



STOMATA

Julia Piękoś and Zosia Chrobot



What is it?

A stoma (plural stomata) is a pore responsible for allowing gas exchange between the inside of the leaf and the atmosphere. Each stoma is made of two cells known as guard cells that are responsible for regulating the size of the stomatal opening.

When guard cells are swollen with water, they create an opening between them - the stomatal pore. Thanks to that, gas exchange occurs through the pore. When the guard cells are flaccid they lay together and close the stomatal pore. That prevents water loss and transport of gases such as oxygen and carbon dioxide (which is also a greenhouse gas) to the plant cells.

We can usually find stomata on both the top and the bottom of a leaf, but many plants have more stomata on the bottom of the leaf. It depends on the kind of environment that plants live in.



Guard cells (swollen)



Guard cells (shrunken)



Stoma opening

Stoma closing

How does stoma work?

While gas exchange occurs, carbon (C) stays inside the leaf as a building block for the plant. Often, stomata are open during the day when **photosynthesis** is taking place and closed at night when it stops. <u>Thanks to this process</u>, <u>plants don't lose too much water</u>. However, not all plants open their stomata during the day. Some plants, for example cacti and succulent plants, open their stomata at night and close them during the day, in order to prevent losing too much water.

- MECHANISM

If the stomata are open, gasses diffuse from areas of higher concentration to lower concentration. If photosynthesis is occurring the CO_2 higher concentration is outside the leaf. For H_2O and O_2 the area of higher concentration is inside the leaf.

Stomata and climate change

- The number of stomata depends on 2 factors: carbon dioxide concentration and temperature.
- The more stomata plants have, the better they can absorb carbon dioxide.
- Stomata density or pore index can be used to estimate climate change.
- The number of stomata on the epidermal surface can tell you a lot about a plant. Usually, a high concentration of stomata indicates fast growth and wet climate.
- Lower concentrations of stomata indicate lower rates of photosynthesis and growth or adaptations for dry weather.







Materials

What do you need for our microscope investigation?

- science data sheets,
- plant leaves (with a smooth surface!)
- transparent/packing tape,
- nail polish,
- microscope slides,
- microscope.



If it's your first time with a microscope...

.



Task for you

BYDIGOSZCZ LO	KARTA OBSERWACJI/DOŚWIADCZENIA
RESEARCH PROBLEM	
HYPOTHESIS	
	Materials:
PROCEDURE	Procedure:
RESULTS	
CONCLUSIONS	
REFERANCE	

Autor: A.Mądzielewska-Jagodzińska

Research problem

Which plant has the highest density of stomata : rhododendron, common dandelion or tulip?



Hypothesis

Rhododendron has the highest density of stomata out of these three species.

Materials

- plant leaves (with a smooth surface!) rhododendron, common dandelion and tulip
- transparent/packing tape,
- nail polish,
- microscope slides,
- microscope.

Procedure

- 1. Lay the leaf flat on the table, with the side that you want to examine under the microscope print facing up.
- 2. Paint a thin layer of clear nail polish on the leaf.
- 3. Wait a few minutes, then gently test a corner of the nail polish to make sure it is completely dry.
- 4. If dry, take a small piece of tape and put it directly over the nail polish on your leaf. Rub your finger over the tape firmly to make sure it is stuck to the nail polish.
- 5. Slowly peel the tape off of the leaf. The nail polish should remain on the tape.
- 6. Stick the tape to the center of a microscope slide. Then, place on the stage of your microscope.

Results

Density of stomata:

- 1. rhododendron ...
- 2. common dandelion ...
- 3. tulip ...

Conclusions

The highest density of stomata appears in the leaves of...

Reference (of our investigation)

There are species of plants like... which have high density of stomata. That is the reason why they can absorb carbon dioxide more efficiently than other plants with lower density of stomata.

Pikk Edytuji Widak Przeglądaji Utławienia Przetworzi Wustwa Pomiar Opcje Okra Pomoc Pik Edytuji Widak Przeglądaji Utławienia Przetworzi Wustwa Pomiar Opcje Okra Pomoc Pik Edytuji Widak Przeglądaji Utławienia Przetworzi Wustwa Pomiar Opcje Okra Pomoc Romeza	💪 DLTCamViewer																30 - 01	٥	Х
Image: Pixel Image: Pixel <td< td=""><td>Plik Edytuj Widok Przeglądaj</td><td>Ustawienia Pr</td><td>zechwyć</td><td>Obraz Przetwarzaj</td><td>Warstwa</td><td>Pomiar</td><td>Opcje</td><td>Okna</td><td>Pomoc</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></td<>	Plik Edytuj Widok Przeglądaj	Ustawienia Pr	zechwyć	Obraz Przetwarzaj	Warstwa	Pomiar	Opcje	Okna	Pomoc										
Kanes • <td>📴 🛃 🌌 📴 🛛 Pikseli</td> <td> Niedostępn </td> <td>e 🗸 60%</td> <td>6</td> <td>日 (??)</td> <td>× ∠ •</td> <td>. /</td> <td>11 11</td> <td>⊥ - ⊏</td> <td>0</td> <td>0 • ©</td> <td>8.1</td> <td>₫ 🗘</td> <td><mark>ф</mark> С</td> <td>🖬 🛨 🖩</td> <td>Ĩ</td> <td></td> <td></td> <td></td>	📴 🛃 🌌 📴 🛛 Pikseli	 Niedostępn 	e 🗸 60%	6	日 (??)	× ∠ •	. /	11 11	⊥ - ⊏	0	0 • ©	8.1	₫ 🗘	<mark>ф</mark> С	🖬 🛨 🖩	Ĩ			
I Lta dostępnych kamer 0 100 120	Kamera	▼ ₽ 🔀	4	Video [DLTA05100	(MOSAPU2]														Þ ×
DITADS100CMOSAPU2 Sill Zijecia, filmy, rozdzielczość Podpieł: 1280 × 660 Zijęcia: 2592 × 1944 Podpieł: 268 Podpieł: 268 Podpieł: 268 Podpieł: 268 Podpieł: 268 Podpieł: 268 Podpieł: 200 rokowale kolorów Rokowale kolorów </td <td>Lista dostępnych kamer</td> <td>* ^</td> <td></td> <td>0</td> <td></td> <td>200</td> <td>300</td> <td> 400</td> <td></td> <td>00</td> <td>600</td> <td>700</td> <td></td> <td></td> <td>1000</td> <td>1100</td> <td>1200</td> <td>1300</td> <td></td>	Lista dostępnych kamer	* ^		0		200	300	400		00	600	700			1000	1100	1200	1300	
Stlpcick filmy: rozdziełczość Podpide: 200 × 990 Zdjęcie: 202 × 1944 Tormat: Ris Podpide: 203 × 990 Zdjęcie: 205 × 990 206 206 207 × 990 208 × 990 208 × 990 209 × 990 209 × 990 209 × 990 200 × 990 200 × 990 200 × 990 200 × 990 200 × 990 200 × 990 200 × 990 200 × 990 200 × 990 200 × 990 200 × 990 200 × 990 200 × 990 200 × 990 200 × 990 200 × 990	DLTA05100CMOSAPU2			<u>84</u>		32	242	333			58			632	194		135		
Image: Series Image: Series Podgled: 280 x 950 Zdjece: 292 x 1944 Format: CGB Image: Series	ST Zdjęcia, filmy, rozdzielczość	\$	100	86	Eng				235	38		2.10	St. 5		2000		1		
Podgłaj: 1280 × 960 Żdjęda: 2992 × 1944 Format: Rogułacja czasu ekspozycji Regułacja czasu ekspozycji V Nasycenie: 77 Jasność: 0 Gamma: 0.68 Ocienia: 0 Regułacja czasu ekspozycji V Regułacja czasu ekspozycji V Kontrast: 0 Odcienia: 0 Regułacja czasu ekspozycji V Regułacja czasu ekspozycji V Stania: 0.68 Regułacja czasu ekspozycji V Regułacja czasu ekspozycji V Stania: 0.68 Regułacja czasu ekspozycji V Regułacja czasu ekspozycji V Rogina: 0.68 Regułacja czasu ekspozycji V Regułacja czasu ekspozycji V Rogina: 0.68 Rogina: 0.68 Rogina: 0.68	Zdjęcie	Film	2	68			2C		68						SF.				
Zdęde: 2992 × 1944 Format: Rc8 Rc8 Regulacja czzsu ekspozycji Salans bieli Odceń: 0 Nasycenie: 77 Jaerość: 0 Kontrast: 0 6arma: 0,68	Podgląd: 1280 × 960	•	8	ans.	X	33			310		45		1.5	E.S.	W.				
Format: Rcgulacja czasu ekspozycji Regulacja czasu ekspozycji Balans bieli V Dopasowanie kolorów Odcieni: 0 Nasycenie: 77 Jasrość: 0 Kontrast: 0 6amma: 0,68	Zdjęcie: 2592 × 1944	•	30	21	136		K .	CALC:	205		Ser.	23.2	2.43	1.000	Carl and				
Regulacja czasu ekspozycji Balans bieli Opasowanie kolorów Odcień:	Format: RGB	•	8	- 20				14.1						they	Res.	9			
Balans bieli Dopasowanie kolorów Odcieni: Od Nasycenie: 77 Jasnośći: O Kontrast: O Gamma: 0,68	🔀 Regulacja czasu ekspozycji	*	40	352	LANS.	312	ET CO	0.19	230	42	200	E.F.	March C	RO	and the		Second		
Dopasowanie kolorów Odcień: 0 Nasycenie: 77 Jasność: 0 Kontrast: 0 Gamma: 0,68 V	alans bieli	*	0		Call	100		66	204	SE.		SPE			The Part		200		
Oddefi: 0 Nasycenie: 77 Jasność: 0 Kontrast: 0 Gamma: 0,68	Dopasowanie kolorów	*			Sec.	200	28	den i	240	32	200	2 m	124.1	23.70	Com	teta,	Cherry .		
Nasycenie: 77 Jasność: 0 Kontrast: 0 Gamma: 0,68 • Kam • Fold • Cofn • Wars • Pom	Odcień:	0	8	631	6028	and a	39	Sector S	82	20	823	1960	$\mathcal{D}_{\mathcal{O}}$	2000	and the	17	Same?		
Nasycenie: 77 Jasność: 0 Kontrast: 0 Gamma: 0,68			_	100	1.20	Sac	2 cc	253	153	20	1 996	3.2	22	tast"	E.S.	A.S.	SIG LO		
Jasność: 0 Kontrast: 0 Gamma: 0,68 Kam Cofn Swars Contrast. Fold Cofn Swars Contrast	Nasycenie:	77	000	5 A A	202		34.2		522	27		and the	180	SY -	10	$\mathbb{P}_{\mathcal{A}}$			
Jasność: 0 Kontrast: 0 Gamma: 0,68					F.C.S.		200	3.4	200	56	15-	S.C.M.	1	a hard		Sand.	29.10		
Kontrast: Gamma: 0,68 Kam Cofn Cofn Kurs Cofn	Jasność:	0	700	2.5		32				324	Ser.		134	3-	E.S.	Star.	Carlos I		
Gamma: 0,68 © Kam È Fold O Cofn & Wars D Pom	Kontrast:	0							3		10	175			est.	Tree .			
Image: Stammer in the second secon	Gamma:	0,68	00			See.				A.			R.						
	B Kam	Vars	000								24	ARE A	33	自己	松洪				

rhododendron

💪 DLTCamViewer			– 0 X
Plik Edytuj Widok Przeglądaj	Ustawienia Przec	chwyć Obraz Przetwarzaj Warstwa Pomiar Opcje Okna Pomoc	
📔 🛃 📄 🛛 Pikseli	✓ Niedostępne	90% □ □ □ ○ ○ · ◎ · 丶 □ ☆ · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
Kamera	▼ ‡ 🗵 <	Video [DLTA05100CMOSAPU2]	⊳ ×
Lista dostępnych kamer	* ^	0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1	100 1200 1300 14
DLTA05100CMOSAPU2			and a
Zdjęcia, filmy, rozdzielczość	*		7.5
Zdjęcie	Film		20
Podgląd: 1280 × 960	•		19
Zdjęcie: 2592 × 1944	-		200
Format: RGB	▼		1022
🔀 Regulacja czasu ekspozycji	×		- 36
📐 Balans bieli	*		C 37
Dopasowanie kolorów	* -		
Odcień:	0		10000
			C. Ander
Nasycenie:	77 8		
			622
Jasnosc:	0		OK Y
Kontrast:	0	e o d	Gall
			2257
Gamma:	0,68		10-2-5
			198
🦻 Kam 📴 Fold 🔮 Cofn 🌉 V	Vars		
Arkusz wyników pomiarów		common dandelion	
DLTA05100CMOSAPU2		Liczba klatek na sekundę: 16.6; Klatek: 16507 1280 × 960 🖬 Pikseli: 0 🎚	Pikseli

💪 DLTCamViewer																	8 8	đ	×
Plik Edytuj Widok Przeglądaj	j Ustawienia	Przechwy	ć Obraz	Przetwarza	aj Warstwa	a Pomia	r Opcje	Okna	Pomo	c									
📴 🛃 🎑 🗁 🛛 Pikseli	✓ Niedoste	ępne 🗸 (50%	\sim	日 約	k∠.	/	11 11	⊥ -		0 • ©	@• `	T 🕸	al C	轴 🛨 🖩				
Kamera	→ ‡	۵ 🛛	Video [[LTA05100	CMOSAPU	2]													Þ ×
Lista dostępnych kamer	*	^		<u> </u> 9	100	200	300		0	500	600		800	900	1000	1100	1200	1300	
DLIA05100CMOSAPU2		1			See.	2		6	R	5	1	6 - in	23		52	55			
Zdjęcie	Film	00			5/	1-0	25	62	3		5	Ľ,	2	Ĉ,	. 6	1	R		
Podgląd: 1280 × 960	•	8			51	110	13	2.45	25	-0-	1	15-	1	457	N	24	20		
Zdjęcie: 2592 × 1944	•	30		U	9	200	Pres.		-	20	0	~	100	10	1	165	$h \geq 1$		
Format: RGB	•			M		525	R	$\langle \rangle$	1	1	15	10	15	-1	2.4	6	6 9		
Regulacja czasu ekspozycji	*	400		2.4	Carlos	12	a.			150	15).	pe	-1	1	Far	. 2		
📐 Balans bieli	*			22	-	\mathbf{x}_{i}		21	- 0	2	10	S	21	2	100	2.0	2A		
Dopasowanie kolorów	*	- 50		23	1	200	2.0	03	1	20	22	1	6	5 1 A	201	01	S		
Odcień:	0	0				1	5	36	8×		and a	1	17	23	87	1º	16		
Nasycenie:	77	600		20	20	3.5	20	ĸ	2		×.	1		e A	35				
Jasność:	0	007		3	56			Ø.	2	4	6	0	20	9		Ň	12		
Kontrast:	0	1800		ŝ	$_{0}Y$		25		10	500	10	54	F.	्व		20			
Gamma:	0,68			20	E CA	5	.	-0-		2	12	PA	10	0	1 Sal	204	S		
 S Kam 📴 Fold 🙆 Cofn 🏯 \	Wars	> 000		le	0.47	<u>64</u>	See.	5	10	5%	5.20		139	1.5.6	S	- 0	151		

common dandelion

Pik Edytuj Walck Przeyłaji Ustawienia Przectword Orsz Przetwaraji Wartwa Pamiar Orgie Okra Pemoc Pił Edytuj Walck Przeyłaji Ustawienia Przectword Orsz Przetwaraji Wartwa Pamiar Orgie Okra Pemoc Pił Edytuj Walck Przeyłaji Ustawienia Przectword Orsz Przetwaraji Wartwa Pamiar Orgie Okra Pemoc Pił Edytuj Walck Przeyłaji Ustawienia Przectword Orsz Przetwaraji Wartwa Pamiar Orgie Okra Pemoc Pił Edytuj Walck Przeyłaji Ustawienia Przetword Orsz Przetwaraji Wartwa Pamiar Orgie Okra Pemoc Pił Edytuj Walck Przeyłaji Ustawienia Przetword Orgie Okra Przetwaraji Wartwa Pamiar Orgie Okra Pemoc Pił Edytuj Walck Przeyłaji Ustawienia Przetword Orgie Okra Przetwaraji Wartwa Pamiar Okraji Pił Pił Collegi Pił	💪 DLTCamViewer												D	×
Image: Piccel Image: Piccel<	Pl <mark>ik E</mark> dytuj Widok Przeglądaj	j Ustawienia P	Przechwyć Obraz	Przetwarzaj War	stwa Pomiar	Opcje Okna I	omoc							
Kanca • 0 I 4. Video [D11A05 100CMOSAPU2] I Lita dostepsych kaner 0 100 200 300 400 500 700 800 900 1100 1200 1300 D1 L00S100CMOSAPU2 Image: state sta	📴 🛃 🌌 🗁 🛛 Pikseli	✓ Niedostęp	one 🔽 60%	V II 8	י∠ וא ∠ י	- 1 11 11	L • 🗆 O	0•0	$\mathscr{P} \cdot \mathbf{T}$	☆ 관 G	🍇 🛨 🔟			
I Lita dostępnych kamer 0 000 1200	Kamera	▼ ₽ 🛛	Video	DLTA05100CMOSA	PU2]									Þ ×
DLTADSIDOCMOSAPU2 Image: Zejecia filmy rordzielezość Image: Zejecia fi	🦻 Lista dostępnych kamer	* ^		0 100	200	300 400	500	600	80	900	1000 1	100 1200	1300	14
Image: Starting roadzielocość Image: Starting roadzielocość Podpidet: Izao x 960 Zdycie: Image: Starting roadzielocość Podpidet: Izao x 960 Zdycie: Image: Starting roadzielocość Podpidet: Izao x 960 Zdycie: Image: Starting roadzielocość Podpidet: Image: Starting roadzielocość Image: Starting roadzielocość	DLTA05100CMOSAPU2		0		14M		Ser.	18	126	112	1 B.F	6.6		
Vacce Podjel: 200 × 960 Zdjeci: 292 × 1944 Tormat: CB Compary Regulacja czasu ekspozycji Catanas bieli Compary Regulacia czasu ekspozycji Catanas bieli Compary	🗃 Zdjęcia, filmy, rozdzielczość	۲	1100			612				1 PP		B		
Podglad: 1280 × 960 Zdjece: 2592 × 1944 Format: © CB Balans bleli © Depasowanie kolorów Oddeń: 0 Nasycenie: 77 Jasność: 0 Contrast: 0 Camma: 0,68 © Fold. © Cofn. % Wars. © Pon.	Zdjęcie	Film	120	SA	S				11	(Yit	11.	1		
Zdjeće: <u>1992 × 1944</u> Format: <u>R8</u> Balans bieli Balans bieli Dopasowanie kolorów Odce n: <u>1</u> T Banas bieli T Banas bieli T Banas bieli T Banas bieli T Banas bieli T Banas bieli T Banas bieli T Banas bieli T Banas bieli T Banas bieli T T T T T T T T	Podgląd: 1280 × 960	•	8	N/a	and the second				- 19- 1	1924	C. C. C.	2		
Format: Rc8 Regulacja czasu ekspozycji Bałans bieli Obceń: Odceń: <	Zdjęcie: 2592 × 1944	-		IN			1331		172	1.1.12	13 h da	C. C.		
Regularija czasu ekspozycji Balans bieli Opasowanie kolorów Rodeni: Oddeni: Odeni: Odeni: Organość: Odeni: Odeni: <t< td=""><td>Format: RGB</td><td>-</td><td>8</td><td>103</td><td></td><td></td><td></td><td>150</td><td>7 2</td><td>E State</td><td>新生産</td><td>1</td><td></td><td></td></t<>	Format: RGB	-	8	103				150	7 2	E State	新生産	1		
Balans bieli Opagasowanie kolorów Odcień: Odcień: Orazowanie kolorów Odcień: Orazowanie kolorów Odcień: Orazowanie kolorów Odcień: Odcień: Odcień: Odcień: Jasność: Odcień:	🔀 Regulacja czasu ekspozycji	*	40	MA	1333	1.18	23.		1 924	The Ball	State 1	BET /		
Oppasowanie kolorów Oddeń: Nasycenie: 77 Jasność: 0 Kontrast: 0,68 Kamu: 0,68 Kamu: Cofn Wars Prod Cofn Wars Prod Wars Prod Wars	🛓 Balans bieli	*	5	10	the P	1996	1.23	2 4	11	1 13	See.			
Oddeń: 0 Nasycenie: 77 Jasność: 0 Kontrast: 0 Gamma: 0,68 Kam. Cofn E Fold Cofn Wars Fpol Trkusz wyników pomiarów	🍑 Dopasowanie kolorów	\$	- 50	- 17	TRUE I	1.	A GE	1-2-1	P-17	C. Set	V RE	No.		
Nasycenie: 77 Jasność: 0 Kontrast: 0 Gamma: 0,68 Kam. Cofn Wars Cofn	Odcień:	0	0	4.		Mart -		180	上依日	1512	1.535			
Inasychic Jasność: O Gamma: 0,68 V Kam. E Fold. O Cofn Wars Image: Network of the pomile of t	Nasvcenie:	77	60	Nº.	174%	19038	121	12121	大学	LE	Service 1			
Jasność: Contrast: Camma: Cofm. Swars. Fold. Cofn. Swars. Cofn. Swars. Cofn. Swars. Cofn. Swars. Cofn. Cofn. Swars. Cofn. Swars. Cofn. C			0	a LAS		te pr to .		1. 1. 1	1.	Elis	212			
Kontrast: 0 Gamma: 0,68 © Kam © Cofn Wars © Cofn	Jasność:	0	- 170	nº CY	1 11 1	124		1. 14	7:33	2 1 3	2.20			
Kontrast: 0 Gamma: 0,68 Mam. Fold © Kam Fold Wars Fold Wars Fold			0	1	1.5	1 ·	AL 1		6.2.73	12 1				
Gamma: 0,68 Kam Contraction Contracti	Kontrast:	0	80	and the	BIT	9.	行きた	1.00	1444	ap les	Side all			
Image: Stam. Image: Stam. <td< td=""><td>Gamma:</td><td>0,68</td><td>0</td><td>State 1</td><td>1 and</td><td>States.</td><td>的代表</td><td>A ATR</td><td></td><td>and the</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></td<>	Gamma:	0,68	0	State 1	1 and	States.	的代表	A ATR		and the	1			
Kam E Fold Q Cofn				220		A	A Jan		1. S. J.	N.		646 (X*		
🔢 Arkusz wyników pomiarów	🧧 Kam 📴 Fold 🙆 Cofn 😤 V	Wars 📴 Pom				ALL AND A	TO LOSE	、他们在当	A 1			6610 5 65		
	Arkusz wyników pomiarów													
DLTA05100CMOSAPU2 Liczba klatek na sekundę: 16.6; Klatek: 21121 1280 × 960 🖬 Pikseli: 0 🌡 Pikseli	DLTA05100CMOSAPU2			Licz	ba klatek na sek	undę: 16.6; Klatek:	21121 1280 ×	< 960	Pikseli: 0		J	Pi	ikseli	

Sources

https://www.calacademy.org/educators/lesson-plans/stomata-printing-microscope-investigation

https://www.esa.org/tiee/vol/v1/experiments/stomata/stomata_description.html

https://www.youtube.com/watch?v=IJLOmIb6q80

https://www.youtube.com/watch?v=JQvdXX7hGqI