

周玉春,支崇远,王璐,等. 舟形藻的运动特征[J]. 江苏农业科学,2013,41(11):383-386.

舟形藻的运动特征

周玉春,支崇远,王璐,油秋平

(贵州师范大学生命科学学院,贵州贵阳 550001)

摘要:舟形藻具运动能力。在光学显微镜 1 000 × 下观察了舟形藻的运动特征。结果表明:舟形藻运动平均速度达 0.729 μm/min,最高速度达 1.304 μm/min,每秒移动距离可达自身体长的 1/2;舟形藻以运动中的后部为基点,前部以一定角度(0°~10°)摆动,进行基本匀速滑行格摆运动,两端都可作为运动前进方向,受到阻力时可以改变方向为后退、翻转、竖立。舟形藻可以进行光合作用,但它具有很强的运动特性,激发其运动和转向的原因需要进一步研究。

关键词:舟形藻;运动特征;规律;运动速度;转向运动

中图分类号: Q175 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)11-0383-03

硅藻是世界上最多的植物之一。地球上 70% 的氧气来自浮游植物,其中 60% 以上来自于硅藻^[1-2]。一些硅藻不仅运动速度很快,而且运动时会出现后退、翻转、竖立行为。在硅藻运动方面最可被接受的理论是 Harper 等于 1967 年提出的,该理论认为硅藻壳缝末端分泌的一个黏多糖链黏附在基质表面,通过进一步分泌这种连续的多糖链推动其向前运动^[3-4]。硅藻运动是一个被忽视的研究领域,其运动机制是一个谜^[3]。Drum 等提出,隐藏在壳缝的纤维束可能参与黏液分泌^[2-3,5],这种黏液属于纤维性质,在水的作用下发生水合形成螺旋纤维^[5]。Gordon 等和 Richard 等提出了毛细管作用机制,认为与基质接触的壳缝里充满黏性流体,在毛细管(壳缝)压力下沿缝隙排出,推动硅藻滑翔运动^[3,6]。尽管已出现许多相关假说,但还未见关于硅藻运动的详细描述和分析^[3]。本研究利用舟形藻(*Navicula available*)的录像数据研究舟形藻的运动速度、转向、促使转向因素、运动机制,以期探索硅藻运动机制提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验藻种

舟形藻采自贵州省南明河,应用微藻微吸管分离方法分离,在 F/2 培养基上纯化后保种培养。在无菌条件下将单个藻落转接到 F/2 液体培养基中,置于无菌培养室中培养,温度 25 ℃,光强 2 000 lx,光-暗周期 12 h-12 h。经预培养和扩大培养得到舟形藻纯种,在获得足够藻液后进行试验。

1.2 试验仪器

研究显微镜、光学显微镜物镜测微尺(C6 物镜测微尺)、电子秒表(PC2810)、照相机(Nikon-COOLPIX5400)、载

物片。

1.3 观察方法

在同一观测视野、同一倍数(1 000 ×)下观察舟形藻运动。在载物片上设置多个参照点,利用照相机拍照、录像,记录舟形藻运动轨迹、对光的反应、转向及独有的特殊运动;利用物镜测微尺和秒表测量舟形藻运动时间和距离。

2 结果与分析

2.1 舟形藻直线运动

舟形藻运动时有时停下。由图 1 可见,参照点 1 到参照点 2 距离为 4 μm,舟形藻通过 16 s 从参照点 1 移动到参照点 2,平均速度为 15 μm/min。舟形藻通常以直线或略弯曲线在原液中运动,倾向于离开自己群体或其他细胞。舟形藻运动时以运动中的后部为基点,前部以一定角度(0°~10°)摆动,基本匀速滑行格摆运动。运动过程中前后两端都可作为运动方向。由图 2 可见,舟形藻受到刺激后,另一端作为运动方向进行反向直线运动(实线)。

2.2 舟形藻运动速度

本研究记录了 19 次舟形藻的运动时间和距离数据,在跟踪速度数据统计上至少有 2 次数据一样,舟形藻平均速度达 0.729 μm/min,最高速度达 1.304 μm/min(表 1)。

2.3 舟形藻的转向运动

2.3.1 平行转动 当障碍物等刺激舟形藻侧面时,舟形藻在基质表面平行转动,以退出不适环境。舟形藻的平行转向运动有 2 种模式:(1)舟形藻以偏向壳缝中间点为基点,在基质表面平行转动一定角度(表 2),摆脱其他细胞,改变运动方向(图 3-a);(2)舟形藻以壳缝末端为基点,在基质表面平行转动一定角度(表 3),改变运动方向(图 3-b)。何种因素促使其平行转动以及以何种模式转动,还须进一步探索。

2.3.2 竖立转向 障碍物等刺激舟形藻壳面偏向中心位置或水量太少形成薄层时,舟形藻会竖立起来以退出不适环境。舟形藻的竖立转向运动有 2 种模式:(1)舟形藻遇到障碍物后,作为运动方向的前端(实心圆端)脱离基质表面竖起(图 4-a 的①),竖起后以另一端(空心圆端)作为运动方向,转向避开障碍物继续向前运动(图 4-a 的②);(2)舟形藻作为运动方向的前端(实心圆端)脱离基质表面竖起(图 4-b

收稿日期:2013-03-03

基金项目:国家自然科学基金(编号:41062005、30560011);贵州省科技基金(编号:黔科合外 G 字[2012]7023);贵州省科技支撑计划(编号:黔科合 SY 字[2012]3178);贵州师范大学研究生专项创新基金[编号:研(2012)15]。

作者简介:周玉春(1985—),女,河北唐山人,硕士研究生,研究方向为植物生理生态。E-mail: bai.meng.zhu@163.com。

通信作者:支崇远(1956—),男,贵州贵阳人,博士,教授,研究方向为硅藻生理生态。E-mail: zhicy@126.com。

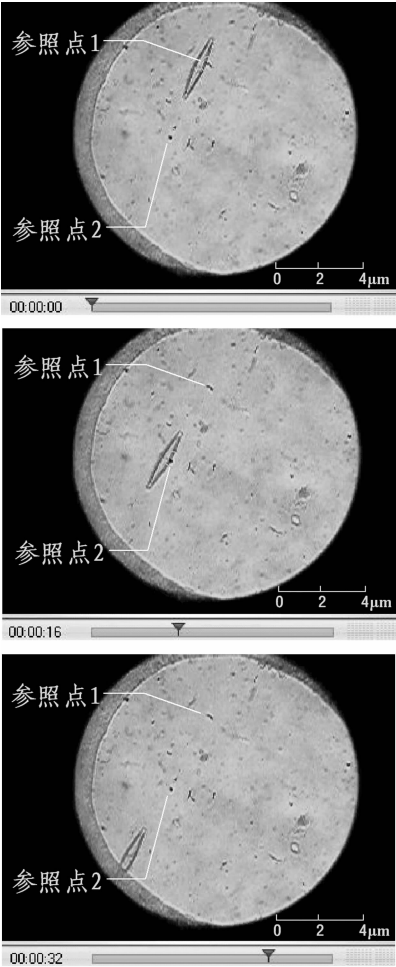
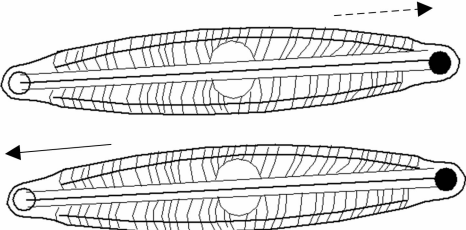


图1 舟形藻运动轨迹 (1 000x)



实心圆和虚心圆仅为区别舟形藻作为运动起始两端的人工标记,在现实中不存在。图3、图4同。图中的虚线箭头和实线箭头表示舟形藻直线运动的方向。

图2 舟形藻直线反向运动

表 1 舟形藻运动数据统计

序号	路程 (μm)	时间 (min)	速度 ($\mu\text{m}/\text{min}$)	序号	路程 (μm)	时间 (min)	速度 ($\mu\text{m}/\text{min}$)
1	2	5.42	0.370	11	1	2.70	0.370
2	1	2.38	0.420	12	2	3.27	0.612
3	3	7.43	0.404	13	4	5.00	0.800
4	1	3.07	0.326	14	1	0.93	1.075
5	1	1.63	0.613	15	1	1.22	0.820
6	10	9.93	1.007	16	5	6.52	0.767
7	7	5.97	1.173	17	3	2.30	1.304
8	8	6.72	1.190	18	1.5	3.38	0.444
9	1	1.28	0.781	19	1.5	2.52	0.595
10	1	1.28	0.781				

表 2 舟形藻转向 θ_1

序号	转动角度($^{\circ}$)	序号	转动角度($^{\circ}$)
1	15	7	27
2	60	8	35
3	20	9	45
4	30	10	18
5	25	11	40
6	12	12	70

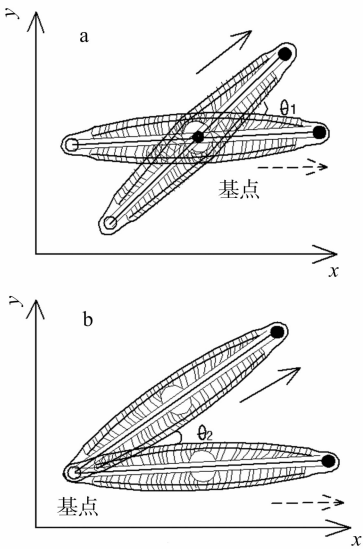


图3 舟形藻平行转动模式

表 3 舟形藻转向 θ_2

序号	转动角度($^{\circ}$)	序号	转动角度($^{\circ}$)
1	20	7	12
2	15	8	45
3	18	9	16
4	17	10	30
5	25	11	28
6	20	12	24

的①),以另一端(空心圆端)作为运动方向,转向避开障碍物向原方向返回(图 4 - b 的②),摆脱不适环境。何种机制使硅藻自身竖立还不清楚。

2.4 舟形藻对光的反应

对于刺激硅藻运动的因素研究很少。本研究发现光是刺激舟形藻运动和转向的一个因素。在光刺激下,舟形藻在运动过程中没有头部和后部之分,两端都可作为运动头部(图 5)。舟形藻可能喜欢暗光,对光照刺激很敏感。由图 5 可见,舟形藻受到强光照刺激后,后退躲避强光照,向相对暗处滑行。

2.5 舟形藻运动机制探索

Gordon 等用毛细管作用机制来解释硅藻的滑翔运动^[3,6],但本研究发现,当运动基质表面各种浮游植物对舟形藻阻力太大时,出现了图 6 所示的现象,舟形藻将自身物质迅速排出,产生强大动力来摆脱浮游植物对它的黏力;在排出液体后迅速有液体充满硅藻体,在极短的 1 s 内不足以让硅藻利用细胞外物质形成自身物质,所以在舟形藻运动过程中,不

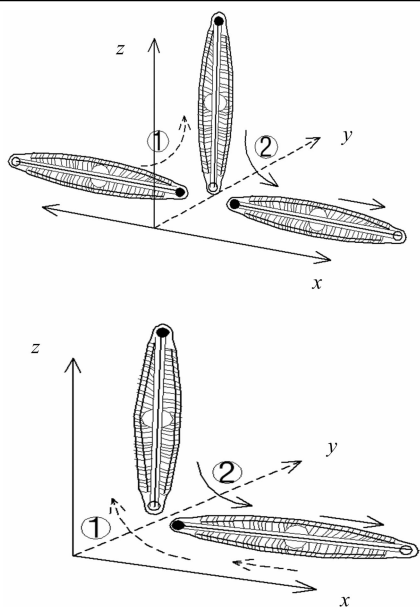


图4 舟形藻竖立转向模式

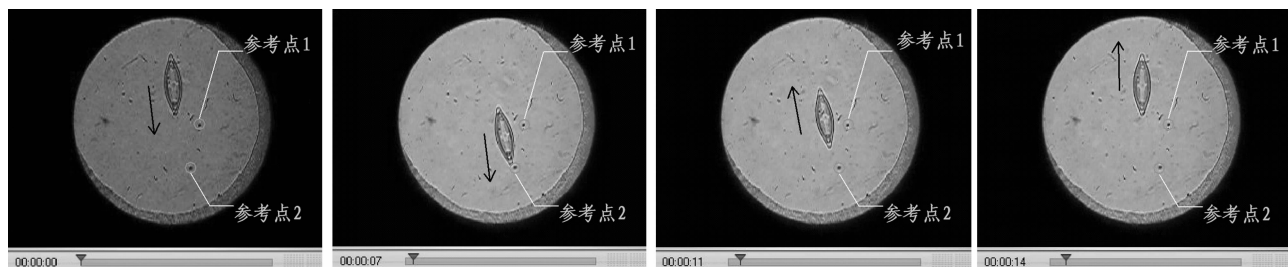


图5 光刺激下舟形藻的运动 (1 000x)



图6 舟形藻运动机制 (1 000x)

仅有液体排出,也存在对外在物质的吸收,这对 Gordon 等提出的硅藻运动机制可能是一个补充。

3 结论及讨论

3.1 舟形藻的直线运动和速度

硅藻虽是一种植物,但其中的某些种是能运动的。舟形藻是典型的运动型硅藻,喜单独运动,运动时不分头部和尾部,以运动中的后部为基点,前部以 $0^\circ \sim 10^\circ$ 角度摆动,向前进行匀速滑行格摆运动。研究表明:(1)舟形藻通常以直线或略弯曲线在原液中运动,倾向于离开自己群体或其他细胞;(2)舟形藻在基质表面运动的平均速度为 $0.729 \mu\text{m}/\text{min}$,最快速度达 $1.304 \mu\text{m}/\text{min}$;(3)舟形藻在运动过程中两端都可作为运动方向。

3.2 舟形藻的转向运动

舟形藻在基质上有平面转向和竖立转向 2 种基本转向运动。平面转向运动也有 2 种模式:(1)舟形藻以偏向壳缝中间点为基点,在基质表面平行转动改变运动方向;(2)以壳缝末端为基点,在基质表面平行转动改变运动方向。竖立转向

运动也有 2 种模式:(1)舟形藻遇到障碍物后,作为运动方向的前端脱离基质表面竖起,以另一端作为运动方向,转向避开障碍物继续向前运动;(2)作为运动方向的前端脱离基质表面竖起,以另一端作为运动方向,转向避开障碍物向原方向返回,摆脱不适环境。

3.3 舟形藻对光的反应

在运动过程中,舟形藻受到强光刺激后会退躲避强光照,向相对暗处滑行。其运动过程中没有头部和尾部之分,任何一头都可作为运动头部。

3.4 舟形藻运动机制的探索

舟形藻可在极短时间内释放大量液体来形成强大动力^[7]。在其运动过程中,不仅有液体排出,也存在对外在物质的吸收。舟形藻在极短时间内不足以利用外界物质来合成

黏性物质,再利用黏性物质,并克服黏性物质的黏力,排出来制造动力运动。本研究推测舟形藻运动时出现的黏性物质和运动排出的物质可能不是同一物质,黏性物质可能是舟形藻用来黏附在基质表面,这对现有的舟形藻运动机制可能是一个补充,甚至是颠覆。

参考文献:

- [1] 支崇远. 硅藻与环境[M]. 北京:海洋出版社,2005.
- [2] Harper M A, Harper J F. Measurements of diatom adhesion and their relationship with movement[J]. British Phycological Bulletin, 1967, 2 (2): 195 - 207.
- [3] Edgar L A. Diatom locomotion: Computer assisted analysis of cine film[J]. British Phycological Journal, 1979, 14 (1): 83 - 101.

陈妮娜, 蒋大凯, 王 瀛, 等. 辽宁省设施农业大风和暴雪致灾指标[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(11): 386–387.

辽宁省设施农业大风和暴雪致灾指标

陈妮娜, 蒋大凯, 王 瀛, 才奎志, 崔胜权, 纪永明, 翟 丽

(辽宁省气象灾害监测预警中心, 辽宁沈阳 110016)

摘要:对 2000—2011 年辽宁省气象观测资料以及设施农业受灾资料进行了分析,探讨了辽宁省设施农业大风、暴雪致灾指标。结果表明,当平均风力达到 6~7 级或积雪深度达到 6~9 cm 时,设施农业轻度受灾,冷棚受灾的可能性较大;当平均风力达到 8~9 级或积雪深度达到 10~20 cm 时,设施农业中度受灾,冷棚受灾的可能性很大,暖棚受灾的可能性较大;当平均风力超过 10 级或积雪深度超过 21 cm 时,设施农业重度受灾,冷棚受灾的可能性极大,暖棚受灾的可能性很大。

关键词:设施农业;大风;暴雪;致灾指标

中图分类号: S42; S165⁺.25 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)11-0386-02

辽宁省设施农业水平处于全国前列,设施农业发展迅速,日光温室蔬菜面积、产量均居全国首位,截至 2009 年底,辽宁省设施农业总面积达 50.55 万 hm^2 ,其中日光温室总面积达 32.4 万 hm^2 ,以日光温室蔬菜生产为主的设施农业已经成为辽宁省现代农业的重要特征^[1]。风灾是辽宁省日光温室生产中的常发性严重灾害,对日光温室的毁灭性较大,若防御不当,会刮破棚膜,损坏日光温室设施,降低或破坏温室的保温性,造成严重危害^[2-3]。暴雪也是辽宁省设施农业的主要灾害性天气之一,常出现在冬季、冬春、秋冬转换季节,降水量大,常伴有较强降温和大风天气,给设施农业带来巨大影响^[4]。因此,研究大风、暴雪对辽宁省设施农业的影响,确定致灾指标,对减少设施农业生产风险具有重要意义。目前对设施农业的研究主要集中在发展前景分析^[1,5-6]、灾害对策分析^[7-8]、现代技术在设施农业中的应用^[9-10]、作物栽培技术^[11-12]等方面,关于辽宁省设施农业灾害指标研究很少。本研究探讨辽宁省设施农业大风、暴雪致灾指标,以期对辽宁省设施农业气象灾害监测预警提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

数据来源于辽宁省 14 个地市 61 个县气象观测站及农业局,包括 2000—2011 年的瞬间最大风速、平均风速、降雪量、

积雪深度及设施农业受灾情况等资料。设施农业生产季节为 10 月至次年 4 月,跨度 7 个月,其中 12 月至次年 2 月为寒冷期,11 月及次年 3 月为较寒冷期。

1.2 方法

用 Excel 软件统计分析数据。

2 结果与分析

2.1 大风、暴雪对辽宁省设施农业的影响

当风速达到大风(瞬间风速达到或超过 17 m/s 或目测估计风力达到或超过 8 级的风)级别或降雪量 $\geq 5.0 \text{ mm}$ 时,便可能成灾,对作物、树木特别是设施农业的影响极大。由图 1 可知,大风对辽宁省设施农业的影响主要发生在春季,其次为夏季,秋冬季节影响较小。暴雪对辽宁省设施农业的影响主

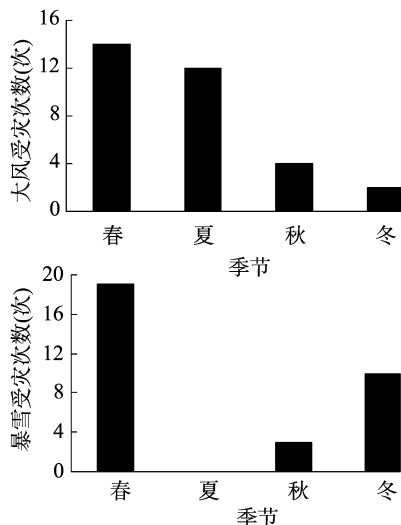


图1 不同季节辽宁省设施农业受灾次数

收稿日期:2013-04-21

基金项目:辽宁省“十二五”科学技术重大项目(编号:2011210002);

辽宁省推荐性地方标准项目;辽宁省气象局博士启动基金。

作者简介:陈妮娜(1986—),女,山东潍坊人,博士,工程师,主要从事应用气象及灾害评估研究。E-mail: ninachen_yu@163.com。

通信作者:蒋大凯,正研级高级工程师,主要从事天气预报及预警工作。E-mail: jdkjyt@126.com。

[4] Harper M A. Movement and migration of diatoms on sand grains[J]. British Phycological Journal, 1969, 4(1): 97–103.

[5] Edgar L A. Diatom locomotion: A consideration of movement in a highly viscous situation[J]. British Phycological Journal, 1982, 17(3): 243–251.

[6] Edgar L A. Mucilage secretions of moving diatoms[J]. Protoplasma, 1983, 118(1): 44–48.

[7] Edgar L A, Pickett H J D. The mechanism of diatom locomotion. I. An ultrastructural study of the motility apparatus[J]. Proceedings of the Royal Society of London, 1983, 218(1212): 331–343.