

# 不同原产国大豆质量指标差异的研究

顾强\*, 乙小娟, 丁萍, 蔡燕斌

(张家港海关综合技术中心, 张家港 215600)

**摘要:** **目的** 揭示不同国家大豆基本理化品质的异同点。**方法** 搜集巴西、美国、阿根廷、乌拉圭进口国大豆样品 750 份, 对其脂肪、蛋白质、水分等质量指标进行测定。基于这些指标, 对不同原产国大豆之间的差异进行了分析, 同时探讨年份对这些差异的影响。**结果** 巴西大豆脂肪含量较高, 阿根廷大豆蛋白质含量显著低于其他国家大豆( $P < 0.0001$ ), 乌拉圭大豆则是水分含量较高; 年份对大豆脂肪含量有影响, 但年份差异远小于地区差异。**结论** 不同国家大豆的质量指标具有明显区别, 本研究可为了解不同原产国大豆理化品质特点、建立大豆产地溯源技术提供数据参考。

**关键词:** 大豆; 蛋白质; 脂肪; 水分; 原产国

## Study on the differences of quality items of soybeans imported from different countries

GU Qiang\*, YI Xiao-Juan, DING Ping, CAI Yan-Bin

(Comprehensive Technology Center of Zhangjiagang Customs, Zhangjiagang 215600, China)

**ABSTRACT: Objective** To reveal the similarities and differences of the basic physical and chemical qualities of soybeans in different countries. **Methods** Totally 750 soybean samples from Brazil, the United States, Argentina and Uruguay were collected, and the quality items including fat, protein and moisture were determined. Based on these items, the differences between soybeans from different countries of origin were analyzed, and the influences of harvest years on these items were also discussed. **Results** The fat content in Brazil soybeans was higher. The protein content of Argentina soybeans was significantly lower than that of other countries ( $P < 0.0001$ ). The water content of Uruguay soybean was higher. The difference of soybeans between harvest years was far less than the soybeans from different countries. **Conclusion** The quality items of soybeans from different countries are obviously different. This study can provide data reference for understanding the physical and chemical quality characteristics of soybeans in different countries of origin and establishing the traceability technology of soybean origin.

**KEY WORDS:** soybean; protein; fat; moisture; geographical origin

## 0 引言

大豆在我国国民经济发展中起着非常重要的作用,

其全身是宝, 大豆脂肪是生产植物油的原料, 大豆蛋白是重要的食品原料, 油饼(粕)也是非常重要的饲料<sup>[1-2]</sup>。我国是大豆进口大国, 据统计, 2018—2019 和 2019—2020 年度,

基金项目: 南京海关科研项目(2019KJ19、2021KJ20)

Fund: Supported by the Research Program of Nanjing Customs (2019KJ19, 2021KJ20)

\*通信作者: 顾强, 博士, 高级工程师, 主要研究方向为食品安全检测方法的开发。E-mail: respro@163.com

\*Corresponding author: GU Qiang, Ph.D, Senior Engineer, Comprehensive Technology Center of Zhangjiagang Customs, Zhangjiagang 215600, China. E-mail: respro@163.com

我国进口大豆分别为 8253 万吨和 9650 万吨, 而同期国产量均不足 2000 万吨<sup>[3]</sup>, 由此可见我国对进口大豆依赖度非常高。大豆主要成分为脂肪、蛋白质、碳水化合物及一定量的水分等, 其中, 脂肪是榨取植物油的原料, 蛋白质则是优质饲料, 这两者是大豆中最重要的组分<sup>[4-7]</sup>。大豆中的脂肪和蛋白质的组成和含量除受大豆品种等内在因素支配外<sup>[8-9]</sup>, 还受到农业习惯、气候条件、地理环境等因素的影响<sup>[10-13]</sup>。有研究发现不同产区对大豆等豆类中甾醇含量的影响显著<sup>[14]</sup>, 不同产区大豆中脂肪酸组成也具有不同的特征, 可作为大豆产地溯源的特征指标<sup>[15]</sup>。对不同原产国大豆质量指标的差异进行研究, 可以揭示不同国家大豆理化品质的整体异同点, 对提升我国大豆种植业和加工业的水平、指导大豆的国际采购具有重要的现实意义。同时, 研究不同原产国大豆之间的质量指标差异, 对建立大豆原产地溯源技术、打击原产地造假行为具有一定启示作用<sup>[16-17]</sup>。

王乐等<sup>[18]</sup>对比了巴西、美国、阿根廷、乌拉圭、俄罗斯等进口大豆与黑龙江大豆的质量差异, 得出进口大豆脂肪和蛋白含量较高而品相较差的结论。他们的研究基于对 19 份进口大豆及 20 份黑龙江大豆的检测, 进口大豆样本数量较少, 并不具有足够代表性。陈萍等<sup>[16]</sup>对 2005—2008 年间广州南沙口岸进口自巴西、阿根廷、美国的共计 146 批大豆进行了全面的质量比较分析, 发现巴西大豆的脂肪和蛋白质指标均比其他两国大豆的高。但是该项研究距今已有十余年, 近年进口大豆的质量情况是否有变化, 还需进一步研究。因此, 依然有必要对主要进口国的大豆开展质量指标研究。

本研究搜集了近年来巴西、美国、阿根廷、乌拉圭主要进口国的 750 份大豆样品, 对蛋白质、脂肪、水分等质量指标进行检测并进行差异分析, 以期了解不同原产国大豆在理化品质上的异同点, 为了解不同原产国大豆理化品质特点、建立大豆产地溯源技术提供数据参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

本研究搜集了 2018 年和 2019 年从巴西、美国、阿根廷、乌拉圭 4 个国家进口的大豆, 共计 750 份样品, 如表 1 所示, 所有大豆均为转基因大豆。

表 1 大豆样品信息  
Table 1 Soybean sample information

|     | 2018 年/份 | 2019 年/份 | 共计/份 |
|-----|----------|----------|------|
| 巴西  | 160      | 119      | 279  |
| 美国  | 100      | 114      | 214  |
| 阿根廷 | 81       | 59       | 140  |
| 乌拉圭 | 67       | 50       | 117  |

### 1.2 试剂与仪器

石油醚(30~60 °C)、无水乙醚(分析纯)、硫酸(分析纯)(无锡市佳妮化工有限公司); 硫酸铜、硫酸钾、氢氧化钠、95%乙醇(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司); 硼酸(分析纯, 天津市永大化学试剂有限公司); 甲基红指示剂(分析纯, 上海展云化工有限公司); 亚甲基蓝指示剂(分析纯, 天津市致远化学试剂有限公司); 盐酸标准滴定溶液(0.5 mol/L, 上海安谱科学仪器有限公司)。

Kjeltec™ 8400 自动凯氏定氮仪、Soxtec™ 8000 全自动索氏浸提系统(丹麦 FOSS 公司); FD 115 烘箱(德国 Binder 公司); XS204 分析天平(感量 0.0001 g, 瑞士梅特勒-托利多公司)。

### 1.3 分析方法

脂肪的测定参考 GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》<sup>[19]</sup>中的第一法: 索氏抽提法。

蛋白质的测定参考 GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》<sup>[20]</sup>中的第一法: 凯氏定氮法。

水分的测定参考 GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》<sup>[21]</sup>中的第一法: 直接干燥法。

### 1.4 数据处理

试样中脂肪、蛋白质含量均以干基质量分数表示。原始数据采用 SPSS 软件进行分析。同一质量指标的多国之间数据比较采用单因素方差分析, 两国之间采用 *t* 检验分析, 显著水平  $P < 0.05$  表示差异性显著。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同国家间的差异

不同国家进口大豆的脂肪、蛋白质、水分含量数据, 见表 2。不同国家进口大豆的质量指标均值都有差异。

表 2 各国大豆中脂肪、蛋白质、水分含量( $n=3$ )  
Table 2 Content of fat, protein and moisture in soybeans of various countries ( $n=3$ )

|               | 阿根廷        | 巴西         | 美国         | 乌拉圭        |
|---------------|------------|------------|------------|------------|
| 样本数           | 140        | 279        | 214        | 117        |
| 脂肪/(g/100 g)  | 21.79±0.84 | 23.45±0.97 | 21.51±0.68 | 21.72±0.24 |
| 蛋白质/(g/100 g) | 37.24±0.66 | 38.89±0.71 | 38.49±0.75 | 38.99±0.48 |
| 水分/(g/100 g)  | 11.12±0.83 | 11.61±0.58 | 10.92±0.51 | 12.05±0.34 |

进口大豆的主要用途是压榨制取大豆油和豆粕, 因此, 脂肪和蛋白质含量是大豆最重要的 2 个质量指标。脂肪含量方面, 巴西大豆的均值最高, 达到 23.45%, 且比其他 3 个国家的均值都要高 1%以上, 均值差异较大。而单从脂肪均值数据来看, 阿根廷、美国、乌拉圭等 3 个国家的

大豆基本没有太大区别。为了更直观地展现原始数据的分布特征,揭示各个国家大豆的质量指标差异,对所有脂肪含量数据作了箱形图,如图 1 所示。箱形图由上边缘、下边缘、中位数和 2 个四分位数组成,其中闭合箱体的上下边缘分别为 2 个四分位数,箱体内部包含了 50% 的数据点,箱体上下两侧则分别有 25% 的数据点。使用这种作图方法,可以排除数据中的坏点,将各个国家的箱体进行对比,可以尽最大可能还原真实数据分布情况。从图 1 中可以看出,巴西大豆脂肪含量依然明显高于其他 3 个国家,可以确定,高脂肪含量是巴西大豆的一个较为明显的特性( $P < 0.0001$ )。而另外 3 个国家中,美国与阿根廷大豆的脂肪含量的分布范围非常相似,均值上美国大豆略低。值得注意的是,乌拉圭大豆虽然脂肪含量均值与美国、阿根廷相差无几,但是其分布范围呈现出区别于其他国家的明显特征,即分布范围非常狭窄。这说明乌拉圭大豆的脂肪含量比较稳定,这可能与乌拉圭国土面积较小、种植区域的地理环境较为一致有关。

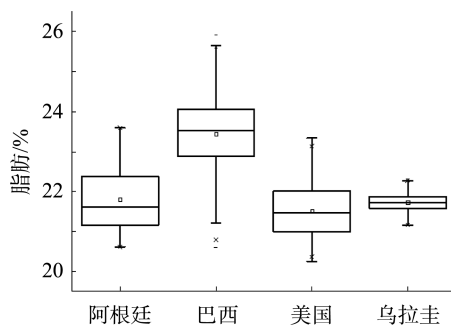


图 1 各国大豆脂肪含量的箱形图

Fig.1 Boxplots of fat in soybeans from different countries

蛋白质含量方面,从表 2 数据可以看出,阿根廷大豆的蛋白质含量均值最低,仅为 37.24%,且与其他 3 个国家的差值均在 1% 以上。而巴西、美国、乌拉圭大豆的蛋白质含量分别为 38.89%、38.49% 和 38.99%,从均值数据上看差距不大。从图 2 中各个国家大豆蛋白质含量分布特征上看,阿根廷大豆蛋白质含量范围也与其他 3 个国家截然不同,其箱形图与其他 3 个国家几乎没有交集。此外,阿根廷大豆与其他国家大豆的蛋白质数据两两  $t$  检验的  $P$  值全部小于 0.0001。由此可以看出,低蛋白质含量是阿根廷大豆区别于另外 3 个国家大豆的一个极为显著的特征。此外,虽然巴西、美国、乌拉圭大豆蛋白质均值接近,但是其分布特征却各有不同。其中,巴西大豆蛋白质含量分布较宽,而乌拉圭大豆蛋白质含量分布最窄。

水分是衡量大豆品质的另一个重要指标,对大豆在运输、储存过程中的稳定性至关重要,我国国家标准规定大豆的水分含量应小于或等于 13%<sup>[22]</sup>。通过测定大豆水分含量的大小和分布情况,也能评估各个国家大豆的品质特

征,反映出各个国家大豆加工业的水平。从表 2 可以得知,各个国家大豆水分含量从小到大依次为美国 < 阿根廷 < 巴西 < 乌拉圭,4 个国家中,美国大豆的水分含量最低。从图 3 中的分布情况看,美国、阿根廷、巴西 3 个国家大豆的水分布都较宽,乌拉圭大豆水分分布呈现高水平、窄分布的特点。乌拉圭大豆与其他国家大豆的水分数据两两  $t$  检验的  $P$  值也全部 < 0.0001。因此,高水分含量是乌拉圭大豆区别于另外 3 个国家大豆的一个较为明显的特征。

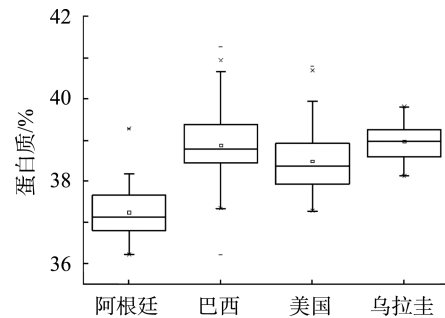


图 2 各国大豆蛋白质含量的箱形图

Fig.2 Boxplots of protein in soybeans from different countries

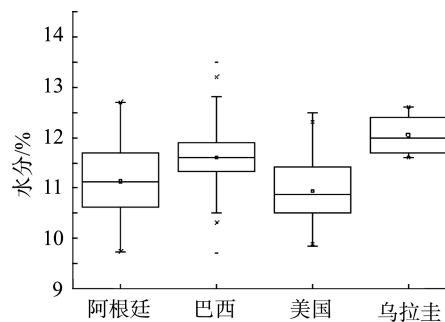


图 3 各国大豆水分含量的箱形图

Fig.3 Boxplots of moisture in soybeans from different countries

## 2.2 不同年份之间的差异

大豆中脂肪和蛋白质含量受自然条件的影响<sup>[10]</sup>,在不同年份、不同季节条件下含量会有所区别,因此,研究不同年份大豆之间的差异,有助于进一步加深对地区差异的理解。为了使不同年份间的差异对比更为显著,本研究选取了脂肪和蛋白质数据分布较宽的 2 个国家——巴西和美国开展进一步研究。此外,受条件限制,本工作仅搜集了 2018 和 2019 年度的大豆样品,因此,年份差异性的讨论仅基于以上 2 个年度的样品。图 4 以箱形图的形式分别展示了 2018 年度和 2019 年度的巴西和美国大豆的脂肪含量数据。可以看出,同一国家大豆的脂肪含量存在年份差异性( $P < 0.0001$ )。从均值上看,巴西大豆年份差异较小,美国大豆年份差异则较大,而脂肪的年份差异依然小于地区间的差异。

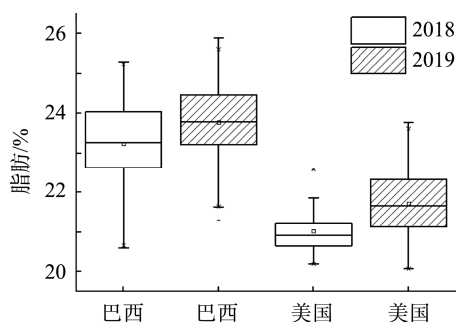


图 4 不同年份大豆脂肪含量的箱形图

Fig.4 Boxplots of fat in soybeans harvested in different years

从图 5 可以看出, 2 个年度的巴西大豆蛋白质含量均值存在微小的差异, 分布范围也有很大的重叠区域。而 2 个年度的美国大豆蛋白质含量的均值和分布宽度则几乎没有差异。从  $t$  检验结果来看, 巴西大豆 2 个年度的蛋白质数据  $P=0.0559$ , 美国大豆 2 个年度的蛋白质数据  $P=0.4480$ 。这些结果都说明同一国家大豆的蛋白质含量的年份差异性非常小。与蛋白质类似, 大豆水分含量的年度差异同样不明显。巴西大豆 2 个年度的水分数据  $P=0.0081$ , 美国大豆 2 个年度的水分数据  $P=0.6099$ 。虽然巴西大豆 2 个年度的水分数据具有统计学差异, 但是从图 6 所示的箱型图上看, 不管从水分均值还是分布宽度上来看, 差异均不大。因此, 同一国家的 2 个年份之间水分指标的差异较小。

陈霞<sup>[23]</sup>通过对黑龙江省内 70 多个大豆蛋白质、脂肪含量的分析, 发现蛋白质的年份差异小于地区间差异, 而脂肪的年份差异同地区间差异相近。他们的研究说明, 大豆脂肪和蛋白质的地区间差异是主要的差异来源, 这一点与上述进口大豆的蛋白质和脂肪数据相符。同时在地区差异的前提下, 气候条件也会对脂肪含量有较为明显的影响, 不同年份大豆的脂肪含量会有明显不同。

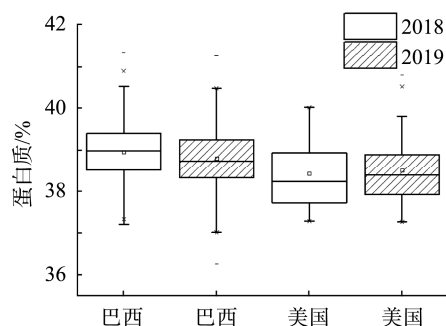


图 5 不同年份大豆蛋白质含量的箱形图

Fig.5 Boxplots of protein in soybeans harvested in different years

### 3 结 论

本研究搜集了进口自巴西、美国、阿根廷、乌拉圭 4

个国家的 750 份大豆样品, 对其脂肪、蛋白质、水分含量进行分析, 并研究了大豆原产国、年份与这些质量指标之间的关系。高脂肪含量是巴西大豆的一个较为明显的特性 ( $P < 0.0001$ ), 阿根廷大豆具有低蛋白质含量的显著特征 ( $P < 0.0001$ ), 乌拉圭大豆的水分含量则要高于其他国家大豆。同一国家不同年份大豆之间的脂肪含量有较为明显的区别, 而蛋白质和水分的年份差异则不明显, 且年份间的差异远不及地区间的差异明显。

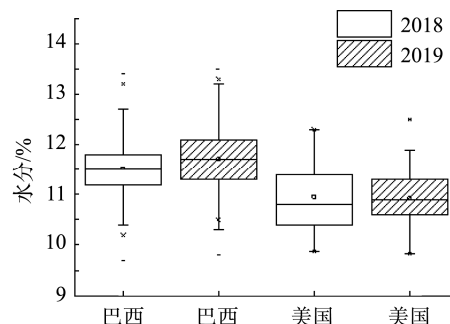


图 6 不同年份大豆水分含量的箱形图

Fig.6 Boxplots of moisture in soybeans harvested in different years

### 参考文献

- 李玉珍, 肖怀秋, 兰立新. 大豆分离蛋白功能特性及其在食品工业中的应用[J]. 中国食品添加剂, 2008, (1): 121-124.  
LI YZ, XIAO HQ, LAN LX. Functional characterizations of SPI and its applications in food industry [J]. China Food Addit, 2008, (1): 121-124.
- 赵殷钰, 郑志浩. 中国大豆和大豆油需求——基于 SDAIDS 模型的实证分析[J]. 中国农村经济, 2015, (11): 17-30.  
ZHAO YY, ZHENG ZH. Soybean and soybean oil demand in China—An empirical analysis based on SDAIDS model [J]. Chin Rural Econ, 2015, (11): 17-30.
- 国家粮食和物资储备局. 中国大豆供需平衡表(2020 年 8 月)[EB/OL]. [2020-08-06].  
[http://xz.lswz.gov.cn/html/zmhd/lysj/2020-08/06/content\\_257490.shtml](http://xz.lswz.gov.cn/html/zmhd/lysj/2020-08/06/content_257490.shtml).  
National Food and Strategic Reserves Administration. China's soybean supply and demand balance sheet (August 2020) [EB/OL]. [2020-08-06].  
[http://xz.lswz.gov.cn/html/zmhd/lysj/2020-08/06/content\\_257490.shtml](http://xz.lswz.gov.cn/html/zmhd/lysj/2020-08/06/content_257490.shtml).
- 邵佩兰, 徐明. 提取大豆分离蛋白的工艺研究[J]. 粮油加工与食品机械, 2005, (9): 47-48.  
SHAO PL, XU M. Study on extraction technology of isolated soy protein [J]. Mach Cere Oil Food Process, 2005, (9): 47-48.
- 韩立德, 盖钧镒, 张文明. 大豆营养成分研究现状[J]. 种子, 2003, (5): 58-60.  
HAN LD, GAI JY, ZHANG WM. The research status of soybean nutrient composition [J]. Seed, 2003, (5): 58-60.
- 李远明, 刘伟, 鲁振明. 大豆蛋白质脂肪积累动态及与产量的关系[J]. 大豆通报, 2001, (4): 6-7.  
LI YM, LIU W, LU ZM. Trends of soybean protein and fat accumulation and relation of yield [J]. Soybean Bull, 2001, (4): 6-7.
- 龙国徽. 大豆蛋白的结构特征与营养价值的关系[D]. 长春: 吉林农业

- 大学, 2015.
- LONG GH. Relationship between structural characteristics and nutritional value of soybean protein [D]. Changchun: Jilin Agricultural University, 2015.
- [8] SZOSTAK B, GŁOWACKA A, KASICZAK A, *et al.* Nutritional value of soybeans and the yield of protein and fat depending on the cultivar and nitrogen application [J]. *J Elem*, 2019, 25(1): 45–57.
- [9] AL-AMERYA M, DOWNIEB B, DEBOLT B S, *et al.* Proximate composition of enhanced DGAT high oil, high protein soybeans [J]. *Biocatal Agric Biotechnol*, 2019, 21: 101303–101308.
- [10] 杨庆凯. 论大豆蛋白质与油分含量品质的变化及影响的因素[J]. *大豆科学*, 2000, (4): 386–391.
- YANG QK. Discussion on fluctuation and causing factors of soybean protein and oil content [J]. *Soybean Sci*, 2000, (4): 386–391.
- [11] HU M, MENG X, LI A. Influence of geographical altitudes and sowing date on chemical composition of soybean grains. I. protein and oil content [J]. *Physiol Plantarum*, 1993, 71(4): 495–502.
- [12] LEE JH, CHOUNG MG. Comparison of nutritional components in soybean varieties with different geographical origins [J]. *J Korean Soc Appl Biol Chem*, 2011, 54(2): 254–263.
- [13] 宁海龙, 杨庆凯, 徐春全. 不同栽培地点对东农 163 大豆蛋白和脂肪含量的影响[J]. *大豆通报*, 2003, (2): 13.
- NING HL, YANG QK, XU CQ. Effect of vary cultivation place on protein and fat content of soybean DongNong 163 [J]. *Soybean Bull*, 2003, (2): 13.
- [14] 王东晖, 张玥, 范蓓, 等. 气相色谱-质谱联用法分析不同产地豆类中植物甾醇形态及含量[J]. *农产品质量与安全*, 2017, (3): 21–27.
- WANG DH, ZHANG Y, FAN B, *et al.* Analysis of phytosterols in legumes from different areas by GC-MS [J]. *Qual Saf Agro-Prod*, 2017, (3): 21–27.
- [15] 卢锡纯. 基于脂肪酸含量的大豆产地溯源的研究[J]. *食品研究与开发*, 2018, 39(16): 55–59.
- LU XC. Study on origin identification traceability based on contents of soybean fatty acid content components [J]. *Food Res Dev*, 2018, 39(16): 55–59.
- [16] 陈萍, 刘辉, 华丽, 等. 进口大豆质量比较分析[J]. *中国粮油学报*, 2010, 25(5): 125–128.
- CHEN P, LIU H, HUA L, *et al.* Quality comparison of imported soybean [J]. *J Chin Cereal Oil Ass*, 2010, 25(5): 125–128.
- [17] 胡玲, 周建立, 张益, 等. 基于稳定同位素比率和矿质元素含量分析的进口大豆产地溯源[J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11(17): 214–219.
- HU L, ZHOU JL, ZHANG Y, *et al.* Origin traceability of imported soybeans (*Glycine max*) using stable isotope ratio and elemental analyses [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(17): 214–219.
- [18] 王乐, 史永革, 杨向前, 等. 不同国家大豆生长和质量情况分析及对进口大豆质量情况的反思[J]. *中国油脂*, 2014, 39(12): 93–97.
- WANG L, SHI YG, YANG XQ, *et al.* Growth and quality of soybeans from different countries and reflection on the quality of imported soybean [J]. *Chin Oil Fat*, 2014, 39(12): 93–97.
- [19] GB 5009.6—2016 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定[S]. GB 5009.6—2016 National food safety standard-Determination of fat in food [S].
- [20] GB 5009.5—2016 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定[S]. GB 5009.5—2016 National food safety standard-Determination of protein in food [S].
- [21] GB 5009.3—2016 食品安全国家标准 食品中水分的测定[S]. GB 5009.3—2016 National food safety standard-Determination of moisture in food [S].
- [22] GB 1352-2009 大豆[S]. GB 1352—2009 Soybean [S].
- [23] 陈霞. 不同生态区域环境对大豆蛋白质、脂肪含量的影响[J]. *大豆科学*, 2001, 20(4): 280–284.
- CHEN X. The effect of different ecogeographic environment on protein and fat content of soybean [J]. *Soybean Sci*, 2001, 20(4): 280–284.

(责任编辑: 韩晓红)

## 作者简介



顾强, 博士, 高级工程师, 主要研究方向为食品安全检测方法的开发。  
E-mail: respro@163.com