

鸡蛋壳聚糖涂膜保鲜及安全控制研究

杨晚婷, 叶子, 马燕燕, 陈国刚* (石河子大学食品学院, 新疆石河子 832000)

摘要 通过研究鸡蛋的清洗时间、清洗温度和消毒时间, 确定预处理的工艺参数; 在冷藏(4℃)条件下对不同浓度壳聚糖溶液涂膜的鸡蛋进行贮藏, 以菌落总数、大肠菌群数、沙门氏菌数量为考察指标, 测定贮藏6、12、19、26、33 d时蛋壳及蛋清的微生物变化, 以确定最佳涂膜浓度。最佳工艺参数如下: 清洗温度38℃, 清洗时间80 s; 0.5%次氯酸钠溶液的最佳消毒温度38℃, 消毒时间100 s, 2.0%壳聚糖的保鲜效果最好。该工艺参数的确定可为保洁鸡蛋的生产提供理论依据, 提高企业的经济效益。

关键词 鸡蛋; 壳聚糖; 涂膜保鲜

中图分类号 TS 253.2 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)12-0190-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.12.054

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Study on the Preservation and Safety Control of Egg Chitosan Coating

YANG Wan-ting, YE Zi, MA Yan-yan et al (Food College, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000)

Abstract The pretreatment process parameters were determined by studying the cleaning time, cleaning temperature and disinfection time of the eggs. The eggs coated with different concentrations of chitosan solution were preserved at the refrigerating temperature (4℃), and the total number of colonies and coliform number, *Salmonella* count were used as research indicators to determine the microbial changes of eggshell and egg white at the storage time of 6, 12, 19, 26 and 33 d, in order to determine the optimum coating concentration. The optimum process parameters were as follows: cleaning temperature 38℃ for 80 s, 0.5% sodium hypochlorite solution at the disinfection temperature 38℃ for 100 s, and 2.0% chitosan concentration had the best preservation effect. The determination of the entire process parameters could provide theoretical basis for the production of cleaning eggs, and improve the economic benefits of the enterprise.

Key words Egg; Chitosan; Coating preservation

鸡蛋是人类获取蛋白质的主要来源, 因其蛋白质的氨基酸比例适合人体生理需要、且消化吸收率可达到98%以上而受到消费者的喜爱。然而, 鸡蛋生产具有很强的季节性, 旺季鲜蛋上市供大于求, 淡季又供不应求, 所以人们试图将鸡蛋保存更长的时间, 以调节市场供应。但是, 随着贮藏时间的延长、贮藏温度变化等, 鸡蛋对微生物的自卫能力逐渐减弱, 最后有毒、有害的微生物侵入鸡蛋内部并大量繁殖^[1-2], 导致鸡蛋失去食用价值和商品价值。因此, 近年来大量研究者致力于探究一种贮藏保鲜方式, 以期对鸡蛋的保鲜增效提供理论依据。

壳聚糖, 又名甲壳素、壳多糖, 是一种可降解的生物多糖聚合物, 广泛存在于虾、蟹等的外壳中^[3-5]。壳聚糖溶液具有良好的成膜性, 应用于鸡蛋贮藏其表面会形成一层透明的半透膜, 从而降低贮藏中的损失, 抑制微生物活性。目前壳聚糖涂膜贮藏已广泛应用于香菇^[6]、木瓜^[7]、荔枝^[8]、柠檬^[9]等的贮藏保鲜中。因此, 将壳聚糖应用于鸡蛋的贮藏保鲜可能会为鸡蛋的贮藏作出贡献。

为了调节市场供应, 提高鸡蛋食用安全性, 降低其在贮藏中的损失, 笔者将壳聚糖应用于鸡蛋的保鲜处理。通过微生物指标来衡量贮藏期间鸡蛋鲜度的变化, 对鸡蛋进行不同温度与时间的清洗、消毒处理, 分析不同浓度保鲜剂处理后的保鲜作用, 以筛选出清洗、消毒最适宜温度和时间以及最适宜的保鲜剂浓度, 以期对保鲜剂在生产生活中的应用奠定

基础。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料。鸡蛋取自新疆石河子142团宏达养鸡场(产后12 h内); 壳聚糖, 食品级, 脱乙酰度 $\geq 95.2\%$ (上海卡博工贸有限公司); 36%醋酸, 化学纯; 次氯酸钠, 化学纯, 有效氯浓度10%。

1.1.2 仪器。超净工作台; 冰箱; 灭菌锅; 水浴锅; 电子天平; HI9025 便携式酸度计, 为北京哈纳科仪科技有限公司产品。

1.2 试验方法

1.2.1 消毒剂的制备。移取50 mL次氯酸钠于容量瓶中, 加入蒸馏水定容至1 L, 得到浓度0.5%的次氯酸钠溶液。

1.2.2 保鲜剂的制备。称取质量分别为1、2、3、4 g的4份壳聚糖粉末, 分别倒入均装有5.6 mL 36%醋酸的容量瓶中, 加水定容至200 mL, 振荡溶解2 h, 待容量瓶内的壳聚糖全部溶解, 可得到浓度分别为0.5%、1.0%、1.5%、2.0%的壳聚糖溶液。

1.2.3 工艺参数的确定。

1.2.3.1 清洗时间和清洗温度的优化。挑选90个无裂纹、蛋形完整的鸡蛋, 分为9组, 每组10个, 放入时间梯度为40、80、100 s, 温度为30、35、38℃的双变量二维方阵中, 检查蛋壳表面是否洁净, 有无粪便、羽毛、饲料等污染物黏附, 色泽是否光亮并进行记录。

1.2.3.2 消毒时间的优化。挑选30个已经经过最优清洗的鸡蛋, 分为3组, 每组10个, 放入温度38℃且装有0.5%次氯酸钠的恒温水浴锅中, 分别消毒40、70、100 s, 用无菌袋装好置于无菌台上, 进行菌落总数、大肠菌群数、沙门氏菌数量的测定。

基金项目 新疆生产建设兵团第八师石河子市科技计划项目(2018GY21)。

作者简介 杨晚婷(1996—), 女, 河南周口人, 硕士研究生, 研究方向: 果蔬贮藏保鲜。*通信作者, 教授, 博士, 硕士生导师, 从事果蔬贮藏保鲜方面的研究。

收稿日期 2019-10-30; **修回日期** 2019-11-26

1.2.3.3 涂膜处理。挑选 310 个无裂纹、蛋形完整的鸡蛋,随机挑选 10 个鸡蛋进行菌落总数、大肠菌群数、沙门氏菌数量的测定,作为原始数据,再取 50 个鸡蛋作为对照组(CK),剩余的 250 个鸡蛋在最优清洗条件下清洗后晾干,然后在最优消毒时间进行消毒后,随机分为 5 组(表 1),每组 50 个,从 A~E 对各组编号。其中,A~D 组鸡蛋依照字母顺序按浓度从低到高分别放入配制好的壳聚糖溶液中浸泡 1 min 后取出,用无菌棉签涂抹均匀,然后晾干。E 组不作处理。各组鸡蛋试验期均为 33 d。试验期间,前 12 d 每隔 6 d 检测一次菌落总数和大肠菌群数;后 21 d,每隔 7 d 检测一次菌落总数和大肠菌群数,而沙门氏菌数量在试验开始时测定 1 次,试验结束时测定 1 次,共 2 次。每次检测样本容量为随机选取的 10 个鸡蛋。

1.2.4 测定方法。

1.2.4.1 感官品质检验。检查蛋壳表面是否洁净,有无粪便、羽毛、饲料等污染物黏附,色泽是否光亮,并进行记录。

1.2.4.2 菌落总数的测定。将以上各组鸡蛋每组随机选取 10 个鸡蛋,用无菌棉试纸蘸取无菌生理盐水,以无菌操作方法充分擦拭蛋壳表面。依据 GB 4789.2—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》的测定方法测定。

1.2.4.3 大肠菌群的测定。依据 GB 4789.3—2016《食品安全

国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数》的测定方法。

表 1 鸡蛋的处理与分组

Table 1 Egg processing and grouping

编号 No.	鸡蛋数 Egg number//个	处理 Treatment
CK	50	无
A	50	0.5%壳聚糖溶液
B	50	1.0%壳聚糖溶液
C	50	1.5%壳聚糖溶液
D	50	2.0%壳聚糖溶液
E	50	最优清洗、最优消毒

1.2.4.4 沙门氏菌的测定。依据 GB 4789.4—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 沙门氏菌检验》的测定方法。

2 结果与分析

2.1 预处理试验

2.1.1 不同清洗时间和清洗温度对鸡蛋表面污垢的影响。从表 2 可以看出,清洗时间为 100 s,温度 35 ℃;时间 80 s,温度 38 ℃以及时间 100 s,温度 38 ℃时清洗效果均较好,但是蛋白质在 40 ℃开始变性,4 min 时外界的水将通过蛋孔进入内部。综合分析清洗效果和清洗效率,得到最佳清洗温度应为 38 ℃,时间为 80 s。

表 2 清洗条件优化结果

Table 2 Optimization results of cleaning conditions

清洗时间 Cleaning time//s	温度 Temperature//℃		
	30	35	38
40	蛋壳表面有少量粪便、无羽毛、少量饲料等污染物黏附,色泽不光亮	蛋壳表面有少量粪便、无羽毛、少量饲料等污染物黏附,色泽不光亮	蛋壳表面有少量粪便、无羽毛、少量饲料等污染物黏附,色泽不光亮
80	蛋壳表面有少量粪便、无羽毛、少量饲料等污染物黏附,色泽不光亮	蛋壳表面有少量粪便、无羽毛、少量饲料等污染物黏附,色泽不光亮	蛋壳表面无粪便、无羽毛、无饲料等污染物黏附,色泽光亮
100	蛋壳表面有少量粪便、无羽毛、少量饲料等污染物黏附,色泽不光亮	蛋壳表面无粪便、无羽毛、无饲料等污染物黏附,色泽光亮	蛋壳表面无粪便、无羽毛、无饲料等污染物黏附,色泽光亮

2.1.2 不同消毒时间对蛋壳表面微生物指标的影响。从表 3 可以看出,消毒时间为 100 s 时的灭菌效果最好,说明消毒时间与灭菌效果成正比,因为消毒作用不是瞬间完成的,且细菌与消毒剂接触时并不会立即被消灭,微生物的死亡依据时间、温度 2 个因素而定。

表 3 消毒优化结果(水温 38 ℃)

Table 3 Disinfection optimization results (Water temperature of 38 ℃)

时间 Time//s	菌落总数 Total number of colonies//CFU/g	大肠菌群数 Coliform number MPN/kg	沙门氏菌数 Salmonella number
40	21 250	>11 000	—
70	5 400	0	—
100	635	0	—

注:—表示未检出

Note:— indicated no detection

2.2 冷藏期间不同浓度壳聚糖涂膜鸡蛋表面微生物的变化

2.2.1 蛋壳表面菌落总数的变化。从图 1 可以看出,蛋壳表面的菌落总数在试验期间对照组(CK)的菌落总数总体上呈现上升趋势,这与吴颜菲^[10]的试验结果相似,其次是 E 组,E

组的菌落总数呈现出先下降后上升的趋势,但菌落总数小于 CK 组,这可能是因为 E 组鸡蛋表面的微生物在经过最优清洗和最优消毒处理后,已经有大部分被杀死,但随着贮藏时间的延长,又重新滋生出微生物。涂膜组(A~D)的菌落总数总体上呈现下降的趋势,其中 D 组的菌落总数均低于其他 3 组,这可能是因为壳聚糖具有一定的抑菌作用^[11],且壳聚糖浓度越高,抑菌效果越明显。

2.2.2 蛋清中菌落总数的变化。从图 2 可以看出,蛋清的菌落总数在试验期间总体上呈上升趋势,对照组(CK)的上升趋势大于其他 4 组,E 组菌落总数呈现先缓慢上升后急剧上升的变化趋势,由此可见经过清理消毒的鸡蛋,不仅仅表面微生物得到了一定控制,蛋清中的微生物也受到一定抑制。因此,在鸡蛋的保鲜过程中清洗消毒步骤至关重要^[12]。涂膜后的试验组蛋清的菌落总数在整个冷藏期间缓慢增加,其中 D 组的菌落总数最低,这与“2.2.1”中蛋壳表面菌落总数变化相符。

2.2.3 蛋壳表面大肠菌群数的变化。从图 3 可以看出,在试验期间蛋壳表面的大肠菌群数在未清洗消毒时远远超过规

定值(1 000 MPN/kg),CK组的大肠菌群数在试验初期很高,但随着储存时间的增加,大肠菌群数减少。B~E组经过清洗消毒后,其表面没有检测出大肠菌群,仅有A组与CK组检测出大肠菌群,这可能是因为A组的壳聚糖浓度较低,因此在贮藏后期蛋壳表面菌落总数增加,这与安全^[13]的研究结果类似。

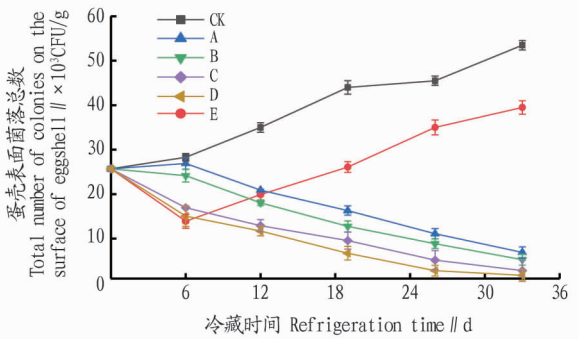


图1 各组蛋壳表面菌落总数的变化

Fig.1 Total number changes of colonies on the surface of eggshell in each group

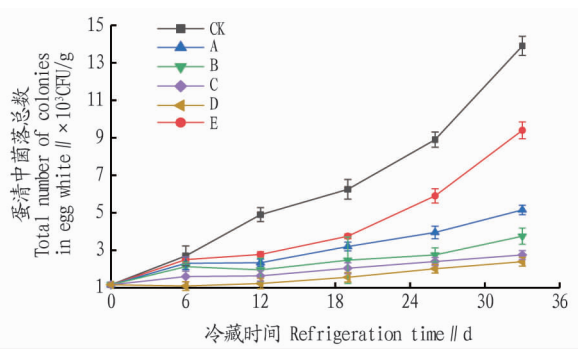


图2 各组蛋清中菌落总数的变化

Fig.2 Total number changes of colonies in egg white in each group

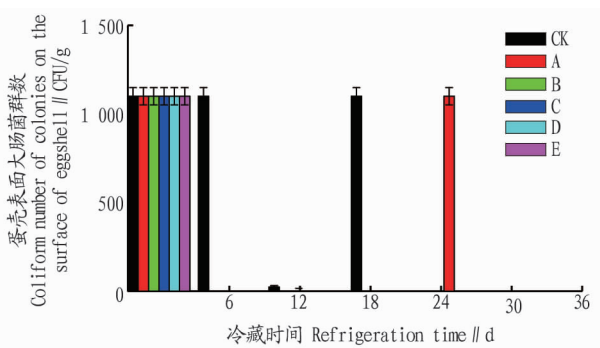


图3 各组蛋壳表面大肠菌群数的变化

Fig.3 Changes of coliform number on the surface of eggshell in each group

2.2.4 蛋清大肠菌群数的变化。从图4可以看出,在试验前期蛋清中未检测出大肠菌群,随着储藏时间的延长,对照组(CK)的蛋清中检测出大肠菌群。这可能是因为随着贮藏时间的延长,鸡蛋表面的气孔在逐渐增大,使得外界的微生物进入蛋清中^[14]。

2.2.5 蛋壳表面及蛋清中沙门氏菌数量的变化。从表4可以看出,鸡蛋在整个试验期间没有检测到沙门氏菌。与沙门

氏菌相比,鸡蛋中大肠杆菌的侵袭更为广泛^[15]。

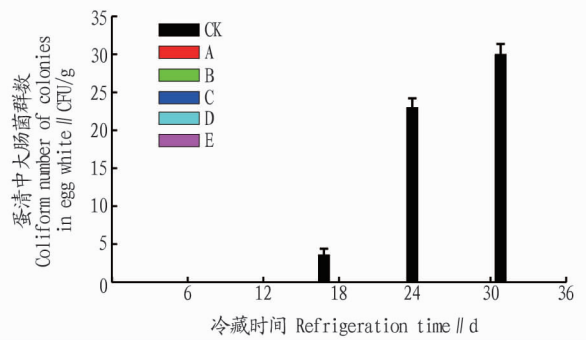


图4 各组蛋清中大肠菌群数的变化

Fig.4 Changes of coliform number in egg white in each group

表4 试验期间沙门氏菌的变化

Table 4 The changes of *Salmonella* in test period

次数 Times	处理 Treatment	蛋壳表面 Eggshell surface	蛋清 Egg white
第1次 The first time	CK	未检出	未检出
	CK	未检出	未检出
第6次 The sixth time	A	未检出	未检出
	B	未检出	未检出
	C	未检出	未检出
	D	未检出	未检出

3 结论

清洗温度和清洗时间2个因素在食品蛋清洗过程中对蛋壳表面总细菌数的最佳作用参数为38℃,80s,消毒时间单因素在食品蛋清洗过程中对蛋壳表面微生物检验的最佳作用参数为38℃,100s。鸡蛋清洗、消毒总时间为3min,小于清水进入蛋壳内所需的时间,且清洗、消毒温度低于蛋白质变性温度。鸡蛋通过清洗消毒后能够有效减少蛋壳所带的细菌,从而延长鸡蛋的储藏时间。涂膜后的鸡蛋蛋壳表面的总菌数减少,说明壳聚糖能有效控制鸡蛋的微生物指标在贮藏期间的变化,防止鸡蛋腐败变质,从而对鸡蛋达到良好的保鲜效果。

参考文献

- [1] 熊利荣,丁幼春,刘俭英.鸡蛋新鲜度随贮藏时间变化规律的研究[J].湖北农业科学,2004(4):118-120.
- [2] 李剑锋,王树才.鸡蛋贮藏期间品质特征变化的研究[J].湖北农机化,2008(6):27-28.
- [3] 徐晓霞,张怀珠,杨富民.壳聚糖在鸡蛋保鲜中的应用研究进展[J].保鲜与加工,2015(4):66-69.
- [4] 李文娟,陈炼红.新型可食性涂膜剂在鸡蛋保鲜技术中的应用[J].安徽农业科学,2014,42(14):4432-4435.
- [5] 殷雪,周焄,王春颖,等.壳聚糖改性、抑菌性及成膜性研究[J].武汉工业学院学报,2008,27(3):18-22.
- [6] HUANG Q H, QIAN X C, JIANG T J, et al. Effect of chitosan and guar gum based composite edible coating on quality of mushroom (*Lentinus edodes*) during postharvest storage [J]. Scientia horticulturae, 2019, 253: 382-389.
- [7] DOTTO G L, VIEIRA M L G, PINTO L A A. Use of chitosan solutions for the microbiological shelf life extension of papaya fruits during storage at room temperature [J]. LWT-Food Science and Technology, 2015, 64(1): 126-130.
- [8] JIANG X J, LIN H T, SHI J, et al. Effects of a novel chitosan formulation treatment on quality attributes and storage behavior of harvested litchi fruit [J]. Food chemistry, 2018, 252: 134-141.

DTPA) 浸取, 速效 K、有效 Fe、Mn 测定值明显高于 AB-DTPA 法, 结合标准曲线测定结果, 可以认为改进 AB-DTPA 法有

效地提升了速效 K、有效 Fe 和有效 Mn 的浸取效率。

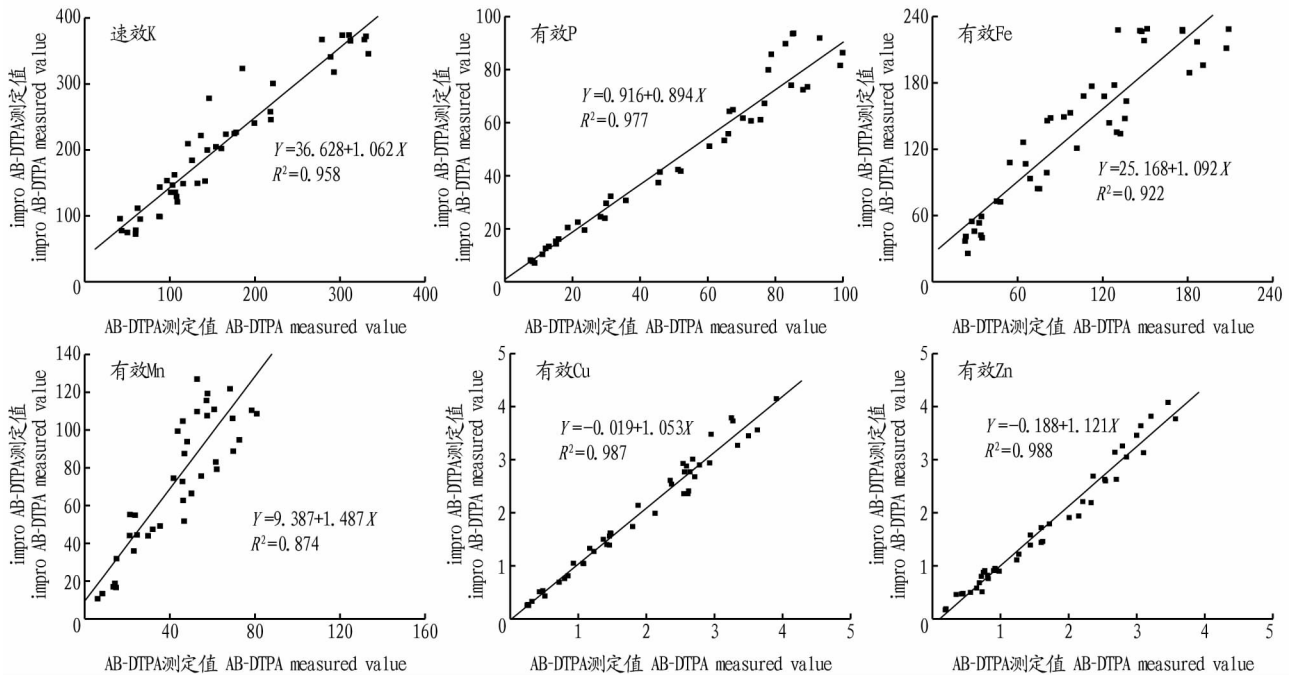


图1 impro AB-DTPA 法与 AB-DTPA 法测定酸性土壤样品结果的相关性分析

Fig.1 Correlation analysis of the results of impro AB-DTPA method and AB-DTPA method for measuring acid soil samples

3 结论与讨论

该研究在 AB-DEPA 的基础上采用 HOAC-NH₄OAC 缓冲体系取代了 AB-DTPA 中的 NH₄HCO₃, 通过土壤标准样品试验方法测量准确度、精密度与原方法进行了对比验证; 通过对 44 件酸性土壤样品的方法对比试验, 研究了 2 种方法在各元素有效态测量的线性相关性, 结果表明, 采用改进 AB-DTPA 法测定酸性土壤样品与原方法测定结果存在良好的线性相关性, 且改进 AB-DTPA 法又很好地解决了测定速效 K、有效 Fe 和有效 Mn 的回收率偏低的问题, 提高了测量结果的准确度。该方法的应用, 实现了采用一种方法同时浸取测定原先需要 3 种浸取方法完成的有效态元素浸取, 极大地缩短了分析时间, 提升了整体工作效率, 具有良好的应用前景。

参考文献

- [1] 黄昌勇, 徐建明. 土壤学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [2] 栾慧, 高一娜, 刘红, 等. 土壤速效钾测定方法的影响因素[J]. 绿色科技, 2016(16): 159-160.
- [3] 张飞龙. Olsen 法测定土壤中有效磷的方法优化及检测研究[J]. 西藏农业科技, 2016, 38(4): 33-37.
- [4] 黄昌勇, 徐建明. 土壤学[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2010.
- [5] 张雄. 原子吸收分光光度计测定土壤速效钾[J]. 南方农业, 2018(35):

112, 114.

- [6] 何秀芬, 何燕, 陈歆, 等. 电感耦合等离子体发射光谱法测定石灰性土壤中有效磷的研究[J]. 热带农业科学, 2017, 37(12): 25-28.
- [7] 罗治定, 张宁, 王敬功, 等. 二乙基三胺五乙酸浸取-电感耦合等离子体质谱法测定石灰性土壤中有效态铜锌铁锰[J]. 冶金分析, 2019, 39(1): 42-47.
- [8] 李立平, 张佳宝, 邢维芹, 等. 土壤养分分析的现代化[J]. 土壤, 2004, 36(3): 243-250.
- [9] 刘秀珍, 孙立艳, 马骏, 等. Mehlich3 通用浸提剂测定石灰性土壤中有效养分的研究[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2007, 27(3): 299-302.
- [10] MEHLICH A. Comprehensive methods in soil testing[M]. Mimeo Agron Division; NCDA, 1982; 1-282.
- [11] CSATHÓ P, MAGYAR M, DEBRECZENI K, et al. Correlation between soil P and wheat shoot P contents in a network of Hungarian long-term field trials[J]. Communications in soil science and plant analysis, 2005, 36: 275-293.
- [12] SOLTANPOUR P N, SCHWAB A P. A new soil test for simultaneous extraction of macro- and micro-nutrients in alkaline soils[J]. Communications in soil science and plant analysis, 1977, 8(3): 195-207.
- [13] 孙鸣镝, 方海兰, 郝冠军, 等. AB-DTPA, CaCl₂-DTPA 两种方法分析土壤 8 种元素的有效态含量[J]. 土壤与作物, 2014, 3(2): 50-55.
- [14] 郝冠军, 周建强, 方海兰. AB-DTPA 法测定我国典型土壤多元素有效态含量的适用性分析[J]. 上海农业学报, 2016, 32(6): 100-107.
- [15] 吴昆明, 魏朝俊, 刘云, 等. 土壤活性组分提取剂的研制及初步试验结果[J]. 岩矿测试, 2014, 33(3): 381-389.
- [16] SPEIR T W, VAN SCHAİK A P, PERCIVAL H J, et al. Heavy metals in soil, plants and groundwater following HIGH-RATE sewage sludge application to land[J]. Water, air, and soil pollution, 2003, 150: 319-358.

(上接第 192 页)

- [9] TAGHINEZHAD E, EBADOLLAHI A. Potential application of chitosan- clay coating on some quality properties of lemon during storage[J]. Agricultural engineering international; CIGR journal, 2017, 19(3): 189-194.
- [10] 吴颜非. 不同养殖模式蛋壳表面微生物污染及大肠杆菌生物学特性研究[D]. 邯郸: 河北工程大学, 2017.
- [11] GONG L, ZHAO Z Y, YIN C X, et al. Synergistic interaction of natamycin with carboxymethyl chitosan for controlling *Alternaria alternata*, a cause of black spot rot in postharvest jujube fruit[J]. Postharvest biology and

technology, 2019, 156: 110919 [2019-04-25]. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.05.020>.

- [12] 赵瑞宏, 詹凯, 曲鲁江, 等. 散养土鸡蛋内外沙门氏菌和大肠杆菌的检测[J]. 中国动物检疫, 2008(7): 41.
- [13] 安全. 保洁鸡蛋加工及保鲜技术的研究[D]. 石河子: 石河子大学, 2014.
- [14] COLLINS C H, LYNE P M, GRANGE J M. Microbiological methods[M]. 6th Edition. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1989: 129-134.
- [15] 陈国营, 詹凯, 陈丽园, 等. 褐壳、粉壳和绿壳鸡蛋内外大肠杆菌和沙门菌感染的调查[J]. 畜牧与兽医, 2012, 44(4): 72-73.