

冷凉气候区水稻高产 的一种地温调控技术^①

张风岐

刘 兴

(延边农业气象试验站, 延吉 133001) (敦化市气象局)

提 要

通过分析敦化市历年水稻产量和6~9月5cm平均地温的关系, 提出水稻高产的地温指标。根据不同年份和水稻的不同发育阶段采取不同的灌溉措施, 通过调控5cm地温使之达到高产的要求。通过1986~1990年的试验, 水稻均获得了高产, 提供了冷凉气候区水稻高产稳产的一种调控技术。

关键词: 5cm地温 灌溉措施 水稻

引 言

延边朝鲜族自治州有种植水稻的传统, 由于延边的地理位置, 使得水稻生育季节里经常发生低温冷害。据统计1949年以来的气象资料, 不同程度的低温冷害平均三年一次, 轻度低温冷害可造成30%左右的减产, 重度低温冷害可造成60%以上的减产, 甚至颗粒无收。为探索在冷凉气候条件下水稻高产的地温调控技术, 我们选取延边州内气候有代表性的敦化市做试验研究。

1 自然地理概况

敦化市(42°45'~44°32'N、127°30'~129°15'E)位于长白山北麓, 地形西高东低, 平均海拔高度756m、最高峰老爷岭海拔1696m。牡丹江发源于敦化市西南的牡丹岗, 流域面积占全市面积的88.39%。牡丹江及其支流冲积形成的河谷多为平川, 土地肥沃, 适合水稻种植。敦化属于北温带湿润气候区的冷凉气候, 年平均气温2.6℃, 年平均降水量621.4mm、年日照时数2477.3h。5~9月农作物生长季积温2432.0℃, 日照时数

1077.6h, 日照百分率50%, 无霜期115~130天。敦化市按 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温把全市划分为4个气候类型区。牡丹江及各支流、各河段由于海拔高度、地势、植被以及气温等共同影响, 上、下游水温亦存在差异, 5~9月平均水温在12.9~17.6℃之间。

2 水稻高产地温指标的确定

根据敦化市1965~1984年历年水稻平均产量, 用正交模拟的方法进行趋势产量模拟, 方程为: $Y = 285.45 + 4.431\Phi_1(X) + 1.874\Phi_2(X)$ 求得逐年的产量, 再通过线性相关系数的计算, 敦化市的水稻产量和6~9月5cm平均地温的相关系数 $r = 0.7004$, 达到极显著水平。如果把水稻产量大于 $6000\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 定为丰年、 $5200 \sim 6000\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 定为平年、小于 $5200\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 定为欠年, 则丰年地温在 $19.0 \sim 19.6^{\circ}\text{C}$, $\leq 18.7^{\circ}\text{C}$ 地凉造成明显减产, $\geq 19.9^{\circ}\text{C}$ 地热早衰减产。分析1958~1990年水稻产量与6~9月各月5cm平均地温关系, 得出各月地温指标为: 6月5cm平均地温指标为 $17.0 \sim 17.7^{\circ}\text{C}$, 7月5cm平均

① 吉林省青年科学基金92-96资助

地温指标为 21.0°C ，8月5cm平均地温指标为 20.5°C 。作为水稻高产的下限指标，即当6月5cm平均地温 $<17.0^{\circ}\text{C}$ 为典型低温年，生产上不施穗肥，采取提高地温促早熟措施。减数分裂期和花期深水灌溉，预防障碍型冷害。6月5cm平均地温在 $17.0\sim 17.7^{\circ}\text{C}$ 之间时，作为警戒指标，做好预防低温促早熟准备。如7月5cm平均地温 $>21.0^{\circ}\text{C}$ ，8月上旬无明显降温可施穗肥。8月5cm地温 $>20.5^{\circ}\text{C}$ ，可晚撤水，延长生育期，利用后期热量条件达到高产；如7月5cm地温 $<21.0^{\circ}\text{C}$ ，不能施穗肥，8月深水灌溉预防障碍型冷害发生，早撤水，促早熟，防止延迟型冷害。

统计敦化市1953~1982年粮豆总产与5~9月平均积温的关系，处在冷凉气候区的敦化5~9月积温比平均值 (2432.0°C) 多或少 50.0°C ，即决定了农业上的丰、欠。在丰年中5~9月积温每增加 1.0°C ，全市水稻增产 $8.7\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ，在欠年中5~9月积温每减少 1.0°C 全市水稻减产 $8.1\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ；6~9月5cm地温的逐日平均值为 18.7°C ，经计算在低于 19.0°C 的情况下，每升高 0.1°C ，全市水稻产量平均增加 $180\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ；在高于 19.6°C 时每升高 0.1°C ，全市水稻产量平均减少 $180\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

3 地温在水稻生长中的作用

从普遍意义上说，土壤温度是生态气候资源，是影响土壤肥力的重要因素之一，对植物的生长发育特别是对根系的活动、土壤中各种酶以及氮、磷、钾、锌等元素的活性和有效性有重大影响。水稻田中的地温有别于旱田，由于地气间增加了水这一介质，从而也增加了地温的可调性。水稻不同发育期地温的作用不同。抛插秧至分蘖期，地温低使水稻根系活力弱，吸收养分能力差，易造成水稻僵苗缓发和有效分蘖减少；幼穗分化至孕穗期地温低，则会导致供氮能力减弱，这

时水稻脱氮将直接影响产量。

4 根据地温指标确定调控技术

基于水的热容量比较大，将水稻田以田埂围成的个个小面积为单位，则水稻田中的水可作为热量的储存器，又可以是地温的调节器，使稻田的水层起到旱田塑料薄膜的作用，水层的变化就相当于塑料薄膜的覆膜、揭膜的作用。通过稻田中水的调节、控制进而调节水稻的生态环境，控制地中温度和水稻的生长发育阶段，使水稻在一定计划栽培下达到高产的目的。

4.1 利用水层深、浅调节地温

根据我们的观测数据分析，冷凉气候区中水稻田逐层水温的变化是按月各异的。5~9月水深每增加1cm，平均水温递减 0.25°C 。所以可根据水稻的不同发育期，结合生态环境和发育进度用水层来调节稻田温度。在水稻生长前期由于太阳光照弱，气温、地温低的特点，结合水稻幼苗生长特点进行浅灌水，既有利于地温的提高，又利于水稻根系的通气，对水稻根的生长极为有利，拔节以后水稻进入对低温敏感的颖花分化期及即将到来的孕穗期，气温逐渐升高。此时稻穗进行分化发育，营养生长和生殖生长同时进行，生育旺盛、光合作用强。如果此时遇到高地温和低地温，会造成颖花大量退化。因此应调控水分采用以水降温或保温措施，使地温保持适宜，减少颖花不孕和退化，满足水稻的生理需水和生态需水。

表1中1986年属于延迟性冷害的低温年，5cm地温 18.1°C ，进行浅水灌溉，增加水温从而提高地温，结合少施肥的原则，化肥施用量比常年少20%，没有追穗肥；1988年为高温年，采用深水灌溉，水深8.5cm，是1986年的1.7倍，结合多施肥的原则，延长水稻生育期，充分利用热量条件。同年度的7月15日至7月30日孕穗期间遇障碍型冷害，则生产上采取保护措施，深灌水达

11.0cm 保护了水稻不受冷害。

表1 试验点气候条件与水稻产量

时间/年	冷害类型	5~9月 积温/°C	6~9月 地温/°C	灌水深度 /cm	撤水 时间	产量 kg·hm ⁻¹	社会产量 kg·hm ⁻¹
1986	延迟	2357	18.1	5	8月26日	4500	1684
1987	无	2458	18.5	7.3	9月12日	5750	2750
1988	障碍	2519	19.6	8.5	8月末	5000	2500
1990	无	2502	19.1	7.1	9月22日	5730	4500

4.2 利用撤水时间调节地温

从表1的撤水时间看,低温年应提早撤水,补偿气温下降使水稻在灌浆成熟期因达不到一定的地中温度而使热量条件不满足而出现的亏损;高温年在 地温达到指标的情况下,晚撤水充分利用后期的热量条件。如1987年在9月12日撤水,1988年由于灌溉水不足8月末断水,1990年9月份降水多,一直到10月中旬收割前,田里一直存有表皮水。

4.3 利用水的动、静变化调节地温

稻田水温变化除受气候、灌水影响外,还受地表生态的影响,根据我们试验在水稻封行以前,静水的温度比动水的温度高2.0°C左右,水稻封行以后动水的温度比静水的温度每天高1.0°C。因此在地凉的情况下,在水稻生长前期宜采用静水灌溉(晒水灌溉),后

期采用流动水灌溉来提高地中温度。

5 结论

该技术能在低温冷害年通过调控水分达到调控地中温度的目的。既可以不提早水稻的生育期,也不延迟生育期,能够充分利用水稻生育期内的气象条件,获得丰收,也能在无低温冷害时增加水稻的产量。若想通过此技术获得水稻高产,首先根据年景趋势预报来搭配品种,高温年多种些高产晚熟品种、低温年以早熟品种为主;其次根据气温和降水情况采取不同措施,高温少雨年实行高水高肥防止早衰;高温多雨年高肥而用水适中;低温年浅灌水少用氮肥,多用磷、钾肥,以促水稻早熟,同时进行跟踪预报服务,根据延边州内各气象站5cm地温指标预报未来5cm地温的进展情况,以此调整水稻用水深度、撤水时间及化肥的施用量。

The Regulating Technique of the Soil Temperature for Rice Output Increase in a Cold Climate

Zhang Fengqi

(Yanbian Agrometeorological Test Station, Jilin Province 133001)

Liu Xing

(Dunhua Meteorology Office)

Abstract

By analyzing the relation of annual rice output and the average soil temperature at 5cm level from June to September in Dunhua city, Jilin Province, the technique of the soil temperature index was presented according to different time and growth stages of rice. By regulating soil temperature at 5cm level, the highly efficient production according to the four-year-test from 1986 to 1990 was obtained. A regulating technique of the soil temperature for steady rice output increase in a cold climate was suggested.

Key Words: soil temperature irrigating measures rice production