

化 学 与 農 業

C. H. 沃尔伏科維奇

農業化学化的意义

化学与農業有着密切与廣泛的联系。这种不断加强着的联系是以化学深入生物学为基础的。这些科学联系的结果产生了并且迅速地發展着生物化学、農業化学、土壤化学、微生物生物化学、毒物学及其他科学。

化学从各方面深入農業的过程，也就是通常所說的農業化学化，主要是沿着下列几个方面進行的：

1. 利用肥料和土壤改良剂來提高收穫量。
2. 通过化学保护的方法，利用殺虫剂、殺动物藥剂、殺菌剂等化学藥剂⁽¹⁾使植物不受昆虫、嚙齿类动物以及疾病的侵害，保証作物的收穫。
3. 利用生長刺激剂、除莠剂⁽²⁾、脫叶剂⁽³⁾以及阻止貯藏着的馬鈴薯与其他食用塊根發芽、阻止果樹在寒冷的春天發芽的藥剂，以及其他的藥剂來加速或抑制植物体中進行的生理过程。
4. 農產品和畜產品的保藏与防腐，以及倉庫、升降机与运输工具的消毒。
5. 使用飼料來提高畜牧業和养禽業的生產量。
6. 農林業廢料的化学加工，借以更充分地 and 綜合性地利用植物性原料。

当然，这些方向并不包括農業化学化的全部途徑，如畜牧業方面衛生和医療藥品的利用、水体的化学净化与消毒、湖泊中施肥喂养鱼类、用防腐剂保护森林与木材建筑物使其免于腐朽或其他形式的破坏、用藥剂防火、利用化学方法人工造雨、保护植物不受冻害，以及其他等等。

全世界肥料工業的年產量在 1954 年已超过 7,500 万噸，此外还施用了很多倍的地方性有机和無机肥料以及改良土壤的化学藥剂。目前世界各國在農業方面采用几十种肥料，几百种用于植物保护的化学藥剂以及農業与畜牧業所需的其他物質。

过去对下列問題曾經進行过爭論，即農業机械化比較有效还是農業化学化比較有效？一般說來，農業需不需要礦物肥料？有机肥料比較有效还是礦物肥料比較有效？現在大家公認，農業既需要机械化，也需要化学化，既需要有机肥料，也需要礦物肥料。

* 本文是沃尔伏科維奇院士于 1956 年 4 月 18 日在北京所作的报告。

(1) 殺虫剂——殺死害虫的化学藥剂；殺动物藥剂——殺死嚙齿类动物的藥剂；殺菌剂——抵抗植物真菌病与病毒病的藥劑。

(2) 除莠剂——消滅雜草的化学藥剂。

(3) 脫叶剂——能使植物叶子在收割前脫落的化学藥剂。

大家也公認，用化学方法来保护植物防治病虫害，在大多数情况下比机械方法更有效，在某些情况下甚至比生物方法更有效。先進農業的实际經驗証明，根据各地的条件，將各种方法適当地結合起來应用是很有效的。

將化学藥剂与農業机械化、調節水利、选种、消滅雜草及其他農業技術措施配合起來使用，其效果是巨大的。这一效果不但表現在農產品的数量上，而且也表現在質量上以及植物对不良生存条件的抵抗力方面。同时很多措施，尤其是用化学方法改良土壤，例如用施用石灰的方法使酸性土壤中和，在鹼土上施用石膏，以及在土壤上施用磷肥与泥炭⁽¹⁾，在許多年內都会產生很大的效果。

在資本主义國家反动集团中流傳着的荒謬的土壤肥力遞減“定律”和馬尔薩斯学說，已被依据先進科学技術成就的社会主义農業的实践所推翻，社会主义農業的目的在于增加土壤的肥力和不断提高農產品及畜產品的產量。

在爭取食物丰收的斗争中化学起着巨大的不断增长的作用。

还在半世紀以前，偉大的化学家 Д. И. 門捷列夫就寫道：不止是一百億⁽²⁾，甚至更多几倍的人民在地球上都將會得到粮食，只要对这件事情不僅加上劳动，并且加上以我們的知識为指導的頑强的發明創造。⁽³⁾

在 1952 年 Д. Н. 普列尼什尼科夫院士根据对人口增加的分析 and 收穫量提高的远景所發表的演說“馬尔薩斯与俄國”⁽⁴⁾中說：“在今后 150 年中，即使俄國的人口每 50 年增加一倍，俄國也不必为缺乏粮食而操心。”根据他的資料，利用有机与礦物肥料可以使農作物產量提高 5—6 倍，而如果增加耕地面積，那么可以提高產量 11—13 倍。

在那以后的年代里，科学又向前迈进了一大步，又發現了提高收穫量的其他途徑和潜力。現在毫無疑問地可以完全并且全面地滿足全人类目前及將來对食物的需要。

苏联礦物肥料的產量（按暫定的單位折算）在 1960 年應該达到 1,960 万噸左右，而 1964 年應該达到 2,800—3,000 万噸左右。

根据許多試驗数据以及先進集体農庄与國营農場施用礦物肥料的实际經驗确定，在同时采用其他先進農業技術方法的情况下，肥料中每一噸营养物質（用 N、P₂O₅ 与 K₂O 表示）可以增產的作物数量大致如下（用噸表示）：

作物种类	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
甜菜	140	55	50
馬鈴薯	120	50	40
籽棉	14	6	2
亚麻（纖維）	2.5	2	1.5
小麥与黑麥	20	20	7

一噸石灰加在酸性土壤里以后，六七年之內可增產五公担左右的谷物。根据莫斯科肥料与殺虫殺菌剂研究所的資料，在灰化土中加入大量纖維核磷灰石粉，一方面能供給植

(1) 在土壤上施用磷肥和泥炭，是化学土壤改良和施肥的結合。

(2) 二十世紀初期地球上有 16 億人口。

(3) Д. И. Менделеев: "Дополнение к познанию России", 1907.

(4) 这篇演說發表在 1955 年苏联科学院出版社出版的“Д. Н. 普列尼什尼科夫选集”中。

物磷，同時也能降低土壤的酸度。這樣的效果可維持15—20年，甚至更久。

根據粗略估計，如果施用2,800—3,000萬噸礦物肥料，那末每年可以指望增加的主要農作物數量如下：纖維（棉花、亞麻、大麻）約200萬噸，糖約320萬噸，馬鈴薯約4,300萬噸，谷物3,500萬噸以上，也就是21億普特。此外，尚可獲得大量蔬菜、飼料作物（草料與食用塊根）、果實、漿果及其他農產品。

通常肥料不但能提高產量，而且能提高質量，例如，提高甜菜和葡萄中的糖分、馬鈴薯中的淀粉、谷物中的蛋白質、棉花纖維的強度等。除此以外，肥料能增強植物對疾病、干旱、寒冷及其他不良條件的抵抗力。由於肥料能提高飼料作物（谷物、草料及食用塊根）的產量，因此也就提高了畜產品的生產量。

用於防治植物病蟲害的化學藥品能產生巨大的經濟效果。化學工業所生產的無機與有機藥劑，尤其是氮有機化合物（DDT、666）、磷有機化合物（E-605）、汞有機化合物（西力生）等有機藥劑能夠保住大量的農產品，而農藥的價格只有被保住的作物的價格的幾分之一（有時甚至是幾十分之一）。實際經驗表明，農藥平均能保住10%左右的糧食作物、20%左右的蔬菜以及30—40%果樹的收穫量。

農藥效果可以由下面的實際例子來表明：1公斤5%的DDT粉劑能保住100—200公斤谷物，撒上DDT粉劑後每公頃土地能增產15公担甜菜。⁽¹⁾ 從飛機上噴洒DDT乳劑後每公頃土地能收到6.5公担苜蓿種子，而在未噴洒DDT的對照試驗地段苜蓿種子卻都死掉了。⁽²⁾ 使用DDT後能在二三年內使豆類作物完全不受主要害蟲豌豆象的侵害。

根據試驗資料，在阿布哈茲蘇維埃社會主義自治共和國某國營農場使用45公斤E-605（磷有機藥劑）處理橘樹的結果，使115噸橘子不受害蟲（粉介殼蟲）的侵害，其價格為E-605價格的20倍以上。在另一國營農場用2公斤E-605使8噸以上的黃瓜不受紅蜘蛛的侵害，其價格約為藥劑價格的70倍左右。

為了更有效地實現消滅病蟲害的措施，鄰國之間聯合起來互相幫助。從1933年起，蘇聯、阿富汗和伊朗訂立了共同消滅蝗蟲及其他農業害蟲的協定。蘇聯、中華人民共和國和其他人民民主國家之間也訂立了類似的協定。

用於消滅雜草的化學藥劑也產生着巨大的經濟效果。⁽³⁾

嚙齒類與黃鼠類動物能吃掉大量的農作物。在文獻中曾引証這樣的資料：一只黃鼠一年能吃掉16公斤左右的谷物，一只家鼠與其後代一年吃掉的糧食約值400盧布。曾經有一個時期嚙齒類動物吃掉了蘇聯南方廣大地區全部小麥的青苗。自採用磷化鋅與其他化學藥劑以後，嚙齒類動物在短期內就被消滅了。

在這篇簡短的介紹中，我們主要談一下農業化學化方面用量最大且最有前途的制劑——肥料、殺蟲殺菌劑和調節植物生長與結果的化學物質，其次再談談其他的化學藥劑。

(1) И. М. Ярмоленко: "Труды XX пленума секции защиты растений", 1952.

(2) В. Г. Пучков: "Труды XX пленума секции защиты растений", 1952.

(3) 在美國文獻上這樣指出：美國由於植物病蟲害而損失的收穫量在幾年中達40—50億美元，而因雜草所造成的損失大致上也相當於此數。如採用化學藥劑，能使損失減少到原來的1/5到1/8。

苏联肥料的生產

从十月革命以后最初的日子起，苏联共产党和苏联政府就全面地提出了建立本国强大的矿物肥料工业的任务，并动员地质学家、化学家、工程师、农学家及其他专家的力量来解决这一任务。

由于有目的的集体工作的结果，在苏联已经在三十年前建立了强大的原料基地和强大的、先进的氮肥、磷肥与钾肥工业。苏联已经发现了世界最大的磷灰石矿藏（希宾）、纤维磷灰石产地（卡拉达乌、维尔赫聶卡姆以及其他许多地方）、钾盐产地（沙里卡姆、西乌克兰等）。以前一些地质学家曾经认为苏联没有钾盐，而在发现沙里卡姆产地后苏联钾盐储量就一躍而为世界第一了。这些矿产地保证了磷肥与钾肥生产不断的发展。煤炭工业、天然气资源、电力及化工机械制造的加强，保证了合成氨和氮肥工业的强大发展。矿物肥料生产的强化，能在極少量投资的情况下大大地增加现有各厂的产量。进一步强化的可能性提出了理论与实际方面的新的工作。例如，每立方米体积反应室的过磷酸钙的平均产量，在最近二十年內提高了4—8倍。在苏联已建立了从事有关农业化学化、肥料和农药生产工作的科学研究机构网。^[1]

在肥料的使用方面，苏联在农业化学、化学和化工方面进行了扩大矿物肥料的品种与形式的大量试验研究工作。这些试验研究的目的是，在于根据各种土壤、农作物、气候、技术、经济等条件的需要，来更有效地利用各种营养元素。苏联全国各地区的农业试验站和试验区的广大分布网已按照统一的计划工作了很多年，并且促使试验工作获得了成就。^[2]

苏联化学家研究并制定了許多高效肥料与复合肥料、粒状过磷酸钙与不结块的硝酸铵、合成尿素、不含氮的钾肥、含镁肥料、硼、锰微量元素肥料等的制造方法与使用方法，并制订了由褐煤、泥炭及其他天然含炭原料制造有机矿物肥料的工艺流程。

为了降低肥料的成本、改进肥料的物理化学性质和扩大原料基地，已经制订出合理的生产方法。其中包括用硝酸代替硫酸来处理磷酸盐的方法，这样硝酸起着双重作用：（1）用硝酸分解磷酸盐使它变为溶液；（2）硝酸变成硝酸钙与硝酸氨，成为最终产物——肥料——的组成成分。在这一过程中原料被充分利用而没有废料产生。

最近几年來，研究了天然磷酸盐矿的新的热加工方法。其中一个工序是将与砂子或石灰石混和的磷灰石或纤维磷灰石放在爐中用水蒸汽在温度1,400—1,500°C时进行处理。这时从磷酸盐矿中除去氟并得到高成分的磷肥，称为脱氟磷酸盐，含有能为植物所吸收的磷酸盐（能够溶于檸檬酸盐的化合物）。这一方法不需要酸、碱，也不需耗費大量的电力。其他处理天然磷酸盐矿的方法，如将天然磷酸盐矿与天然硅酸镁或碱金属化合物（纯碱、硫酸钠等）在爐中熔化，就制得所谓熔化磷酸镁或热法磷肥（含有钠盐）。这

[1] 化学工业部 Я. Б. 沙莫依洛夫肥料与杀虫杀菌剂研究所、列宁全苏农业科学院 К. К. 盖特洛依茨全苏农业化学、农业土壤与肥料研究所、国立矿物化学原料研究所、国立氮素工业研究所、列宁全苏农业科学院植物保护研究所等。苏联科学院各研究所也进行了大量的工作，如 Н. С. 庫尔納可夫普通与无机化学研究所、土壤研究所、植物生理研究所等。进行这方面工作的还有乌克兰、哈萨克、烏茲別克、拉脫維亞、白俄罗斯各加盟共和国的科学院以及苏联科学院喀山和哥里分院等。

[2] 这项广泛的集体性的工作在1925—1931年間是由 Я. Б. 沙莫依洛夫肥料研究所組織并領導進行的。

些肥料也含有能溶于檸檬酸鹽的磷酸鹽，并主要对于酸性土壤有效。已制訂出多次利用硫酸处理磷酸鹽的流程，这个方法是將过程中生成的石膏（所謂含磷石膏）進行热分解以制成水泥，并將二氧化硫气体回收以制造硫酸。

研究了改進电热法制磷及將磷制成磷肥的加工方法，过程中生成的磷渣与气体同时也加以利用。这项工作应使生產成本降低并减少磷單位產量的电力消耗量。由于强大的水电站的建設，并且用电爐甚至能够处理質量低的磷酸鹽礦，因此这一方法將來一定会得到很大的發展。

纖維磷灰石浮选方法也已經研究过。提出了新的硝酸鉀与硝酸鈉的制造方法与三组分肥料（氮磷鉀肥料）及其他复合肥料的制造方法。

最近已大大地改進了最常用的肥料——过磷酸鈣的生產方法。現在各厂都用連續操作方法生產过磷酸鈣并制成粒狀產品。在許多土壤上施用粒狀过磷酸鈣比施用粉狀过磷酸鈣可以有更大的收穫量。此外，粒狀肥料比較容易保存和包裝，并容易利用施肥机進行施肥。为了改進由某些纖維磷灰石制成的过磷酸鈣的物理性能，已試用了过磷酸鈣的氨化方法（用氨加工）。

研究并采用了造粒的方法，因而在加入適當填料的情况下大大地減低了硝酸銨結塊的性能，同样地，采用碳酸鈣与碳酸鎂來中和硝酸銨生理酸性的方法，对酸性土壤產生了極大的效果。

在研究所和工業企業中所進行的科学研究及中間試驗工作的基礎上，現在正在建立新的肥料工厂。

擴大肥料的品种

1940年 苏联化学工業生產了11种礦物肥料，1954年生產了14种，而在1959年將要生產24种礦物肥料。

生產新品种及新形式的肥料与改進肥料物理性質的必要性是由各种原因，尤其是生物学与工業經濟方面的要求所引起的。其中最重要的是植物生理学家、土壤学家、農業化学家和微生物学家在科学研究工作成就与总结農業試驗資料和实际經驗的基礎上提出的各种不同的高度的要求。在这方面最主要的是：土壤吸收复合体的物理化学性質及其結構的研究；植物的各个發育階段中土壤及植物中营养物質的移动方向和速度、营养物質聚集和轉移等方面的新的研究；微量元素和微生物过程在动植物体内新陳代謝中所起的作用；物理和化学因素对植物生長和結果的影响。

最近在生物化学方面应用了“示踪原子”（即肥料中含有放射性与穩定性同位素的营养元素），因而獲得了非常有趣的，有时甚至是意想不到的結果。

A. П. 維諾格拉多夫利用重氧的同位素确定了，植物在進行光合作用时放出的氧的來源是水，而不是以前所認為的二氧化碳，在光合作用中放出的游离氫使二氧化碳还原为碳。其他研究工作者也得出了同样的結論。

A. Л. 庫爾薩諾夫与其他研究人員用紙上色層分析法，利用放射性同位素發現了根系的新的机能——从土壤中吸收二氧化碳并將二氧化碳轉至植物的綠色部分作为碳素养分的补充來源。

A. B. 索科洛夫、B. M. 克列契科夫斯基及其他研究人員利用放射性磷証明，以前关于土壤中水溶性磷肥迅速轉变为不能为植物所吸收的状态的这种观点是錯誤的，并确定水溶性磷肥被吸收的程度要比以前所曾經認为的吸收程度大1—3倍。研究結果表明，將肥料加在土壤里几分鐘以后，發現植物的各个部分都有示踪磷元素。此外还証明，在灰化土中粒狀过磷酸鈣中的磷酸鹽比在灰鈣土中更容易進入植物体内。

Ф. Ф. 杜尔岑利用穩定同位素与色層分析，改变了以前关于氮肥進入植物与轉变的机制的观点，并証明了在用氮肥進行施肥后經過5—10分鐘，根部即發現有氨基酸；在植物中起初合成丙氨酸，然后合成二羧基氨基酸，即氨基丁二酸与氨基戊二酸。他确定，过去認为植物原生質的結構蛋白質是穩定的这种說法是不对的，正好相反，結構蛋白質是不断地迅速更新着的。

其他利用示踪原子的研究使能更深入地了解植物利用顆粒肥料与从根外吸收养分的条件（將营养物質的溶液噴洒到叶子上面），以及其他重要的問題。⁽¹⁾

毫無疑問，利用示踪原子与其他物理学研究方法，在最近的將來一定會在理論和实际方面帶來很多新的与重要的結果。

由于廣泛地利用土壤耕耘机、收割机、施肥机及其他机器，对肥料的物理化学性質（分散性、不結塊性、游离酸及水分的含量、顆粒的大小及形态等）就提出了高度的要求。

最后，如果某些大的農業礦物產地距离肥料使用地区很远，則肥料中所含养分的濃度就有很大的意义。現在將低成分的礦物肥料运输几百公里、几千公里是很不經濟的。含14—20% P_2O_5 的普通过磷酸鈣的运输所需运输工具为含44—48% P_2O_5 的重过磷酸鈣或含32—36% P_2O_5 的沉淀磷酸鈣所需运输工具的2—3倍。使用高效肥料还能大大地節省包裝材料、倉庫与將肥料施于土壤中的費用。

下面列举苏联化学工業拟在最近数年内生產的主要肥料品种：

表中沒有包括某些已在農業中使用的微量元素肥料（錳、銅等）以及目前尚在試用中的某些肥料新品种。

磷 肥		氮 肥	
	P_2O_5 的含量, %		N 的含量, %
機核磷灰石粉	18—20	硝酸銨	35
粉狀过磷酸鈣	14—18.7	石灰硝酸銨	21与28%CaO
粒狀过磷酸鈣	19.5—20	硫酸銨	21
卡拉达烏機核磷灰石制造的		硝酸鉀	15
氮化过磷酸鈣	13—13.5	硝酸鈉	16.4
由磷灰石精选礦制取的氮化		尿素 ⁽²⁾	46
过磷酸鈣	19—19.5与1.5—2%N	氰氨化鈣 ⁽³⁾	18

(1) 关于这方面非常有价值的研究工作已經在1955年8月在日内瓦召开的“國際原子能和平利用會議”以及1955年7月召开的苏联科学院常会上报告过了。（請参看“Труды сессии Академии Наук СССР по мирному использованию атомной энергии, 1—5 июля 1955г.” Изд. АН СССР, 1955г.和“Доклады советской делегации на международной конференции по мирному использованию атомной энергии”, Изд. АН СССР, 1955г.）

(2) 目前尿素主要是在工業上作半成品用。

(3) 氰氨化鈣主要用作棉花脫叶剂和用在工業上。

重磷酸鈣	44—48
沉淀磷酸鈣	32—36
托馬斯礦渣	14—18
脫氟磷酸鹽與熔化磷酸鹽(1)	18—34

液体肥料：氨水、氨合物 17—37

硼 肥

H₃BO₃ 含量, %

硼鎂肥料	5—10与70—85%MgSO ₄
过磷酸硼	1.5与15—16%P ₂ O ₅

鉀 肥

K₂O 含量, %

氯化鉀	60—62
鉀鹽鎂礬	10—12
混合鹽	30—40
磷酸鉀	50
含鉀氧化鎂(鉀苦土)	19—22

复合肥料与混合肥料

氨磷肥料(安福粉)	47—51%P ₂ O ₅ 与1—12%NH ₃
硝磷鉀肥料(2)	15.7%N, 15.7%P ₂ O ₅ , 15%K ₂ O
混合肥料	含有不同比例的营养物質

擴大礦物肥料品种的途徑

中性与碱性肥料：对于非黑土地帶的酸性灰化土壤、未熟化土壤或施肥少的土壤，主要須發展生理中性或生理碱性的肥料的生產，因为如果經常使用生理酸性肥料，則几年(6—7年)之后肥料的效力会大大的减低。

在以Д. Н. 普列尼什尼科夫命名的道尔果普罗特農業化学試驗站，在酸性土壤上多年使用生理碱性、生理中性及生理酸性的氮肥的結果，确定了这些肥料效果的大致等級(以生理碱性的鹽—硝酸鈉作为100⁽³⁾)。

硝 酸 鈉	100	硝 酸 銨	60
硝 酸 鈣	90	硫 酸 銨	40
氰 氨 化 鈣	80	氯 化 銨	20
尿 素	60		

生理酸性与生理碱性肥料对輕質砂壤土的效力差別很大，生理酸性与生理碱性肥料对石灰土壤的效力实际上相等。

除了在酸性土壤上廣泛地施用石灰并經常加糞以外，尚須拟定其他防止或降低土壤酸化的措施。其中最主要的方法是使用生理碱性的礦物肥料以及用石灰或白云石中和了的礦物肥料。硝酸鈣与硝酸鈉(后者主要用来進行甜菜施肥，因为甜菜也需要鈉)以及硝酸銨与石灰石的混合物可用作这类肥料。

根据同样的理由，在酸性土壤上适于使用中性及碱性磷肥，这类肥料有：纖維核磷灰石粉、磷酸鹽礦渣、熔化磷酸鹽、經過水热法处理的磷酸鹽(脫氟磷酸鹽)以及沉淀磷酸鹽(磷酸二鈣)，沉淀磷酸鈣不但对酸性土壤有效，对其他土壤也有效。

大力發展生鉄煉鋼过程中磷酸鹽礦渣(尤其是托馬斯礦渣)以及熔化或脫氟磷酸鹽等的生產，也具有經濟上的意义，因为不需要耗費酸类，就能利用难溶性的磷酸鹽，并

(1) 熔化磷酸鎂約含20%左右的P₂O₅和8%MgO。

(2) 根据各种土壤及農作物的要求可以生產含有不同量P₂O₅、N及K₂O的硝磷鉀肥料及其他复合肥料。

(3) 詳細的情况可參看С. В. Щерба, “Эффективность минеральных удобрений на подзолистых почвах” Госхимиздат, Москва, 1953.

且制造过程也較簡單。在黑土、灰土及其他碱性土壤上最好使用活性較大的水溶性磷酸鹽。

不含氯的肥料： 由于含氯肥料会降低某些農產品的質量——减低馬鈴薯的淀粉含量、葡萄及柑橘类的糖分含量、烟草的品級等，在这些及其他所謂“嫌氯性作物”上最好采用不含氯的鹽类，即不使用氯化鉀，而使用硫酸鉀、硝酸鉀或磷酸鉀。正是由于上述原因，氯化銨对大多数作物是不適宜的。

含鎂肥料： 虽然在很久以前就确定了鎂的重要作用，它是植物生長中不可缺少的元素（叶綠素中含有鎂），但直到現在还没有有意識地將鎂加到肥料的組成中。

最近几年來鎂肥的效力，尤其是鎂肥对輕砂質土壤及砂壤土的效力已研究得很清楚了。它对灰化土壤的效力比較差些。

微量元素肥料： 随着我們对动植物的生物化学方面的知識的增長，化学元素接連不断地被列入必需的营养元素之列。这些元素存在于酶、維生素与激素中，其中很多元素只要使用極少的数量（一公頃土地使用几公斤）就能產生很大的效果。因此这些元素称为微量元素肥料。

在最近15—20年內，对硼給予了重大的注意。曾經進行了数百次的試驗，研究硼肥及含硼藥剂抵抗某些植物病害（食用塊根中心的腐爛、亞麻的細菌病）的效力。当每公頃土地施用6—9公斤硼肥时（換算成 H_3BO_3 ）每公頃可增產1—1.5公担三叶草种子、4—7公担飼料甜菜、2—3公担糖用甜菜、4—5公担卷心白菜。

將硼加入土壤中進行植物追肥、噴洒在植物叶子上以及播种前用硼酸溶液处理种子，都能產生很大的效果。^[1]

直到最近，使用得最廣泛的銅微量元素肥料还是硫酸生產中所得的廢物，即所謂黃鐵礦礦渣。銅肥可以有效地用于植物根外追肥及在播种前处理种子，而在某些情況下可同時用作抵抗某些植物病害的藥剂。

近年來在某些地区廣泛地使用錳肥。这种肥料用于甜菜的数量最大，作为錳肥使用的是錳礦选礦时所得的廢渣。促進植物呼吸强度及碳素同化作用的錳的效力决定于它的流动性、土壤的反应以及其他一些条件。这方面的研究正在繼續進行。

必須大大加强正在進行的其他微量元素肥料的研究（鋅、鈷、鉬等）。不但應該闡明它們对不同地区与農作物的生理与農業方面的效果，而且应注意土壤分析方面的研究。

高效肥料与复合肥料

上面我們已經談过增加高效肥料品种的經濟上的必要性。高效肥料中所含的营养物質为通常所用的低成分肥料（如纖維核磷灰石粉、过磷酸鈣、氯化鉀岩、硫酸銨等）的二倍到四倍。在最近几年內，苏联將要發展重过磷酸鈣（含44—48% P_2O_5 ）、沉淀磷酸鈣（含32—36% P_2O_5 ）、磷酸銨（含47—51% P_2O_5 与12%以下的N）、尿素（約含46%左右的N）的生產。

高效肥料可用酸分解法或热处理法生產。用硝酸处理磷酸鹽的方法有很大的前途，

[1] 谷类及蔬菜作物种子須使用0.01—0.03%硼酸溶液；飼料用肉質直根类作物及豆类作物使用0.005—0.015%硼酸溶液；亞麻和大麻使用0.05%硼酸溶液。

因为在这个过程中硝酸被双重地利用：既用于分解磷酸鹽，又成为硝酸鹽肥料產品中的陰离子。

在具有大量便宜电力資源的地区，最好發展重过磷酸鈣的生產，在將來也可能發展偏磷酸鈣（成分最高的肥料，含 66% P_2O_5 ）及其他高效肥料的生產。

成分最高的氮肥——含氮量 46% 的尿素——对各种土壤都很有效。近年來的試驗表明，將尿素溶液用作植物的根外施肥，尤其是果樹的根外施肥，可以得到很大的效果。

必須擴大由氨与二氧化碳合成尿素的工業生產，以便更廣泛地利用尿素作为最有价值的肥料。

在追肥階段，最好施用一种营养元素。至于基肥，在大多数情况下需要同时使用二种或三种营养元素，所以最好使用复合肥料或混合肥料。这样能節省劳动，節省混合、貯藏、运输和肥料作使用中的資金。因此需要適当地生產一部分混合的礦物肥料。

肥料的質量与聚集状态

为了使肥料达到最大的效力，研究它的物理（聚集）状态、分散度（研磨程度）及施用时的形式有着重要的意义。在有些情况下需要很細的粉末，在其他情况下需要直径为数毫米的顆粒，而在另外一些情况下則需要液体或烟霧剂。

大部分过磷酸鈣和所有硝酸銨產品都应制成粒狀，因为这样可以很好地存放，容易用施肥机施肥，并且对大部分土壤都有高度的效力。改進由卡拉达烏纖核磷灰石制得的过磷酸鈣的物理性質的方法也已經拟定了，例如，使干燥適宜，用氨或氨合物（氨化）处理。應該保證得到不結塊的鉀鹽。

把液体肥料加入土壤以及用汽車或飛機噴洒在植物上的方法，对一定的区域、一定的農作物和在一定的条件下，有着發展的前途。使用液体肥料的技術与經濟方面的問題是各方面研究的对象。最初使用氨与氨合物以及液态磷酸与某些鹽类的田間試驗，大約是在 30 年前根据勃里茨克院士的倡議進行的，在以后許多年中又重复進行了試驗。从農業观点來看，它的效果是完全可以肯定的。把液体肥料廣泛地用在農業中，就需要有能够把溶液施入一定深度土壤中的机器來代替現有的固体肥料施肥机，以及有專門的运输組織和倉庫，并且在使用氨与氨合物时，它們的使用就更复雜。对于化学工業來說，应用液体肥料有一系列的好处：可以取消溶液的蒸發、肥料的干燥和制造顆粒等操作。这样能使生產簡化并降低生產成本。在美國，近年來液体氮肥的应用得到了很大的發展。在苏联与一些其他國家的大塊農田上，現在正廣泛地進行着利用液体肥料的生產性試驗。

肥料化学的新問題

在農業上使用礦物肥料的同时，还使用着大量的地方性有机肥料——厩肥、泥炭、堆肥、有机的和礦物的混合肥料和各种廢料，以及“綠肥”。腐植質和一些其他有机物質不但是植物的养料，而且能刺激它的生長，作为微生物繁殖的营养基，并能改良土壤的結構。

这方面的研究还進行得不够，需要各方面的專家——有机化学家、物理化学家、農

業化学家、土壤学家、微生物学家來参加这项研究工作。这方面的工作將來可以引向創造新型的多方面作用的肥料，它可以同时是土壤化学改良剂，又是植物生長刺激剂。对于有着改良土壤結構、增加土壤持水力及保持营养元素等性能的有机物質的研究，也应特別注意。应用少量这类物質（如丙烯腈聚合物等）的試驗結果是良好的。

尋找新型的、不与土壤結合成微溶或不溶性化合物的肥料，也就是“供給植物养分，而不是供給土壤养分”的肥料，是一項極其有~~意义~~意义并且非常重要的任务。在實驗室進行的这类化合物的初步試制工作已經得到了有希望的結果。

此外，在行施或穴施少量的基肥或長效追肥时，必須創造良好的植物营养条件，以便促進植物初期的生長。

使土壤中已有的养料資源尽快而且完全地变为可以利用状态的重大任务，化学家与生物学家應該給予更大的注意。同时，也提出供給沙土、鹼土及一些其他滲透性强的土壤以这样的肥料的任务，这些肥料不会被雨水完全冲到地層深处，而是慢慢地溶解，因此能長久地保存在耕作層中。

必須利用从工業爐、热电站、冶金、化学与其他工厂放出的大量二氧化碳作为肥料。在蔬菜的温室栽培上应用二氧化碳肥料的成功經驗，必須加以推廣。應該根据農業的地方条件，改進制备及使用二氧化碳的技術。从証明植物可以由土壤中吸收一部分二氧化碳的事实看來，應該更深入地研究是否適宜將碳酸銨施于土壤的問題，并研究如何使碳酸銨在存放时能够穩定。

在苏联大大地擴大了光合作用方面的研究工作，以便弄清在綠叶中水与 CO_2 形成碳水化合物与蛋白質的詳細情况。正在研究光合作用与光綫的光譜組成、光照强度及其他一些参变数的关系。这些研究还应弄清，在工業上是否可能不用复雜的現代化学技術的方法从水与 CO_2 合成有机物質。

揭示光合作用的机制对利用太陽能的無限資源也具有非常大的意义。关于这一点，約里奧·居里曾寫道：“我觉得最有效的利用太陽輻射的方法，是用类似植物叶綠素的物質，進行含碳物質的大規模光化合成。”⁽¹⁾

还必须大力地深入研究根瘤菌吸收大气中的氮的过程，同时研究利用各种形式的能量（热能、电能、光輻射能等）从空气中制取氧化氮的經濟的工業方法。关于这一点，著名的生物化学家 A. H. 巴赫在指出使空气中的氮固定为氨的工業上的困难时（需要几百大气压的高压， $500-600^\circ\text{C}$ 的高温和催化剂）寫道：生長在豆类植物的根瘤里的細菌，在常压常温下也進行着类似的固定氮的作用。很明顯，我們的工業技術在实现固定氮的过程方面与細菌比較起來是非常不理想的，因为白白地耗費了大量的能量。闡明細菌固定氮的化学过程，并把这个过程在工厂中加以重复，是化学及生物化学方面極有趣的一項任务。⁽²⁾

門捷列夫⁽³⁾認為，合成营养物質是完全可能的。他說：“作为一个化学家，我深信不

(1) “Вестник Академии Наук СССР”, 1950, т. 20, № 3, стр. 72—77.

(2) А. Н. Бах: Социальные основы химизации хозяйства. Сборник Статей, посвященных проблемам химизации. Научно-химическое и техническое изд-во, 1939, Ленинград, стр. 11—12.

(3) Д. И. Менделеев: Сочинения, т. 24, Изд-во АН СССР, 1954.

靠農作物，而在特殊的工厂中利用空气、水和土壤來得到营养物質是可能的。但是这方面的必要性距現代的生活还很远……，人們一定能够利用大量的海水制取营养物質，并建立第一批利用类似酵母的低級有机体，用水、空气、礦物、太陽热進行合成的工厂。”

植物的化学保护

現在大家承認，防治有害的昆虫、嚙齒类动物、真菌病、細菌病以及其他植物病害的最迅速、最經濟、最有效的方法是使用化学葯品。化学方法保护植物比机械方法好，在某些条件下也比生物方法好。在巨大的社会主义農業中，化学保护的优点特別突出，因为在社会主义大農業中，耕地是大塊的而不是分散的，農業工作能达到高度的机械化，并且能有計劃地利用化学葯剂來進行防护措施。在農業實踐中，綜合地利用化学、生物及農業技術措施是最有效的。用地面机器或飛机能使化学葯剂的使用机械化，所以化学方法是劳动量最小的方法。

化学葯剂發生作用的快慢在很多情况下也有決定意义，因为有些害虫的繁殖力很强，繁殖起來很快。例如，一对黃地老虎蛾在南方一个夏季要繁殖二到三代，每代產卵 1,000—2,000 个，这样可以產生几百万幼虫。雌蚜虫在南方一个夏季可以繁殖二十代以上，其中每一代有 30—40 个胎生雌蚜虫。馬鈴薯甲虫一个夏季可以產生几百万个体，能吃掉成噸的馬鈴薯的綠色部分。

如果化学家要个别地尋找消滅每一类植物病虫害的葯品，那么这一工作需要很大一批研究人員。但大多数化学毒剂同时对不同的植物病虫害都有效。

根据文献数据，最近 15 年已有 35,000 种以上的化合物被試用作殺虫剂。到現在为止，在全世界的植物保护實踐中，只使用了其中的 350 多种。

在苏联，1930 年生產了 29 种化学毒剂，1954 年生產了 45 种（其中有 29 种有机化合物），1956—57 年預計將达 56 种。

随着化学家与生物学家，尤其是与昆虫学家、植物病理学家和医生的綜合研究工作的深入和擴大，化学葯剂越來越成为具有多方面作用的万能葯剂，它能同时对許多各种各样的植物病虫害都有作用。

每一种新的化学葯剂的尋找、研究和在实际中的使用，都不能只限于制备并試驗它对植物病虫害以及对人和温血动物的毒性。为了使新的葯剂能够滿足農業的一切要求和技術經濟条件，并且要使它对人、牲畜、鳥类、蜜蜂及有益植物沒有害处，必須对葯剂的生物的、物理的、化学的及技術的性質進行深入和全面的研究。

下面列举在實踐中使用新葯剂时應該在不同程度上加以研究的主要性質。

应当研究的一些殺虫殺菌剂的性質

生物性質

对植物病虫害所起的毒性

对人类及有益动物的安全性

对有益植物的無害性（不凋枯，不中毒等）

物理性質

粉末的分散度

化学与物理化学性質

溶解度

吸湿性、親水性、疏水性

結塊性

对温度变化和光照的穩定性

化学反应（酸性、中性、鹼性）和化学穩定性

乳濁液和懸浮液的穩定性
烟霧劑的穩定性
散落性和噴霧性
粘度、可濕性和展布性
粘着性、承受率、承風率

與其他藥劑混合的可能性
着火和爆炸的危險性
對食品的味道和氣味的影響

實踐中有不少這樣的情況，化學藥劑能滿足所有生物方面的要求，但卻沒有使用效果，因為它或者被雨水從植物上沖走，或者被風吹走，或者由於熱或日光的作用很快分解而喪失了毒性。某些藥劑會使果實具有不好的味道和氣味（例如未濃縮的 666），這就妨礙了這些藥劑在蔬菜及果樹業方面的應用。許多有效的藥劑由於會使植物遭受灼傷或對動物有有害的影響等原因而不能應用。曾經有過這樣的事：從飛機上撒下來的化學毒劑的藥粉被風吹到很遠的地方，沒有殺死害虫而斷送了大量的寶貴的桑蠶。

為了使植物殺虫殺菌劑的大規模撒粉與噴洒工作機械化，愈來愈多地採用着地面上的機器和飛機。現在用得最廣泛的是很細的粉末（粉劑）。它們的分散度、散落性、承風率、對葉子和莖的粘着性、水溶解度、從空氣中吸收水分的能力、保藏時的結塊性等性質，都要求在摹仿農業實際的條件下進行研究。

懸浮液、乳濁液及液體烟霧劑（霧劑）有着越來越大的意義。它們是殺虫殺菌劑的非常有前途的使用形式。現在正在掌握穩定的懸浮液、乳懸液、穩定的乳濁液及高濃度的乳濁液的製備。從物理化學方面來研究有效地制取這些殺虫殺菌劑的先進使用形式的方法還做得很不夠。

烟霧劑（烟及霧）使我們可以用飛機及汽車把許多毒藥很快地散布在廣大的空間，而這往往是其他方法所辦不到的（例如防治森林中的一些害虫）。現在，烟霧劑實際上已用於溫室栽培，并日益廣泛地用於處理大田、花園與森林。用作熏蒸劑的化學藥劑不僅用於防治植物病虫害，而且還用於消滅嚙齒類動物，除去雜草，以及用於土壤、谷物倉庫的消毒等。烟霧劑在農業和林業上的應用有着廣闊的前途。

提高殺虫殺菌劑的利用程度和改進其質量，以及尋找質量高的容易得到的溶劑、乳化劑、乳液穩定劑、填充劑、粘着劑、展布劑等物質，要求在這方面大大地擴大表面現象與膠體化學的理論及方法方面的研究工作。

新的殺虫劑與殺菌劑

近年來，在殺虫殺菌劑方面有着從無機藥劑轉向有機藥劑，尤其是轉向元素有機藥劑的趨勢，而且這種趨勢正在不斷加強。這些有機藥劑的特點是：能夠同時作用於很多植物病虫害，對溫血動物的毒性較小，並且使用時的濃度也很低。含氮、磷、硫的有機化合物的合成得到了非常廣泛的應用。其次是含氟、汞、銅和其他元素的有機化合物。

脂環族、芳香族及脂肪族的碳氫化合物的氮衍生物，在農業上應用得很有成效；還應用了磺酸酯與亞硫酸酯、二硫代氨基甲酸酯、酚的衍生物、硫氰酸鹽、氮的雜環化合物等。大家都知道的藥劑 DDT（二氯二苯基三氯甲基甲烷），以及對昆虫有同樣毒性，但對人及溫血動物毒性較小的 DDT 類型的藥劑得到了廣泛的應用。根據文獻記載，化學家已合成過幾百種這類衍生物及類似物。其中有幾種在農業上已獲得應用。另一個大家都知道的殺虫劑——六氯環己烷（簡稱 666），在用普通的光化學方法使苯氯化制得的

成品中只含 10—18% 有毒性的 γ -体，而用薄膜光化学法 (Пленочный фотохимический процесс) 或催化方法制造时， γ -体含量约为 30%。为了提高产品中 γ -体的含量，已经研究出制造含 60—100% γ -体的高浓度产品的方法。这种高浓度的制剂具有更强的杀虫效力，并且几乎没有持久的难闻气味。

含氮在 65% 以上的高度氮化的萘类 [赫洛尔旦 (хлортен)、毒杀酚 (токсафен) 等]，以及二烯合成产物——环戊二烯的氮衍生物 [1068 (хлордан)、艾氏剂 (альдрин) 等] 也具有很大的意义。

磷有机化合物为制造效率高的多价的化学药剂 (包括内吸作用的) 开辟了最广阔的前途。其中特别有价值的是硫代及二硫代磷酸的衍生物。

汞有机化合物用作种子消毒剂很有成效。这方面一系列的工作是由 A. H. 涅斯米扬诺夫开始的。在工业与农业方面使用着乙基氯化汞⁽¹⁾与乙基磷酸汞的制剂。与发展汞有机药剂生产的同时，在种子消毒剂的生產方面还进行着节约和代替对人有害的贵重金属汞的工作。为了防治果树和技术作物的病害，成功地使用着铜和硫的化合物。

硫代氨基甲酸的衍生物也用于保护绿色植物。有些不适当地被遗忘的植物杀虫剂 (除虫菊精制剂、硫酸假木贼碱等) 利用得很少；其中有很多对人和温血动物是无害的。由于某些植物药剂对昆虫的毒性很弱，所以常与增加其效力的物质 (所谓增效剂) 混合使用。

战后，农药品种中增加了很多新的效力强的合成药剂，其中包括防除啮齿类动物的药剂 (磷化锌、 α -萘基硫脲等)。但是这些合成药剂的品种还不够，也还不能完全保证防治一些顽强的大量的害虫 (如麦椿象、加利福尼亚介壳虫、食植物的螨类、马铃薯甲虫、葡萄根瘤蚜等) 和一些植物病害 (如马铃薯癌肿病、柑橘树枝干缩病等)。

由于害虫对某些杀虫剂会产生习惯性和适应性，近来已出现了扩大药剂品种的必要。必须定期地改变化学制剂的种类，以便防治那些由于选择作用而产生适应性的害虫。

所有这些原因都要求大大扩大关于新的杀虫杀菌剂的探索工作，特别是在合成元素有机化合物及一些植物性物质 (如除虫菊精) 的类似物方面。

对找寻谷类作物、棉花和蔬菜的种子消毒剂以及绿色植物的杀菌剂方面也加强了注意。提出了一系列新的可以节省像汞、铜之类的贵重金属的有机药剂。同时，应该发展从大量存在的原料制造的无机药剂的生产，如胶体硫，硫与硫化钼、硫化钙的混合物，砷、氟和其他元素的制剂。

用植物内吸杀虫杀菌剂⁽²⁾来保护植物的新方法是很有前途的。这类药剂能沿植物的管系移动，因此植物在一定时期具有对病害的抵抗力，能毒死或驱除害虫。这些杀虫杀菌剂可以通过叶表及根部渗入植物组织而使植物原生质具有毒性，因此生理学家及生物化学家必须详细地研究它们对植物本身的毒害作用 (фитоцидность)。

(1) 乙基氯化汞与滑石的混合物 (2—2.5% 的粉剂) 称为西力生。西力生与 666 的混合物称为 Меркуран——防治植物幼芽的病虫害的综合制剂。

(2) 属于内吸杀虫杀菌剂的有一系列的磷有机药剂，例如 E-1059 (Меркаптофос)、八甲基四氮基焦磷酸酯 (Октаметии)，以及乙酰脲等。

必須有目的地系統地研究，並且從理論上總結試驗結果，以便闡明各種類型的殺蟲殺菌劑的組成、結構與生理活性間的規律。為了更仔細更深入地研究各種化學藥劑在植物與昆蟲體內所進行的作用的机理，需要進一步發展靈敏度高的、快速的研究方法，例如應用放射性同位素、色層分析法及其他物理化學方法。今後生物學家、化學家和物理學家的共同工作應該作出理論性的總結，這種總結要能夠給合成工作者以指針，使他們能有科學根據地找尋和選擇具有預先提出的生物活性的藥劑，以便代替那種“掘寶”的研究方式。

防除雜草的除莠劑

到最近為止，對生產和使用化學藥劑來消滅或抑制雜草生長還注意得很少，而雜草對植物栽培是很有害的。實踐表明，菜園和花園中的雜草平均降低收穫量10%。此外，雜草需要耗費額外的除草勞動，有利於植物病蟲害的散播，混雜了主要的農產物，並能引起動物生病。

最近十年以前，主要是採用機械及農業技術的方法來消滅雜草，也使用了小部分無機除莠劑（硫酸銅與硫酸鐵、氯酸鹽、砷化合物等）。有些礦物肥料也具有除莠性質，如硫酸鉀、氰氨化鈣、過磷酸鈣。

近10—15年來，發現了一些農業上公認的強有力的有機除莠劑。其中有2,4-二氯苯氧基乙酸（簡稱2,4-D）、它的鹽和酯、二硝基酚類、五氯酚、三氯乙酸、異丙苯基氨基甲酸等。^[1]

無機除莠劑比有機除莠劑的效力低，它們的劑量要大，並且對一定種類雜草的選擇性不高。有機除莠劑能非常有效地在田地中進行選擇性的“化學除草”。但是到最近為止，有機除莠劑的工業生產，不論從規模還是從品種來看，都發展得還很不够。

雖然化學家與生物學家已發現了能影響植物生長的大量物質，但是在選擇性地消滅雜草方面的許多任務（尤其是消滅禾本科作物、技術作物與蔬菜中的雜草）還沒有完全解決。

與除莠劑類似的還有棉花收穫前使葉子脫落的化學藥劑，所謂脫葉劑。由於手摘棉花的勞動量大，而葉子未脫落時用機器收穫又有很大困難，因此收割前在棉田上撒布氰氨化鈣及其他物質，使葉子很快脫落，這樣用機器收割就能進行得更完善並且效率更高。氯酸鎂及某些其他有機化合物也產生良好的結果。在大規模的農業中發展這種方法有着很大的經濟意義，因這種方法能解除並減輕人類的勞動。這一方法對其他某些作物也是有用的。

近來又提出了一系列能促使植物莖、葉干枯的藥劑。這類物質叫做干枯劑（дессикатор）。在馬鈴薯田地裡噴洒了氯酸鎂、硝酸鈉或五氯酚的鈉鹽或其他物質的溶液後，馬鈴薯的莖葉變干枯了，這樣經過4—6天，馬鈴薯的收割就容易得多了，並且可以機械化。這一方法也可以用來收割其他一些植物，如蓖麻、大豆等。

[1] Н.Н. 梅里尼科夫、Ю. А. 巴斯卡科夫、К. С. 包卡列夫的著作“除莠劑與植物生長刺激劑的化學”（Химия гербицидов и стимуляторов роста растений, Госхимиздат, 1954）是一本現代除莠劑與植物生長刺激劑的有價值的評論。

現在，在林業方面——樹苗的苗圃中——正試用除莠劑來消滅森林雜草，也用于除淨水池里的蘆葦與其他植物。

生長刺激劑

很多有機除莠劑，如 2,4-D 等，在濃度低時有生長刺激劑的作用，在果樹和灌木繁殖時能促進插條的生根。1924 年由俄國學者 H. Г. 赫洛特納依及荷蘭學者 F. 文特各自獨立作出的這一發現，給研究植物中的生理過程的新方向打下了基礎。用化學方法（用生長刺激劑）調節生長及結果的這一領域，是與生長素和異生長素的發現相關的。生長素和異生長素在濃度極低時（0.001—0.0005%），就能像動物有機體內的酵素和激素一樣，促進植物生長的生物學過程。生長刺激劑對人和動物是無害的。

生長刺激劑可以用于植物的移植，使它們能更快地生根和形成強有力的根系。為此目的，可以用異生長素或 2,4-D 的鈉鹽溶液處理莖和根周圍的土壤。

這些物質也是防止平果和其他果樹的未成熟和已成熟的果實脫落的藥劑。

近來，試用了一些有機化合物（氯乙醇、硫脲等）作為馬鈴薯塊莖發芽的刺激劑。

由于破壞了塊莖的休眠，因此在南方地區可以種植新收割的馬鈴薯，也就是說在一個生長期內可以收穫兩次。有些刺激劑（例如異生長素）被用來癒合樹干及樹枝上的大塊創傷，這些創傷是由于真菌和細菌引起的疾病、溫度的急劇改變和一些其他原因使樹皮衰亡而發生的。

當濃度較高時，很多生長刺激劑可以作為抑制劑（延緩劑），用來推遲果樹在寒冷的春季的發芽時間，在平果樹開花過多時進行疏花，抑止儲存的馬鈴薯的發芽，延長玫瑰花和其他花卉的開花時期等。不久以前，還提出用這種物質來進行植物的“化學整枝”，即用來除去嫩的營養枝，使養料更多地用于果實生長。在某些試驗中，每公頃用 0.5 公斤的 2,4,5-T 進行棉花的化學整枝，得到了很好的結果。

乙烯也屬於生理活性物質，它能加速水果摘下後保藏時的後熟作用。如果將平果、梨、甜瓜、柑橘類、蕃茄和其他水果放在密閉的、空氣中含萬分之几到十萬分之几的乙烯的房子裡（乙烯室），則水果的成熟過程會加快 1—2 倍，而水果的質量保持不變。今後應該進一步尋找容易得到的便宜的藥劑，這種藥劑要能保證果實的保存並能加速果實儲藏中的成熟過程。

動物的化學營養制劑和保健藥劑

在畜牧業方面化學應起很大的作用。化學制劑不但能提高畜產品的數量，而且還能提高質量。有些藥劑能增加動物的生殖力及早熟性，增強它們對不良生活條件和各種疾病的抵抗力。

近年來，畜牧與獸醫上所必需的化學元素和化合物、維生素、抗生素、衛生與醫療藥品的範圍不斷在擴大。

畜牧工作者、獸醫工作者及其他工作人員正在提高對天然飼料（牧草、食用塊根、谷物）的要求。但直到目前，對供應牲畜以足夠數量的高效飼料、多汁飼料和粗飼料還不夠注意，對利用無機和有機精料、維生素、微量元素和其他有益元素來提高飼料養分

的問題也重視得不够。

飼料不僅應含有碳水化合物、脂肪、蛋白質和礦物元素(鈣、磷、鎂、鈉、硫、鐵、銅、錳等)，而且也應含有維生素 A、B₁、B₂、D、抗坏血酸及烟鹼酸。生長在某些土壤与气候条件下的許多植物中，上述的化学元素与維生素的含量是不足的。

化学与工藝学大大擴大着制造飼料所需的天然原料資源的範圍。科学研究工作者正在設法用化学的与微生物的方法來处理糠粃、麸皮、豆餅及其他营养价值低的農業和林业飼料，以提高其中蛋白質、糖、其他营养物質和維生素的含量，提高它們的發热量和其他品質。目前对魚粉与肉骨粉等这样一些有价值的飼料也利用得不够。

必須發展飼料用的磷酸鹽、鉄鹽、鈣鹽、鈉鹽、尿素，以及微量元素鹽类，首先是銅、鈷、碘、鋅的鹽类的生產，以便把这些鹽类加入牲畜每日的飼料中。

“生物地球化学区”的学說，确定了土壤和水中微量元素的含量(过多或缺少)同相应的动植物生長之間的关系。分析調查結果确定了，有些地区因某些元素过多(如氟、鋁、硒等)而使动物受到損害，有些地区缺乏必需的营养元素(如碘、鈷、銅、錳等)。

在生物体内，微量元素能够完成激素、酵素等的各种作用，它們是維生素和代謝的高活性中間產物的組成部分。例如很早就知道，碘在甲狀腺这样重要的器官中起着重要的作用。鋅能增强性激素、生長激素与某些酶的作用。氧化酶中含有錳和銅。动物的食物中缺少銅时就会引起嗜异癖。能防止有机体貧血的維生素 B₁₂ 中含有鈷。在拉脫維亞和雅罗斯拉夫里省，在牲畜的無机的补充飼料中加入少量的鈷(那里的生草灰化土中鈷含量很少)，就制止了恶性貧血，而对健康的动物則能增加体重并使之更肥壯。⁽¹⁾ 某些微量元素和有机化合物能大大提高母牛的產乳量和家禽的產卵量。現在，属于微量元素的有几十种化学元素，其中大部分至今尚未研究或者研究得还很不够。

使用动物营养所需的微量元素时，不僅可以采用把微量元素加入到無机的补充飼料中的办法，也可以將微量元素加到各种肥料里，然后施到土壤里去。

無疑地，微量元素和維生素一样(包括合成的)，在畜牧業与养禽業方面有着巨大的前途。

各种激素对畜牧業也有很大的意义。例如，催產素能增加產乳量和增强动物子宮肌肉的收縮。1955 年在苏黎世召开的國際化学會議上，V. 文奧教授报告了这种激素的合成，这种激素的合成是他第一个完成的。这給工業利用提供了可能。为了医疗上的需要，近年來組織了性激素的生產。

这里应当指出，近年來礦物肥料应用于漁業的研究在不断加强。由于肥料能够使湖泊、池塘、甚至海灣里的浮游生物增殖，因此这就能提高这些地方的漁業的生產率。

在保証供应高質量的和各种各样的营养的同时，在化学家面前还擺着一些迫切的任务，如保护动物使不受疾病、害虫与寄生虫的侵害，以及消滅傳染病媒介动物(主要是嚙齒类动物)。大家知道，流行病、不良的营养与其他原因会給畜牧業帶來很大的害处。很多疾病是由于吸血的昆虫(虻科、狂蝇科、螻蛄屬、蚊子，以及一些双翅目的吸血昆虫等)的咬伤而引起的，另外一些疾病是經過被污染的水源和飼料而傳染的，有些是由

(1) 例如，在飼料中没有銅、鈷和碘的地区中，預防牲畜生病的处方(每头牛每天的剂量)是：碳酸鈣 100—200 克，氯化鈷 20 毫克，硫酸銅 50 毫克，碘化鉀 1—2 毫克。

有毒植物引起的，等等。化学藥剂在預防及治療的措施中占有很重要的地位。

动物的化学保护工作比植物的化学保护工作組織得差。同时，化学藥剂不僅是預防与治療疾病、消毒与殺虫的有效藥剂，而且是消滅寄生蠕虫病、保护动物不受寄生虫与嚙齒类动物侵害的动物保健藥剂。此外，化学藥剂还可以保护人們不受动物与畜產品傳染來的傳染病的侵害。鼠亞科、家鼠屬与其他嚙齒类动物，不僅能給農業、畜牧業帶來巨大的損失，而且也能給衛生保健事業帶來巨大的損失，因為它們是鼠疫、斑疹伤寒、兔热病、炭疽病等这样一些危險性流行病源体的可能的傳染媒介。

除去物理方法（冷却、干燥、高频电流等）以外，防腐剂和保藏剂（包括某些放射性同位素，例如放射性鈷）能使畜產品長期地保持良好的品質。

近年來，为了消滅侵害动物的害虫与寄生虫，發展了烟雾剂（烟与霧）的应用，它能够比較容易地透过毛層，深入到皮膚的褶皺和細紋中。利用烟雾裝置（必要时可以裝在汽車上），不但能迅速而非常有效地用化学藥剂处理动物，而且能处理畜舍。为了防除嚙齒类动物，使用着氯化苦、二硫化碳、氫氰酸及其鹽类、磷化鋅、 α -萘基脲、苯并鄰氧芑酮（Кумарин）的衍生物（丁香素 дикумарин 等）、海葱等。

近年來，在防除病原性細菌、寄生虫、害虫和嚙齒类动物方面已獲得了很大的成就。为了尋找更有效并且更容易得到的藥剂，这方面的研究工作應該大力繼續進行。在保护动物不受病虫害侵害的同时，也就保护了人类本身。

農業廢料的利用

在結束关于化学应用于農業方面的簡單論述时，应当談談化学在利用農林業廢料方面的巨大任务。随着科学技術的發展，農業廢料应不断地减少，最后直到消滅。目前，大部分植物原料的利用率只占总量的百分之几。例如，在粮食作物加工时，得到充分利用的只是谷粒，藁杆則利用得很不充分，只用作青貯飼料、牲畜的褥草、建筑材料。其实，由藁杆、谷殼、谷糠与麥麸可以制取有价值的產品——麥芽糖蜜、淀粉、紙、糠醛（用于制造塑料及其他產品）。

現在巨大的蘆葦叢几乎还没有用作为化学原料，蘆葦不但可以用作建筑材料和制造紙張，还可以从中制得营养价值高的牲畜飼料、防腐剂、殺虫剂、人造纖維和其他許多產品。

木屑、刨花及制材时所得的其他廢料、藁杆、棉桃的外殼、玉米杆、向日葵果球莖与其他植物組織，以及紙漿与造紙生產中所得的亞硫酸紙漿廢液，經水解后可以制得乙醇、蛋白質和碳水化合物的食用酵母、木糖、建筑材料及其他有价值的產品。用水解纖維素的方法也能制得糖（葡萄糖）。

很多農作物在工業加工时損失了大量有价值的組成部分。例如甜菜加工时，糖的損失，包括糖漿中殘留的糖，在某些工厂中达到 20%。將乳类制成食品时，大量的有高度营养价值的蛋白質、奶油和乳糖都沒有充分地利用。乳清里的蛋白也利用得很少。

为了創造丰富的食品來源，化学科学与技術在尋找着用价廉而分布廣泛的非食用天然原料來代替被工業上用來制造工業產品的食用动植物原料的方法。例如，由煤、石油、木材及其他非食用原料，用有机合成的方法可以制得乙醇、醋酸、丙酮、工業油脂、

甘油、糖、橡膠及其他產品。這些產品在不久以前還只能從谷物、馬鈴薯、甜菜、葡萄及其他動植物原料來制取。由石油制得的脂肪酸可以代替作熟油用的天然脂肪。從石油氣可以制取合成醇類、橡膠、塑料和合成纖維。

根據 C. M. 吉霍米羅夫的資料，一個合成酒精工廠可以節省下 50—100 萬噸的馬鈴薯或者 40 萬噸谷物。⁽¹⁾

結 束 語

雖然在研究工作方面已經有了許多成績，但在很多方面的研究工作還落后於社會主義農業迅速增長的需要。應該廣泛採用最新的生物化學的、物理學的及物理化學的方法（“示踪原子”、電子顯微鏡、光譜學、色層分離法等），加強動植物營養的研究，以及防止病蟲害侵害的化學保護的研究。必須揭露化合物的組成、結構與其生物活性間的規律性。

在農業方面，應開展大規模的生產試驗工作，同時保證分析和總結先進經驗的材料。應該加強利用肥料、除莠劑及其他提高與保證收穫的化學藥劑的田間試驗網的工作，並吸收實際生產者參加。

用化學藥劑保護森林的工作還作得不够。

在一定條件下，將肥料與殺菌劑、種子消毒劑、除莠劑、生長刺激劑及其他化學藥劑一同使用的方法是值得注意的。

植物原料的化學與工藝方面的研究工作，應該解決許多重要的國民經濟任務。化學家應該系統地進行用非食品原料代替工業用的食品原料的研究，以便節省下谷物、食用塊根和果實等糧食資源，來直接用於營養。

當然，在本文中我們只能闡明擺在化學面前的一部分任務。但是，即使這樣一個極不完整的敘述，也已經表明了，在農業化學化方面有着多么重大和有趣的任務。解決不斷發生的新任務，每一個有鑽研精神的研究工作者和實驗家，每一個有創造性的化工和農業工作者，都有可能為社會主義的農業和畜牧業各部門的巨大高漲發揮自己的力量。當土地能得到它所需要的一切營養元素和化學土壤改良劑，土壤變得很肥沃的時候，當土地上的雜草能迅速地有效地被除去，而植物也不受病蟲害侵害的時候，收穫量將會提高多少啊。化學、物理學和生物學的成就將使沙漠、沼澤、砂地變成沃土。豐富的飼料和保健藥品將使畜牧業、養禽業及漁業能健康地發展和增加生產率。農業上的廢料將被消毒和利用。人類在農業方面的勞動將成為更合衛生的、更有成效和更使人嚮往的。

我們正是應該用科學使農業變成這樣。

我們相信，目前中國科學家正在編制的科學技術長遠規劃，將會對這個偉大的崇高的事業作出巨大的貢獻。

〔李淑珍 丁振森 沈聯芳譯〕

(1) 見“Химическая промышленность”，1953，№ 9。