第14卷第2期　　西北农业大学学报　　Vol.14,No.2
1986年6月　　Act.Univ.Sept.Occ.Agri.　　June, 1986

小麦白粉菌有性时期的寿命、成熟和作用*

张志德　李振岐

（西北农业大学植保系）

摘　　要

小麦成熟期病株上的闭囊壳都是不成熟的；干燥条件下不产生子囊孢子，淹没在18℃水中亦不产生孢子，但能存活2天。在室内干燥条件下，闭囊壳存活期限，多雨年份（1984）约在8月上旬，干旱年份（1985）约在9月上旬。子囊孢子产生的适温是16.5—18.5℃，但在31.7—36℃和降雨7.6mm的条件下仍有16.7%的闭囊壳产生孢子。高温和高湿交替作用，易使闭囊壳失去生活力；50℃干热处理10天，25%的闭囊壳诱发出了子囊孢子。用带有闭囊壳的病叶大量接种小麦，只获得了0.05%的病叶率，因此在本地闭囊壳在侵染循环中的作用是不重要的。

关键词　小麦白粉菌；闭囊壳

关于禾谷类白粉菌有性时期的寿命、成熟条件和作用，国内外都曾有报道[1-11]，由于各地的气候条件不同，所得的结果也不相同。这些研究结果，为深入了解白粉菌有性时期在当地自然条件下，在病害侵染循环中的作用，提供了依据。小麦白粉菌有性时期在陕西省的情况如何，尚无报道。因此作者在陕西武功就此进行了研究，现报道如下。

材料和方法

1983、1984年秋，在田间播种感病品种矮丰三号小麦，接种小麦白粉菌；春季经常洒水，促进病害发展蔓延。由于诱发闭囊壳产生子囊孢子所需要的时间，随着采集的月份向后推移而缩短[11]，因此在6月上旬小麦成熟时，选择密布黑色闭囊壳的病叶采集，晒干后保存于室内干燥处备用。

1、闭囊壳自然成熟度检查：收麦前取已发黄的病叶，检查子囊孢子形成情况，麦收后将选择的病叶，保存在室内普通干燥条件下，逐期取样直接镜检，凡产生了子囊孢子

*本校植保85届毕业生贾明贵、张云平同学参加部分工作，程炜芳同志协助工作。

本文于1985年6月3日收到，1986年1月收到修改稿。

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n

的即为成熟的闭囊壳。

2、闭囊壳淹水试验：将病叶夹于尼龙纱中，完全淹没在自来水中，置于气温18℃环境中，经实测水温亦在18℃左右。试验从6月15日开始，一天后，逐日取样检查子囊孢子产生情况，然后随即将检查过的材料进行再培养后再检查产孢情况。

3、温度对闭囊壳成熟的影响试验：利用地道和与地道连接的温室各处温度的差异，选择温度稳定的地方八处，将供试材料置于各处，保持在100%相对湿度下，培养6天后镜检闭囊壳产生子囊孢子的情况。培养期间每日早、中、晚定时实测三次各处气温。试验从6月15日开始。

4、闭囊壳的地面处理试验：将病叶夹在尼龙纱中分三种处理，即一种处理置于地表完全自然条件下；另一种处理置于地表，在无雨时，每隔2—4天于傍晚洒水一次（一平方尺，三斤水）；再一种处理每日傍晚洒水一次（1.5斤/尺^2）。以上处理在8—11天后，定期取样检查闭囊壳形成子囊孢子的情况，并于每次检查后，如有必要随即进行再培养和再检查产孢情况。

5、闭囊壳的干热和干湿交替处理试验：试验在温箱中进行，供试病叶分为两组，一组作干热处理，将材料置于室温、35、40、45和50℃不同温度下，处理3、6和10天后，置于适宜条件下再培养和检查子囊孢子产生情况；另一组材料作干湿交替处理，即先干热处理24小时，然后水浸约半小时，继续热处理，在第3天和第6天取样后，如法将此过程重复两次，直到第10天为止。每次取样后，及时进行再培养镜检产孢情况。

6、闭囊壳的寿命测定：将保存在室内干燥条件下的病叶，定期取样进行再培养后检查测定闭囊壳产生子囊孢子持续的期限。

7、有性时期侵染试验：①在校园田间分期播种矮丰三号小麦，同步接种有闭囊壳的病叶，每日傍晚洒水湿润地面，6天后检查田间闭囊壳产生子囊孢子情况；潜育期满后，检查发病情况。②盆栽接种，分两种处理，一种用1厘米长的病叶段直接放在2叶期麦苗盆中，保持盆面潮湿15天；另一种先将闭囊壳培养成熟（成熟率11%），然后接种在潮湿的盆面上，并保湿10天。保湿的方法是盆下吸水和盆面喷水相结合，以保证子囊孢子的放射条件。对照不接种。各种盆栽处理，皆用玻罩隔离，置于房檐下阴凉处。

8、诱发子囊孢子：以上各项试验因素对闭囊壳成熟的影响，皆以经过诱发培养后，子囊孢子产生与否作为闭囊壳成熟与否和存活与否的标志。试验中所要求的再培养（即诱发培养），根据我们的经验和国内外的报道[2,10,11]，先将供试材料用水浸湿，然后在18℃下保湿培养6—7天，子囊孢子的产生即可达到盛期，此时镜检较为适时。

试验结果

（一）干燥对闭囊壳成熟的影响

在大气自然湿度下，病叶上的闭囊壳，不论是收获前在植株上，或收获后保存在室内，直到9月28日都不能自然成熟（产生子囊孢子），但绝大多数的闭囊壳都有子囊形成，不形成子囊的和空壳的只占极少数（表1）。6月9日检查时，79.3%的闭囊壳形

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n

成了子囊，20.7%的闭囊壳未形成子囊。经过一个多月的贮存，产生子囊的闭囊壳增加到98%。看来在普通大气湿度下，形成子囊的过程有可能继续进行，此点有待进一步研究。

表 1　在干燥条件下闭囊壳的成熟情况（1984年）

检查时间（月·日）	各种发育状态闭囊壳的百分率（%）			
	未形成子囊	已形成子囊	已形成子囊孢子	空　壳
6.9	20.7	79.3	0	0
7.15	2.0	98.0	0	0
7.31	6.3	93.7	0	0
8.8	5.1	94.9	0	0
8.16	1.1	93.5	0	4.3
8.24	0	97.8	0	2.2
9.5	0	97.0	0	3.0
9.13	0	93.1	0	6.9
9.28	1.5	92.5	0	6.0

注：室内最高日均气温29.7℃。

（二）淹水对闭囊壳成熟的影响

本试验虽然选择了比较适合于子囊孢子形成的温度，但在连续浸水6天过程中，逐日检查结果无一成熟；从水中取出进行2天再培养后检查，也没有成熟的，仅在淹水1天和2天后，进行6天再培养，分别有3.8%和4.3%的闭囊壳成熟（表2）。这表明淹水对闭囊壳存活影响很大，只有少数闭囊壳能残存2天。

表 2　淹水对闭囊壳存活的影响（1985年）

水淹天数	水淹后未再培养		再培养2天		再培养6天	
	壳　数	成熟率(%)	壳　数	成熟率(%)	壳　数	成熟率(%)
1	70	0	73	0	53	3.8
2	91	0	68	0	46	4.3
3	69	0	66	0	39	0
4	59	0	43	0	41	0
5	62	0	—	—	58	0
6	46	0	—	—	61	0

（三）温度对闭囊壳成熟的影响

由于考虑到，麦收后首先遇到的是闭囊壳在越夏时期能否成熟侵染自生麦苗，因此

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

选择了接近夏季的温度作试验。试验结果（表3）表明，从6月15日到6月21日，经过6天培养，在16.5,16.8和18.5℃时闭囊壳成熟率较高，即分别为20.6%、26.2%和25%；在19.7—24.2℃的其它五种温度条件下，闭囊壳成熟率在6.4—1.0%，表现出随温度升高成熟率下降的趋势。继续培养至第11天，由于前期成熟的已经放射了子囊孢子，或者闭囊壳已腐烂，因此很少见到有子囊孢子的闭囊壳。由此表明，在培养6天后检查是适宜的。

表 3　　温度对闭囊壳成熟的影响（1985年）

日平均温度（℃）	培养6天的结果			培养11天的结果		
	检查壳数	成熟壳数	成熟(%)	检查壳数	成熟壳数	成熟(%)
16.5	102	21	20.6	61	1	1.6
16.8	42	11	26.2	44	0	0
18.5	112	28	25.0	62	0	0
19.7	53	3	5.7	73	3	4.1
20.1	36	1	2.8	55	0	0
21.3	47	3	6.4	68	2	2.9
22.2	46	1	2.2	45	1	2.3
24.2	102	1	1.0	53	1	1.9

（四）田间地面湿度对闭囊壳成熟的影响

1.每日傍晚洒一次水，闭囊壳成熟情况：试验从6月14日开始，分别处理1天、2天、3天、6天、9天和12天后，镜检闭囊壳成熟情况。整个试验期间降雨三次（12.5毫米），洒水9次，折合雨量60.3毫米，合计降水量72.8毫米。结果（表4）表明，处理1天闭囊壳没有成熟，处理2、3、6、9和12天，闭囊壳成熟率分别为3.0、1.7、4.5、5.9和22.5%。显然在变温变湿条件下，闭囊壳成熟的速度比皿内定温定湿条件下慢得多，要在12天以后闭囊壳的成熟才能达到盛期。

表 4　　每日傍晚洒一次水的闭囊壳成熟情况（1985年）

地表处理天数	检查壳数	成熟壳数	成熟率(%)	相邻两次检查间隔期地面平均温度（℃）
1	68	0	0	23.5（21.7—23.5）
2	33	1	3.0	27.4（25.3—29.5）
3	59	1	1.7	30.5（29.5—31.5）
6	44	2	4.5	28.1（22.4—32.3）
9	34	2	5.9	26.7（22.4—29.0）
12	71	16	22.5	31.0（27.5—34.6）

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n

2.每隔2—4天，傍晚洒一次水的闭囊壳成熟情况：试验从7月17日开始，分别处理8天、14天和21天后，镜检闭囊壳成熟情况。结果（表5）表明，在处理8天和14天后，闭囊壳成熟率仅有1.8%，到21天后成熟率为0%。三次再培养后的成熟率分别为6.5%，0%和1.4%，而且最后一次再培养产生的子囊孢子，其内含物聚集为粗大的颗粒，已成为无效孢子。这一结果表明，在高温条件下，间歇性的高湿与高温交替作用能加速闭囊壳的死亡。

表 5　　每隔2—4天洒一次水的闭囊壳成熟情况（1985年）

检查日期	检查壳数	成熟率（%）	相邻两次检查间隔期地面均温	各期累计降洒水量及次数	再培养后	
					检查壳数	成熟(%)
25/7	56	1.8	36（32.4－37.8）	3次　33.2mm	80	6.5
31/7	57	1.8	31.7（26.2－36）	5次　48.1mm	90	0
7/8	57	0	33.9（28.2－38.2）	7次　71.9mm	69	1.4

3.地面完全自然条件下闭囊壳成熟情况：试验从7月17日开始，与上述每隔2—4天傍晚洒一次水的处理在同一地点同步进行。试验期间，于7月21、23和28日及31日各降一次雨，总计降雨17.9毫米。在第三次降雨（三次累计降雨7.6毫米）后的第三天（7月31日）检查，闭囊壳的成熟率由处理8天后的3.5%上升到16.7%（表6），两次检查前间隔期的地面均温都在30℃以上，这表明在较高的变温条件下，只要雨水适当，部分闭囊壳是可以成熟的。

表 6　　地面自然条件下闭囊壳成熟情况（1985年）

检查日期	检查壳数	成熟壳数	成熟率（%）	相邻两次检查间隔期地面均温	各期累计降雨量及次数（毫米）
25/7	57	2	3.5	36（32.4－37.8）	2次　6.2
31/7	54	9	16.7	31.7（26.2－36）	3次　7.6
7/8	45	6	13.3	33.9（28.2－38.2）	4次　17.9

（五）干燥和干湿交替处理对闭囊壳的影响

在恒温条件下，将闭囊壳以不同方式处理3、6和10天后，进行保湿培养诱发子囊孢子。结果（表7）表明，所有干热处理的闭囊壳成熟率，都显著地高于干湿交替处理，而且经50℃干热处理10天以后，遇到适宜条件，仍能较多的产生子囊孢子。但经45℃和50℃的干湿交替处理后，不能再产生子囊孢子。这一结果与每2—4日在地面洒一次水的处理对闭囊壳成熟的影响趋势是一致的，即高温条件下干湿交替作用不利于闭囊壳的存活。

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

表 7　　干燥和干湿交替处理对闭囊壳的影响（1984年）

处理方式	处理温度(℃)	处理不同天数后闭囊壳再培养成熟率（%）		
		3天	6天	10天
干湿交替	室温	5.5	7.3	16.7
	35	8.2	0	1.6
	40	3.8	3.7	11.1
	45	0	0	0
	50	0	0	0
干热	室温	24.6	10.6	26.0
	35	36.1	10.3	11.4
	40	38.3	25.0	13.0
	45	7.4	29.1	16.7
	50	3.4	26.5	25.0

注：表内成熟率为检查60—80个闭囊壳所得结果。

（六）在室内普通干燥条件下闭囊壳的寿命

由于各年雨水多少和大气相对湿度不同，闭囊壳寿命的长短也不同。两年试验结果（表8）表明，闭囊壳的存活率随时间的推移而下降。1984年闭囊壳寿命较短，6月28日，7月31日，8月8日和8月16日，经过再培养后，闭囊壳的成熟率分别为21.6、9.6、0和1.1%，此后再未培养出成熟的闭囊壳。1985年的闭囊壳寿命较长，在8月25日

表 8　　在室内干燥条件下闭囊壳的寿命

1984年		1985年	
培养日期	闭囊壳成熟率（%）	培养日期	闭囊壳成熟率（%）
28/6	21.6	17/7	21.8
31/7	9.6		
8/8	0	1/8	18.5
16/8	1.1		
24/8	0	25/8	2.9*
5/9	0		
13/9	0	9/9	1.7*
20/10	0		
27/10	0		

*子囊孢子的内含物已聚集为颗粒状。

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n

和9月9日，进行再培养后，分别有2.9%和1.7%的闭囊壳成熟，但这两期成熟闭囊壳中的子囊孢子的内含物已聚集为颗粒状，实际上失去了生活力。

1984和1985两年闭囊壳寿命的差异，主要是由于1984年各期雨量和80%以上相对湿度的日数，都高于1985年（表9），特别是7月和8月的因素起了主要作用。如1984年和1985年7月份的降雨量分别为146.1毫米和31.1毫米，相对湿度80%以上的日数分别为24天和6天。8月份降雨量分别为132.6毫米和43毫米；相对湿度80%以上的日数分别为14天和10天。这一结果与前述几项试验结果的趋势一致。

表 9　　影响闭囊壳寿命的气象因素

时　　期	降雨量（毫米）		相对湿度80%以上的日数	
	1984年	1985年	1984年	1985年
6月（中、下旬）	72.4	46.6	8	6
7月（全月）	146.1	31.1	24	6
8月（全月）	132.6	43.0	14	10
9月（上旬）	150.2	10.9	9	9

注：表内资料来源于本校农田水利试验站。

（七）侵染试验结果

1984年侵染试验从7月15日到10月19日在田间接种了8期闭囊壳，其中只有7月15日接种的产生了子囊孢子（闭囊壳成熟率21.3%），以后接种的再未产生子囊孢子，各期接种的小麦始终未发病（表10）。

表10　　1984年有性时期侵染试验情况

播种/接种日期	闭囊壳成熟率(%)	接种株数	发病株率（%）
15/7	21.3	120	0
21/7	0	259	0
31/7	0	148	0
8/8	0	149	0
16/8	0	109	0
24/8	0	130	0
5/9	0	23	0
19/10	0	—	—

1985年6月14日，在田间播种矮丰3号小麦10行，行长80厘米，6月19日出苗，6月20日将小麦成熟期所采的白粉病株，剪成一寸长的小段，撒在地面（几乎盖严了地面）作为接种源。从接种日起至7月15日止，在无雨天每日傍晚充分洒水一次（2.24m³，18斤水，折合4毫米降雨），期间洒水19次降雨6次，共计降水128.8毫米。7月17日

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

检查发病情况，此时植株基本上都有了分蘖，总茎数1032（不包括分蘖，因其太小），折合总叶数（最新的叶片不计）4128片，仅发现两个茎各有白粉病叶一片（病叶率为0.05%）、各有二和五个病斑。到7月25日检查，有五个病斑的病叶，其中四个病斑已经枯死；到9月25日检查仅留上部两片叶子活下来的有66株，其中三片叶子有多个白粉斑点。盆栽接种的全部未发病。这一结果表明，小麦白粉菌的闭囊壳，在关中平原地区，盛夏期间侵染自生麦苗的可能性虽有，但极小。1985年侵染试验结果见表11。

表11　　1985年有性时期侵染试验结果

	供试叶数	发病叶数	病叶率（%）
田间接种	4128	2	0.05
先培养后接种	81	0	0
直接接种	114	0	0
对照	90	0	0

讨论与结论

采自田间成熟病株上的闭囊壳都是不成熟的，但绝大多数都形成了子囊。将其淹没于18℃水中，或置于室内普通干燥条件下，都不能产生子囊孢子。

在关中平原地区，夏季多雨年份（如1984年），闭囊壳在室内干燥条件下，存活期限约在8月上旬，夏季干旱年份（如1985年），闭囊壳存活期约在9月上旬。据两年观察，麦收后一直放在地面自然状况下的病叶，到7月下旬至8月上旬都已腐烂，找不到完整的闭囊壳。在室外，从6月14日到26日，地表日均温23.5—31℃，每日傍晚洒一次水（降雨洒水合计72.8毫米）的条件下，地表病叶上的闭囊壳在处理的第12天，成熟率达22.5%；从7月17日至31日，在地表日均温31.7—36℃、三次降雨7.6毫米的自然条件下，地表病叶上的闭囊壳在第14天时成熟率达16.7%；从7月17日到31日，同时所作的另一组平行试验，每隔2—4天洒一次水，连同降雨共五次48.1毫米，第14天时地表病叶上的闭囊壳成熟率为0%。上述结果表明，在初夏温度较低时，连日给予闭囊壳以持续湿润条件，部分闭囊壳即可成熟；盛夏高温期间，有适量的雨水，可有小部分闭囊壳成熟，这与在30℃或28℃不能产生子囊孢子的报道[2,7,8]有所不同。虽然闭囊壳要有雨水或高湿才能成熟[2,5,7,8-11]，但是在盛夏期间，多雨或高湿与高温反复交替作用，会促进闭囊壳的死亡。室内试验表明，干热处理的闭囊壳成熟率都显著地高于干湿交替处理，也说明了这一点。

据以上情况来看，闭囊壳在夏季有两种前途，即少部分成熟，遇雨放出子囊孢子，大部分死亡或腐烂。因此田间病残体上的闭囊壳，不可能渡过夏季直接为小麦秋苗提供侵染来源。虽然有少部分闭囊壳在夏季可以成熟，但侵染试验表明，在大量接种情况

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n

下，对"自生麦苗"侵染极少(0.05%)，而且整个夏季繁衍情况很差；经我们多年对平原地区麦场边"自生麦苗"调查，均未发现白粉病。因此，在关中平原地区，闭囊壳在侵染循环中作用极小，或基本上不起作用。这一情况可能与环境条件不利于子囊孢子的侵染有关。闭囊壳在山区的作用如何，有待进一步研究。

参 考 文 献

〔1〕陶家凤等：四川西部小麦白粉病的发生与病菌生物学特性的观察，《微生物学报》，1976年，第16卷，第4期，第318—327页。

〔2〕向梅梅：小麦白粉菌有性阶段生物学特性的初步研究，《贵州农业科学》，1982年，第1期，第51—54页。

〔3〕何世川等：贵州小麦白粉病初侵染源的探讨，《植物保护学报》，1984年，第11卷，第3期，第214—216页。

〔4〕雷体文等：小麦白粉病发生规律的初步研究，《百泉农专学报》，1982年，第2期，第19—25页。

〔5〕刘逸卿等：小麦白粉菌闭囊壳发育情况研究初报，《植物病理学报》，1984年，第14卷，第1期，第57—58页。

〔6〕杜秀蓂等：小麦白粉病在秋苗上的初侵染来源，《江苏农业科学》，1983年，第8期，第39—41页。

〔7〕杜秀蓂等：小麦白粉病菌有性阶段的生物学特性，《江苏农业科学》，1984年，第7期，第20—23页。

〔8〕何世川等：小麦白粉病菌有性阶段生物学特性研究初报，《植物病理学报》，1985年，第15卷，第2期，第109—114页。

〔9〕Turner, D.M.: Studies on cereal mildew in Britain, Trans.Br.Mycol. Soc., 39 (4) 1956: 495—506.

〔10〕Moseman, J.G., and Powers, H.R.: Function and longevity of Cleistothecia of Erysiphe graminis f. sp.hordei, Phytopathology, 47 (1) 1957: 53—56.

〔11〕Koltin, Y., and Kenneth, R.: The role of the sexual stage in the over-summering of Erysiphe graminis DC. f. sp. hordei Marchal under semi-arid conditions, Ann.Appl.Biol., 65, 1970: 263—268.

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

Longevity Mature and Function of Cleistothecia of Erysiphe graminis f.sp.tritici

Zhang Zhide　　Li Zhenqi

(Department of Plant Protection, Northwestern Agricultural University)

Abstract

1、The cleistothecia of *Erysiphe graminis* f. sp.*tritici* collected from diseased leaves were not mature when wheat was harvested.

2、The survival date of cleistothecia kept under room temperature and dry conditions was about the first ten days of August during wet year (1984), and was about the first ten days of September during dry year (1985), and the cleistothecia survived for two days when they were submerged.

3、The optimum temperature for producing ascospores was 16.5-18.5℃, but 16.7% of cleistothecia produced ascospores under 31.7-36℃ and under a rainfall of 7.6mm.

4、The vitality of cleistothecia lost easily under alternate higher temperature and higher moisture. 25% of the cleistothecia treated with dry heat at 50℃ for ten days induced ascospores.

5、Only 0.05% of leaves were infected when inoculated with a lot of cleistothecia, so the function of cleistothecia is unimportant in the infection cycle in this area.

Key words: *Erysiphe graminis* f. sp.*tritici*, cleistothecia

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n