅. 辽宁省中药炮制规范[M]. 沈阳:辽宁省卫生厅,1975:92.
- [71] 山东省革命委员会卫生局. 山东省中草药炮制规范[M]. 济南:山东人民出版社,1975:172-173.
- [72] 山东省卫生厅. 山东省中药炮制规范[M]. 济南:山东科学技术出版社,1990:146-147.
- [73] 陕西省革命委员会科技局. 陕西省药品标准:第二册[M]. 西安:陕西省革命委员会科技局,1975:189
- [74] 天津市卫生厅. 天津市中药饮片切制规范[M]. 天津:天津市卫生厅,1975:425.
- [75] 天津市食品药品监督管理局. 天津市中药饮片炮制规范[M]. 天津:天津市食品药品监督管理局,2005:385-386.
- [76] 天津市食品药品监督管理局. 天津市中药饮片炮制规范[M]. 天津:天津市食品药品监督管理局,2012:364.
- [77] 天津市市场和质量管理委员会. 天津市中药饮片炮制规范[M]. 天津:天津市市场和质量管理委员会,2018:226-227.
- [78] 浙江省卫生厅. 浙江省中药炮制规范[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,1986:690-691.
- [79] 浙江省食品药品监督管理局. 浙江省中药炮制规范[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,2006:544-545.
- [80] 浙江省食品药品监督管理局. 浙江省中药炮制规范[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015:435.
- [81] 重庆市食品药品监督管理局. 重庆市中药饮片炮制规范及标准[M]. 重庆:重庆市食品药品监督管理局,2006:71-72.
- [82] 汤启成,曾凡玉,汪学荣,等. 毛霉型豆豉与曲霉型豆豉挥发性成分的GC-MS分析[J]. 食品工业,2016,37(10):274-278.
- [83] 邓开野,刘长海,黄小红,等. 曲霉型豆豉香气成分的研究[J]. 仲恺农业工程学院学报,2011,24(3):26-28.
- [84] 余爱农,杨春海,谭志斗,等. 细菌型豆豉香气成分的研究[J]. 食品科学,2002,23(12):98-100.
- [85] 索化夷,赵欣,骞宇,等. 永川豆豉发酵过程中总糖和氨基酸变化与滋味的形成[J]. 食品科学,2015,36(21):100-104.
- [86] 何桂强,梁如,黄钧,等. 毛霉型和曲霉型豆豉特征风味的研究[J]. 食品科技,2016,41(4):260-265.
- [87] 梁叶星,张玲,高飞虎,等. 重庆水豆豉发酵过程中NaCl、还原糖和氨基酸变化与滋味的形成[J]. 食品与发酵工业,2019,45(18):27-34.
- [88] 王萍,陈丽艳,孙银玲,等. 单、双菌发酵淡豆豉不同发酵期纤维素酶活性[J]. 中国微生物学杂志,2018,30(9):999-1003.
- [89] 熊京京,任佳秀,周姝含,等. 淡豆豉炮制过程中产 γ -氨基丁酸微生物的筛选和鉴定[J]. 中国中药杂志,2019,44(11):2266-2273.
- [90] 蔡琨,田维毅,冯果,等. 一种淡豆豉纯种发酵方法:中国,CN106107550A[P]. 2016-11-16.
- [91] 李铎,沈立荣,冯凤琴,等. 生产淡豆豉的纯种发酵工艺:中国,CN1994116[P]. 2007-07-11.
- [92] 陈小林,赵敏,邵丽芳,等. 米曲霉TJTSW001及其在中药淡豆豉发酵中的应用:中国,CN104073444A[P]. 2014-10-01.
- [93] 王伟明,陈丽艳,方自若,等. 一种利用复合菌种发酵制备淡豆豉的方法和应用:中国,CN109674845A[P]. 2019-04-26.
- [94] 龚千锋. 中药炮制学[M]. 北京:中国中医药出版社,2012:379.
- [95] 韩涛,姚磊,李丽萍,等. 桑叶提取物抑菌作用的研究[J]. 生物学杂志,2005,22(6):21-24.
- [96] 黄梅,沈建英,杜成成,等. 青蒿素及其衍生物的抗菌活性初步研究[J]. 中国中药杂志,2019,44(9):1946-1952.
- [97] 李玉邯,麻莹,陈宇飞,等. 紫苏叶的添加对香肠品质、抗氧化性能及抑菌效果的影响[J]. 中国调味品,2016,41(11):42-44.
- [98] 陈蔚燕,许良忠. 麻黄草微波提取物抑菌效果研究[J]. 青岛科技大学学报:自然科学版,2015,36(3):286-290.
- [99] 池永红,范文斌. 发酵工程设备[M]. 重庆:重庆大学出版社,2014:124-132.
- [100] 龙凯,王立元,郭佳佳,等. 半夏曲炮制过程中微生物数量动态变化的初步分析[J]. 中国实验方剂学杂志,2019,25(24):86-91.
- [101] 粟兵,陈书来. 豆豉旋转发酵罐及豆豉制作工艺:中国,CN108485920A[P]. 2018-09-04.

[责任编辑 刘德文]