

什么是生物物理学

И. И. 古里亚也夫等著

Q.171
18

Q.1

科学出版社

什么是生物物理学

И.И. 古里亞也夫 A.M. 庫 津 著
A.Φ. 約 飞 И.Е. 艾尔皮涅尔
項 維 罗見龙 譯
姜夢蘭 李世安

科 学 出 版 社

1957年2月

內 容 提 要

生物物理学是一門新兴的科学。是应用物理方法来研究生命活动过程。这門新的科学对生理学、医学、农業、漁業等都有很密切的关系。最近又如半导体、超声波、电离輻射、示踪原子等科学技术的发展,对于生物物理学有了更广闊的前途。

本書一共自苏联刊物中选譯了四篇通俗性的文章,都是以淺近的笔調以及生动的例子來說明有关生物物理学的科学知識。

此書可作为生物学工作者、农学工作者以及中学生物教师的参考資料。

什么是生物物理学

原著者	〔苏〕П. И. 古里亞也夫等
翻譯者	項 維 等
出版者	科 学 出 版 社

北 京 朝 陽 門 大 街 117 号

北京市書刊出版業營業許可証出字第 061 号

印刷者	北 京 西 四 印 刷 厂
总經售	新 华 書 店

1957 年 2 月 第 一 版
1957 年 2 月 第 一 次 印 刷
(京) 0001-8,650

書号: 0697 印張: 11/10
开本: 787×1092 1/32
字數: 20,000

定价: (9.) 0.15 元

目 錄

什么是生物物理学·····	П.И. 古里亞也夫(1)
生物物理学在农業中的任务·····	А.М. 庫津(8)
半导体及其在农業中应用的前景···	А.Ф. 約飞院士(15)
生物学中的超声波·····	И.Е. 艾尔皮涅尔(22)

什么是生物物理学

И.И. 古里亞也夫

现代生物学是研究生物界、它的發生和發展、其中所表現的現象和規律的綜合科学。在这綜合科学中也有相近的学科。比較年青的科学——生物物理学——即屬於这些学科之中。

生物物理学研究在动植物有机体中所进行的物理現象的規律，以及外界环境的物理因素对生物体影响的机轉。

生物物理学是在应用物理方法和对生命活动过程的研究的理解的基础上發展起来的，与生物化学一样，是在应用化学知識和生物学过程研究方法的基础上而产生。这門科学是在巴甫洛夫生理学中發展起来的，並分化成知識的独立部門，而是巴甫洛夫生理学的分支之一。

生物物理学分化成独立的科学首先是医学上的成就和需要、苏联的工業和技术的發展所引起的。更加完善的机器的發明是与超高的速度、压力、温度、頻率、应力的利用有关。對於控制这些技术，人們用以前所沒有的許多物理学过程的作用：超声波、各种放射線、空气的电离、强大的电磁振盪。全面研究这些物理因素对生物以及人体的影响的必要性，是很明显的。

为了証实这一点，引用下列例子就很够了。我們所呼吸的普通空气中含有很小百分率的大气离子——陽离子和陰离子。陰陽离子数量的比例多多少少是固定的。各种不

同符号的离子之間的比例有很大的意义。而在它們显著改变的情况下則意义更为明显。大家都知道，在不通气的房間中呼吸就很困难。这之所以如此，是因为空气組成中陽离子为数較多，而陰离子則不够。相反的，在明朗的晴天，在海岸上呼吸就容易而自由。这里在太陽的紫外光線的作用下，产生很多陰离子。由此可得出結論，即空气的离子組成对人是很有关系的。

在工厂、制造厂、新建筑物中，在产业部門的和科学研究部門的實驗室中，目前都有許多能剧烈改变空气中离子組成的器具。这些仪器是：例如电焊机器、X射線和高电压的配电裝置、紫外光灯、杀菌灯以及許多其他的仪器。其中有一些是在某些情况下發生不利作用的陽离子的主要来源（例如，X射線裝置），而另一些是对生物有机体产生有利作用的陰离子的来源（例如，电焊机器、杀菌灯）。

最近苏联的学者和工程师們致力於原子核能和平利用的事業而有巨大的成就。在1954年6月苏联建設了世界上第一个原子能的工业發电站。原子能的和平利用提出許多有关新的放射能种类对生物有机体影响的問題。与X射線發現的时候一样，在有机体的研究以及許多疾病的治疗方法上引起了改革，現今在生物学的實驗中有了利用新来源的放射能的可能，而为生物物理学的研究开辟了很大的活动范围。

有机体对放射線的敏感性，以及利用各种同位素化合物的方法將这些射線选择性地集中在有机体的不同部分的可能性，开辟了对生命过程期间故意去影响的有兴趣的前途。这种影响可以利用来破坏微生物的新陈代谢过程，或用来改变植物的發育时期，以及許多其他的目的。

因此,新的物理因素对人体影响的研究問題,这純粹是生物物理学的任务,在劳动保健事業和控制生命过程的事業中有着很大的意义。

生物物理学在研究生活物質的規律性中有重要的作用。利用各种物理学的研究方法以后,它應該揭露在生物体中产生的电荷对生命过程的作用,以及与生物体新陳代謝有关的、在其中所發生的各种能的相互轉变以及其他物理現象的規律性。

生物学中最复杂的問題之一就是關於活組織的感应性。感应性、兴奋性組成了生物不可缺少的特性,而随着發育程度而复杂起来,並在高等有机体中出現了肌肉和神經兴奋的形式。

巴甫洛夫着重指出了这些过程的知識對於所有生物学以及对神經系統作用原理的了解的重要性。同时指出了:“……只有研究神經組織中所进行的物理-化学过程才給予我們以所有神經現象的真实理論……。”

这里可用方法之一就是在神經系統和大腦皮層活动时,研究其中所發生的电的过程。物理学在了解这个問題

分——視桿和視錐——組成的，因此外界視觀被眼睛分成大量的點。眼視網膜是以視神經與大腦皮層的視覺中心連結，而視神經大約由百萬條神經纖維組成的，並且每一纖維彼此不依賴地發生機能。在人類眼前的外界光學景象的改變要引起視網膜的感光成分狀態的改變，而在視神經中也發生無數的神經興奮。

神經興奮也伴隨着電流，或者生理學家稱之為作用流的。這些電流可以在遠離它的產生地點發現和記錄下來。它們是有機體內部的信號，這些信號能幫助我們判斷不能直接觀察的有機體狀況。大家都知道的，例如，心動電流描記法（心臟電過程的記錄），這方法不僅在理論上而且也有很大的實踐意義：任何有經驗的醫師認為這方法對心臟中所進行的過程，或多或少可以形成完全的概念。

興奮形成的電活動景象的觀察，亦就是純粹物理過程的觀察，則有很大的價值，並可幫助更深入地了解有機體內部生活的祕密。

大腦皮層不斷地、日以繼夜地發出（激發）電波，這在一定的程度上反映它的機能狀態。假如健康的人腦大約每秒鐘有 8—13 次電波振動，並其中有較快的節拍（每秒鐘 25 次左右）。患病狀態的大腦皮層就引起振動次數的改變。癲癇的發作就伴隨慢慢的、有特殊形式的振動。在大腦皮層中似乎發生“電的風暴”，同時電波達到很大，並比平常的電波振幅超過九十倍。“電的風暴”隨着病狀的停止而平靜，電波的振幅亦降低，其次數亦趨於正常。當疾病侵襲腦子的任何部分的情況下，我們在這部分所得到的腦電描記法的圖象，與對健康部分所觀察到的圖象有很顯著的區別。有時可以看到病灶沿着大腦皮層移動。

在神經系統中所進行的電過程還有一個特性是很重要的。就是它們的產生和流動有數量上的固定性和嚴格的數學上的規律。這種特性能夠把它們應用到數學的研究和現代的計量技術上去。假如把青蛙神經作用的電流記錄在陰極線示波器上，那末物理學家立即發現它們與貯藏能的這類現象非常相似。事實的確亦是這樣。至於說到它的產生和流動的規律性，那末它們是和物理學上的非直線性的弛張系統（нелинейные релаксационные системы）的規律性類似。生物物理學在這問題面前的廣泛活動範圍是把這些現象的敘述轉變為非直線性振動的理論。

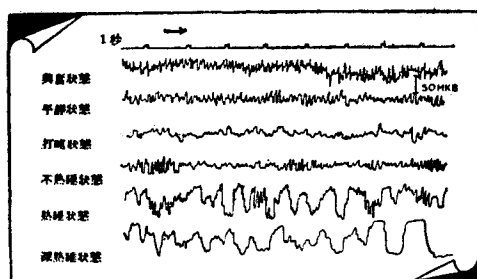


圖 1 人在各種不同狀態時大腦皮層的電過程在墨水示波器上的記錄。上面的一條線是 1 秒鐘時間的記號

成功地證明任何能興奮的系統當它興奮時要產生電能。正確地說這是相反的情形：假如使興奮系統受到電能的作用，那末這個系統就有了興奮的狀態。所以在神經系統各種過程期間積極地去干預就成為可能了，去引起這些過程，增加或降低它們的強度，迫使它們與其他過程的相互作用。用電流可以很容易引起神經和肌肉，以及甚至大腦皮層的活動性。

用電流作用於皮層的一定區域後可以在人體中引起

光、声、热、冷的感觉。可以引起平常任意可做的那些动作。用电流可以催眠生物並重新使它甦醒，对某些精神病可以促进治疗等。而 50 週/秒的低頻率电场可兴奋远距离的神经和肌肉。在这些部門中研究的可能性实在是無穷的！

活組織中的电現象在自然界分佈是極其普遍的。例如，“电魚”具有进攻和防御的專特器官。这些魚的“活电池”可以發出达 1 千伏特的电流强度，这可用来震昏鹵获物。並且也証明了魚类利用特殊的电定位，以反射回来的电刺激的方法在渾水中辨别方向。

我們所列举的例子証明單純的物理因子——电流——与兴奋过程的密切关系。然而兴奋过程伴随着不仅是电的产生，而且也产生运动、热、光。在生物生命活动时所产生的物理过程的研究，要求物理学家应用物理方法、物理和数学的知識。但物理过程的研究在一定的情况下並不是本身目的，因生理学家的基本任务是研究兴奋过程的規律。在这方面来講，正确的拟定实验就要求物理学的和生物学的部分合併成一新的單位——生物物理学。

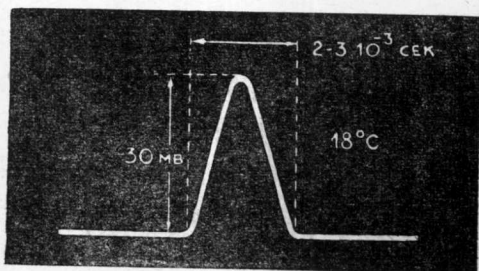


圖 2 記錄在陰極線示波器上的青蛙神經作用的电流振
幅——約 30 毫伏特 (MB)；持續時間——2—3
千分之一秒 ($2-3 \cdot 10^{-3}$ CEX)

科学的新部門以及全部生理学一起研究着兴奋过程和揭露它們的規律，能够控制这些过程並为它們建立科学的管理。

动人的生物物理学問題的范围，当然不限於在这短文中所提到的，它是很广泛的。为了証明这一点，虽然是提到其中的一些例子，但已經很够了。

近来对超声波的生物学上作用的研究，具有更大的意义。超声波能够破坏細胞和組織的構造，击破巨大的有机分子，並有时引起極其复杂的化学反应。

生物物理学对农業可以有很大的帮助。这里在学者們面前的任务是寻找以提高植物产量和动物生产率为目的的物理因子的最合理应用的方法。

生物物理学的发展关联着許多苏联学者的名字。科学的新部門获得愈来愈大的公認。在苏联科学院成立了生物物理学研究所，在莫斯科大学建立了生物物理学教研組。这一切將促使苏联生物物理学的繼續繁荣。

(項 維譯自“科学与生活”1955年第1期)

生物物理学在农业中的任务

A.M. 庫 津

党和政府提出迅速提高一切农业部门是现阶段发展国民经济的刻不容缓和最为重要的任务。

苏联科学在解决这一巨大任务中，起了重大的作用。把关于处理种子、施肥、饲养农业动物的先进的经过科学论证和经过实践检查的方法，应用到农业实践中去，应当首先帮助农业提高生产率。但是，有这样一种不正确的想法，认为只有农业科学才应当帮助农业向前发展。各门专业的科学家应当尽力来最迅速地解决已经提出来的任务，应当把我们科学的一切成就都应用起来。每一个科学家的光荣事业，就是以自己的研究来帮助进一步提高我国的农业。

在党和政府决议的照耀下，在生物物理学这门把物理学一切最新成就应用到生物学中去的科目面前，提出了许多新的任务。

生物物理学是研究各种物理因素影响生物对象的规律的，它应当首先注意到把这些因素最合理地应用到农业中去。在这里应当充实我们的知识，应当寻找各种途径，来最有效地利用那些其良好影响早已熟知的物理因素（光能的可见部分、紫外线部分和红外线部分，热作用，等等），以及那些新的还没有具备研究可能的物理因素（电离的辐射和放射性辐射的能，电磁超短波和超声波的作用）。生物物理学应当深入地研究生活有机体内的物理和物理化学过程，

这些过程与新陈代謝密切地联系着，决定着發育的速度、农業植物的产量和农業动物的生产率。可以設想，正就是通过影响这些过程的途徑，可以發現提高农業生产率的新方法和新措施。

米丘林生物学着重指出各种外界环境物理因素影响有机体的發育和變異的重要意义。

經常影响植物和动物有机体的物理因素，如周圍环境的温度，可見光、紫外線和紅外線的照射，地球磁場和重力的影响，宇宙線和天然放射性元素的电离輻射的超微剂量影响等，在这些有机体的發展中起着重要的作用。

以上这些因素影响生命活动过程、特別是影响新陈代謝过程的严整規律之确定，使生物学家得以广泛利用这些因素，来有意識地、定向地改变农業植物和动物，以便提高生产率、加快生長速度和培育出新品种。

苏联生物物理学研究某些因素对生活有机体的影响，揭露可見變異發生的条件和原因，竭力选择預期變異有規律地發生的条件。

可見光在植物的發展与改造中起着極其巨大的作用。光譜、光的强度、光在秋季对冬性作物照射的中断，对植物的鍛鍊和对提高它們的抗寒性，与温度共同有着巨大的作用。

光的性質和强度是在人工气候下(光照栽培)培养植物的决定因素。

揭露光作用的生物物理学規律，使生物学家得以在新的合理的基础上，解决極其重要的国民經济問題。

这里在生物物理学面前，提出一个任务：确定光譜組成、光的强度和間断与植物的主要生活机能之間的精确关

系。必須確定植物對光譜個別部分的需要，確定幾個光譜部分（從紅外線起到紫外線止）同時影響的作用和意義。非常明顯，在這些研究中不僅應當考慮光合作用強度和性質的改變，而且要注意到光對植物有機體其他反應和機能的影响（對原生質運動的影响，物質的轉化，具有生色團的個別酶活動性，等等）。從揭露最有利的條件以發展許多農業植物的角度出發，來進行這些研究，就可以同時解決首先與發展植物光照栽培相聯繫的重要實踐任務。

開展與研究紫外線照射對動物飼養業和養禽業生產率的影响有關的工作，對於農業有着特別重要的意義。

現在已經很清楚地知道紫外線照射作用的主要機轉，紫外線照射是包括在被照射的動物體內形成維生素D的光反應的里面的。但是，紫外線的有利作用不能只限於引起維生素的產生。毫無疑問，在這裡也通過動物的周圍感受器影响它的中樞神經系統，以及因而影响複雜的生理反應，並且這種反應不僅取決於應用的劑量，也取決於照射的性質。

確定這種反應的規律，用它來提高被照射的農業動物和禽類的生產率，揭露這種反應不僅影响光譜紫外線部分的波長，而且也影响相伴隨的紅外線和可見光線，——這是農業向蘇聯物理學家提出的任務。

在農業中應用電離輻射的問題，值得進行最細緻和深入的研究。高等植物和動物對於這種物理因素的高度靈敏性，生理反應的複雜性，生理反應不僅取決於作用因素的物理系數，而且也取決於被照射的有機體的生理狀況，——這些使得這一問題的解決大大複雜起來。在被照射的環境里出現活躍的、能夠反應的根，這些根與生活細胞里的高分子

物質相互作用，引起它們發生解聚作用，從而改變吸附過程，首先是改變酶的吸附程度——顯而易見，這是一連串的複雜反應，這些反應引起酶活潑化、生命過程活潑化，刺激發芽和生長。

但是，這些過程不應當超過某種生理“範圍”，而只可以加速、改善自然的正常的有機體發育。如果超過這一界限，用的劑量過多，以致變動超過容許的範圍，而進入病理學的領域，那末我們將看到輻射的失敗：發育停止，有機體死亡。

生物物理學面臨一個重要的任務，這就是嚴格確定輻射微小劑量影響植物對象的規律，以便在農業實踐中利用它們的刺激作用。在這裡，生物物理學研究不可避免的要與生物化學、細胞學和物候學研究完全統一地來進行。

像種子播種前照射這樣容易做到的能夠產生有益結果的農業措施對植物以後的生長和收穫的影響，應該特別集中注意加以研究。在這些研究中，重要的不只是確定最適宜的照射劑量，而且主要要揭露所謂“時間因素”、即一定劑量作用於種子的時間的意義。不強烈的長時間照射比較強烈的短時間照射作用更大，這就开辟了有利的可能性，來用少量的放射性同位素，在延長作用時間的條件下照射種子。確定這種作用的精確規律，是生物物理學最迫切的任務。

在農業中也可以利用其他的研究得較清楚的電離輻射的作用，——使用適當的劑量，來抑制有機體的生命活動。這種性質可以用來改善蔬菜和食用馬鈴薯在長期保藏下的完整性。這一措施可以成功地用來在製造淀粉-蜜糖工業中保存成堆的馬鈴薯，防止它發芽和發生自熱作用。

由放射性同位素或高伏特加速器获得的电离射线的大量运用,在所谓“冷气消毒”方面日益增多。冷气消毒使能在不改变新鲜食物的味道和外表形状的情况下将食物装制罐头。罐头食物可供继续消费和在通常的温度下运送。一方面阐明射线的剂量和种类之间的相关性,另一方面阐明酶的刺激作用、活动性、维生素和味道的保持,以及可能保藏的期限之间的相关性——这些就是摆在生物物理学面前的首要任务,而这些任务的解决决定着这种新的消毒食物的方式和不能受热的各种生物制剂在实践中的进一步推广。

现代技术在制造高频率发电机方面的成就,为在农业中和食品工业中再利用一种能——超短电磁波或高频率电流——开辟了广阔的前途。

高频率电流的能够间隔地、有选择地预热被辐射的物质这种突出的能力,使有可能将它们用于消毒粮食用的和播种用的种子而不破坏种子的发芽率,用于防治商品粮食的虫害,用于提高种子的发芽率和刺激农业植物发育的最初阶段。

有选择的预热导致水份和可溶物质的重新分配,同时对发酵过程强度有影响,这也可以在工业上利用。应该以适当的生物物理学研究来论证高频率电流之用于加速葡萄酒的陈化过程、菸草和茶叶的发酵、提高面粉的烤制面包的质量,以及用于其他与发酵过程有关的生产上;应该用理论来阐明高频率电场对于生物学上的对象的作用。目前已经在生产中运用的利用高频率电流来装制食物罐头是很有前途的。

运用超声波发现了新的有意义的可能性。微生物在超

声波場內的迅速死亡把利用超声波来消毒水池中的水的問題提到了日程上，这种消毒對於不採用化学消毒的制魚工厂特別具有重大的意义。日益增長的获得大量超声波場的可能性使利用超声波来实际提煉脂肪組織、維生素，以及从病原微生物制造疫苗成为现实。弱超声波場對於植物細胞的影响研究得很少。零星的观察指出，在个别情况下可以观察到显著的刺激影响。毫無疑問，这些資料要求精密的檢查，和获得基於精确的物理因素的光線測定以及生物化学的、細胞学的和生理学的深入的研究上的实验材料。因此，在农业和工业中利用超声波也要求着进一步的生物物理学研究，以及对超声波輻射体的新类型、强大的發电机裝置进行研究，这种發电机裝置在工业上是有利的。

我們的农业和生物工业在研究和运用新的加速控制产品的質量、进入工厂的生物原料的質量的物理学方法，观察生物学和生物化学过程的新方法方面，向生物物理学提出了几項重大的任务，而这些知識是操縱这些过程、改进制成品的質量所必需的。

生物物理学的重要任务之一是进一步研究这样一些物理学上的研究方法：如放射性和稳定性同位素法，光学研究法，基於在各种不同的頻率、电位下測量电参数的方法，确定超声波或其他許多波在环境中的傳播速度等。

苏联科学院生物物理学研究所的这一會議應該是团结科学家和实际工作者、建立本所和相应的各部及各單位的研究所之間的紧密联系的开端，是使一切关心現代物理学成就在农业实践中、在食品工业和微生物工业中的利用的各机构相結合的开端。本會議應是以后每年的共同討論生物物理学成就及其在国民經济中的利用的基础。这种討論