

食品科学系列丛书


龙江寒地农畜产品加工 与分析检测技术

关海宁 刁小琴 编著



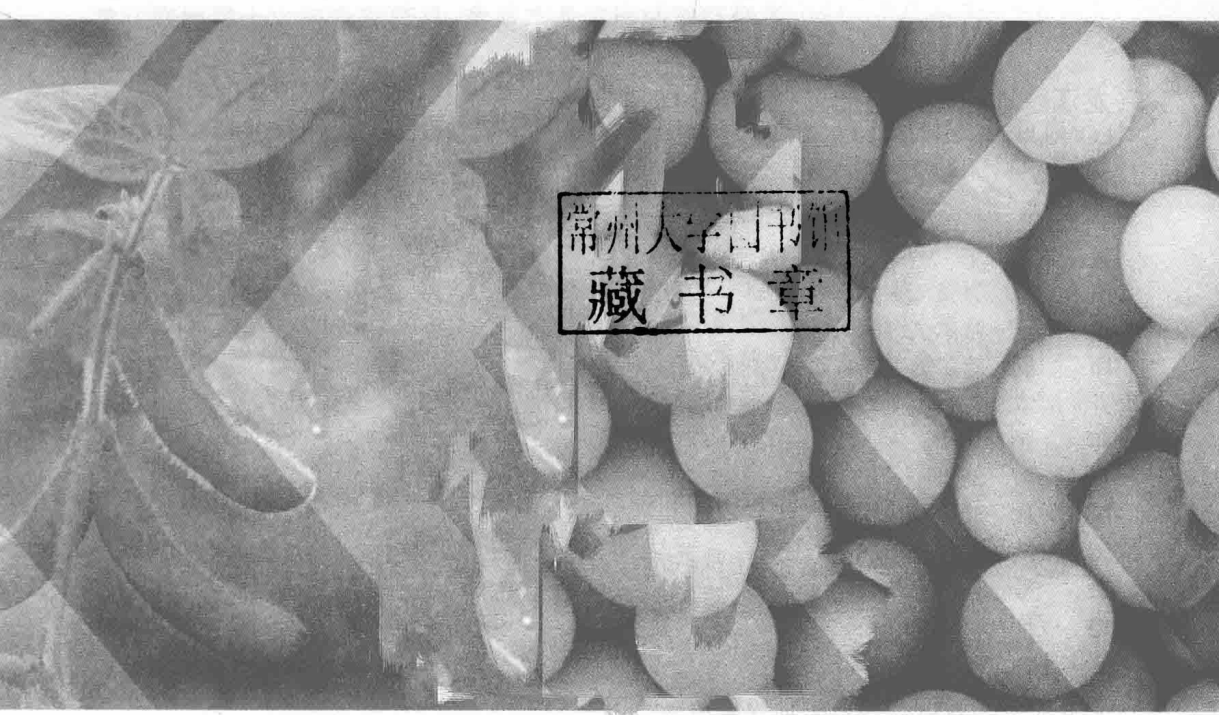
非
外
借

 黑龙江大学出版社
HEILONGJIANG UNIVERSITY PRESS



龙江寒地农畜产品加工 与分析检测技术

关海宁 刁小琴 编著



常州大学图书馆
藏书章

 黑龙江大学出版社
HEILONGJIANG UNIVERSITY PRESS
哈尔滨

图书在版编目(CIP)数据

龙江寒地农畜产品加工与分析检测技术 / 关海宁, 刁小琴编著. — 哈尔滨: 黑龙江大学出版社, 2019.3
ISBN 978-7-5686-0301-0

I. ①龙… II. ①关… ②刁… III. ①农产品—食品加工②农产品—检测技术③畜产品—食品加工④畜产品—检测技术 IV. ①S37 ②S87

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第281542号

龙江寒地农畜产品加工与分析检测技术

LONGJIANG HANDI NONGXU CHANPIN JIAGONG YU FENXI JIANCE JISHU

关海宁 刁小琴 编著

责任编辑 于丹
出版发行 黑龙江大学出版社
地 址 哈尔滨市南岗区学府三道街36号
印 刷 哈尔滨市石桥印务有限公司
开 本 720毫米×1000毫米 1/16
印 张 16.25
字 数 257千
版 次 2019年3月第1版
印 次 2019年3月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5686-0301-0
定 价 48.00元

本书如有印装错误请与本社联系更换。

版权所有 侵权必究

前 言

黑龙江农业机械化水平高,年粮食产量连续7年位居全国首位,被誉为祖国的大粮仓。此外,全年蔬菜总产量数千万吨,全省猪、牛、羊存栏总量也达数千万头,因此,农畜产品加工在黑龙江占有举足轻重的地位。特别是黑龙江的土地为世界三大寒地黑土之一,其有机质含量高、肥力足,是农畜产品加工原料质量的必要保障。然而,黑龙江虽然粮食总产量大,但规模以上龙头企业数量少、规模小、带动能力低,已有的加工企业也多为初加工企业,而且精深加工水平低,巨大的资源优势未能转化为产业优势和经济优势。因此,进一步提升黑龙江农畜产品加工技术、提高产品种类、延长产业链、扩大产业群,是新时代黑龙江寒地黑土大宗农副产品、禽畜产业发展的艰巨任务。

与此同时,人们对农畜产品的安全性、营养性提出了新要求,这就对农畜产品的分析检测技术提出了更切合实际、更优化的要求。为了进一步促进黑龙江寒地区域性农畜产品经济的稳步发展,在开拓、提升现有黑龙江寒地农畜产品原料的加工技术的同时,提倡“以主体加工原料为主线,以其副产物开发为纵深”的理念,以稻谷、玉米、大豆、果蔬、肉制品、蛋制品以及乳制品几种黑龙江地域特色食物料的营养、加工产品种类为基础,结合生产实践,本着通俗实用的原则,在阅读大量国家标准以及科技文献的同时,结合近年来的科研体会,编者编写了《龙江寒地农畜产品加工与分析检测技术》,希望此书可使读者对黑龙江主要农畜产品的营养、加工形式,以及所介绍的产品中的多种营养成分、功能性物质等的分析检测有进一步了解。

全书内容包括三大部分:第一部分主要是黑龙江主要农产品稻谷、玉米、大豆、果蔬等的营养及营养物质的检测。第二部分主要是肉制品、蛋制品及乳制品的主要加工产品种类及成分检测。第三部分主要是寒地农产品副产物如稻壳、玉米须、玉米皮及马铃薯皮等的利用与分析。

本书共分八章,绥化学院关海宁编写第一、二、三、四章,共 13 万字;绥化学院刁小琴编写第五、六、七、八章,共 12.7 万字。全书由关海宁主审、统编及定稿。特别感谢绥化学院博士科研启动基金[SD2017001]资助出版。

由于编者水平有限,书中疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2018 年 12 月



目录

第一章 稻谷的营养与检测技术	1
第一节 稻谷的分类与营养	1
第二节 稻谷及其产品中水分含量的测定	7
第三节 米糠及米糠油下脚料中粗脂肪含量的测定	17
第四节 稻谷及其副产物中粗纤维含量的测定	24
第二章 玉米的营养与检测技术	38
第一节 玉米的加工种类与营养	38
第二节 玉米膨化食品中水分活度的测定	42
第三节 玉米中淀粉含量的测定	48
第四节 玉米中总糖含量的测定	56
第五节 淀粉糖浆制备及其葡萄糖值的测定	60
第三章 大豆的营养与检测技术	64
第一节 大豆的加工种类与营养	64
第二节 大豆中蛋白质总量的测定	68
第三节 大豆分离蛋白的提取与测定	78
第四节 大豆制品中氨基酸总量的测定	82
第四章 果蔬的营养与检测技术	91
第一节 果蔬的几种加工种类	91
第二节 果蔬中总酸度的测定	94
第三节 果蔬中维生素 C 含量的测定	97

第一章 稻谷的营养与检测技术

第一节 稻谷的分类与营养

稻谷属于禾本科稻属,是水稻经脱粒后得到的籽粒,带有不可食的颖壳;而稻谷经砻谷处理后得到的籽粒称糙米,其脱去了颖壳;大米是糙米经过碾米加工得到的。水稻是重要的粮食作物之一,产区遍及全国各地。黑龙江是农业大省,盛产水稻,拥有五常水稻等优良的水稻品种。据有关部门统计,2017年全省水稻种植面积约占全国水稻总面积的11%以上,产量达2000多万吨。

稻谷加工是为了提高其食用品质,稻谷加工获得的大米的蛋白质含量虽较低,但其生物效价较高,因此营养价值较高。大米粗纤维含量较低,各种营养成分的消化率和吸收率高。大米蒸煮成的米饭,香味宜人,糯黏可口,具有良好的食用品质。同时大米可加工成米粉、糕点、米酒等。

一、稻谷的分类与化学成分

1. 稻谷的分类

我国稻谷种类多、种植区域广。

1. 按生长期的不同,将90~120天的稻谷称为早稻,将120~150天的稻谷称为中稻,将150~170天的水稻称为晚稻。一般早稻品质较差、米质疏松、耐压性差,加工时易产生碎米,出米率低;晚稻米质坚实,耐压性强,加工时碎米少,出米率高。

2. 按粒形、粒质分籼稻、粳稻、糯稻。籼稻籽粒细而长,呈长椭圆形或细长



形,米粒强度小、不耐压,加工时易产生碎米,出米率较低,制成的米饭胀性较大、黏性较小。粳稻籽粒短而阔,较厚,呈椭圆形或卵形,米粒强度大、耐压,加工时不易产生碎米,出米率高,制成的米饭胀性较小、黏性较大。根据粒质和收获季节的不同,籼稻和粳稻又可分为早稻谷和晚稻谷两类。就同一类型的稻谷而言,一般情况下,早稻谷米粒腹白大,角质粒少,品质比晚稻谷差。早稻谷米质疏松,不耐压,加工时易产生碎米,出米率较低;晚稻谷米质坚实,耐压,加工时不易产生碎米,出米率较高。就米饭的食味而言,早稻谷比晚稻谷差;就稻谷的品质而言,晚籼稻谷的品质优于早粳稻谷。糯稻米粒呈乳白色,不透明或半透明,黏性大,按其粒形可分为籼糯稻谷(稻粒一般呈长椭圆形或细长形)和粳糯稻谷(稻粒一般呈椭圆形)。

2. 稻谷的化学成分

稻谷的化学成分主要包括水分、蛋白质、碳水化合物(淀粉、纤维素和半纤维素等)、脂肪、矿物质及维生素等。表1-1为籽粒各部分的主要化学成分含量。

表1-1 稻谷籽粒各部分的主要化学成分

单位:%

名称	水分	蛋白质	脂肪	碳水化合物	纤维素	灰分
稻谷	11.7	8.1	1.8	64.5	8.9	5.0
糙米	12.2	9.1	2.0	74.5	1.1	1.1
胚乳	12.4	7.6	0.3	78.8	0.4	0.5
胚	12.4	21.6	20.7	29.1	7.5	8.7
皮层	13.5	14.8	18.2	35.1	9.0	9.4
稻壳	8.5	3.6	0.9	29.4	39.0	18.6

(1) 水分

水分是稻谷中重要的化学成分之一,它不仅影响稻谷的生理状态,而且对稻谷的加工和贮藏也有很大的影响。稻谷籽粒不同部位的含水量不同。一般

情况下,稻壳的水分低于糙米的水分,有利于脱壳。在糙米中,胚乳的含水量低于皮层。

(2) 蛋白质

蛋白质是生命有机体的重要构成成分,给人体和其他生物提供重要营养。稻谷能够为人体提供维持健康不可或缺的蛋白质。虽然大米胚乳中的蛋白质含量仅为7%~8%,但它的生物价值优于谷物中的其他蛋白质,该蛋白质的氨基酸组成比较平衡,其中赖氨酸含量约占总蛋白的3.5%。大米蛋白质主要由米谷蛋白、清蛋白、球蛋白和醇溶蛋白组成,其中米谷蛋白含量最高,占总蛋白的80%,醇溶蛋白含量最低,占总蛋白的3%~5%。

(3) 脂肪

稻谷中脂肪含量约占整个谷粒的2%,而且分布很不均匀,大部分存在于胚及糊粉层中,故精度高的大米脂肪含量较低。脂肪中的主要成分是脂肪酸,糙米中的主要脂肪酸是油酸、亚油酸和棕榈酸。大米中的脂肪较易变质,它对大米的加工、贮藏有很大的影响。脂肪变质可以使大米失去香味、产生异味、增加酸度等。

(4) 碳水化合物

碳水化合物是粮食的主要成分。糯米淀粉中不含直链淀粉只含支链淀粉,粳米中含有占淀粉总量20%的直链淀粉,而籼米胚乳中含有相对较多的直链淀粉。直链淀粉含量越高,米质越松散,食用品质越低,因此籼米一般不受人们喜爱,但用它来加工米粉效果较好。而粳米和糯米中直链淀粉含量较低使米质黏稠、口感好,除直接食用外,还适合用来加工年糕等。

(5) 矿物质

矿物质又称灰分,是粮食经高温燃烧后得到的白色粉末。稻谷中矿物质含量因品种的不同以及种植水稻土壤成分的不同而有所差异。籽粒中含有Al、Ca、Fe、Mg、Mn、P、K、Si、Na、Zn等矿物质,主要存在于稻壳、胚及皮层中,胚乳中含量极微。精度越高的大米,其矿物质含量越低。糙米或大米中含有的矿物质



主要是 P、Mg、K 等。

(6) 维生素

维生素在人体新陈代谢过程中发挥着重要的作用,缺少或不足会导致疾病。稻谷主要提供 B 族维生素。谷粒所含维生素主要分布于糙米皮层、糊粉层和胚中。糙米中主要含 B 族维生素,含较少维生素 A,很少有或不含维生素 C 和维生素 D。

3. 稻谷加工过程中营养成分的损失

(1) 维生素的损失

稻谷的维生素主要集中在糙米的皮层、糊粉层和胚中,碾米时随着皮层、糊粉层和胚的除去,大部分维生素都转入米糠中。

(2) 蛋白质及脂肪的损失

碾米时,糊粉层中的部分蛋白质和脂肪会被碾下,进入米糠中。精度越高的大米,损失的蛋白质及脂肪越多。

(3) 淀粉的损失

目前,糙米碾白几乎全部采用机械方法,不可避免地对胚乳有一定程度的伤害,从而造成淀粉的损失。糙米的沟纹越深,淀粉的损失越大。因此,为了保证大米的营养,大米的精度不宜太高。

二、几种稻谷产品的营养分布

1. 蒸谷米

蒸谷米是把清理干净后的谷粒先浸泡再蒸,待干燥后碾米,国际上普遍称作半煮米。此法出米率高,碎米少。蒸谷米容易保存,耐储藏,出饭率高,煮成的米饭松软可口,可溶性营养物质增加,易于消化和吸收。胚乳质地较软、较脆的大米品种,碾制时易碎、出米率低的长粒稻谷,都适合生产蒸谷米。现在蒸谷

米的加工是鉴于其营养,而最早制造蒸谷米并不是为了提高营养价值,而是由于水稻产区在收获时经常有雨,稻谷不易晒干,为避免发芽霉变,采用蒸煮炒干等方法便于储藏和保管。

蒸谷米胚乳内维生素与矿物质的含量增加,营养价值提高,维生素 B 分布更均匀,维生素 B₁、维生素 B₂ 的含量要比普通大米高 4 倍,烟酸高 8 倍,Ca、P 及 Fe 的含量与同精度大米相比也有不同程度的提高。

2. 发芽糙米

发芽糙米是将糙米置于一定的温湿度环境下培养使其发芽,芽体生长到一定程度时对其进行干燥,保留了幼芽和带糠层的胚乳。糙米经发芽后淀粉酶、蛋白酶、植酸酶等酶系被激活和释放,进而使得糙米的粗纤维外壳被酶解软化、内含的蛋白质被分解为氨基酸,淀粉转化成糖,改善了食物的感官性状和风味,同时还保留了大量的维生素(维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 B₆、维生素 C、维生素 E)、矿物质(Mg、K、Zn、Fe)及膳食纤维。另外,产生的 γ -氨基丁酸、六磷酸肌醇、谷胱甘肽等具有促进人体健康和防治疾病的作用。因此,发芽糙米及其制品的食用性接近精白米,但营养价值却超过精白米,因其具有广泛的功能特性,因而被誉为新一代“医食同源”的主食产品。

3. 胚芽米

胚芽米是除保留胚芽外,其余组成均与大米相同的一类精制米,最早由日本研制。胚芽在一粒米中的质量占 3%,但其含有丰富的蛋白质和维生素,尤其是维生素 B 和维生素 E,营养价值超过整粒米的一半以上,享有“天赐营养源”的美誉。胚芽米因其较高的价值,被称为具有生命力的“贵族米”。胚芽米的碾磨没有大米精细,因而保留胚芽和胚乳部分,使其在蒸熟后散发出天然的米香。胚芽米和普通大米的营养成分比较见表 1-2。

表 1-2 胚芽米和普通大米的营养成分比较

成分	水分/ %	蛋白 质/%	脂肪/ %	纤维 素/%	矿物 质/%	糖分/ %	维生素B ₁ / ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	维生素B ₂ / ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	维生素E/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)
胚芽米	15.5	6.3	1.1	0.4	0.6	76.2	2.9	0.8	16.0
糙米	15.5	7.4	2.3	1.0	1.3	72.5	3.6	1.0	—
次白米	15.5	6.6	1.1	0.4	0.8	75.6	2.1	0.5	—
精白米	15.5	6.2	0.8	0.3	0.6	76.6	0.9	0.3	—

注:次白米是指去掉70%皮层的米粒

维生素 B₁、B₂ 和 E 等在胚芽米中的含量比精白米高,这些营养物质都是现代饮食生活中不可或缺的,能够预防和治疗多种疾病。同时,胚芽米中的蛋白质、谷胱甘肽、脂肪以及 Ca、Mg 和 Zn 等含量均很丰富,因此胚芽米营养价值优于一般大米,食用后有助于人体健康。医学营养专家提出:长期食用胚芽米能够降低血清胆固醇、软化血管、促进人体新陈代谢,对肠癌、便秘、痢疾、肥胖、糖尿病等具有一定的预防作用,同时还有助于排毒、美容养颜、保持青春活力,还具有预防和治疗失眠、神经过敏等功能。

4. 免淘洗米

免淘洗米是指炊煮食用前不需淘洗就可直接食用的一类米。研究发现,在水中淘洗米粒时,随水流失掉的米糠及淀粉占2%左右。营养成分损失也很大,其中损失无氮浸出物 1.1% ~ 1.9%、蛋白质 5.5% ~ 6.1%、钙 18.1% ~ 23.3%、铁约 17.7%。

三、几种稻谷副产品的营养分布

在稻谷加工成大米的过程中,会得到诸如稻壳、米糠、碎米等副产品。对副产品的综合利用,可以做到一物多用,物尽其用,丰富粮食工业产品的品种,提高经济效益。

1. 稻壳

稻壳作为谷物加工的主要副产品之一,约占稻谷质量的20%,其主要成分

是纤维素、木质素和多缩戊糖等(见表1-3),是一种量大、面广、价廉的可再生资源。合理利用稻壳不仅可以推动我国农产品的深加工,还可以减少污染。

表1-3 稻壳的化学成分

单位:%

项目	水分	粗蛋白	粗脂肪	粗纤维	多缩戊糖	木质素
含量	7.5~15.0	2.5~3.0	0.04~1.7	35.5~45.0	16.0~22.0	21.0~26.0

2. 米糠

稻谷品质及大米的加工精度不同,碾米时产生的米糠量不同,一般能够占到糙米总量的4%~7%。

米糠的营养价值较高,是食品、医药和化工制造业的重要原料,其主要化学成分见表1-4。

表1-4 米糠的化学成分

单位:%

项目	水分	粗蛋白	粗脂肪	无氮浸出物	粗纤维	矿物质
含量	10.0~14.0	12.0~16.0	15.0~20.0	35.0~41.0	6.0~8.0	8.0~10.0

第二节 稻谷及其产品中水分含量的测定

一、能力素养

1. 熟练掌握干燥箱的使用、分析天平的使用。
2. 熟悉 GB 5009.3—2016、GB 19644—2010 中水分测定的基本操作技能。
3. 明确造成测定误差的主要原因。

二、知识素养

干燥法是指在一定的温度和压力下,将样品加热干燥,蒸发排除其中的水



分,再通过计算样品干燥前后的质量差,进而计算水分含量的方法。

蒸馏法采用与水互不相溶的高沸点有机溶剂与样品中的水分共沸蒸馏,收集馏分子接收瓶内,由所得的水分体积求出样品的水分含量。目前常采用直接蒸馏和回流蒸馏。

卡尔·费休法,简称费休法,是一种迅速而准确的水分测定法,它属于碘量法,广泛应用于多种化工产品的水分测定。

三、常压干燥法

1. 分析原理

利用食品中水分的物理性质,在常压 $101 \sim 105$ °C 下采用挥发的方法测定样品干燥减少的质量(包括吸湿水、部分结晶水和该条件下能挥发的物质的质量),通过干燥前后样品的质量差计算出水分的含量。

此法适用于 $95 \sim 100$ °C 下不含或含其他挥发性物质甚微的食品。

2. 试剂和仪器

除非另有规定,本方法中所用试剂均为分析纯。

(1) 盐酸:优级纯。

(2) 氢氧化钠:优级纯。

(3) 盐酸溶液(6 mol/L):取盐酸 50 mL,加水稀释至 100 mL。

(4) 氢氧化钠溶液(6 mol/L):称取 24 g 氢氧化钠,加水溶解并稀释至 100 mL。

(5) 海砂:用水洗净海砂,先用盐酸煮沸 0.5 h,用水洗至中性,再用氢氧化钠溶液煮沸 0.5 h,用水洗至中性,经 105 °C 干燥备用。

(6) 样品:经粉碎的稻谷及其制品。

(7) 称量瓶:扁形称量瓶,铝制或玻璃制。

(8) 电热恒温干燥箱。

(9) 干燥器:内附有效干燥剂。

(10) 分析天平:感量为 0.1 mg。

3. 分析步骤

取洁净铝制或玻璃制的扁形称量瓶,置于 101 ~ 105 °C 干燥箱中,瓶盖斜支于瓶边,加热 1 h,取出盖好瓶盖,置干燥器内冷却 0.5 h,称量,重复以上步骤直至前后两次质量差不超过 2 mg,即为恒重。将混合均匀的样品迅速磨细,要求颗粒小于 2 mm,称取磨细的样品 2 ~ 10 g(精确至 0.000 1 g),放入称量瓶中,样品厚度不超过 5 mm,如样品呈疏松状态,厚度不宜超过 10 mm,加盖,精密称量后,置 101 ~ 105 °C 干燥箱中,瓶盖斜支于瓶边,干燥 2 ~ 4 h 后盖好瓶盖取出,放入干燥器内冷却 0.5 h 后称量。然后再放入 101 ~ 105 °C 干燥箱中干燥大约 1 h,取出,放入干燥器内冷却 0.5 h 后再称量。重复以上操作至前后两次质量差不超过 2 mg,即为恒重。

4. 结果分析

(1) 分析结果记录

实验结果记录见表 1-5。

表 1-5 实验结果记录

实验项目	称量瓶的质量/g	称量瓶加样品的质量/g	称量瓶加样品干燥后的质量/g
1			
2			

(2) 分析结果的表述

样品中水分的含量按式(1-1)计算。

$$\omega_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_3} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中:

ω_1 ——样品中水分的含量;

m_1 ——称量瓶(或蒸发皿加海砂、玻璃棒)和样品的质量,g;

m_2 ——称量瓶(或蒸发皿加海砂、玻璃棒)和样品干燥后的质量,g;

m_3 ——称量瓶(或蒸发皿加海砂、玻璃棒)的质量,g。

计算结果有效数字的保留:每 100 g 样品水分含量 ≥ 1 g 时,保留三位有效数字;每 100 g 样品水分含量 < 1 g 时,保留两位有效数字。

(3) 精密度

在重复性条件下获得的两次独立测定结果的绝对差值不得超过算术平均值的 10%。

(4) 说明及注意事项

①恒重是指两次干燥称量的质量差不超过规定的质量,一般不超过 2 mg。

②本法测定得到的水分含量除水外,还包括微量的挥发性物质,如芳香油、醇、有机酸等。

5. 思考题

(1)怎样判断样品是否恒重?

(2)利用常压干燥法测定得到的水分是否能真实反映样品水分含量?如有误差,误差从何而来?

(3)如何考虑半固态样品的实验操作步骤?

四、减压干燥法

1. 分析原理

利用食品中水分的物理性质,在 40 ~ 53 kPa 压力条件下加热至 60 ± 5 °C,采用减压干燥的方法去除样品中的水分,通过测定干燥前后样品的质量,计算出水分的含量。

2. 试剂和仪器

除非另有规定,本方法中所用试剂均为分析纯。

(1)样品:经粉碎的稻谷及其制品。

- (2) 称量瓶:扁形称量瓶,铝制或玻璃制。
- (3) 干燥器:内附有效干燥剂。
- (4) 分析天平:感量为 0.1 mg。
- (5) 真空干燥箱。

3. 分析步骤

(1) 样品的制备

稻谷及其制品经研钵粉碎,混匀备用。

(2) 样品干燥

称取 2 ~ 10 g(精确至 0.000 1 g)样品置于已恒重的称量瓶中,放入连接真空泵的真空干燥箱内,抽出真空干燥箱内空气(所需压力一般为 40 ~ 53 kPa),同时升温至所需温度 60 ± 5 °C。关闭真空泵,停止抽气,使真空干燥箱内保持一定的温度和压力,4 h 后打开活塞,使空气经干燥装置缓缓通入真空干燥箱内,待压力恢复正常后打开。取出称量瓶,放入干燥器中 0.5 h 后称量。重复以上操作至前后两次质量差不超过 2 mg,即为恒重。

4. 结果分析

(1) 分析结果的表述

同常压干燥法。

(2) 精密度

在重复性条件下获得的两次独立测定结果的绝对差值不得超过算术平均值的 5%。

5. 说明及注意事项

(1) 实际操作时可根据样品的性质及干燥箱耐压能力调整压力和温度。如其他非稻谷类样品,AOAC 法中提到:咖啡干燥条件为 3.3 kPa 和 98 ~ 100 °C,