

# 農業化學分析

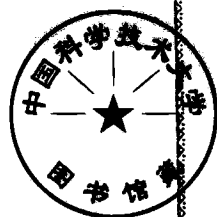
A. B. 彼堅布爾斯基著

中國科學院出版

# 農 業 化 學 分 析

A. B. 彼堅布爾斯基著

陳家坊等合譯



中 國 科 學 院 出 版

1954年6月

## 譯 者 說 明

1. 本譯本是根據莫斯科農業書籍出版局 1952 年出版 A. B. 彼堅布爾斯基著“Практикум по Агрохимии”第二版譯出。
2. 原書第四章為農用藥劑定性檢驗技術，並不重要，故略去。第五章為實驗技術操作規則，如量容器的校正，天平的使用等等，在一般分析化學書上都常見的，亦略去。
3. 原書附錄中量容器校正表，原子量表，酸鹼及酒精比重表，主要試劑表等，也常見於普通分析化學書中，亦予省略。
4. 參加翻譯工作者，都是初學俄文，雖幾經校閱，錯誤之處難免，尚希讀者予以指正為幸。
5. 本書譯者包括 陳家坊、于天仁、魯如坤、王振權、蕭克謙、田兆順、謝佩瑛。圖由張續綿同志繪。

譯者 1953.11.6.

## 第 二 版 序 言

斯大林改造自然計劃和偉大的共產主義建設的順利實現，在中亞細亞、波伏里薩（Поволжья），頓河流域、烏克蘭南部、克里米亞及北高加索的新灌溉的土地上，及在蘇聯歐洲部分森林草原及草原地區幾百萬公頃最肥沃的黑土上，為產量的提高，開闢了廣闊的道路。

現今乾旱地區水分情況的根本改變，向我們的科學，特別是農業化學，提出了新的任務，就是有機和礦物肥料的高度有效的施用，而在這些區域，過去由於水分缺乏，肥料並不能經常給以大的效果。在這些地區中，用綜合措施，其中包括有著名的農業化學方法——施用石膏——以與碱土作鬥爭的手段，也具有意義。

在廣闊的多雨濕潤地區，由於集體農莊和國營農場，掌握了正確的草田輪作和深耕，使所有肥料，其中也包括石灰，在生草灰化的土壤中，對於這些土壤的熟化（окультуривание）及提高作物尤其亞麻的產量方面，增加了作用。最後，肥料的施用在烏茲別克斯坦及其他共和國灌溉區，棉花收穫量的不斷提高，在烏克蘭及其他糖蘿蔔產地，糖蘿蔔高額產量的栽培，及在格魯吉亞與高加索黑海沿岸亞熱帶作物的栽培等方面的巨大意義，是人所共知的。

在合理施用肥料以增高作物的產量和提高土壤的肥沃性

上，蘇聯科學機關與集體農莊國營農場的先進人員積累了廣大的經驗。這些經驗的研究，就是將來準備做一個農學家的學生的主要任務。

農業化學的實習課程的目的，是幫助學生掌握植物分析的方法，測定土壤肥力、肥料和藥物的成分的方法。

當這本“農業化學分析法”準備出第二版時，著者曾考慮到對第一版的批評意見及從第一版出版後在農學系內農業化學實驗室實習課程的改變，而予以適當的修改和增加。

在植物分析這一章中，介紹了濕式灰化法及糖分的氰化物測定法。增廣了關於作物化學組成的參考材料。更完全的敘述了鉀的測定。

土壤分析這章，增加了土壤的水提取液的研究，與代換性鈉及碱的形態測定，有效態的氮磷鉀的研究法的排列，是使它能夠足以測定全蘇的各主要土類。

肥料分析的敘述方法，是使學生能夠測定任何使用於全國各地的本地肥料及工業肥料中營養物質的含量。同時重新寫了石膏、泥炭、厩肥、很多磷肥及其他用作肥料的物質的分析。

增加了新的一章——農用藥劑的定性分析，由講師阿沙洛夫 (X. K. Асаров) 及助教古柯夫 (M. M. Гуков) 編寫的。

增加了實驗室技術及附錄的參考表。

對於每一測定，都敘述了幾個分析方法，這樣使在實驗室設備不同的條件下，易於進行工作。

作者對於季米里亞席夫農學院的農業化學教研組的全體人員和庫德凌 (С. А. Кудрин) 與普羅寧 (И. Е. Пронин) 教

授，表示謝意，他們校閱了這版的原稿。

對本書有意見的，請通知：

Москва, 53, Орлов Пср, 3, 農業出版局

А. Б. Петербургский

1951. 11. 於莫斯科

## 目 錄

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 譯者說明                  | vi  |
| 第二版序言                 | vii |
| 緒言                    | 1   |
| 1. 農業化學分析在生產上和科學上的意義  | 1   |
| 2. 分析材料的準備——分析樣本的選取   | 6   |
| I. 植物分析               | 12  |
| 1. 分析物質中乾物質和水分的測定     | 12  |
| 風乾物質中絕對乾物質與水分的測定      | 12  |
| 在新鮮的植物樣本中乾物質與水分的測定    | 15  |
| 2. “粗”灰分的測定           | 16  |
| 3. 濕灰法(列別疆切夫法)        | 25  |
| 4. 植物中磷酸的測定           | 29  |
| 灰分中磷酸的測定              | 31  |
| 濕灰化後溶液中磷酸的測定          | 41  |
| 5. 植物中鈣的測定            | 42  |
| 灰分中鈣的測定               | 42  |
| 濕式灰化後溶液中鈣的測定          | 47  |
| 6. 植物中鉀的測定            | 49  |
| 植物的弱酸浸提液中鉀的測定(塔納那耶夫法) | 51  |
| 植物灰分中鉀的測定(塔納那耶夫法)     | 58  |
| 植物灰分中鉀的測定——亞硝酸鈷鉍容量法   | 60  |
| 濕式灰化溶液中鉀的測定——亞硝酸鈷鉍容量法 | 61  |
| 7. 植物中蛋白質氮的測定         | 61  |
| “粗”蛋白質的分析             | 76  |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 8. 植物中脂肪的測定.....                 | 81  |
| 脫脂殘餘物法.....                      | 91  |
| 9. “粗”纖維的測定.....                 | 94  |
| 10. 植物中澱粉的測定.....                | 100 |
| 11. 蔬菜、漿果和水果中糖分的測定.....          | 117 |
| 根據別爾特郎方法分析.....                  | 118 |
| 還原糖的氰化鹽測定法.....                  | 124 |
| 12. 蔗糖的光學測定法.....                | 132 |
| 13. 水果和蔬菜中總酸度的測定.....            | 139 |
| II. 土壤分析.....                    | 142 |
| 1. 田間土壤樣品的採取和分析樣品的製備.....        | 142 |
| 2. 土壤最高毛細管水量的測定.....             | 144 |
| 3. 土壤石灰需要量及施磷灰石可能性的確定.....       | 146 |
| 4. 土壤 pH 值的比色測定法.....            | 153 |
| 用“通用指示劑”測定水浸出液的 pH 值.....        | 158 |
| 用“通用指示劑”測定鹽浸出液的 pH 值.....        | 158 |
| 阿里亞莫夫斯基標準色測定 pH 值法.....          | 161 |
| 5. 土壤中氫離子濃度的電(電位)測定法(用氫醌電極)..... | 163 |
| 6. 吸着鹽基總量的測定.....                | 171 |
| 7. 別以夫測定土壤中活性鋁法.....             | 174 |
| 8. 洛柯洛夫測定土壤中代換性酸及活性鋁法.....       | 180 |
| 9. 土壤中水解性酸的測定.....               | 184 |
| 10. 土壤中鹽基飽和度的計算.....             | 190 |
| 11. 高魯別夫測定磷灰石粉代替過磷酸鈣的可能性法.....   | 192 |
| 12. 土壤硝化力的測定.....                | 198 |
| 13. 裘林測定土壤中易水解性氮法.....           | 209 |
| 14. 土壤中活性磷酸的測定.....              | 216 |
| 吉爾散諾夫法.....                      | 217 |

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 乞里柯夫測定土壤中對植物有效磷酸法·····                   | 223 |
| 15. 石灰性土壤中活性磷的測定——馬乞金 1% 碳酸銨提<br>取法····· | 226 |
| 16. 灰化土中活性鉀的測定(別以夫法)·····                | 229 |
| 17. 黑土中活性鉀的測定(布羅夫金娜法)·····               | 236 |
| 18. 石灰性土壤中有效性鉀的測定(古席諾夫及普羅大索<br>夫法)·····  | 241 |
| 19. 土壤的水浸出液的獲得與分析·····                   | 246 |
| 20. 水浸出液碱度的測定·····                       | 250 |
| 碳酸鈉所引起碱度的測定·····                         | 251 |
| 重碳酸鹽所引起碱度的測定·····                        | 252 |
| 總碱度的測定·····                              | 253 |
| 21. 氯離子的測定·····                          | 254 |
| 22. 硫酸根的測定·····                          | 256 |
| 23. 土壤中吸着性鈉的測定(蓋得洛依茲法)·····              | 260 |
| III. 肥料分析·····                           | 266 |
| 1. 根據定性反應檢驗肥料·····                       | 266 |
| 2. 礦物質肥料的測定·····                         | 269 |
| 3. 快速檢驗主要的礦物質肥料·····                     | 273 |
| 4. 銨態氮肥與銨態硝酸態氮肥中氮的測定·····                | 279 |
| 5. 銨態氮肥及銨態硝酸態氮肥中游離酸的測定·····              | 285 |
| 硫酸銨中氰化物含量的定性檢驗·····                      | 286 |
| 6. 硝酸態氮的測定·····                          | 286 |
| 在酸性環境中分析·····                            | 287 |
| 在碱性環境中分析·····                            | 291 |
| 7. 氰氨基化鈣中氮的測定·····                       | 294 |
| 8. 過磷酸鈣的分析·····                          | 295 |
| 水溶性磷酸的測定·····                            | 298 |

|                                           |     |
|-------------------------------------------|-----|
| (A) 重量法 (檸檬酸鹽法) .....                     | 299 |
| (B) 容量的鉬酸法 .....                          | 302 |
| (C) 重量的鉬酸法 .....                          | 307 |
| 顆粒狀過磷酸鈣中 $P_2O_5$ 的測定 .....               | 309 |
| 過磷酸鈣中有效磷酸的測定 .....                        | 310 |
| 過磷酸鈣中游离酸的測定 .....                         | 317 |
| 9. 磷灰石粉的分析 .....                          | 321 |
| 10. 磷酸二鈣的分析——有效磷酸的測定 .....                | 323 |
| 磷酸總含量的測定 .....                            | 325 |
| 11. 湯馬斯磷肥的分析 .....                        | 325 |
| 有效磷酸的測定 .....                             | 325 |
| 磷酸總含量的測定 .....                            | 327 |
| 12. 鉀肥中鉀的測定 .....                         | 329 |
| 鉀的酒石酸測定法 .....                            | 329 |
| 亞硝酸鉍容量法 .....                             | 332 |
| 灰分中鉀的測定 .....                             | 338 |
| 鉀的過氯酸測定法 .....                            | 339 |
| 13. 厩肥中氨態氮的測定——比色法 .....                  | 342 |
| 14. 厩肥中全氮量的測定 .....                       | 345 |
| 15. 厩肥中全磷酸的測定 .....                       | 350 |
| 16. 厩肥中全鉀量的測定 .....                       | 354 |
| 17. 尿及糞汁中氮的速測法 (洛西興法) .....               | 355 |
| 18. 糞汁中鉀的測定 .....                         | 359 |
| 19. 其他有機肥料的分析 .....                       | 360 |
| 20. 石灰肥料的分析 .....                         | 362 |
| 用滴定法測定其全量 .....                           | 362 |
| 碳酸鹽的 $CO_2$ 的氣體容量測定法——測定 $CO_2$ 的體積 ..... | 366 |

---

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 21. 石膏的分析.....    | 372 |
| 附表.....           | 376 |
| 還原糖.....          | 376 |
| 轉化糖.....          | 380 |
| 在不同溫度下水蒸氣的壓力..... | 389 |

## 緒 言

### 1. 農業化學分析在生產上和科學上的意義

農業化學是米丘林生物科學的一部分，它的使命是和所有的農業生物學一起爲了人類福利而改造植物的本性。正如 1948 年八月李森科院士在全蘇列寧農學院年會上，在其報告中所確切指出的，植物營養的改變，引起了活的有機體內新陳代謝的改變，因而也引致它的遺傳性的改變。

所以，合理地使用肥料就成爲定向選育農作物的因素之一。

普利亞尼什尼柯夫(Прянишников) 院士在其經典的農業化學上指南中寫道：

“農業化學的任務是研究農業中的物質的循環，和揭露用什麼方法作用於在土壤與植物中所進行的化學作用，以能夠增高產量，或改變其成分。”(註)

肥料的施用是調節這種循環的主要方法；肥料是增加植物的營養分，改善植物的性質和增高土壤肥沃性的有力的工具。但是施用肥料後，我們決不把它作爲植物根系所吸收的營養分的唯一來源，我們首先要注意於土壤中生物作用的各方面的发展，這些生物作用可以使貯存於土壤中的營養物質，轉變爲對植物有效的狀態。微生物把大氣中的氮固定起來，也具有重大意義。

---

(註) 普利亞尼什尼柯夫院士：“農業化學”，第三版，農業出版社，1940。

在肥料中可補充給農作物以一種營養元素，而在某一土壤中，這種元素對一計劃中的收穫可能不足。

這時，各種物質不足的原因，是各不相同的。例如在植物生長初期（幼芽長出後不久）大多數作物是只具有脆弱的吸收營養分的能力，尤其是對於土壤中磷素的吸收能力。在自然情況下，少量的顆粒狀的過磷酸肥料的條施（與種子混合一起同時播種），對於產量發生顯著的增高效果。同樣在早春的冬麥地上施用硝酸態的氮作追肥，由於早春時期溫度過低，氮的生物學的活動還不能開始，在產量上也具有重大作用。

作物與某一種肥料的關係，也受植物本身性質的影響，例如，同樣的氣候土壤及經濟條件下，馬鈴薯對於鉀素的需要總是比小麥多得多。

即使在同一塊田地上，由於土壤的差異，其有效肥力也是不同的，同時對個別養分說，也是不同的，從總的來講，需要對各種植物，選擇不同種類的肥料及用量。有的肥料其使用的目的是在於改良土壤，以作為植物生長的環境，例如，其酸性或鹼性的中和。在第一種情況下施用石灰，第二種情況則使用石膏。

根據土壤的反應，來決定不同的肥料形態。這種實例還可以舉出一些來，但上面所舉的已足以說明使用肥料的科學根據的複雜性。

肥料的施用，首先是對植物的一種化學作用的方法，同時伴隨著土壤中化學的、物理的、物理化學的性質以及微生物作用的變化。肥料的有效施用僅在與草田輪作中高度的農業技術

正確地相配合時才是可能的。在研究農業化學時對草田輪作中作物的合理施肥制度的根據就是任務。但是如果不了解植物、微生物、土壤及肥料在作物養料過程中的互相作用，則這是不可能的。僅在知道肥料施入土壤中的變化，及礦物質從土壤中進入植物的過程及其在植物內部的進一步變化，才能有意識地利用農場裏的許多廢物及化學工業產品，在目前來說，這是肥料的基本狀態。

植物的化學分析能夠使瞭解不僅是在土壤與氣候條件影響下，並且也在農業技術與肥料的施用的影響下，作物的收穫物中品質的變化。同時收穫物的品質的分析也可使之決定它的營養的和飼料的價值，或者是作為以後加工的原料時在工藝上的價值。

這樣的分析，使可能觀察農產品在貯存中所起的成分上的變化。

因之，農業化學分析也可以作為農產品化學檢驗的基礎。

另一方面，依據植物的不同發育時期的分析結果，我們得到一些材料，以科學的說明複雜的植物營養的過程，以及其他任何物質在植物發育上所起的作用。

僅僅用產品的化學分析結果，才能說明在一定產量時，所需要的土壤的營養物質。

土壤的農業化學分析，僅涉及到它與合理施用肥料有最密切的聯系的性質。首先應提出來的問題是確定土壤中各種有效態養分對植物供給的程度。其次是農業技術（包括一定的輪作形式的農業技術制度）對土壤中植物營養元素的變動的影響。

最後，問題是土壤中物理化學的與化學的現象，如酸度，及與它有聯系的對植物有害的物質（鋁、錳、氫的離子）以及土壤膠體部分（吸收複合體）的金屬離子與氫離子間的比例。這種比例部分地決定對肥料形態的選擇，並在相當程度上決定了肥料施用於土壤中的方法及日期。簡單地說，這一分析部分是包括肥料與土壤間的互相作用。

至於肥料分析，首先是確定肥料中某一營養物質含量的百分數。並且根據分析的目的，或者來測定這種物質的總含量，或者是測定對植物直接有效的那一部分的含量。

用分析的方法，可以檢驗礦物質肥料符合於規定標準的程度。分析結果能夠在計算土壤中根據規定量所需要的施肥數量時，對於肥料在運輸或貯存過程中引起的變化，作出修正。對於有機肥料，這些分析使可能調整貯存的方法，以避免養分的損失。這些測定，對於計算按規定用量所必需的肥料，也提供了保證。

用化學的方法，來防止細菌與真菌對作物的病害，以及昆蟲與雜草對作物的為害，也是農業化學的對象。

爲了上述的目的，而施用的化學物品是很多的，而且都較肥料還更爲複雜。

實習課程的任務，是訓練學生用一些簡單的方法來進行殺真菌劑、殺細菌劑、殺蟲劑以及除莠劑的定性測定，它的目的是使農學家掌握方法，以能夠在生產單位的情況下，很快地鑑別這些藥劑。

任何農業化學的測定，都是根據於普通的化學定量分析方

法。但是分析對象的特點，需要擬定大量的研究植物、土壤及肥料特殊的農業化學方法。

對於農學系、果樹蔬菜系及育種系的學生，分配 90 個小時為農業化學實驗。除此之外，學生還應當花費大約 35 個小時在家裏預先研究全部實習任務的理論根據。當然，在這一規定的時間內，在實驗室中僅能完成植物、土壤與肥料的化學成分的最重要的測定。以這些由每一個學生獨立進行的分析作例子，他們應當對於農業化學在農業生產上與科學上的意義得到一個很明斷的概念。

根據需要，必須選擇分析方法，以使工作時不必有特別複雜的設備和貴重的試劑。但是每一個引用於實際的方法，固然要儘可能地簡單，而同時又可得到令人滿意的精確的結果。

學生在實驗室工作的時候，應當深信具體的例子，他們所完成的全部任務，都在農業拖拉機站、國營農場的實驗室中，“農作物之家”及在一定的程度上，甚至在集體農莊的實驗室中最簡單的情況下，也可以解決。這一類型的實驗室，日益地普及在社會主義的農業生產上，而將轉變為指導業務的一個機構。每一個農學家，假使將來不能直接參加實驗室的工作，則每個人應當準備正確地利用自己的實驗室中的分析結果。因此之故，學生在工作時不僅應當完全通曉完成某一習題的技術，而且應當通曉方法的理論根據，及所得結果所能普及的範圍。當然，只有當每一個學生獨立工作時，才有通曉這些課程的可能性。

化學實驗室中某些基本操作技術在書後予以簡略地說明，這些在開始實習課程時是有益的。

需要特別強調的，一切分析必須取二份供試標本同時進行。對二個測定結果的近似，證明所得結果的可靠性。

這本手冊的編寫，是完全按照蘇聯高等教育部批准的高等農業學校農學系與果樹蔬菜系的農業化學實驗課程大綱。在大多數情況下，大綱中的每一個實驗課程，在書中都介紹了若干分析的方法。這是必要的，因為研究的對象，特別是土壤其性質是極端不同的，這樣就不可能用一種方法來測定某一項目。除此之外，經濟系、農業教育系、和其他系學生在農業化學實驗中，按照精簡的課程大綱進行工作時，也使用本書，這使作者在選擇分析方法時，也要考慮到。

蘇聯的農業化學參考文獻，根據各種研究方法的範圍，是極豐富的。重要的都介紹在書後。

除農業化學實驗外，學生們還要學習田間及盆栽肥料試驗的方法。當然，這些技術的說明不在本書的範圍之內。同樣的，學生們關於在集體農莊和國營農場中肥料的施用問題方面的教學與生產實習，須要在其他參考書中找到說明。

## 2. 分析材料的準備——分析標本的選取

爲了要使分析結果正確地反映出植物、土壤、肥料或其他各種農業產品及材料中某一物質的含量，就要使全部的分析工作是無可指摘的精密而準確地進行。

但是也可能發生這樣的情況，就是在分析的全部過程中是很精確地工作，而得到的却是不可靠的數字。這通常都是由於沒有正確地選取樣本。