

淀粉科学手册

[日]二国二郎 主编

王微青 高寿青 任可达 译

陈希浩 校

DIANKFEN

轻工业出版社

淀粉科学手册

〔日〕二国二郎 主编

王薇青 高寿清 任可达 译
陈希浩 校

轻工业出版社

内 容 简 介

本书较为全面地介绍了近三十年来淀粉科学领域中基础理论、实验方法、淀粉制造、加工利用等各方面的进展。全书共分淀粉科学总论、淀粉的实验和试验方法、淀粉的制造工业、淀粉的利用四篇。理论与实际并重，反映了七十年代中期淀粉科学的世界先进水平，展望了本领域各部分今后的研究、发展方向，可供食品、发酵、轻工、制药、化工、纺织、农业等部门中从事淀粉科学研究、淀粉制造、淀粉加工利用的科技人员，及有关大专院校的师生参考。

淀粉科学ハンドブック

本书根据日本、东京、朝倉書店，

1977年7月20日初版翻译

〔日〕二国二郎 主编

淀 粉 科 学 手 册

王薇青 高寿清 任可达 译

陈希浩 校

*

轻工业出版社出版

(北京广安门南滨河路25号)

周兴印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

850×1168毫米^{1/32} 印张：23^{17/32} 字数：619千字

1990年10月 第一版第一次印刷

印数：1—2,010册 定价：21.00元

ISBN7—5019—0605—x/TS·0403

译者的话

淀粉是人类的主要食粮，是食品、发酵、饲料工业的重要原料；淀粉及其加工产品在纺织、造纸、医药、化学、铸造等工业中也有广泛的用途。因此，近几十年来国外对淀粉的研究十分活跃，在科学理论上取得了长足的进步，淀粉的制造及其加工利用工业发展极快，并开拓了许多新的领域。在举国上下正在为实现我国四个现代化、赶超世界先进水平而努力奋斗的大好形势下，为了适应我国淀粉科学技术日益发展的需要，我们翻译本书，以供淀粉科学研究、淀粉制造加工和利用的有关广大科技人员以及大专院校师生参考。

原著由日本活跃在淀粉科学研究、生产、利用第一线的科技人员执笔编写，介绍了近三十年来本领域中从基础理论、实验方法到淀粉制造、加工利用各方面的进展，反映了七十年代中期淀粉科学的世界先进水平，展望了本领域今后的研究、发展方向。由于本书是《淀粉手册》（二国二郎，1961）的续编，所以对有关基础性知识除必要的外，没有系统地叙述。另外，对新的实验方法介绍比较简单，没有记载详细的操作和实例，对实验方法和理论部分的呼应亦欠密切。这是本书不足之处。

本书全译了原著的正文部分。参考文献从略。如读者需进一步查阅有关详细内容，请查原著（北京图书馆、轻工业食品发酵科学研究所图书馆存有原著）。资料篇中，与淀粉有关的日本各公司的机械设备、仪器、辅助原料、淀粉及其制品等的产品介绍，本书也从略。由于本书涉及的面很广，限于译者的水平，不

妥和谬误之处在所难免，衷心希望各界读者批评指正。

陆肇鸿同志承担了全书的描图任务，特此致谢。

译者

1980年12月

原 序

虽然蛋白质、维生素、无机盐是人类食粮的必需组成，但作为能源，则淀粉也有着不亚于蛋白质的重要性。前不久还以为世界上的食粮问题是在于确保蛋白质，而现在则可以说将来最有不足之虞的恐怖还是能量（淀粉）。

农业是利用太阳光的能量，由二氧化碳和水合成的生产事业。谷类、薯类是主要粮食，它供给我们少量的蛋白质和大量的淀粉。这些淀粉作为主要的能源，在营养方面起着重要的作用；此外，还可以将它们从这些产物中大量地分离出来，制成食品，或作为工业原料，应用于各个方面，以丰富和提高人们的物质生活。消除一天疲劳的一杯酒、在体力劳动后恢复精力的一颗糖果、维持重症病人生命的葡萄糖和麦芽糖，都是以淀粉为原料制成的。经过改性修饰或化工处理的淀粉衍生物，也可以用于多种食品中，还可以应用于纤维、造纸等方面，或用作粘结剂，在工业上有着广泛的用途。

淀粉以及由淀粉衍生出来的许多产物，在我们目前的生活中正起着很大的作用，可以预料，今后它们将越发显得重要。为了更有效地利用淀粉，我们应该更深入、更科学地了解淀粉。应用推进理论；理论开拓应用。这一公式对任何一个领域都是适用的，淀粉科学亦不例外。一门科学的基础理论研究若不与开发应用的研究携手并进，它就没有发展的希望。为了达到这样的目的，本书分作四篇叙述。

第一篇淀粉科学的总论，从结构、成分、反应、物性等各个不同角度描述我们目前理解的淀粉的面貌。这一篇中最有特色的要算是从淀粉的物性与水的关系来选材。因为从与水的关系方面来理解淀粉的物性是和淀粉的利用密切相结合的，人们将淀粉与

水一起加热制成淀粉糊，引出与淀粉粒绝然不同的新的性质，就是巧妙地利用这一特性。另外，从遗传背景来理解高等植物中淀粉的合成及其性质，这不仅对育种与作物，大概对生产和利用新的淀粉也会有不少贡献。

第二篇中记载了研究、利用淀粉所必须的实验方法。实验和研究方法有进步，科学才可能发展，若能熟练地掌握和使用这些方法，就会使今后的研究进展更快。本篇中还记载有实用的淀粉试验方法，若能起到作第三篇、第四篇的基础资料的作用，则幸矣。

第三篇中安排了由主要产物来制造淀粉的工业规模方法，以及副产物的利用、废水处理等方法。因为在廉价地大量地生产出符合需要的产品的同时，有效地利用资源，并保持我们生活环境的净洁，能使人们的生活变得更富足。

第四篇叙述了淀粉的主要用途及利用。近15年内，日本在这方面的进展特别显著。用酶法由淀粉制造葡萄糖；将葡萄糖的一半数量异构为果糖制成异构糖，代替以往要通过蔗糖水解来制造的转化糖，以巧妙地利用解支酶为基础来制造高纯度麦芽糖和将麦芽糖还原成麦芽糖醇（maltitol）；以淀粉为原料制造新的高分子材料茁霉多糖，及其用途的开拓等都是在日本萌芽而发展起来的工业，在这些领域中，日本均处于世界领先的地位。而且这些新的工业在日本正是以淀粉科学研究的进展为基础而发展起来的，故值得专门一叙。在过去，理论知识和实践不一定都能一致，由于试验错误和经验的积累，曾有过若干例子制出了即使拿现代科学也不能完全说得清的一些精致的产品，但这些领域也已照到了科学研究之光；另外也有巧妙地利用理论的成就而制出比以往更好的或产生了过去没有的产品的事例，这二方面的例子在本篇中将处处可见。本书采取了淀粉的理论和应用并重的方针，这体现了我们希望本书能有助于发展淀粉的科学研究、开拓淀粉的新应用的意愿。

二国二郎先生编的《淀粉化学》(1951年)及其增补版(1955年),《淀粉手册》(1961年)对第二次世界大战后日本的淀粉工业和淀粉科学研究发展起过很大的作用。然而《淀粉手册》出版以来已经15年有余了,在此期间,世界的以及日本的淀粉研究有了显著的进展,增加了许多原书中没有包括的领域。如果以这些书作为各个时期的象征,那么可以说《淀粉化学》使日本惊叹地注意到世界淀粉研究的进展,《淀粉手册》表达了日本要赶上世界先进水平的决心,而且目前已经到了应该以决心赶超世界最高水平的全力来展望未来的时期了。

本书虽说是《淀粉化学》和《淀粉手册》的修订本,但编辑方针有很大不同。前二本书是为了赶上世界淀粉研究的进展,旨在尽量广泛、公正地吸收当时最新研究成果,向日本的研究人员介绍世界淀粉研究的发展趋势,因此是凭执笔者个人的判断尽量慎重地取舍文献的。可是在最近的15年内文献数量的增加实在太多,不可能全部介绍;另外,现在与出版前二本书的时代也不同了,许多日本的淀粉研究人员已活跃于世界的第一线,某些领域在世界上还居于领先的地位。因此,这一次对世界文献,不采用不论巨细均以介绍的方针,而决定凭各执笔者的判断来选择文献,择其重要的再与执笔者的见解、经验融汇一起来记述。又因虽然《淀粉手册》现已绝版,但目前仍被广泛地应用着,所以该书所记载过的事项除因记述的需要必须重复引用者外,本书原则上不再重述。因此,1961年以前的文献请参考该书。1961年以后的文献本书只引用较为重要者,但亦为希望了解更广泛文献的诸位读者尽量多地列举了专著和综述。

本书中提到了很多酶,为了正确地理解各个酶,从《酶命名法》(1972年)中选出了与本书有关的主要酶,列成一览表附在书后,望加以应用。

本书这样的编辑方针能否成功,全赖于执笔者的选择,有幸

得到了现活跃在日本淀粉研究第一线诸位的协助，各执笔者在有限的篇幅中倾平素之造谐，讲解了当代淀粉科学的先进水平，而且指出了将来的发展方向，这使编辑者无比欣慰。

希望本书能与《淀粉化学》、《淀粉手册》同样地被广泛利用，至少能对日本淀粉研究的进步有所贡献，能反映出1977年日本淀粉研究的成就。

中村道德 铃木繁男

1977年5月

目 录

第一篇 淀粉科学总论

1. 淀粉概述.....	1
1.1 植物和淀粉.....	2
1.2 动物和淀粉.....	4
1.3 参考书.....	5
2. 淀粉的结构.....	7
2.1 由植物试样制备淀粉.....	7
2.2 淀粉组成部分的分离.....	9
2.3 直链淀粉的结构.....	10
2.4 支链淀粉的结构.....	14
2.5 淀粉中的微量成分.....	24
2.6 淀粉的构象.....	25
3. 淀粉与水.....	31
3.1 淀粉粒的结晶结构.....	31
3.2 淀粉粒的水合、润胀和糊化.....	44
3.3 淀粉糊的老化.....	50
3.4 淀粉糊的流变学.....	54
4. 淀粉的反应和分解产物.....	65
4.1 淀粉的衍生物.....	65
4.2 加水分解和解聚.....	70
4.3 氧化和热分解.....	75
4.4 糊精和低聚糖.....	80
4.5 环糊精.....	84

4.6 淀粉与碘的反应·····	92
5. 参与淀粉的合成和分解的酶·····	100
5.1 参与淀粉合成的酶·····	100
5.2 参与淀粉分解的酶·····	114
5.3 淀粉酶的作用机理·····	145
6. 淀粉粒的生成及其结构·····	159
6.1 前言·····	159
6.2 淀粉粒的形态、大小及组成·····	160
6.3 淀粉粒的结晶性·····	163
6.4 淀粉粒双折射性(偏光十字)·····	165
6.5 淀粉粒的层状结构·····	167
6.6 淀粉粒的糊化过程·····	168
6.7 淀粉粒被酸和酶的分解·····	171
6.8 淀粉粒的生成机理·····	179
7. 淀粉生物合成的遗传控制·····	189
7.1 影响玉米胚乳中淀粉及有关碳水化合物含量和性 质的遗传突变·····	189
7.2 影响淀粉生成酶的遗传突变·····	193
7.3 为了说明淀粉生物合成的遗传控制而需待解决的 问题·····	198

第二篇 淀粉的实验法和试验法

8. 淀粉及其成分的调制与定量·····	202
8.1 植物组织中淀粉含量的定量·····	202
8.2 淀粉的制备与精制·····	203
8.3 直链淀粉和支链淀粉的分离·····	209
8.4 直链淀粉与支链淀粉的定量·····	214
8.5 淀粉加水分解产物的分离与定量·····	222
8.6 淀粉中微量成分的定量·····	226

8.7 糖的定量法	230
9. 淀粉的结构与物性	239
9.1 淀粉结构的化学研究法	239
9.2 淀粉结构的酶研究法	244
9.3 淀粉粒的X线衍射	258
9.4 淀粉的热的性质	264
9.5 测定淀粉分子量的方法	271
9.6 淀粉糊流变学性质的测定方法	279
9.7 对淀粉糊化 (α 化) 的评价	303
9.8 淀粉粒的显微镜观察	306
10. 酶的实验方法	316
10.1 酶所引起的淀粉的合成	316
10.2 酶所引起的淀粉的分解	325
11. 淀粉的试验方法	352
11.1 淀粉质量的试验方法	352
11.2 淀粉糖质量的试验方法	364

第三篇 淀粉的制造工业

12. 玉米淀粉	375
12.1 概述	375
12.2 玉米	376
12.3 玉米淀粉的制造	380
12.4 玉米淀粉的特性和用途	388
12.5 糯玉米淀粉的特性与用途	392
12.6 副产物的特性与用途	394
13. 马铃薯淀粉	397
13.1 概述	397
13.2 原料	400
13.3 淀粉制造方法	402

13.4	脱汁方式与副产物的利用	411
13.5	欧州的马铃薯淀粉制造方法	419
13.6	马铃薯蛋白	427
13.7	各种废水的处理方式	429
13.8	马铃薯淀粉的性状与利用	435
14.	甘薯淀粉	440
14.1	概论	440
14.2	原料	443
14.3	制造过程	445
14.4	工厂废水的处理	456
15.	小麦淀粉	463
15.1	原料和制造方法	463
15.2	废水的排出状况与性状	472
15.3	废水的处理方法	475
16.	米淀粉	483
16.1	糯米淀粉的制造与其性状	484
16.2	大米淀粉的制造与其性状	489
16.3	米淀粉的用途	494
17.	木薯淀粉	496
17.1	概述	496
17.2	木薯的栽培	498
17.3	木薯淀粉的制造	499
17.4	木薯淀粉的特性和用途	502
18.	西米淀粉	504
18.1	概述	504
18.2	栽培	505
18.3	西米淀粉的制造	507
18.4	西米淀粉的质量与用途	509

第四篇 利用淀粉的工业

19. 总论	511
19.1 淀粉的生产量和原料	511
19.2 淀粉的用途	512
19.3 淀粉的利用特性	515
19.4 改良淀粉物性的方法	519
20. 粉体的淀粉	521
20.1 淀粉粉体的充填结构	521
20.2 淀粉粉体的流动性	524
20.3 淀粉粉体的水润湿性	527
20.4 淀粉粉体的粉尘爆炸	529
21. 淀粉水解工业	533
21.1 概述——淀粉糖的种类和性质	533
21.2 糖浆	540
21.3 葡萄糖	548
21.4 麦芽糖	559
21.5 麦芽低聚糖	575
21.6 环状糊精及其利用	582
22. 异构糖	590
22.1 概述	590
22.2 异构化反应的糖化学	592
22.3 异构糖的制造	598
22.4 异构糖的标准和质量	613
22.5 异构糖的性质及利用	614
23. 化工淀粉	617
23.1 概述	617
23.2 糊精	620
23.3 酸处理淀粉	623

23.4	氧化淀粉	625
23.5	二醛淀粉	628
23.6	醋酸淀粉	630
23.7	羧甲基淀粉	632
23.8	羟乙基淀粉	634
23.9	磷酸淀粉	638
23.10	阳离子淀粉	642
23.11	交联淀粉	645
23.12	其他的淀粉衍生物	647
23.13	α -淀粉	651
23.14	直链淀粉和支链淀粉的分离	654
24.	由淀粉制其他多糖类	657
24.1	概述	657
24.2	茁霉多糖	658
25.	食品工业和淀粉	669
25.1	概述	669
25.2	食品工业用淀粉的重要物性	670
25.3	米饭	676
25.4	年糕和米点心	680
25.5	馅料	695
25.6	面包	704
25.7	水产糜制品	713
25.8	冷冻食品和淀粉	718
26.	纤维工业和淀粉	725
26.1	经纱的上浆	725
26.2	印染	728
26.3	精整	729
27.	造纸工业和淀粉	731
27.1	表面施胶	731

27.2 涂布颜料.....	732
27.3 用作内部添加剂.....	734
27.4 纸板、纸加工等.....	735
28. 其它的主要用途.....	736
28.1 铸造.....	736
28.2 瓦楞纸板.....	741
28.3 养鳗饲料.....	743
参考文献.....	746
与淀粉及关联物质有关的酶的一览表.....	746

第一篇 淀粉科学总论

1. 淀粉概述

“生物吃了负的熵而生存”这是句名言。在地球这一体系中生存着许多生物，因此必然伴有能量的消费，其结果是使熵增加，如照此发展下去，地球体系熵的增加迟早会使生物不能生存，解救这一危机的是太阳能。太阳的可见光线中所含的电磁波的能量被绿色植物吸收后便在植物体内变为化学能，植物利用这种化学能固定空气中存在的少量二氧化碳，并利用主要由根部吸收到的水、含氮化合物、无机盐类来合成淀粉、蔗糖、蛋白质、核酸等等，构成植物体的全部有机化合物。包括我们人类在内的一切动物都是从属营养生物，他们只有直接或间接地吃绿色植物利用太阳光线的能量而合成的有机化合物才能生活，才能生存。因此，可以说地球上的一切生物归根到底是依靠太阳的能量而生存的。

通过绿色植物的光合作用最直接最大量生成的可以说是以淀粉、蔗糖和纤维素为中心的碳水化合物；而蛋白质、核酸之类则是由碳水化合物被合成或被代谢过程中的中间体衍生而成的。特别是淀粉，它是植物中主要贮藏的碳水化合物，是许多植物的种子、根、块茎等发芽时的主要能源。淀粉广泛地分布于植物界，尤其是稻米、小麦、玉米等谷类的种子以及甘薯、马铃薯等薯类的贮藏组织里积聚着大量的淀粉，所以他们早就成为人类和许多动物的粮食而占着重要的位置。另外还以工业规模从这些原料中分离出淀粉，大量地用来作食品或工业原料。