

不同因素对水稻生长发育的影响

方妍力

浙江师范大学化学与生命科学学院, 浙江 金华

收稿日期: 2022年10月28日; 录用日期: 2022年11月25日; 发布日期: 2022年12月7日

摘要

水稻是我国主要的粮食作物, 随着人口的逐年增加, 人们对水稻的需求量日益增加, 那么探究有哪些因素会对水稻的生长发育产生影响就变得极其重要, 这样我们就可以探究出适合水稻生长发育的最适条件与因素。通过查阅文献, 本文主要论述温度和肥料两种因素对水稻生长发育过程的影响, 通过分析已有的研究结果得出结论。水稻的最适生长温度为日温 $25^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$, 在肥料的应用上, 生物炭肥的应用不仅提高了水稻生长发育的能力而且会降低施肥后某些因素对环境造成的污染。

关键词

水稻生长发育, 温度, 肥料, 粳稻, 籼稻

Effects of Different Factors on the Growth and Development of Rice

Yanli Fang

College of Chemistry and Life Sciences, Zhejiang Normal University, Jinhua Zhejiang

Received: Oct. 28th, 2022; accepted: Nov. 25th, 2022; published: Dec. 7th, 2022

Abstract

Rice is the main food crop in China. With the increase of population year by year, people's demand for rice is increasing day by day. Therefore, it is extremely important to explore what factors will affect the growth and development of rice, so that we can explore the most suitable conditions and factors for the growth and development of rice. By referring to literature, this paper mainly discusses the influence of temperature and fertilizer on the growth and development of rice, and draws a conclusion by analyzing the existing research results. The optimal temperature for rice growth is $25^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$. In terms of fertilizer application, the application of biochar fertilizer not only improves the growth and development ability of rice, but also reduces the environmental pollu-

tion caused by some factors after fertilization.

Keywords

Rice Growth, Temperature, Fertilizer, Japonica Rice, Indica Rice

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

水稻是稻属谷类作物，原产于中国和印度。水稻根据其稻谷类型的差异可以分为籼稻和粳稻、早稻和中晚稻、糯稻与非糯稻，根据其留种方式的差异又可分为常规水稻与杂交水稻，根据其是否为无土栽培可分为水田稻与浮水稻，根据其生存周期可分为季节稻与懒人稻，根据其高矮不同可分为普通水稻与巨型稻，根据其耐盐碱性可分为普通淡水稻与海水稻。

水稻所结子实即稻谷，稻谷脱去颖壳后被称为糙米，糙米碾去米糠层即可得到大米，世界上近一半的人口以大米为主食[1]。水稻根据其外部形态和生理特点不同可分为幼苗期、分蘖期、长穗期和结实期四个生长发育时期，水稻的生长发育与人们的生活息息相关，中国作为水稻的原产国家之一，我国对于水稻生长发育的研究日渐深入，探究不同因素对其生长过程的影响可以为提高水稻的产量提供可靠的理论依据，本文主要论述一些因素对于水稻生长发育过程造成的影响及相应的解决措施，本文主要从温度与肥料两个因素进行展开，探究两者对水稻生长发育过程的影响。

2. 温度

我国长江中下地区的热量资源有限，该地区的水稻生产产量严重受到温度的限制，早稻种植过早、晚稻抽穗过迟都会遭遇低温的危害[2]。研究表明，水稻孕穗期低温处理降低了水稻株高、穗长与节间长度，成熟期干物质量显著减少，籽粒空壳率增加，结实率、每穗实粒数减少，籽粒充实度降低，产量显著下降[3]。由此可知，低温对水稻的生长发育有着很大的影响，会使水稻的生长发育受到一定的抑制，从而导致其产量下降，而高温对水稻的生长发育同样具有影响，查阅文献可知，当水稻营养生长期遭遇35℃高温，水稻生长受到抑制，分蘖减少，株高增加缓慢[4]。高温环境对于水稻的生长发育同样具有抑制的作用。通过已有的研究证实，水稻营养生长和生殖生长的最适温度为日温25℃~30℃，水稻对35℃以上高温极为敏感[5]。

2.1. 温度对籼稻的影响

籼稻，属于耐热短日性生态型，分布于广东、广西、云南等地区，其质地较软，分蘖松散，叶片绿色较淡，叶片较长，与茎间角度较大，有绒毛。其淀粉占米粒重的85%以上，是人类饮食的主要能量来源。预计在21世纪，全球气温上升2.0℃至4.5℃，全球变暖导致的高温会抑制水稻的生长[6]，特别是影响水稻的花器官、果实的形成和光合作用器官的功能，从而降低了地上总生物量、粮食产量和淀粉品质，且高温还可以增加淀粉颗粒的平均直径，改变大米淀粉的颗粒大小分布。

高温条件下籼稻粒重明显下降，这可能与小穗发育后期的不育以及花粉发育异常有关，且在高温胁迫下样品的表观直链淀粉含量明显下降，其原因可能为高温胁迫下籼稻淀粉合成酶的表达受到抑制，胚

乳中的直链淀粉合成不足, 已有研究证实, 高温是导致水稻减产和低直链淀粉含量的因素之一[7]。

2.2. 温度对粳稻的影响

粳稻沿我国黄河流域广泛分布于我国华北和东北部地区, 被广泛运用于高产杂交稻的育种和生产[8], 粳稻产业在我国的粮食安全体系中具有举足轻重的地位, 随着人口的快速增长, 粳稻的产量和质量越来越被人们所关注。全球变暖将会对粳稻不同的生长发育阶段产生影响, 从而导致产量下降, 粮食品质降低, 目前已有研究证实, 夜间或白天温度升高均会降低粳稻穗粒重, 从而制约粳稻生物量和产量的形成[9], 且随着灌浆期温度的升高, 粳稻内直链淀粉含量下降, 而糊化温度、峰值粘度、崩解值和结晶度则呈上升趋势, 使稻米米质变软[10]。

灌浆期高温抑制粳稻整体长势, 降低结实率及粒重等农艺性指标, 从而影响最终产量[11], 高温还降低了粳稻颖果后期发育的鲜重及干重, 其原因可能是因为粳稻颖果前期发育受到灌浆期高温的促进作用, 发育过程加快, 时间缩短, 导致后期颖果干物质积累不足, 鲜干重下降。高温使粳稻淀粉单螺旋结构增加, 同时双螺旋结构降低, 由此可知, 灌浆期高温处理会使粳稻淀粉直链淀粉含量增加, 同时减少了支链淀粉含量。

2.3. 温度对其他植物生长发育的影响

温度作为调控植物生长发育的重要因素之一, 不仅对水稻有着明显的影响, 也是其他作物生长发育的关键性因素, 玉米的最适生长温度为 28℃~31℃, 过高与过低的温度会使玉米生长发育迟缓甚至停止生长; 与玉米不同的是, 小麦的生长过程中其最适温度为 15℃左右, 过高或过低的温度也会导致小麦生长受到影响, 从而影响其产量。

3. 肥料

随着粮食需求的持续增加, 为了提高作物产量, 人们研制出含有不同营养因素的肥料, 为帮助水稻更好的生长发育, 水稻的生长发育需要十几种营养元素, 但土壤吸收量大, 土壤供应不足的主要原因便是氮、磷、钾三个要素。自化肥应用以来, 其在提高作物产量、保障粮食安全方面做出了巨大贡献, 统计数据显示, 化肥对农作物产量的贡献率为 40%~60%, 田间肥效试验也证实化肥在粮食增产中的作用高达 50%以上[12]。

3.1. 氮肥

氮素是作物生长发育所需的重要营养元素, 而多数土壤的含氮量较低, 施用氮肥为作物补充氮素是保证作物高产的重要措施[13]。针对水稻氮肥的施用技术及氮肥对水稻产量和品质的影响已有大量研究, 研究证实, 适宜的氮素施用量和施肥时期, 可以提高抽穗期群体源库质量和群体成穗率, 形成高势粒比群体而高产[14], 在氮肥施用时期方面, 结实期追施氮肥可显著提高精米率, 整体精米率也有增加的趋势[15]。但氮肥对稻米外观品质、糊化温度、胶稠度和直链淀粉含量的影响的研究结论尚不一致。

有研究发现, 施氮处理水稻产量分布在 8528.40~10522.05 kg/hm² 范围内, 其中氮肥深施能有效提高氮肥利用效率, 增加水稻产量[16]。有学者发现, 侧深施肥技术可以提高水稻产量, 且产量显著高于常规浅施, 其原理可能为侧深施肥有利于水稻分蘖早生快发, 单株分蘖数增多, 有效穗数增加, 促进了氮积累和干物质积累, 从而实现水稻增产[17]。

3.2. 硅肥

硅是水稻生长的有益元素, 硅肥是一种中量元素肥料, 既可作肥料, 提供养分, 又可用作土壤调理

剂, 改良土壤, 此外还具有防病、防虫和减毒的作用, 将硅肥作为植物调节性肥料而配合大量元素肥料施用十分重要[18]。目前已有研究证实, 增加施用硅肥可以显著的提高玉米作物的产量, 提升其抗倒伏性, 增强植物抗旱性。与此同时, 硅也是水稻良好生长所必须的元素, 大量研究表明, 施用硅肥可以提高水稻的抗倒伏能力、促进水稻光合作用, 进而提高水稻的产量和品质[19]。硅能够提高水稻对稻瘟病与褐斑病的抵抗能力, 其能力随植物体内含硅量的升高而提高。

截止目前, 已有很多学者针对以粳稻为材料施用硅肥展开了研究, 王显等学者研究认为施用硅肥可以提高水稻植株光合作用、提高地上部干物质的积累和改善植株营养状况[20]; 陈健晓等学者研究认为施用硅肥可以提高水稻干物质积累及转运, 协调了库源关系[21]; 陆福勇等学者研究认为施用硅肥能增加水稻有效穗数进而提高水稻产量, 而对每穗粒数、粒重和结实率影响不大[15]; 张国良等学者研究认为在大田基施用硅肥, 随着硅肥施用量的增加, 水稻产量呈先增加后降低的趋势[22]。李发林等学者研究认为施用硅肥能使植株增强对炭疽病、气候性斑点病的抵抗力, 病情指数下降[23]。

3.3. 生物炭肥

生物质炭化技术是目前公认的解决气候变化问题的可行性技术措施之一, 具有原材料来源广泛、生产成本低、生态安全、无污染、可大面积推广等显著特点。生物质炭化后产生的生物炭应用于生态与环境领域, 可以固碳减排, 是一种有效的“碳汇”技术, 与农、林业相结合, 可解决农林废弃物污染与温室气体排放的问题, 生物炭施入农田, 可有效改善土壤理化性质, 增加作物产量, 促进农业可持续发展, 生物炭的综合利用在很大程度上可以解决可持续发展、节能降耗、环境保护与治理等领域面临的复杂问题, 对粮食安全有着重大意义。已有研究证明, 添加适量的生物炭对水稻秧苗根系的形态建成具有明显的促进作用, 其中对秧苗发根能力最为显著, 秧苗的发根优势越强, 碳氮代谢就会越旺盛, 那样就会越有利于壮秧的形成。

生物炭肥的应用在东北地区效果更为明显, 众所周知, 东北地区为寒凉地带, 在其基质中添加生物炭肥可以使土壤的水分、温度、养分元素含量均产生有效性的增加, 使土壤中的水、气、热、肥均得到优化, 从而促进水稻秧苗的生长, 大幅度提高其对环境的抗逆能力, 这样可以更有效的提高北方在水稻育苗方面的能力, 对水稻的生长发育有着现实意义。

生物炭肥具有特殊的结构, 它通过它所具有的多微孔结构可以直接对育苗土壤的物理结构产生影响, 已有的研究证实, 施用生物炭肥可以明显降低土壤容重、增加土壤孔隙, 从而改善土壤的通气透水性, 与此同时, 土壤的结构性发生变化, 特别是土壤孔隙的大量增加, 无疑会为根系的生长提供了更多的延展空间, 从而有利于水稻的生长发育[24]。

3.4. 不同肥料的应用效果差异分析

综上所述并结合现有的实验结果可知, 在水稻的生长过程中施肥可以更好的帮助水稻生长并提高产量, 其中氮肥、硅肥、生物炭肥均可以达到这一目标。但三者的应用效果存在一定的差异, 分析认为该差异主要因三者所含有的元素不同, 在水稻不同的生长时期存在着作用差异, 根据水稻不同的生长时期选择相应的肥料可以更好的帮助水稻生长发育以及提高产量。

4. 结果

参考上文所述可知, 水稻最适生长温度为日温 25℃~30℃, 且水稻对于 35℃以上的高温极其敏感, 在水稻不同的生长阶段使用适当的肥料可以提高水稻的产量, 但是如果施用不当会对水稻的生长发育过程产生影响。

5. 讨论

因为人口的爆炸式增长,人们对于水稻的需求量日益增多,那么如何能够提高水稻的产量且不影响水稻的质量就变得尤为重要。查阅文献可知,适量的使用肥料不仅可以提高水稻的产量还可以促进其良好的生长发育过程,增加其抗病能力和抗倒伏能力等。且在水稻的种植期间对于温度的把控也十分重要,低温和高温均会对水稻的生长发育产生影响从而降低水稻的产量,无论是籼稻还是粳稻,在面临高温环境时,其发育过程明显被抑制,结实率下降,结合已有的文献分析可知,在我们日常种植水稻的过程中,应当避免水稻的生长环境过于高温,那样不利于水稻的生长发育过程。

参考文献

- [1] 柳洪良, 朴雪梅, 徐伟豪, 等. 温室低温控制对优质水稻苗期耐冷性的影响[J]. 北方水稻, 2020, 50(6): 27-29.
- [2] 周永进. 温度与氮肥对水稻生长与产量的影响及其生理机制[D]: [博士学位论文]. 武汉: 华中农业大学, 2018.
- [3] 任红茹, 荆培培, 胡宇翔, 等. 孕穗期低温对水稻生长及产量形成的影响[J]. 中国稻米, 2017, 23(4): 56-62.
- [4] 段骅, 杨建昌. 高温对水稻的影响及其机制的研究进展[J]. 中国水稻科学, 2012, 26(4): 393-400.
- [5] 王伟力. 异常气温对褐飞虱及水稻生长发育和代谢的影响[D]: [硕士学位论文]. 南宁: 广西大学, 2016.
- [6] Peng, S., Huang, J., Sheehy, J.E., et al. (2004) Rice Yields Decline with Higher Night Temperature from Global Warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **101**, 9971-9975. <https://doi.org/10.1073/pnas.0403720101>
- [7] 林国强. 高温胁迫下水稻幼穗及颖果发育的研究[D]: [硕士学位论文]. 扬州: 扬州大学, 2020.
- [8] 陈温福, 徐正进, 张龙步, 等. 北方粳型稻超高产育种理论与实践[J]. 中国农业科学, 2007, 40(5): 869-874.
- [9] 董文军. 昼夜不同增温对粳稻产量和品质的影响研究[D]: [博士学位论文]. 南京: 南京农业大学, 2011.
- [10] 窦志. 灌浆期开放式增温对水稻籽粒灌浆和品质的影响及氮素粒肥的调控效应[D]: [博士学位论文]. 南京: 南京农业大学, 2017.
- [11] 赵海燕, 姚红梅, 张勇, 等. 长江中下游水稻开花灌浆期气象要素与结实率和粒重的相关性分析[J]. 中国农业科学, 2006, 39(9): 1765-1771.
- [12] 麻坤, 刁钢. 化肥对中国粮食产量变化贡献率的研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2018, 24(4): 1113-1120.
- [13] 闫德智, 王德建, 林静慧. 太湖地区氮肥用量对土壤供氮、水稻吸氮和地下水的影响[J]. 土壤学报, 2005, 42(3): 440-446.
- [14] 陈双龙, 廖海林, 龚绍文. 不同施氮水平对两优培九产量影响试验初报[J]. 福建农业科技, 2002(3): 3-4.
- [15] 陆福勇, 江立庚, 秦华东, 等. 不同氮、硅用量对水稻产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(6): 140-144.
- [16] 彭少兵, 黄见良, 钟旭华, 等. 提高中国稻田氮肥利用率的研究策略[J]. 中国农业科学, 2002, 35(9): 1095-1103.
- [17] 马昕, 杨艳明, 刘智蕾, 等. 机械侧深施控释掺混肥提高寒地水稻的产量和效益[J]. 植物营养与肥料学报, 2017, 23(4): 1095-1103.
- [18] 刘文国, 王林权, 白延红. 植物体有益元素硅的研究进展[J]. 西北植物学报, 2003, 23(12): 2248-2253.
- [19] 李珂清, 王茂辉, 聂金泉, 等. 不同硅肥用量与栽插苗数对水稻生长发育和产量的影响[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(22): 28-31.
- [20] 王显, 张国良, 霍中洋, 等. 氮硅配施对水稻叶片光合作用和氮代谢酶活性的影响[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2010, 31(3): 44-49.
- [21] 陈健晓, 屠乃美, 易镇邪, 等. 硅肥对超级早稻茎叶形态与抗倒伏特性的影响[J]. 作物研究, 2011, 25(3): 209-212.
- [22] 张国良, 戴其根, 王建武, 等. 施硅量对粳稻品种武育粳 3 号产量和品质的影响[J]. 中国水稻科学, 2007, 21(3): 299-303.
- [23] 李发林, 叶光, 张锦元, 等. 云南省烟草施用硅肥试验研究[J]. 云南农业科技, 1997(2): 15-17.
- [24] 刘伟. 生物炭肥对水稻苗期生长发育的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2020(11): 31-34.