

新版

食品学実験法

川 村 亮 編

新版

食品学実験法

川 村 亮 編



朝 倉 書 店

新版 食品学実験法

昭和 50 年 4 月 15 日 初版第 1 刷
昭和 54 年 4 月 1 日 第 7 刷

編 集 者 村 亮
あむ むら あきら

発 行 者 朝 倉 鑛 造
東京都新宿区新小川町 2 の 10

印 刷 者 大 久 保 健 児
東京都新宿区市ヶ谷本村町 27

発 行 所

株式会社 朝 倉 書 店

東京都新宿区新小川町 2-10
郵 便 番 号 1 6 2
電 話 東 京 (260) 0141 (代)
振 替 口 座 東 京 6-8673 番
自 然 科 学 書 協 会 会 員

© 1975

新日本印刷・渡辺製本

無断複写・転載を禁ず

3077-640002-0032

序

「食品学実験法」は初版以来すでに15年を経て22版を重ね、この間に多くの大学、試験研究機関で利用され、親しまれてきました。しかし近年の食品学分野の発展はめざましく、取り扱う範囲や対象も大きく変わり、分析法自身も長足の進歩をとげて、従来の版では間に合わない点が多くなってきましたので、ここに旧版を全面的に改訂し、「新版食品学実験法」を発刊することになりました。

従来のものと大きく異なる点は、食品保存や衛生関係の部を改変し、有害金属、容器や包装の検査などの項を新たに加えたこと、クロマトグラフィーの章に薄層クロマト、ディスク電気泳動など実際に活用ひん度の高い方法を加えたこと、調理実験の章を廃しその内容の一部をレオロジーに関する実験に盛り込んだこと、新たに組織学実験なる一項を加えたことなどであります。

申すまでもなく食品学は実験科学の一部でその基礎は化学にあり、化学分析なしに食品学実験は考えられませんが、反対に「食品学実験」イコール「化学分析」でもありません。分析のほかに微生物、衛生検査、物理試験、官能テスト、組織の観察など数々の実験を含む、はなはだ幅の広いものであるはずで、したがってこのような実験書の編さんに際してもっとも大切なのは、限られた紙面の中に内容を「どの範囲まで」、「どの程度まで」取り入れるかということであり、このためにページ数の少ないもののほうがかえって編集がむずかしいという結果が生まれてきます。また項目としては重要であっても、特別な機器がなければ測定できないものは、やはりこの種の本として割愛せざるを得ません。この改訂版の最大の苦心もこの点に存在しました。

次にこの種の実験書は実際に活用できなければ意味がありません。それには著者がそれぞれの実験を充分に手がけ、こまかい点まで行きとどいた体験をもっていることが必要です。また内容が多岐にわたりますので1人の専門家だけ

で書ける部分は少なく、全体をカバーするためにはある程度の人数を必要とします。しかしその人々が相互のチームワークを欠くと、内容が単なる項目の羅列か、各自の別々な著書のとじ合わせに過ぎなくなってしまいます。本書はこの点、朝夕学生実験にたずさわっている人々の手で著作が行なわれました。この人々は現在の職分はそれぞれ異なっていますが、この改訂版から新しく加わった執筆者も含めて全員が友人関係にあります。そのため各自の分担分を全員で検討して必要に応じて加筆訂正することによって、本としての一貫性をいささかでも持たせることができたのではないかと考えております。

本書は内容的には前述の通り食品について学んでいる学生はもちろん、試験研究機関、会社の技術者の方々にも利用できるよう考慮したつもりですが、何分にも紙面の制約がきびしく思うに任せないところもあり、今後とも読者のご叱正を得て、より完全なものに近付けて行きたいと思います。

なおこの新版の発刊にあたり、一方ならぬお手をかけた朝倉書店の皆さんに厚くお礼を申し上げます。

1975 年 3 月

東京農工大学
農芸化学教室

川 村 亮

目 次

実験についての心得	1
-----------	---

Ⅰ 編 食 品 学 実 験

I. 食品の栄養成分に関する実験	3
A. 食品の一般分析	3
1. 分析用試料の採取, 調整	3
(1) 検体のサンプリング (2) 試料の採取法 (3) 試料の調製と保存	
2. 水分の定量	10
(1) 乾燥法 (2) 赤外線水分計による方法	
3. 粗タンパク質の定量	13
4. 粗脂肪の定量	16
5. 粗繊維の定量	18
6. 粗灰分の定量	20
7. 可溶性無窒素物の定量	21
8. 食品の一般分析表示法およびこれに基づくカロリー計算	21
B. タンパク質およびアミノ酸に関する実験	22
1. タンパク質, アミノ酸の定性	22
(1) 沈殿・凝固反応 (2) 呈色反応	
2. タンパク質の定量	24
(1) 純タンパク質の定量 (2) スツツァー法 (3) ローリーらの方法	
3. アミノ酸の定量	26
(1) ホルモール滴定法 (2) バンスライク法	
C. 脂質に関する実験	29
1. 油脂の定性試験	30
(1) 油脂の酸性度 (2) アルデヒドの検出 (3) 過酸化物の検出	
(4) 油脂のケン化	
2. 油脂の物理的試験	30
(1) 融点および凝固点 (2) 屈折率 (3) 比重 (4) 粘度	
(5) 分子量測定	

3. 油脂の化学的試験	35
(1) 酸 価 (2) ケン化価, エステル価 (3) ヨウ素価 (4) 過酸化物価	
D. 糖質および有機酸に関する実験	38
1. 糖質の定性反応	38
(1) 呈色反応 (2) 還元反応	
2. 糖質の定量	44
(1) 還元糖の定量 (2) ショ糖および転化糖 (3) デンプンの定量	
3. 有機酸の定量	51
E. 無機質の定量	52
1. 試料の調製	53
(1) 乾式法 (2) 湿式法	
2. 無機質の定量	55
(1) カルシウムの定量 (2) リンの定量 (3) 鉄の定量	
F. ビタミンに関する実験	59
1. ビタミンAの定量	59
2. プロビタミンA (カロチン) の定量	61
3. ビタミン B ₁ の定量	62
4. ビタミン B ₂ の定量	63
5. ビタミンC (アスコルビン酸) の定量	64
II. 水 の 分 析	66
A. 飲料水の水質基準	66
(1) 物理的性質 (2) 化学的性質 (3) 一般溶質成分 (4) 微生物	
B. 水 質 試 験	67
1. pH の測定	67
2. 硬度 (総硬度) の測定—EDTA 法	68
3. アンモニア性窒素	69
(1) 定性試験 (ネスラー法)	
4. 亜硝酸性窒素	70
(1) 定性試験 (グリース・ロメン試薬による方法) (2) 定量試験 (グリース・ロメン試薬による方法)	
5. 過マンガン酸カリウム消費量	71

III. 食品添加物ならびに有害成分の検出	73
A. 食品添加物の検出	73
1. 食用色素	73
(1) 水溶性タール色素の検出 (2) アナトーの検出	
2. 保存料	75
(1) サリチル酸の定性と定量 (2) ソルビン酸の定性	
3. 人工甘味料	76
(1) サッカリンの定性	
B. 有害金属の定量	76
1. ヒ素の定量	76
2. 重金属試験法	78
C. 容器包装の検査	80
1. 食器についた食物の残渣の検査	80
(1) デンプン質の汚れ (2) 油性の汚れ	
2. 食器からの溶出物の検査	80
(1) 陶磁器からの鉛の溶出 (2) プラスチック容器から溶出するホルム アルデヒド	
3. 包装紙の蛍光増白剤の検査	81
IV. クロマトグラフィー	83
A. 吸着クロマトグラフィー	83
1. カラムの調製と展開	83
(1) 概 説 (2) 吸着剤と展開剤	
2. 天然色素の分離	84
B. ペーパーおよび薄層クロマトグラフィー	86
1. ペーパークロマトグラフィー	86
(1) 概 説 (2) アミノ酸のペーパークロマトグラフィー (3) 糖類 のペーパークロマトグラフィー	
2. 薄層クロマトグラフィー	91
(1) 概 説 (2) 実施方法 (3) 応用方法 (4) 実施例：食用ター ル色素（酸性色素）の検出	
C. イオン交換クロマトグラフィー	94
(1) 概 説 (2) しょう(醬)油中のアミノ酸のペーパークロマトグラフ	

目 次

ィーを行なうさいの前処理としての脱塩	
D. その他のクロマトグラフィー	97
1. ディスク電気泳動	97
(1) 概 説 (2) 装 置 (3) 試 薬 (4) 実施方法	
2. ガスクロマトグラフィー	101
V. 酵素に関する実験	103
A. 酵素とそのはたらき	103
(1) 基質特異性 (2) 温度の影響 (3) pH の影響 (4) 酵素濃度 の影響 (5) 補酵素, アクティベーター, 阻害剤	
B. 酵素を利用した実験	104
(1) 糖質分解酵素の作用を知る実験 (2) 糖質分解酵素の酵素活性測定 法 (3) 糖質分解酵素を利用した実験 (4) タンパク分解酵素の作用 を知る実験 (5) タンパク分解酵素の酵素活性測定法 (6) タンパク 分解酵素を利用した実験	
VI. 食品の保蔵に関する試験	114
A. 微生物の取扱い	114
1. 実験用器具類の滅菌法	115
(1) ガラス器具類の滅菌 (2) 白金線, 白金耳, ピンセットなどの滅菌 (3) 培養基類の滅菌	
2. 培養基の調製	118
(1) 一般培養基の調製法	
3. 汎用される細菌および真菌検索用培養基	119
(1) 細菌類検索培養基 (2) 真菌類検索培養基	
4. 培 養 法	120
(1) 細菌類の培養 (2) 真菌類の培養 (3) 分離培養法 (4) 液体 培養法 (5) 嫌気培養法	
5. 微生物の同定法	123
(1) 細菌類の同定 (2) 真菌類の同定 (3) 無染色標本 (4) 染色 標本	
B. 食品の鮮度試験	125
1. 官 能 検 査	125
2. 微生物学的試験	125
(1) 一般生菌数測定法 (2) 大腸菌群の検査法	

3. 化学的試験	130
(1) 揮発性塩基窒素量 (2) タンパク沈殿反応 (3) その他の簡易試験	
4. 特殊食品の鮮度試験	134
(1) 牛乳の新鮮度判定法 (2) 卵の新鮮度判定法 (3) 罐詰の異常缶判定法	
VII. 食品の嗜好的性質に関する実験	136
A. 官 能 検 査	136
1. テストパネル	136
(1) テストパネルの型 (2) パネルの条件 (3) パネルの選定	
(4) パネルの訓練	
2. テストの環境条件	138
(1) テストの場所 (2) 容器と試料	
3. 実施の手順	139
(1) テストの方法と指示の仕方 (2) 実験の規模 (3) 誤差を生じる因子と解決法	
4. 官能検査のおもな手法	141
(1) 2点比較法 (2) 3点比較法 (3) 順位法 (4) 採点法	
(5) 一対比較法	
B. レオロジーに関する実験	148
1. 食品の粘弾性とその測定	148
(1) 粘性と弾性 ② 塑性 (3) 粘弾性 (4) 粘弾性の測定	
2. おもな測定計器	150
(1) 毛細管粘度計 (2) 回転円筒粘度計 (3) 硬度計(カードメーター)	
(4) テクスチュロメーター	
VIII. 食品の組織学的観察	159
A. 方法の概説と特徴	160
B. 組織標本の作り方	161
1. 固 定	161
2. 水 洗	162
3. 脱 水	162
4. パラフィン包埋	162
5. 薄 切	164
6. 切片の貼り方	165

7. 染色	165
(1) パラフィンの除去 (2) ヘマトキシリン・エオシン染色	
(3) PAS 染色 (4) アクロレイン・シッフ染色	
8. 封入	167
9. 氷結法	168
(1) 切り方 (2) ズダン染色	
C. 顕微鏡の使い方	169
1. 顕微鏡の構造	169
2. 倍率	170
3. 検鏡法	170
(1) 光源 (2) 検鏡操作 (3) 油浸法 (4) 顕微鏡取扱い上の注意	
(5) ミクロメーター	
II 編 食品学実験を行なうための基礎	173
I. 実験に使用する器具と基本操作	173
A. 基本操作とその注意	173
(1) ガラス器具の洗浄および乾燥 (2) 加熱および凝集 (3) 攪拌および振とう (4) ロ過 (5) 抽出 (6) 蒸留 (7) 乾燥	
(8) 蒸発	
B. 試薬の取扱いと調製法	180
(1) 試薬の純度 (2) 試薬の取り出し方 (3) 濃度の表示法	
(4) 試薬の調製法	
C. 実験数値の取扱いとその誤差	184
(1) 実験誤差の内容 (2) 分析法, 分析値の評価 (3) 過失誤差の見分け方 (4) 誤差を補正する実験法 (5) 測定値の桁数と運算	
D. おもな計測器具機械とその取扱い法	191
1. 天秤の使用法	191
(1) 天秤の種類と構造 (2) 天秤取扱い上の注意 (3) 秤量と風袋	
(4) 化学天秤による秤量法 (5) 直示天秤による秤量法	
2. 測容器具とその取扱い	195
(1) 器具の種類 (2) 器具の使用法	
3. 比色法および比色装置の取扱い	199

(1) 概 説	(2) 肉眼で行なう比色法	(3) 吸光光度法	(4) 視覚 比色計	(5) 光電光度計	
II. 食品分析の基本としての容量分析					203
(1) 容量分析法の概要	(2) 中和滴定	(3) 酸化還元滴定	(4) ヨウ素滴定	(5) 沈殿滴定	(6) キレート滴定
付 表					211
参 考 図 書					223
索 引					225

実験についての心得

実験はまず周到な準備をととのえて、手順よく進めなければならない。完全に実験準備ができたときは、その実験が八分通り終わったと同じである。また実験者の周囲には火災、ケガの危険性が常に潜在していることも忘れてはならない。この点でも常に綿密な注意が必要である。

① 実験を始める前に充分に手順を考えよ

洗浄のすんだ試験器具、必要な薬品の整備などのほか、常に机上の物品の配置などをよく考え、一定の予定表を作ることが必要である。また途中で必要になるものをノートに書き出しておくことよい。実験中に急ぐあまり、同時に二つの動作をすることがあるが、これは失敗のもとである。しかし反対に長時間の乾燥などを行なう場合、ボンヤリしているのは無意味で、この間にやる仕事をあらかじめ予定しておくことも必要である。

② 試薬はかならず所定の場所に置き、清潔に取扱え

きまった場所に試料をおくことは、実験の能率をあげるだけでなく、誤用や保管中の変化を防いで実験の精度を向上させ、同時に危険防止に役立つ。薬品類を秤取するさい汚れたサジなどを用いないこと。一度取り出した試料をふたたびもとのびんにもどさないこと。使用後かならずびんのふたをしめること。そのさいにびんのふたを取り間違えないように注意が必要である。

③ 実験経過や結果はできるだけわしく記述せよ

実験の経過、データなどはできるだけわしくその場で記録し、後日にまわさないこと。原ノートはオリジナルデータ（original data）として最も尊重すべきもので、あり合わせの紙片などに書いてはならない。

④ 物を捨てる場合にはかならず一度考えよ

物を捨てるときは、念には念を入れて、間違いないことを確かめてから捨てること。貴重な試料を不用意に捨て、あとになって気がついても取り返しがつかない。また捨てる場所も捨てる物によって異なるから、所定の容器に捨て、

流しをつきらせるようなことのないようにする。水に溶けないエーテルその他の有機溶媒を大量に流して捨ててはならない。また水銀、クロムのような有害物質を連日多量に捨てると公害発生の原因になりかねない。なるべく回収するか無害化の方法を考えて処理する。

⑤ 火災、ケガには平素から充分注意せよ

化学実験は火災の危険を常にはらんでいる。平常から消火材料の置き場所や使用方法、また逃げ道などを心得ておかなければならない。マッチの燃えさしはかならず一定の場所に捨て、帰る前にはガス・水道の元栓、電源のスイッチなど、かならず一度見廻ること。また実験室で椅子に腰かけていると、事故のとき急に逃げられないので危険なことがある。危険物を取扱うときは、眼を保護するために素通しの眼鏡をかけるとよい。

⑥ 事故が起きたときはあわてずただちに応急の処置をせよ

火災やケガの原因には不可抗力の場合もあるが、不注意や疲労に原因することが多い。万一火災を起し、衣類に引火した時は、ただちに横になってころげまわり、周囲の人に手伝ってもらい、毛布、実験衣などで身を包んで消す。ヤケドを負った時は応急処置としてオリーブ油、アマニ油、タンニン酸水溶液、ピクリン酸水溶液などを塗る。薬品によるケガは速やかに大量の水で洗い落とし、アルカリに対してはうすい酢酸またはホウ酸で、酸性に対してはうすい重ソウカアンモニア水で洗う。そして最後にもう一度水洗する。

なお救急車をよぶなど、消防署への連絡の電話番号は119番である。

⑦ 微生物を取扱う場合は室内の清潔と器具の殺菌に留意せよ

微生物を取扱う実験の場合、雑菌の混入を防ぐために特に室内を清潔にしなければならない。しかも空気の動揺を避けるために窓や扉は閉めておく。化学実験と異なり、使用する器具は洗浄だけでなく、あらかじめかならず殺菌してから用いる。特に病原菌を扱ったものは細心の注意をはらい、使用済の器具を洗浄したり、培養基を廃棄したりするさいもかならず殺菌後に行なう。

I 編 食 品 学 実 験

I. 食品の栄養成分に関する実験

A. 食品の一般分析

1. 分析用試料の採取、調製

(1) 検体のサンプリング 食品の成分は同一種類でも加工・未加工にかかわらず、品種、産地、熟期、貯蔵など、生産から保管にいたる種々な条件によって、相当な変動がある。また同一検体であっても、部位によって著しい差のある場合もある。したがって、分析に供する試料は常にその食品の全体を代表すべきものでなければならないので、そのサンプリングにはなるべく多くの部分から少量ずつとり、よく混合し、採取した試料が、試験する食品の全体の平均組成を示すものにする。

分析のさい、このように試料を採取し、前処理のための調製を行なうことは、最終的な成分の分析に入る以前の操作として、非常に重要なことである。すなわち、これらの操作が分析結果に大きく影響を及ぼす。ことに分析機器が発達してきた現状においては、結果の正確さは、ほとんどがサンプリングと試料調製など前処理の如何にかかっている。こうした点から、ある特定の実験目的の時を除いては、代表的なものをサンプリングすることが望まれ、不適当な試料採取では分析操作がいくら厳正であっても意味のない実験となってしまう。

食品分析を完全に行なうためには、分析しようとする事項に最も適した分析方法を選び、細心の注意を払って分析操作をすすめることが大切である。この場

合でも誤差が生ずることがあるが、その原因は分析者の技術的欠陥や未熟によることより、分析以前のサンプリングにあることが多い。したがってサンプリングは既に実験の過程であることを認識する必要がある。

食品のサンプリングについて特に重視しなければならない点を列挙すれば次の通りである。

- (1) 採取した試料が全体を代表するものであること。
- (2) 採取した試料を分析するに先だつての前処理操作によって変質しないようにする。
- (3) 採取した試料が、カビ、細菌によって、生鮮食品なら呼吸や自己消化により、もとの成分が分解することがあって、分析値が大きく変動することもある。したがって、試料の調製がすめば、ただちに分析することが望ましい。
- (4) 調製した試料をただちに分析できない時は、冷蔵庫か、フリーザー中に保存すること。保存が長期にわたる場合防腐剤を加えるとよいが、分析の妨害になるような化学薬品でないことを確かめることが大切である。

(2) 試料の採取法 一般には採取法は手による場合が多いが、食品工場などで品質管理する場合は機械による採取法がとられている。手による採取法の場合、液体試料の場合はよく混合してからその一部をとり適量とすればよいが、固体試料の場合、特に小麦粉や穀類などのような粉状、または粒状の試料の場合、多くの袋から一定量ずつ試料を集め親試料とし、これを四分法で分割し縮分していく。

〔備考〕 1) 水分量の多い試料は乳鉢、チョッパーまたはミキサーなどを用い、乾燥した試料は粉挽器、ボールミルまたはミキサーを用いる。粉碎に当って、粉碎器よ

りの異物の混入と摩擦熱による成分の変化（特に水分量の減少が著しい）があることを注意しなければならない。

2) 図1-Aのように試料を円錐に積み、次にBのように上を平らにし、次にCのよう

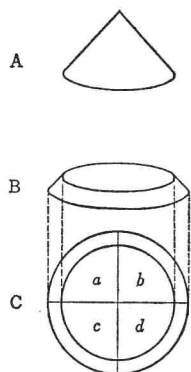


図1 四分法

に a, b, c, d の4区分に分ける. この対角線上の a と d または b と c を採って混合する. このようにすればもとの量の $1/2$ となる. この方法を幾度も繰返せば試料の量を均一な適当量に減ずることができる.

球状に近い果実(箱詰)のような試料は, まず箱を八つに分画しそれぞれの区分から, 代表的と思われる試料を一個ずつ選び, それを $1/4$ ずつ図2のように切り取る. そして a, b, c, d を取り出し $8 \times 4 = 32$ 片の試料を磨碎すれば, 部位による違いをできるだけ避けられ, 一箱中の果実を代表する試料となる. このさい, 8個の重さと32片の重さは秤量しておかなければならない.

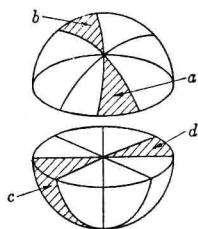


図 2

また肉や野菜のように不定形のもの, 成分が局部的に偏在するものは, 一定間隔ごとに一定幅の量を取り出し, これらを磨碎し, よく混合して試料とする.

四分法とともによく使われるのが, 交番ショベル法(交互ショベル法)である. これは検体の各部から適宜に試料を順々に一定回数ずつすくいにとって混ぜあわせる方法で, 同じ操作の反復によって試料を適当量まで減らすことができる.

(3) 試料の調製と保存 試料の調製と保存の方法は, 試料の種類などによって異なるが, 一般的な点は試料に付着しているか, 混入している不純物を慎重に除去する. しかし調製法は各食品の特性もあり一概に述べることはむずかしい. ここでは主な食品について試料の調製法と保存の概要を記す.

1) 穀類およびその加工品

(a) コメ, ムギ, 押麦, 乾めんなど比較的水分量の少ないもの……試料中に混入している異物・不純物を除き, 試料を粉碎機または乳鉢で粉碎し, 粉末化した試料を孔径約 0.55 mm の30メッシュのふるいに通し, その残渣をもう一度粉碎してふたたびふるいにかける. このようにして全部をふるいを通してから, スパテルまたはスプーンでよく混合し広口の共栓びんに入れて保存する. 乾燥が不十分な場合は, まず試料全体の重さを秤量し, 風乾後にふたたび