

# 小麦田间结露研究\*

许秀娟<sup>1</sup> 商鸿生<sup>2</sup> 井金学<sup>2</sup>

(1 西北农业大学基础课部, 2 植保系, 陕西杨陵·712100)

**摘 要** 依据4年小麦田间结露研究及农田小气候观测资料, 确定了陕西省杨陵区二道塬麦田3/5株高处露的形成和消失条件分别为周围空气相对湿度 $\geq 91\%$ 及 $\leq 89\%$ ; 分析了麦田露形成、消失和持续时间的垂直分布规律。4月中旬~5月下旬麦田3/5株高处的露时平均为12.77~13.64 h, 最长达15.84 h; 露量平均为0.07~0.10 mm, 最大达0.18 mm。

**关键词** 露, 露时, 露量, 小麦田

**中图分类号** S162.4, S161.31

露是一种常见的天气现象, 它是指傍晚或夜间由于辐射冷却, 使空气中的水汽在地面或近地面物体上凝结而成的水珠<sup>[1]</sup>。露存在时间(简称露时)的长短, 对于多种植物病害非常重要。结露、降水等能造成植物体表面湿润, 是多种病原真菌侵染的必要条件, 而以结露最有利, 露时和露量则决定病菌侵入率的高低。

在关中灌区以赤霉病对穗部和雪霉叶枯病对麦株上部叶片的侵染最为重要, 两者严重程度分别与穗部和叶片表面保持湿润时间(结露时间)有密切关系, 该因子已成为病害预测和防治决策模型的重要参数<sup>[2]</sup>。

小麦抽穗后是病害的多发期, 作者于1986~1989年对杨陵区该时期麦田中露的形成、消失时间、露量及农田小气候进行了观测和研究。

## 1 观测方法和数据处理

### 1.1 观测时间和地点

1986, 1988 和 1989 年 4 月中旬~5 月下旬分别在杨陵区二道塬及一道塬麦田观测。1987 年 4 月中旬~5 月下旬在三道塬的西北农大农作二站 202 麦田进行了观测。

### 1.2 观测方法

用目测法观测并记载麦田 20 cm 以下、20~30 cm、2/3 株高处及冠顶各层次露的形成、消失时间; 用称重法测定株高 2/3 处露量; 用阿斯曼通风干湿表在 8:00, 14:00, 20:00 测定株高 20 cm、2/3 株高处、冠顶及 150 cm 处的温、湿度; 用自行设计制造的微型百叶箱内的温、湿度计自动记录 2/3 株高处昼夜温、湿度变化。同时观测小麦生育期。

### 1.3 数据处理

露和农田小气候观测资料按地面气象观测规范统计。各正点及露形成、消失时的温、湿度依据气象常用表(2号)第12, 13表由温度、相对湿度自记记录进行时差、器差订正而得。露点温度根据气温、相对湿度从湿度查算表求得。

收稿日期: 1994-04-18.

\* 陕西省重点科技项目资助课题。

## 2 结果和分析

### 2.1 麦田 2/3 株高处露形成、消失条件

由图 1,2 可见,午后由于太阳辐射减弱,麦田株间净辐射及热量收入减少。16:00 后,株高 2/3 处气温急剧下降,同时土壤蒸发及植株蒸腾减弱,露点也随之下降。由于辐射冷却,气温下降速度比露点快,气温-露点差缩小,相对湿度逐渐上升。1986 年 5 月 6 日 22:00 相对湿度升至 94%,气温-露点差减小至 1.0℃,麦田 2/3 株高处露已形成。而 1988 年 5 月 18 日 19:00 相对湿度已升至 93%,气温-露点差降至 1.1℃,19:30 观测到露。尽管上述两日是不同年份,前期天气条件及观测地点不同,露形成时间相差 1.5 h,但露形成时相对湿度及气温-露点差的差异均较小,仅分别差 1% 及 0.1℃。

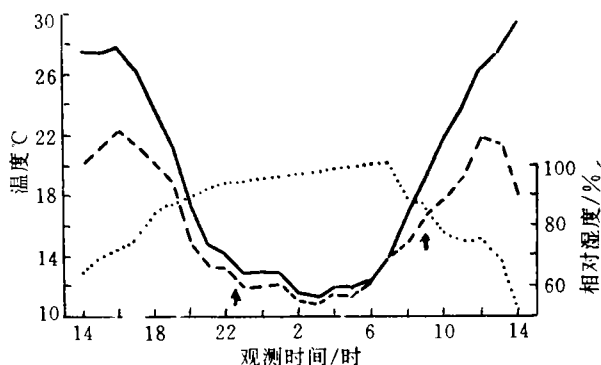


图 1 麦田 2/3 株高处气温、露点温度和相对湿度日变化  
(1986 年 5 月 6~7 日)

——气温;.....相对湿度;---露点温度;↑露形成或消失

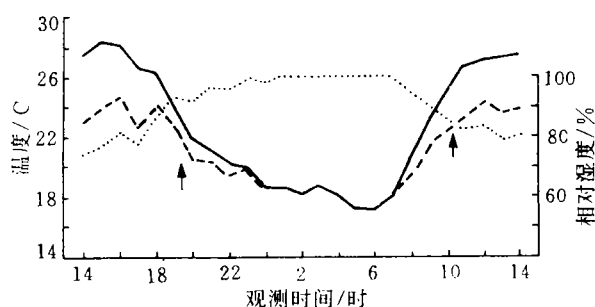


图 2 麦田 2/3 株高处气温、露点温度和相对湿度日变化  
(1988 年 5 月 18~19 日)

——气温;.....相对湿度;---露点温度;↑露形成或消失

湿度为 91%~99%<sup>(3)</sup>的结果是一致的。露的形成需要晴朗无风的天气,在这种气象条件下,由于辐射冷却,植物叶面温度比其周围空气温度要低 0.4~1.4℃或更多<sup>(3~5)</sup>,因此当周围空气相对湿度<100%时,虽然气温还大于露点,但叶温已等于露点,空气中的水汽就能在叶面上凝结成露珠。据此,麦田 2/3 株高处露形成的气象条件为:晴朗无风的夜晚,空气相对湿度≥91%;相对湿度 91%~95%露形成的机率为 85%。

日出后,麦田气温随太阳辐射的增大而迅速回升,露点也上升,相对湿度下降,露水蒸发而消失。由图 1 可见,1986 年 5 月 7 日 8:50 露消失,此时麦田 2/3 株高处相对湿度降至 87%,气温-露点差增大为 2.2℃。图 2 表明,1988 年 5 月 19 日露延续到 10:10 才消

表 1 麦田 2/3 株高处露形成时各相对湿度出现日数(4 月中旬~5 月下旬) d

| 年 份  | 相对湿度(%) |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|------|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
|      | 91      | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
| 1986 | 2       | 4  | 2  | 4  | 4  | 3  | 1  | 0  | 1  | 1   |
| 1988 | 2       | 5  | 5  | 4  | 2  | 2  | 1  | 0  | 1  | 0   |
| 1989 | 8       | 12 | 5  | 5  | 3  | 0  | 2  | 0  | 0  | 0   |
| 共计   | 12      | 21 | 12 | 13 | 9  | 5  | 4  | 0  | 2  | 1   |

失,此时相对湿度降至 86%,气温-露点差为 2.5℃.虽然上述两个典型日露消失时间相差 1.20 h,但露消失时的相对湿度及气温-露点差却十分接近.经统计,3 年麦田 2/3 株高处露消失时周围空气相对湿度均 $\leq 89\%$ ,其中 80%~89%出现 72 d,机率为 91%(表 2).由此可得,麦田 2/3 株高处露消失的条件为空气相对湿度 $\leq 89\%$ ,其中相对湿度 80%~89%露消失的机率为 91%.

表 2 麦田 2/3 株高处露消失时各相对湿度出现日数(4 月中旬~5 月下旬) d

| 年 份  | 相对湿度(%) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|      | 70~79   | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 |
| 1986 | 4       | 4  | 1  | 3  | 2  | 2  | 1  | 2  | 1  | 1  |
| 1988 | 1       | 1  | 2  | 3  | 2  | 3  | 2  | 3  | 3  | 2  |
| 1989 | 2       | 0  | 4  | 2  | 2  | 2  | 6  | 4  | 3  | 5  |
| 共计   | 7       | 5  | 7  | 8  | 6  | 7  | 9  | 9  | 7  | 8  |

## 2.2 麦田露的垂直分布

本研究规定,晴朗无风的傍晚至次晨露量 $\geq 0.01$  mm 计作露日.以露日较多的 1986 年 5 月上旬为例,分别统计麦田 20 cm 以下、20~30 cm、2/3 株高处及冠顶等不同层次露的形成、消失时间及露时(表 3).

表 3 麦田露的垂直分布(1986 年 5 月上旬)

| 项 目   | 形成时间  |       |          |       | 消失时间 |       |          |       | 露时(h) |       |          |       |
|-------|-------|-------|----------|-------|------|-------|----------|-------|-------|-------|----------|-------|
|       | 冠 顶   | %株高   | 20~30 cm | <20cm | 冠 顶  | %株高   | 20~30 cm | <20cm | 冠 顶   | %株高   | 20~30 cm | <20cm |
| 平 均   | 23:55 | 22:37 | 21:10    | 20:40 | 8:30 | 9:28  | 10:45    | 12:13 | 8.35  | 10.51 | 13.35    | 15.33 |
| 最早(长) | 23:20 | 21:40 | 20:40    | 20:10 | 7:30 | 8:30  | 10:20    | 12:10 | 9.40  | 12.50 | 14.40    | 16.10 |
| 最晚(短) | 02:10 | 24:00 | 21:30    | 21:10 | 9:20 | 10:30 | 11:30    | 12:20 | 5.40  | 8.30  | 13.10    | 14.40 |

由表 3 看,麦田不同层次的露由下而上先后形成,最早从 20 cm 以下于 20:40 开始,最迟在冠顶于 23:55 形成,先后相差 3.15 h.露的消失则相反,最早在 8:30 由冠顶消失,最迟于 12:13 株高 20 cm 以下的露才消失,先后相差 3.43 h.露在叶面上的持续时间对研究植物病害来说是一种重要的资料.麦田不同层次的露时以冠顶最短,平均为 8.35 h,株高 20 cm 以下最长,达 15.33 h.就极端情况而言,冠顶、2/3 株高处、20~30 cm 和 20 cm 以下的最长露时分别达 9.40、12.50、14.40 和 16.10 h.上述资料说明麦田中露的形成、消失时间及露时随植株内的高度而变化,20 cm 以下露形成最早、消失最晚、露时最长.随植株内高度的增加,露形成时间推后,消失时间提前,露时亦相应缩短.麦田中露的这种垂直分布状态主要是由于株间相对湿度随高度上升而下降所造成的.

## 2.3 露日、露时和露量

据 1986~1989 年的资料统计,4 月中旬~5 月下旬麦田 2/3 株高处的旬平均露日、露时和露量见表 4.

由表4可见,4月中旬~5月下旬麦田2/3株高处的旬平均露日在4.7~7.3 d,旬平均露时在12.14~13.38 h,最长露时除5月下旬14.10 h外,其余各旬均在15 h以上。露时的记录值与Baier,Burrage和Conlas在南美半干旱内地和英国的测定结果十分接近<sup>(3)</sup>。

表4 麦田2/3株高处的露日、露时和露量(1986~1989)

| 时 段  | 露日(d) |    | 露时(h) |       | 露量(mm) |      |
|------|-------|----|-------|-------|--------|------|
|      | 平均    | 最多 | 平均    | 最长    | 平均     | 最大   |
| 4月中旬 | 5.5   | 7  | 13.38 | 15.40 | 0.10   | 0.11 |
| 4月下旬 | 4.7   | 5  | 13.13 | 15.50 | 0.11   | 0.18 |
| 5月上旬 | 5.7   | 8  | 12.45 | 15.30 | 0.08   | 0.15 |
| 5月中旬 | 5.7   | 7  | 12.13 | 15.05 | 0.09   | 0.16 |
| 5月下旬 | 7.3   | 9  | 12.46 | 14.10 | 0.07   | 0.14 |

4月中旬~5月下旬旬平均露量为0.07~0.11 mm。其中以1988年4月26~27日和5月16~17日的露量最大,分别达0.18 mm和0.16 mm。露量的大小受降水的影响较大。一般来说,雨后初晴露量较大,随着晴天的持续露量逐渐减少。如1989年4月27~29日的过程降水量35.8 mm,5月1~5日持续晴天,露量由5月1日的0.13 mm逐渐减少至5月5日的0.04 mm。

### 3 小结与讨论

在晴朗无风的夜间麦田2/3株高处露的形成条件为周围空气相对湿度 $\geq 91\%$ ,相对湿度 $91\% \sim 95\%$ 露形成的机率为85%;露的消失条件为相对湿度 $\leq 89\%$ ,其中相对湿度 $80\% \sim 89\%$ 露消失的机率为91%。

麦田露的形成、消失时间和露时随植株内的高度而变化。20 cm以下露形成最早,消失最晚,露时最长。随植株内高度增加,露的形成时间推后,消失时间提前,露时亦相应减少。4月中旬~5月下旬麦田2/3株高处的旬平均露日4.7~7.3 d,旬平均露时12.23~13.64 h,最长达15.84 h,旬平均露量0.07~0.11 mm,最大露量0.18 mm。

本文仅对麦田中露的一般规律进行分析研究。麦田中的露是复杂的现象,它受天气条件、小麦生育期与生长状况以及生产措施等诸多因素的影响,再加上目测法带来误差,使各年露的形成、消失条件及露时、露量存在一些差异。如麦田2/3株高处相对湿度为 $85\% \sim 89\%$ 露消失机率1989年达66%,而1986年仅27%(表2)。又如1989年5月下旬露最早从20 cm以下于19:26形成,最迟在冠顶于20:10形成,先后相差44 min,露的消失时间20 cm以下与冠顶相差1.29 h,冠顶及20 cm以下露时分别为11.85及14.07 h,与文中的1986年5月上旬相比,露的形成、消失时间及露时上下层的差值较小。这些差异主要是由麦田的群体结构引起的,还是由天气条件引起的,还有待进一步探讨。

表5 麦田露的垂直分布(1989年5月下旬)

| 项 目   | 形成时间  |       |          |       | 消失时间 |      |          |       | 露时(h) |       |          |       |
|-------|-------|-------|----------|-------|------|------|----------|-------|-------|-------|----------|-------|
|       | 冠顶    | %株高   | 20~30 cm | <20cm | 冠顶   | %株高  | 20~30 cm | <20cm | 冠顶    | %株高   | 20~30 cm | <20cm |
| 平 均   | 20:10 | 20:00 | 19:37    | 19:26 | 8:01 | 8:22 | 8:57     | 9:30  | 11.51 | 12.22 | 13.20    | 14.04 |
| 最早(长) | 19:50 | 19:40 | 19:10    | 19:00 | 7:30 | 7:50 | 8:20     | 8:40  | 12.40 | 13.20 | 14.50    | 16.00 |
| 最晚(短) | 20:30 | 20:00 | 20:00    | 19:50 | 8:40 | 9:00 | 10:00    | 11:00 | 11.10 | 11.30 | 12.20    | 12.30 |

致谢:承蒙西北农业大学基础课部吉中礼副教授审阅并提出宝贵意见;西北农业大学植保系、陕西省农校和仪祉农校侯江龙、刘永胜、李君喻等同学参加观测工作,一并致谢。

### 参 考 文 献

- 1 中央气象局. 地面气象观测规范. 北京:气象出版社,1979
- 2 商鸿生,王树权,井金学. 关中灌区小麦赤霉病流行因素分析. 中国农业科学,1987,20(5):71~75
- 3 Norman J, Rosenberg L B, Shashi B V. Microclimate the biological environment (second edition). New York, 1983: 175~177
- 4 [日]坪井八十二编,侯宏森等译. 新编农业气象手册. 北京:农业出版社,1985:91~92
- 5 翁笃鸣主编. 小气候和农田小气候. 北京:农业出版社,1981:233~234

## Dewfall in Wheat Fields

Xu Xiujuan<sup>1</sup> Shang Hongsheng<sup>2</sup> Jing Jinxue<sup>2</sup>

(1 Basic Course Department, 2 Department of plant Protection, Northwestern  
Agricultural University, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract** Based on the 4 years' study of dewfall in wheat fields and the observed and determined data of farmland microclimate, this paper analysis the conditions of dew condensation and disappearance at the 2/3 plant height of wheat in wheat fields on the second tableland of Yangling District of Shaanxi Province, i. e, they are over or equal to 91% and less than or equal to 89% of the relative humidity in the ambient air respectively. Also, this paper analyses the vertical distribution law of time for dew condensation, disappearance and duration. The mean dew duration is 12.77~13.64 h; the longest dew duration is 15.84 h; the mean quantity of dew is 0.07~0.11 mm; and the maximum dew is 0.18 mm at the 2/3 plant height of wheat in wheat fields from the second decade of April to the third decade of May.

**Key words** dew, dew duration, dew quantity, wheat field