

水稻热值和能量的动态变化研究

STUDY ON THE DYNAMIC OF CALORIFIC
VALUE AND ENERGY OF RICE

郑志明; 孙国夫 ✓ S511/101

准确研究物质热值是生态系统能量定量分析的基础。前人对植物热值的研究表明,热值受到植物生理、栽培、育种和农业气象等多种因素的影响^[1-4],因此,要准确进行能量分析,必须准确测定植物器官的热值。

水稻作为主要作物,不断有人对它的物质和能量进行分析,但由于研究者仅参考简单的研究手段和方法,导致不很精确的热值标准,同时在进行能量研究时,常以物质重而不是以能量焦耳作单位,因此这方面的研究都有一定的片面性。本研究旨在揭示水稻各器官热值和能量的生育期动态过程,为农田生态系统的能流分析提供重要的理论依据;同时探索热值和能量研究对其它农业研究的良好启示。

1 材料和方法

1988—1990年3年早稻试验在浙农大实验农场进行,供试品种为浙辐802,浙辐7号和9号,小粉土壤,前作油菜。移栽后各生育期分别取样15丛,在两层纱布上冲洗干净烘干至恒重后分解器官,精确称取各器官干重1.0—2.0g各3份,用CA-3岛津绝热式能量计测定其热值和能量。

2 结果与讨论

2.1 水稻器官热值的生育期变化

水稻器官热值的生育期变化测定结果表明(图1),水稻器官的热值表现出叶高于茎,茎高于鞘,孕穗初期后,茎叶鞘光合器官的热值呈下降趋势,而穗热值上升,说明茎、叶等器官生长过程中不断有能量输送到穗部。叶片热值整生育期均高于其他非种子器官热值;根的热值变化没有规律,其原因尚待进一步探明。

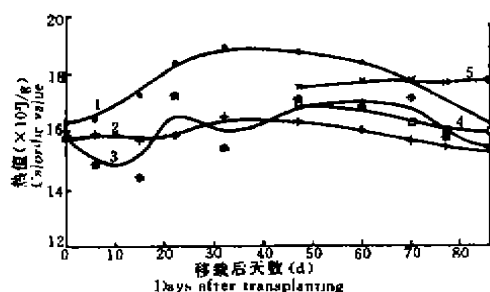


图1 水稻器官热值的生育期变化(浙辐9, 1990)

1. 叶片 2. 叶鞘 3. 根 4. 茎 5. 穗

Fig. 1 Changes of calorific value of rice tissues (Zhefu 9, 1990)

1. leaf 2. leaf sheath 3. root 4. stem 5. spikelet

目前所有的热值标准都是种子热值高于非种子热值,而图1显示叶片热值一再出现高于种子的热值,因此,只要涉及能量的研究,应随时准确测定器官热值,否则会有较大误差。

2.2 物质组分与叶片热值的关系研究

物质组分影响器官热值。测定叶片灰分、氮素和碳素与热值关系表明(图2),不同生育期的叶片热值与叶片灰分和氮素含量无相关性。一是因为除灰分外,热值还决定于其他物质组分,如分蘖初期叶片灰分含量虽低于乳熟期,但由于叶片脂肪和蛋白质等高热值物质少,热值反而低;二是不同生育期叶片所含不同矿质元素量和状态不同,如生育前期叶片较后期含更多的钾和较少的硅,等量的钾和硅燃烧生成不等量的 K_2O 和 SiO_2 ,所以灰分含量并不能代表矿质元素含量,也就不

能准确反映器官热值。叶片氮素含量对热值的影响决定于叶片所处的生育期,氮素在不同生育期的含量和存在状态变化导致其他组分变化,因此,叶片氮素与热值之间无相关性。

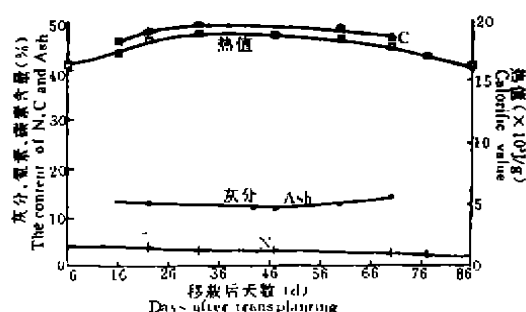


图2 水稻叶片热值和叶片灰分、氮素、碳素关系的生育期变化(浙辐9,1990)

Fig. 2 The relationship of calorific value and the content of Ash, N and C of rice leaves in growth stages (Zhefu9, 1990)

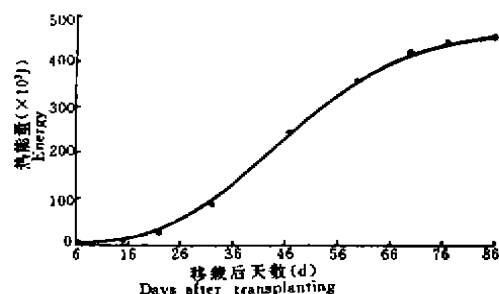


图3 水稻能量积累的生育期变化(浙辐9,1990)

Fig. 3 Changes of energy accumulation of rice (Zhefu9, 1990)

叶片碳素与热值之间呈极显著正相关($r^{**}=$

0.9833)。其原因为任何有机质均由碳素构成骨架,碳素含量是反映物质组成的综合指标,碳和氧元素占植物干重绝大多数,碳素燃烧生成 CO_2 并放出大量能量,因此组织中碳素含量越高,则热值越高。

2.3 水稻能量积累的动态变化研究

分析作物的动态变化是了解作物能量积累运转规律和准确研究能量的前提。测定并模拟水稻各生育期的能量结果(图3),水稻的能量积累符合 Logistic 方程: $Y=460.42 \times 10^3 / 1 + 196.6274e^{-0.1143x}$, 且拟合效果理想。很多水稻品种因品种特性和后期衰老,干物质增至一定程度即下降,因此用 Logistic 方程拟合干物质积累,要对方程作一定的修正^[10]。本研究用能量代替干物质模拟结果,水稻能量过程十分符合 Logistic 方程,因为生育后期种子热值高于非种子热值,随种子占干物质比重增加,总干物质虽有下降但总能量仍然上升。因此在物能分析时,将物质换成能量会取得更准确结果。

2.4 水稻各器官的能量调配

能量分配率 R 为器官在某生育阶段的能量变化与同期水稻总能量变化的比例。水稻各器官的能量分配率变化表明(表1):非种子器官的分配率在灌浆期后为负值,说明非种子器官的能量积累在灌浆期达到高峰,此后为供应穗生长需要趋于下降;灌浆至乳熟期(6/30—7/10),光合器官贮藏的能量对产量的贡献为茎>鞘>叶,乳熟期后则相反。根系的能量分配率在整生育期都小于其他器官,说明根较小受地上部能量调配影响。

表1 水稻积累能量的器官间分配生育期变化(%,浙辐9,1990)

Table 1 The distribution of energy accumulation in rice tissues on growth stages (%, Zhefu 9, 1990)

测定日期		Date of determination 5/1—5/7—5/16—5/23—6/2—6/17—6/30—7/10—7/17—7/26								
		(month/day)								
叶片	Leaf blade	48	44	37	43	24	11	-8	-49	-77
叶鞘	Leaf sheath	37	33	35	40	26	9	-24	-37	-22
根	Root	15	25	28	11	6	1	-2	-23	-12
茎	Stem					32	21	-30	-33	-22
穗	Spike					11	54	163	242	233

注:负号表示能量输出。

Note: negative signs express energy export.

2.5 水稻抽穗前后积累的能量对产量的贡献

村田吉男, 姚克敏, 蒋彭炎等人研究结果: 种子产量的 80%—90% 来自抽穗后合成的干物质, 抽穗前非种

表 2 水稻抽穗前后积累能量对产量的贡献(%, 浙辐 9, 1990)

Table 2 Contributions of energy synthesized before and after heading stage to yield(%, ZheFu 9, 1990)

	抽穗前 Before heading stage				抽穗后 After heading stage
	叶片 Leaf blade	茎 Stem	叶鞘 Leaf sheath	合计 Total	
浙辐 9 号 Zhefu 9	10.3	13.7	9.9	33.9	50.0
浙辐 7 号 Zhefu 7	12.5	12.9	9.7	35.1	41.1
浙辐 302 号 Zhefu 302	12.7	17.0	9.1	38.8	36.7

子器官贮藏的能量很少输出。但本研究表明(表 2), 抽穗前光合器官积累的能量对产量的贡献却高达 33.9%—38.8%, 这是因为灌浆至乳熟期阴雨连绵, 光合量远不能满足穗迅速生长的需要, 抽穗前积累的能量源源不断向种子输送之故。可见, 影响水稻产量的因素不仅有光合作用, 也有物能的调配能力。因此, 水稻育种和栽培不仅要促进水稻后期高光效, 同时, 如何改善水稻体内能量调配能力, 保证在不利条件下高产稳产, 也是一个值得探讨的课题。

参 考 文 献

- [1] Long F L. Application of calorific methods to ecological research. *Plant Physiology*, 1934, 9: 323—327
- [2] Bliss L C. Calorie and lipid content in alpine tundra plants. *Ecology*, 1962, 43: 753—757
- [3] Gorham E and Sanger J. Calorie values of organic matter in woodland, swamp and lake soils. *Ecology*, 1967, 48: 492—494
- [4] Golley F B. Calorie values of wet tropical forest vegetation. *Ecology*, 1969, 50: 517—519
- [5] Hadley N F and Tinkle D W. Lizard reproductive effort: calorie estimates and comments on its evolution. *Ecology*, 1975, 56: 427—494
- [6] Golley F B. Energy values of some ecological materials. *Ecology*, 1961, 42: 581—584
- [7] Cruz A A D L and Gaberud B C. Calorie elemental and nutritive changes in decomposing *Juncus Roemerianus* leaves. *Ecology*, 1974, 55: 882—886
- [8] 王方桃. 平原地区农业生态系统能流计量的折能系数初步研究. *生态学杂志*, 1984, 3(6): 44—46
- [9] 祖元刚等. 植物热值测定中的若干技术问题. *生态学杂志*, 1986, 5(4): 53—56
- [10] 王信理. 在干物质积累的动态模拟中如何合理运用 Logistic 方程. *农业气象*, 1986, 7(1): 14—19

郑志明 孙国夫 王兆骞
Zheng Zhiming Sun Guofu Wang Zhaoqian

(浙江农业大学农业生态研究所, 杭州, 310029)

(Agro-ecology Institute, Zhejiang Agricultural University, Hangzhou, 310029)