

ICS 11.120.10

CCS C 23

T/QCSA

团体标准

T/QCSA 9-2025

野生冬虫夏草和人工虫草鉴别技术规程

2025 年 7 月 26 日 发布

2025 年 9 月 1 日 实施

青海省冬虫夏草协会 发布

目 次

前 言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 鉴别流程..... 1

5 鉴别方法..... 2

6 结果判定..... 2

7 注意事项..... 4

附录 A..... 6

附录 B..... 9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由青海省冬虫夏草协会归口。

本文件起草单位：青海省畜牧兽医科学院、青海省冬虫夏草协会、玉树藏族自治州三江源冬虫夏草科技股份有限公司、浙江国坤堂健康控股集团有限公司、青海御品商贸有限公司、青海保惠堂生物科技有限公司、玉树市雪域藏宝堂、玉树州冬虫夏草协会、玉树州江之源冬虫夏草专业合作社、弥燕滋补馆、青海新泰行土特产销售有限公司、青海新泰行生物科技有限公司、广东省贡草生物科技有限公司、西宁藏仁堂商贸有限公司

本文件主要起草人：李秀璋、李玉玲、师茜、唐楚煜、扎西才吉、姚孝宝、吕焕志、林玉波、刘二鹏、贾立颖、祁星民、畅喜云、王昆、王瑞、王国珍、刘俊庆、马燕、安积芳、刘蓉蓉、拉丁、朱锦毅、王东、张琰、章燕娜、朱桃、梁中孝

野生冬虫夏草和人工虫草鉴别技术规程

1 范围

本文件规定了野生冬虫夏草和人工虫草的术语和定义、鉴别流程、鉴别方法、结果判定及注意事项。

本文件适用于青海省冬虫夏草产区内的野生冬虫夏草及市场流通的人工冬虫夏草。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

DB63/T 890 地理标志产品 青海冬虫夏草

T/QCSA 5 青海天然冬虫夏草保存技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

野生冬虫夏草

野生冬虫夏草是指在野外环境下，冬虫夏草菌（*Cordyceps sinensis* (BerK.) Sacc.）侵染蝙蝠蛾科昆虫幼虫而形成的幼虫尸体与真菌子座形成的虫菌复合体。

3.2

人工虫草

人工虫草是指在人为控制的环境条件下，规模化饲养冬虫夏草寄主蝙蝠蛾昆虫（其中1种），通过人工的方法使冬虫夏草菌感染人工饲养的寄主蝙蝠蛾幼虫，再将感菌幼虫在低海拔室内模拟高原环境条件培育或在高海拔冬虫夏草适生地培育，长出子座形成的虫菌复合体。

4 鉴别流程

4.1

样品采集

从市场、产地等不同渠道随机抽取待鉴定冬虫夏草样本，确保样本具有代表性。采集过程中注意避免样本污染、损坏，做好标记记录。

4.2

初步筛查

检验人员依据感官鉴别法，对冬虫夏草样本之间的差异进行快速检查，初步判断样本是否存在明显的人工冬虫夏草特征，对于疑似及难以判断的样本进入下一步检测。

4.3

分子生物学鉴定

通过 DNA 层面对冬虫夏草样本寄主蝠蛾种类进行精准鉴别。

4.4

理化指标测定

对冬虫夏草样本中砷、微量元素及稳定同位素、氨基酸类成分、蛋白质含量等进行测定。

5 鉴别方法

5.1

初步筛选。

5.1.1 视觉：将虫草置于自然光下，仔细观察虫体与草头的形态、颜色、纹理。对比野生冬虫夏草与人工虫草的典型外观差异，如上述提及的虫体饱满度、环纹清晰度、草头特征等。

5.1.2 触觉：用手轻轻触摸冬虫夏草，感受虫体的硬度、弹性以及草头的柔韧程度。野生冬虫夏草虫体硬实且有一定弹性，草头柔韧；人工虫草虫体可能偏软（加工过后的则趋于硬实，无弹性），草头易断手感较明显。

5.1.3 嗅觉：嗅闻虫草气味，野生冬虫夏草有特殊的腥香气味，且气味浓郁持久；人工虫草气味较淡，有时伴有轻微的异味，类似发酵气味。

5.2

分子生物学鉴别。

见附录A。

5.3

理化鉴别。

见附录B。

6 结果判定

6.1

初步筛查。

见表1。

表1 野生冬虫夏草与人工虫草差异

类别	野生冬虫夏草	人工虫草
产地	高寒草甸	室内
采集时间	每年 5-6 月仅 40 天左右	全年室内
重量	单体密度重量相对较重	单体密度重量相对轻
子座	头部无明显变细变尖	头部通体流畅，无渐变色
虫与草接洽的部位形状	饱满	有凹陷
虫体眼睛	眼睛被土壤包裹、棕色、未下垂	眼睛未被土壤包裹、红色、下垂
颈部	颈部未变细弯曲	颈部突然变细弯曲
背纹	三宽一窄背纹明显	背纹不明显或杂乱
腹足	中间 4 对凸出	中间 4 对不明显
虫体颜色	通体土黄色或黄棕色、颜色分布均匀	颜色分布不均匀
消化腺	清晰	不清晰或无
饱满度	整体圆润饱满腹部相对凸出	整体不够饱满腹部无明显凸出
气味	浓郁	几乎无味

6.2

分子生物学鉴别。

见表2。

表2 野生冬虫夏草与人工虫草寄主差异

类别	野生冬虫夏草	人工虫草
寄主	其它蝠蛾	小金蝠蛾

6.3

理化指标。

6.3.1 砷的含量

见表 3。

表3 野生冬虫夏草与人工虫草砷的差异

类别	野生冬虫夏草	人工冬虫夏草
无机砷与总砷比例	约< 10 %	约> 30 %

6.3.2 微量元素及稳定同位素

见表 4。

表4 野生冬虫夏草与人工虫草中元素和稳定同位素的差异

元素（单位）		野生冬虫夏草	人工冬虫夏草
微量元素	Na（ppm）	735.0928~1238.8873	1818.7491~2305.5494
	Al（ppb）	214158.7545~784715.3165	889290.7118~904577.4969
	P（ppm）	3043.5253~3538.2176	6001.0128~6722.7212
	K（ppm）	5317.229~6401.6349	8188.2929~8423.7271
	Cd（ppb）	61.31170~75.3648	322.8841~329.8326
	Au（ppb）	0.5541~3.3262	4.61212~8.9364
	U（ppb）	21.2206~54.5581	83.3847~90.7867
稳定同位素	δ18O（‰）	33.64~38.27	31.48~31.64
	δ13C（‰）	26.8~27.80	27.9~28.60
	δ15N（‰）	0.1~0.50	0.8~1.20

6.3.3 氨基酸及蛋白质

见表5。

表5 野生冬虫夏草与人工虫草有效成份差异

类别	野生冬虫夏草	人工冬虫夏草
必需氨基酸总量占氨基酸总量	40.97 %	37.55%
虫体的必需氨基酸质量分数	42.72 %	37.52 %
子座的必需氨基酸质量分数	39.22 %	37.57 %
蛋白质含量	0.65%	0.57%
冬虫夏草子座蛋白质含量	0.89%	0.54%
差异蛋白多分布的范围	15KD-75KD	15KD-30KD
蛋白质斑点数	550	364
子座蛋白质斑点数	535	300

7 注意事项

7.1 鉴别人员应经过专业培训，熟悉冬虫夏草生物学特性、鉴别技术原理及操作流程，具备丰富实践经验，确保鉴别结果可靠性。

7.2 所使用的仪器设备、试剂耗材应定期校准、维护，保证检测数据精准度。

7.3 鉴别过程严格遵循实验室规范，防止交叉污染，妥善保存样本及检测记录，以便追溯复查。

附录 A

(规范性附录)
分子生物学鉴别法

1.普通 PCR 检测法

(1) DNA 提取: 选取冬虫夏草样本(虫体部分), 采用改进 CTAB 法对冬虫夏草样本(虫体部分)的总 DNA 进行提取。称取冬虫夏草样品的虫体部分(取完子座剩余部分)的头部 30mg 放入研钵, 加入适量液氮后研磨成均匀粉末。将研磨好的样品转移至 2ml 的已灭菌的离心管中, 加入 700 μ L 65℃预热的 2×CTAB 和 2 μ L 的 β -巯基乙醇, 混匀。将离心管放入恒温水浴锅中 65℃保温 80min,其间每隔 10min 摇匀一次。从水浴锅中取出离心管, 向离心管中加入 150 μ L 的 5mol/L 的预冷的醋酸钾, 在 4℃冰箱内静置 15min, 取出离心管, 再向内加入 700 μ L 氯仿:异戊醇(24:1),上下颠倒混匀后置于摇床摇 20min,充分摇匀后 12000rpm 离心 10 min, 将上清液转入新管中。向新管中加入与上清液等体积的氯仿:异戊醇(24:1), 重复抽提, 置于摇床摇 20min, 充分摇匀后 12000 rpm 离心 10min, 再将上清液转入新管。在取得的上清液中加入其 2/3 体积的-20℃预冷的异丙醇, 轻轻颠倒数次混匀, -20℃冰箱沉淀 1h。沉淀完全后, 10000 rpm 离心 10min, 弃掉上清液。向离心管内加入 500 μ L 的 70%的乙醇洗涤沉淀, 10000rpm 离心 5 min,重复 2 次。室温风干沉淀, 每管加入 100 μ L 的 1XTE 缓冲液溶解沉淀。取 5 μ L 于 1%的琼脂糖凝胶电泳上进行检测, 其余的-20℃储存。

PCR 扩增: 针对冬虫夏草寄主蝠蛾特异性基因片段 COI、COII 和 Cytb 进行 PCR 扩增反应。

冬虫夏草寄主昆虫的 COI 和 COII 基因片段的 PCR 扩增反应程序:

94℃预变性 1min;94℃变性 1min, 45℃复性 1.5min, 72℃延伸 1.25 min, 6 个循环;94℃变性 1min, 51℃复性 1.5 min, 72℃延伸 1.25 min, 36 个循环;2℃延伸 5 min, 最后 4℃保存。

冬虫夏草寄主昆虫的 Cytb 基因片段的 PCR 扩增反应程序:

94℃预变性 5 min;94℃变性 45 sec, 46℃复性 1min, 72℃延伸 1min, 40 个循环;72℃延伸 10min, 最后 4℃保存。

表 1 冬虫夏草寄主昆虫的 3 个目标基因片段所用引物序列

Gene	Primer name	F/R	Sequence (5'-3')
COI	Lco1490	F	GGTCAACAAATCATAAAGATATTG
	Hco2198	R	TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAAAT
COII	COII-2	F	CTAATATGGCAGATTATATGTATTGGA

	COII-3	R	GCTCCACAAATTTCTGAGCA
Cytb	CB1	F	TATGTACTACCATGAGGACAAATATC
	CB2	R	ATTACACCTCCTAATTTATTAGGAAT

表 2 反应体系

Total volume	50.0 (μL)
COI	Lco1490
10x Buffer (Mg ²⁺ free)	5
dNTPs (10 mmo/L)	1.25
MgCl ₂ (25 mmol/L)	4
引物 1(10 μmo/L)	2.5
引物 2(10 μmol/L)	2.5
Ex TaqDNA 聚合酶(5 U/μL)	0.5
模板(20 ng/μL)	2.5
ddH ₂ O	31.75

电泳分析：扩增结束后，将 PCR 产物用 1.5%的琼脂糖凝胶电泳进行检测，并用紫外凝胶成像系统拍照。将扩增产物进行琼脂糖凝胶电泳，观察条带情况，切胶回收扩增条带送样测序，将测序得到的序列上传至 NCBI 进行 Blast 对比分析，明确寄主蝠蛾种类。

2.实时荧光 PCR 检测法

(1) 设计引物和探针

根据小金蝠蛾线粒体 DNA 中部分基因的序列设计如下引物 XJF2 /XJR1 和探针 PC-MGB2，引物序列如表 3。

表 3 引物信息表

Oligo Name	Sequences (5'to 3')	Length	Purification	Modification
XJF2	TTC CAT AGA CTA TCC CCC	21	HPLC	
XJR2	GAT GGG CTC ATG TAA CAG TAA TTC C	25	HPLC	
PC-MGB2	TGA AAT TGG TAT AAT ATG GCC ACC	24	HPLC	5'6-FAM, 3'MGB

(2) 小金蝠蛾 DNA 的提取

选取冬虫夏草样本（虫体部分），采用改进 CTAB 法对冬虫夏草样本（虫体部分）的总 DNA 进行提取。称取冬虫夏草样品的虫体部分(取完子座剩余部分)的头部 30mg 放入研钵，加入适量液氮后研磨成均匀粉末。将研磨好的样品转移至 2ml 的已灭菌的离心

管中，加入 700 μL 65℃预热的 2×CTAB 和 2μL 的β-巯基乙醇，混匀。将离心管放入恒温水浴锅中 65℃保温 80min,其间每隔 10min 摇匀一次。从水浴锅中取出离心管，向离心管中加入 150μL 的 5mol/L 的预冷的醋酸钾，在 4℃冰箱内静置 15min，取出离心管，再向内加入 700μl 氯仿:异戊醇(24:1),上下颠倒混匀后置于摇床摇 20min,充分摇匀后 12000rpm 离心 10 min，将上清液转入新管中。向新管中加入与上清液等体积的氯仿:异戊醇(24:1)，重复抽提，置于摇床摇 20min，充分摇匀后 12000 rpm 离心 10min，再将上清液转入新管。在取得的上清液中加入其 2/3 体积的-20℃预冷的异丙醇，轻轻颠倒数次混匀，-20℃冰箱沉淀 1h。沉淀完全后，10000 rpm 离心 10min，弃掉上清液。向离心管内加入 500μL 的 70%的乙醇洗涤沉淀，10000rpm 离心 5 min,重复 2 次。室温风干沉淀，每管加入 100μL 的 1XTE 缓冲液溶解沉淀。取 5μL 于 1%的琼脂糖凝胶电泳上进行检测，其余的-20℃储存。

(3) 实时荧光 PCR 检测

实时荧光定量 PCR 体系见表 4。

表 4 实时荧光定量 PCR 体系

Component	20 μL System	Final concentration
2× FastFire qPCR PreMix	10 μL	1×
Forward primer	0.6 μL	300 nM
Reverse primer	0.6 μL	300 nM
Probe	0.4 μL	200 nM
DNA Template	1 μL	≤200 ng
RNase-Free ddH ₂ O	7.4 μL	-

实时荧光定量 PCR 程序见表 5。

表 5 实时荧光定量 PCR 程序

Step	Cycles	Temperature / °C	Time / s	Signal collection or not
Pre degeneration	1×	98	60	NO
Degeneration	40×	98	5	NO
Annealing		60	10	NO
Extension		72	15	YES

附录 B

(规范性附录)

理化鉴别

1. 砷的检测

(1) 样品准备

将样品粉碎过孔径为 0.25mm 的筛，并在 4℃ 下保存备用。

(2) 不同砷形态标准溶液的配制及标准曲线绘制

准确称取五种形态的砷标准溶液(砷酸根、亚砷酸根、一甲基砷、二甲基砷、砷甜菜碱)适量于标准溶液瓶中，配制成五种形态的砷混合标准溶液使用液浓度为 1.0mg/L(mg/kg)。吸取适量砷混合标准使用液适量，用 0.15mol/L 硝酸溶液逐级稀释配制以下标准系列：五种形态的砷标准溶液浓度为 0.00、2.50、5.00、10.0、50.0、100μg/L。以保留时间定性，峰高峰面积定量。

(3) 样品消解与总砷的测定

每个样品称取平行样 1.0g 左右(精确至 1mg)于 50mL 离心管中，加 0.15mol/L 硝酸 20mL，放置过夜。于 90℃ 恒温烘箱中热浸提 2.5h，每 0.5h 振摇 1min。提取完毕取出冷却至室温，8000r/min 离心 15min。

上清液首先用水稀释至 25mL，然后进行 ICP-MS 检测。设备运行参数如下：射频功率 1550W；载气 1.05L/min；碰撞模式：HE 流量 4.2mL/min；等离子体气体流量=15L/min；辅助气体流量=0.1L/min；并选择同位素 $m/z=75$ 。使用 As(V)标准品的外标法校准曲线对样品进行定量。对每个样品进行三次平行分析。为了控制质量，在每个样品系列检测之前和之后，都以用于制定标准曲线的标准运行，并测量相应的消化空白(每个样品消化系列各一个)。

(4) HPLC-ICP-MS 分析砷形态

采用 HPLC-ICP-MS 分析方法进行 As 形态的分离和测定。通过 Agilent1260HPLC 系统(Agilent, USA)分离五种 As 形态(AsIII, AsV, MMA, DMA, AsB)。色谱仪配有标准自动进样器，IonPac AG19 保护柱(4×50mm)和 IonPacAS19 分离柱(4×250mm)。用于 HPLC 的主要色谱条件如下：动相为 10mmol/L 无水乙酸钠、3mmol/L 硝酸钾、10mmol/L 磷酸二氢钠、0.2mmol/L 乙二胺四乙酸二钠的缓冲液，氨水调节 pH 为 10；流动相流速为 1.0mL/min；采用 ICP-MS(如前所述)检测 As 形态，并与标准物的保留时间进行比较判定。采用外标准曲线(使用的浓度为 0、2.5、5、10、50 和 100ppb)根据相应的标准对 MMA, DMA, AsIII, AsV 和 AsB 进行定量，每个样品进行三次平行分析，对每个步骤进行空白试验。

2.微量元素及稳定同位素的检测

(1) 微量元素含量的测定。称取 0.2g 左右的冬虫夏草研磨之后的样品，置于洁净的消解管中，加入 6mL BV3 级浓硝酸预消解 1h，之后加入 2mL BV3 级双氧水预消解 0.5h。放入微波消解仪中进行消解。微波消解条件：微波在 8min 内从 0℃增加至 120℃，在此条件下保持 2min；5min 内从 120℃增加至 160℃，在此条件下保持 5min；5min 内从 160℃增加至 180℃，在此条件下保持 15min。消解后用超纯水定容至 100mL。将定容好的样品用 ICP-MS 进行检测。ICP-MS 自动进样器参数：样品快速提升 2mL/min(0.5rps)40 秒；分析前稳定 0.4rps30 秒；多元素同时分析 0.1rps。ICP-MS 定量分析模式：He 气模式，单位质量数采集数采集点数为 3，数据采集重复次数为 3 次，积分时间 As 为 1sec，Se、Cd 为 2sec，Pb 为 3sec，其他元素为 0.3sec。ICP-MS 具体工作参数：射频功率为 1600W，载气流速为 1.0L/min，蠕动泵流速 0.1rps，雾化室温度为 2℃，氧化物指标为 0.45%，双电荷指标为 1.01%。使用外标法进行定量。采用 Ge、In、Bi 等多元素混合作为内标，其中 Ge(72)作为质量数 9-89 各元素内标；In(115)作为质量数 95-159 各元素内标；Bi(209)作为质量数 163-238 各元素内标。当内标元素 RSD 值大于 3%时，样品需重新测定。

(2) 稳定同位素含量的测定。样品检测：采用稳定同位素质谱仪方法结合元素分析仪对冬虫夏草研磨后的粉末样品进行 C、H、O、N 稳定同位素分析。对于检测 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ ，称取 1mg 冬虫夏草粉末样品，包装进锡杯，在 C/N 模式下，样品经过自动进样器进入元素分析，样品中的 C、N 经过 960℃高温燃烧转化成 CO_2 和 N_2 ，并经过气相色谱柱，最后注入同位素比率质谱仪中进行测定。对于检测 ^{18}O 、 ^2H ，称取 1mg 冬虫夏草粉末，置于银杯，在 H/O 模式下，样品经过自动进样器进入元素分析，样品中的 H、O 经过 1400℃高温裂解转化成 H、CO，并经过气相色谱柱，最后注入同位素比率质谱仪中进行测定。检测参数：C、N 元素分析仪条件设置燃烧温度为 60℃，还原温度为 600℃。以氦气作为载气，流量为 100 mL/min，高纯度 CO_2 、 H_2 、 N_2 为参考气体，纯度均大于 99.99%。H、O 元素分析仪条件设置裂解炉温度 1400℃，以氦气作为载气，流量为 100mL/min。高纯度 H 和 CO 为参考气体，纯度均大于 99.99%。

稳定同位素值按下式计算：

$$\delta/\text{‰} = (\text{R 样品}/\text{R 标准}-1) \times 1000$$

式中：R 样品为测样中重同位素和轻同位素丰度比，分别为 $^2\text{H}/^1\text{H}$ 、 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 、 $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ 、 $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ 。

3.有效成分的检测

(1) 氨基酸含量采用氨基酸自动分析仪进行检测，通过离子交换色谱分离氨基酸，

经茚三酮柱后衍生显色，定量各氨基酸含量。样品前处理：取冬虫夏草粉末 0.5 g，加入 10 mL 6 mol/L 盐酸，充氮除氧后封管，110℃水解 24 小时。水解液过滤，蒸干后用 0.02 mol/L 盐酸溶解，过 0.22 μm 滤膜。色谱条件：色谱柱：磺酸型强阳离子交换树脂柱（如 L-8900 氨基酸分析仪专用柱）。流动相：pH 梯度缓冲液（柠檬酸钠-柠檬酸体系）。检测波长：570 nm（脯氨酸检测波长 440 nm）。定量分析：外标法或内标法（如正亮氨酸）定量总氨基酸及 17 种组分（天冬氨酸、谷氨酸等）。

（2）蛋白含量的测定采用凯氏定氮法结合 bradford 法进行检测，总蛋白含量测定采用凯氏定氮法测定，可溶性蛋白采用 bradford 法进行检测。

凯氏定氮法（总蛋白参考法）。样品前处理，干燥与粉碎：冬虫夏草样品 60℃烘干至恒重，粉碎过 80 目筛。称样：准确称取 0.5~1.0g 样品（精确至 0.0001 g）于凯氏烧瓶中。消化，加催化剂：向烧瓶中加入 5g K₂-CuSO₄ 混合物。加酸，样品与浓硫酸共热，氮转化为硫酸铵。加热消化：初始低温（200℃）加热至泡沫消失。升温至 380~420℃，持续消化至溶液澄清（约 24 小时）。冷却后备用。蒸馏与吸收，装样：将消化液转移至蒸馏装置，用 30 mL 蒸馏水冲洗烧瓶。加碱：向蒸馏室中缓慢加入 40 mL 40% NaOH 溶液（产生强碱性环境）。蒸馏：加热蒸馏，用盛有 20 mL 2%硼酸溶液（含 5 滴混合指示剂）的锥形瓶接收馏出液，直至馏出液达 150 mL（约 10 分钟）。指示剂变色：硼酸吸收液由紫红色变为蓝绿色。滴定：盐酸滴定计算总氮量，公式：粗蛋白含量（%）= $(V \times C \times 14 \times 6.25) / m \times 100\%$ （V：滴定体积，C：盐酸浓度，m：样品质量）。空白试验，以 0.5 g 蔗糖代替样品，同法操作，记录空白消耗盐酸体积（V₀, mL）。

可溶性蛋白提取方法取冬虫夏草粉末 1g，加入液氮适量，加入 0.02 mol/L PBS 缓冲液（pH 7.2）40mL，冰浴研磨 30min 至糊状，4℃浸提过夜。取出离心 30min，刮掉漂浮油脂层，得透明上清液，待进一步含量测定及电泳分析。采用 bradford 法测定可溶性蛋白含量。Bradford 法（考马斯亮蓝法）：冬虫夏草粉末（0.5 g）用预冷磷酸盐缓冲液（PBS, pH 7.4）冰浴研磨，4℃离心（12,000 rpm, 20 min），取上清液。必要时用丙酮脱脂或活性炭脱色。显色反应：取 50 μL 上清液，加入 5 mL Bradford 工作液，混匀后静置 5 min。检测：在 595 nm 波长下测定吸光度，以牛血清白蛋白（BSA）绘制标准曲线（0.1-1.0 mg/mL）。可溶性蛋白质 SDS-PAGE 分析选取各产地样品各 3 份进行 SDS-PAGE 电泳进行测定，分析样品中可溶性蛋白质相对分子质量范围。可溶性蛋白质双向电泳（2-DE）分析选取检测样品进行 2-DE 测定，分析其中可溶性蛋白质多样性，采用相关软件分析蛋白斑点数量及 pH 分布范围。