

## РАСТЕНИЕВОДСТВО



УДК 631.525

Т.В. Бурченко, А.В. Лазарев

## ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ЛИСТЬЕВ ГРАВИЛАТА РЕЧНОГО К ЗИМНЕМУ ПЕРИОДУ

В статье рассматриваются различия в морфологии и анатомическом строении зимних и летних листьев гравилата речного, которые связаны с приспособительными механизмами к сезонным изменениям температуры, влажности, освещённости и т.д. Авторами прослеживаются существенные отличия в длине волосков, количестве и размерах устьиц.

**Ключевые слова:** гравилат речной, листья, приспособительные механизмы, зимний период.

T.V. Burchenko, A.V. Lasarev

ADAPTIVE MECHANISMS OF *GEUM RIVALE* L. LEAVES TO WINTER PERIOD

Distinctions in morphology and anatomic structure of winter and summer leaves of *Geum Rivale* L. which are connected with adaptive mechanisms to seasonal changes of temperature, humidity, light exposure etc., are considered in the article. Essential differences in fiber length, quantity and sizes of the stoma are observed by the authors.

**Key words:** *Geum Rivale* L., leaves, adaptive mechanisms, winter period.

Формативное разнообразие листьев растений зависит от многих факторов: радиационного режима, засоления почвы, влажности и т.д. Имеются исследования, доказывающие разнолиственность гравилата в зависимости от температурных условий, в которых прослеживается изменение размеров листовой пластинки, рассечённости, расположение относительно стебля и корня, размеров черешка листа в зависимости от весенних, летних и осенних температур [Ботаника, 1966].

Большинство травянистых растений, подготавливаясь к зиме, прекращают ростовые процессы и замедляют многие физиологические функции. При этом большая часть надземных органов отмирает. Гравилат речной относится, по классификации ряда авторов, к летне-зимне-зеленым растениям, т. е. перезимовывающим с зелёными листьями, у которых листовой аппарат одной генерации жизнеспособен не более шести месяцев [Серебряков, 1952; Биологическая флора ..., 2000]. Формирование зимних листьев гравилата речного заканчивается в конце июля. «Зимние» листья имеют крупный слаболопастной, почти почковидный по форме верхний сегмент и несколько боковых сегментов, причём размер листьев постепенно уменьшается при одновременном увеличении числа и размера боковых сегментов. В пазухах «зимних» листьев формируются вегетативные почки, а из них боковые вегетативные побеги. Листья могут сохраняться живыми под снегом [Мир растений, 1991]. Учёные, проводившие биометрические анализы морфологических признаков листьев *Geum rivale* L., пришли к выводу о том, что предковые формы произрастали в условиях более мягкого климата, с менее выраженной сезонностью. Изменение климата привело к выработке приспособительных механизмов, заключающихся в сохранении в зимний период практически всех летнее-осенних листьев [Петухова, 1984]. Листовая пластинка имеет зелёный цвет, сохраняющийся под толщей снега, достаточно большие размеры [Голубев, 1965]. По мнению учёных, большой теоретический и практический интерес представляет рассмотрение морфологических механизмов адаптации растений к условиям низких температур.

Данная работа посвящена изучению изменений в морфологии и анатомическом строении листовой пластинки гравилата речного в связи с его переходом к зимнему периоду.

**Цель исследований.** Изучить адаптивные механизмы при переходе листьев *Geum rivale* L. к зимним условиям существования.

**Задачи исследований:**

- 1) Выявить изменение эпидермиса.
- 2) Определить отличия в длине волосков.
- 3) Выявить изменения в размере и количестве устьиц.

**Материалы и методы исследований.** Листья *Geum rivale* L. были собраны в июне, затем в январе

2011 года в районе п. Крейда г. Белгорода под устойчивым снежным покровом, достигающим 8–10 см. Для изучения морфологических признаков гравилата городского использовался внешний осмотр растения.

Исследование анатомического строения и микроскопическая биометрия проводились на растровом электронном ионном микроскопе Quanta 2003-D. Осуществлялся анализ энергодисперсионного спектра листьев рода гравилат при помощи методики EDAX.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Внешний осмотр не обнаружил видимых изменений в морфологическом строении листьев *Geum rivale* L. На листьях не обнаружены видимые механические повреждения. Листовая пластинка извлечённых из-под снега листьев гравилата речного содержит в своём составе кристаллики льда, хорошо обнаруживаемые на ощупь. Нахождение гравилата речного под снежным покровом происходит без видимых признаков нарушения метаболизма. Остаётся неизменной форма края листа: двояко-тройно зубчатая, зубцы крупные, острые (рис. 4). Листовая пластинка имеет зелёный цвет. Растение сохраняет жизнеспособность. Повреждённые морозом растения, по мнению С.И. Лебедева, имеют вид как бы обваренных, они утрачивают тургор, листья их бурют и засыхают [Лебедев, 1982]. Из вышесказанного можно сделать вывод, что листья гравилата речного, не обнаруживая видимых симптомов повреждения, способны сохранять жизнеспособность под снегом при температуре более  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Изучению покровных тканей листьев различных растений посвящено большое число работ. Микрорельеф часто представлен в разной степени образованием складок на поверхности покровной ткани и разнообразных выростов. Развитие складчатой кутикулы придает прочность листьям [Васильев, 1965]. При сравнении складчатой кутикулы летнего листа гравилата речного и зимнего можно отметить заметное изменение структуры микрорельефа в зимний период, что, вероятно, связано с низкими температурами и придания листовой пластинке меньшей прочности (рис. 1–2).

Вместе с тем эпидермис зимних листьев более толстый и плотный, что является неплохим приспособлением для защиты внутренних тканей листа от неблагоприятных внешних влияний. Защитная роль эпидермиса усиливается в зимний период более плотной кутикулой, малопроницаемой для воды и газов, покрывающей наружную поверхность листа.

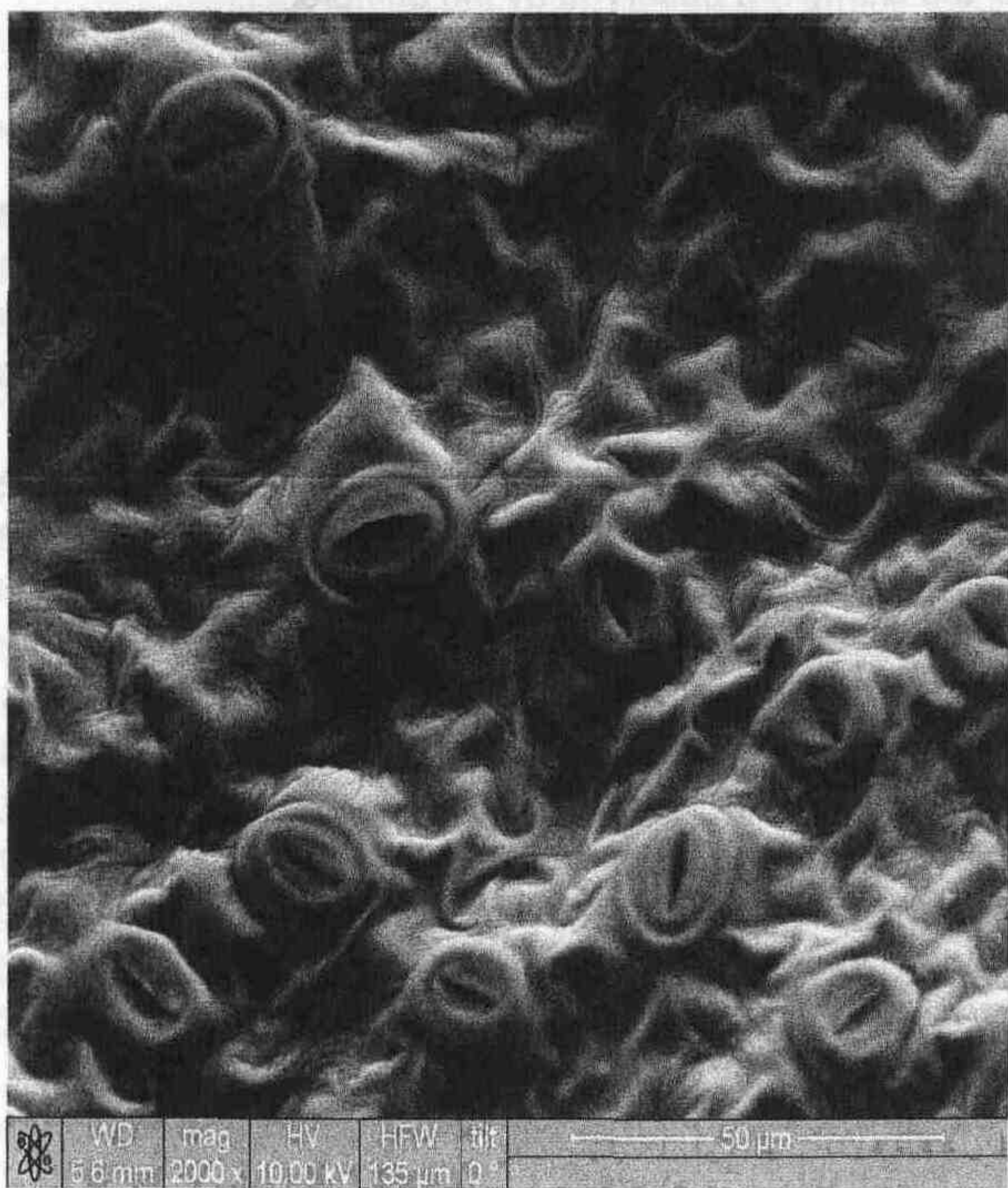


Рис. 1. Складчатая кутикула листа летом

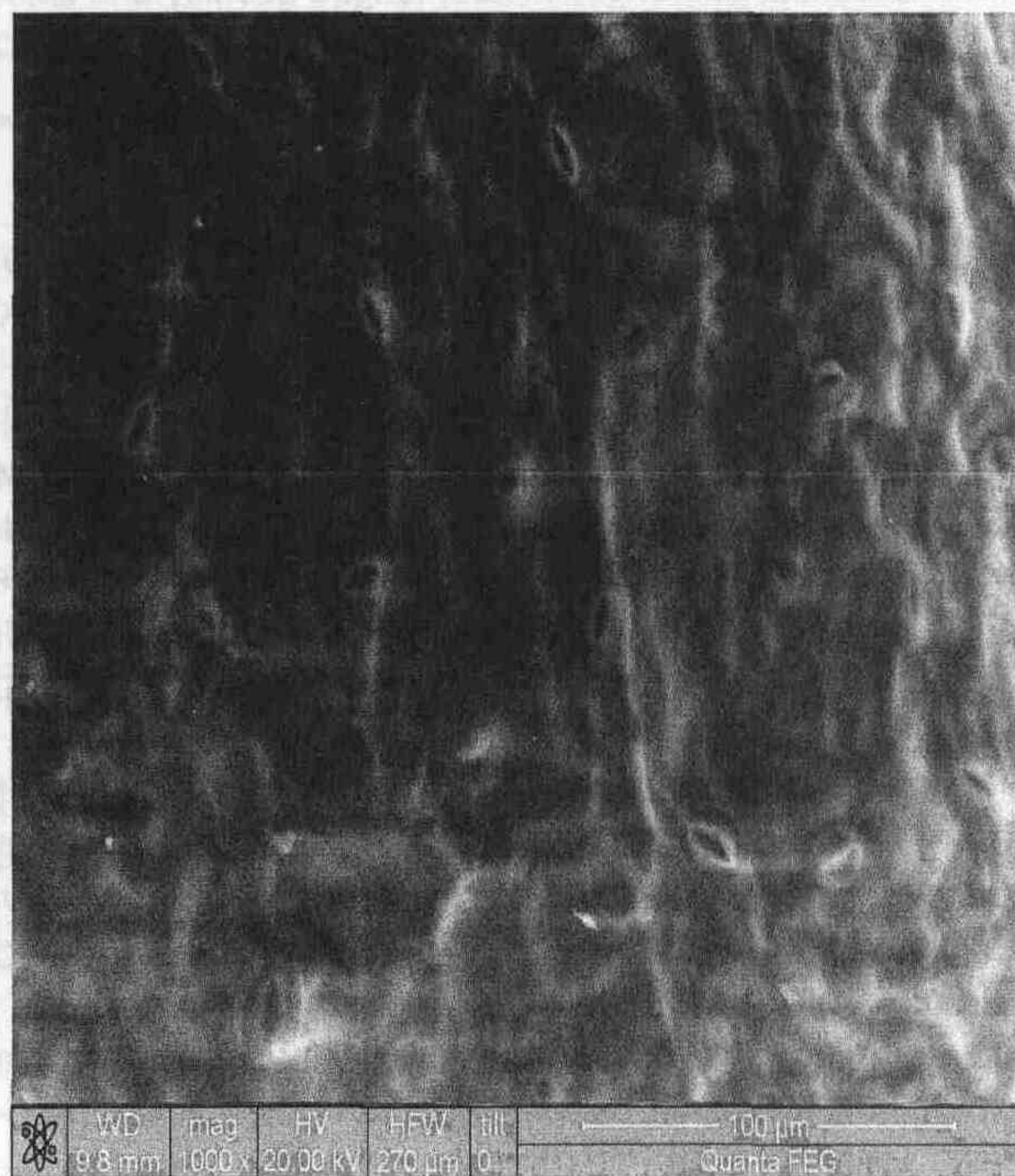


Рис. 2. Складчатая кутикула листа зимой

Нами выявлено, что у обоих обследуемых нами листьев имеются густые слои волосков на поверхностях листовой пластинки. Причём с приходом зимы оволосение листьев находится в таком же объёме, что и летом. Вне зависимости от времени года *Geum* имеет шелковистое опушение листа, так как волоски тонкие, прямые, ориентированные в одном направлении. Заметно изменилась длина волосков. Летом они более длинные ( $995,53\mu\text{m}$ ), зимой происходит их укорачивание ( $337,88\mu\text{m} - 670,77\mu\text{m}$ ). Этот процесс вызван изменениями внешней среды, приводит к уменьшению испарения с поверхности листа (рис. 3–4).



Рис. 3. Волоски на листьях гравилата речного в летний период

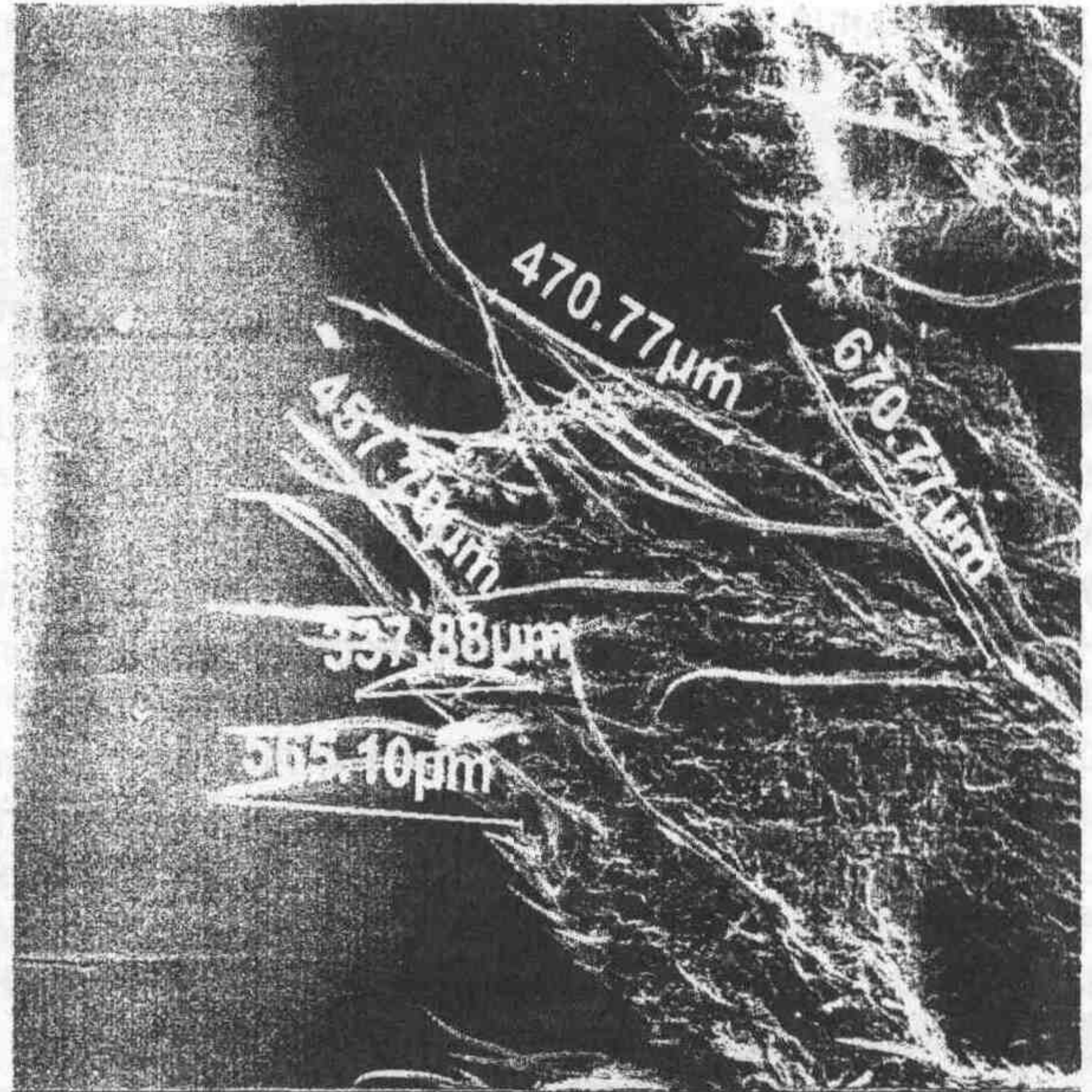


Рис. 4. Волоски на листьях гравилата речного в зимний период

Особенно большое количество волосков расположено на крупных жилках. Жилки первого порядка на летних листьях более массивные, но обладающие меньшим оволосением. Большая массивность жилок в летний период объясняется выполнением основных функций: поддерживают лист, образуя его каркас, и проводят к его клеткам воду. Зимний лист поддерживает форму и плотность за счёт частичного промерзания и не нуждается в интенсивном при низких температурах проведении воды. Размер волосков на жилках зимних листьев колеблется в пределах 215,56–641,29  $\mu\text{m}$  и значительно уступает размеру волосков на летних листьях 876,38–952,46  $\mu\text{m}$  (рис. 5–6). Сеть жилок и сосудисто-волокнистых пучков гуще на листьях летнего листа. Проводящая система листа в зимний период не имеет такой функциональной нагрузки как в летний период. Трубчатые сосуды, из которых состоит жилка летнего листа, имеют больший диаметр по сравнению с таковыми на зимнем листе. Мелких жилок на зимнем листе зарегистрировано значительно меньшее количество. Они играют важную роль в снабжении листа растворами солей, водой и в оттоке образующихся в нём пластических веществ в летний период, а при низких температурах, вероятно, прекращают своё функционирование.

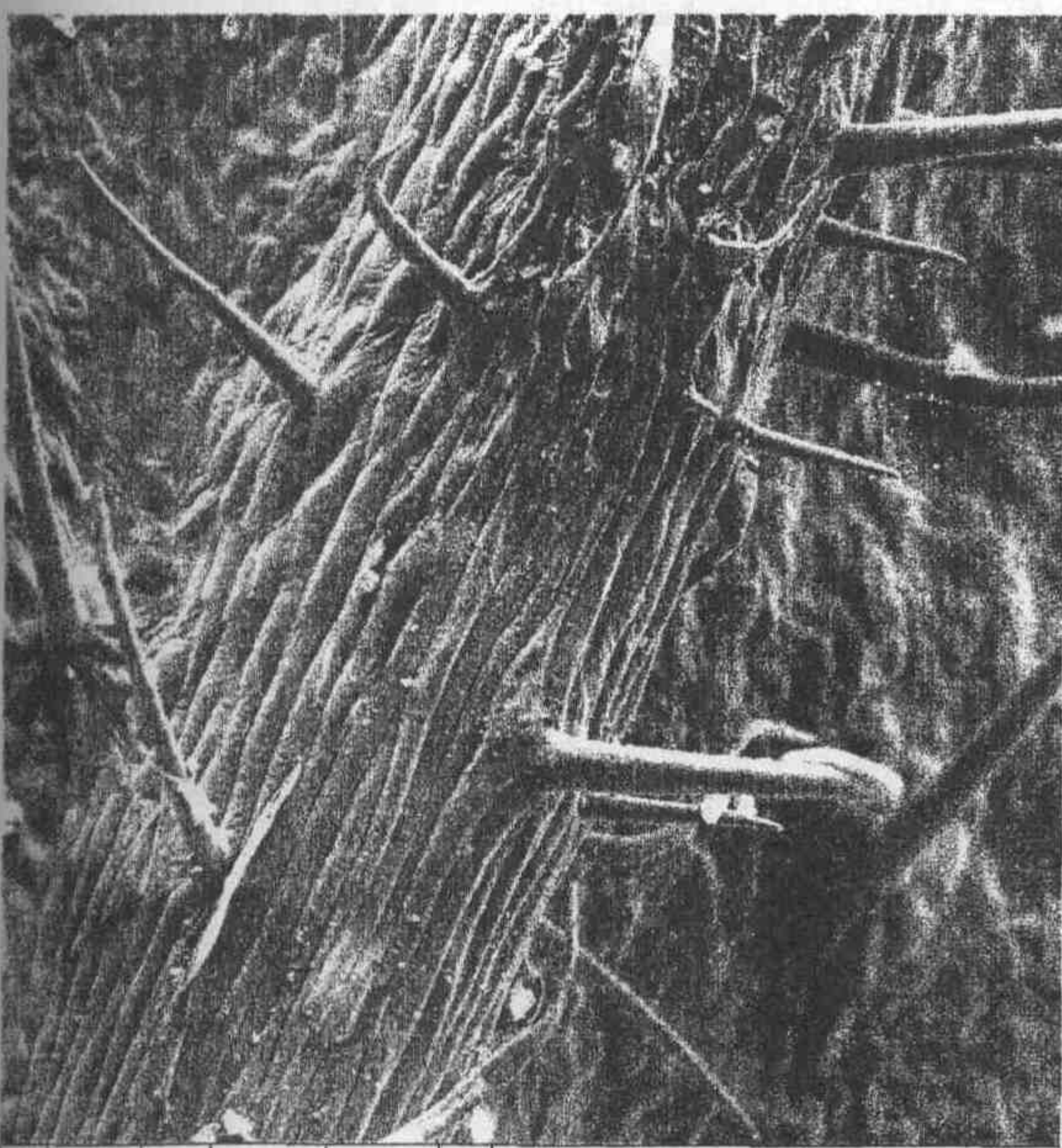


Рис. 5. Волоски на жилках на нижней стороне летнего листа

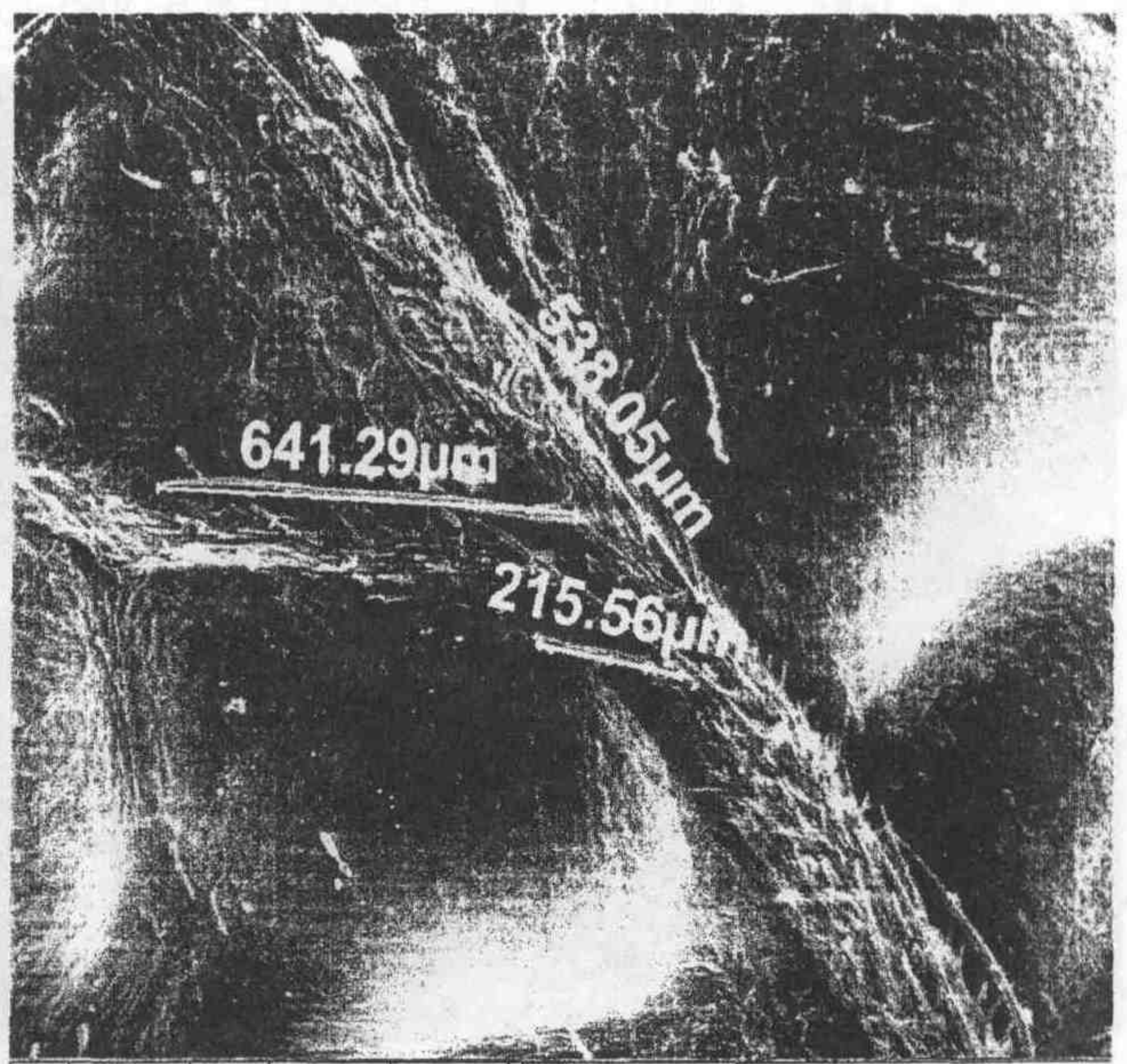


Рис. 6. Волоски на жилках на нижней стороне зимнего листа

Устьица представляют собой высокоспециализированные образования эпидермы. Устьица у гравилатов расположены на нижней стороне листа (гипостоматические листья). Они распределяются на поверхности листа беспорядочно, на летнем листе более равномерно, на зимнем – образуя некоторые скопления, чередующиеся со свободными участками (рис. 8, 10). В летний период они приподняты над поверхностью эпидермиса, в зимний – находятся на одном уровне с поверхностью листовой пластинки, а в некоторых местах являются слегка утопленными. Устьица на зимних листьях подвержены деформации. Они имеют бобовидную форму (рис. 7–10). Различается размер устьиц: у листьев гравилата речного, произрастающего зимой, они меньшего размера – 11,34–20,13  $\mu\text{m}$  в длину, 6,23–16,93  $\mu\text{m}$  в ширину. На летних экземплярах длина 16,37–24,13  $\mu\text{m}$ , ширина 8,99–18,13  $\mu\text{m}$ . На площади 100  $\times$  100 мкм у гравилата речного зимой 27 устьиц, летом – 53. По классификации [Metcalfе С. R., Chalk, 1950], у гравилата присутствует парацитный тип устьиц, т.е. две околоустьичные клетки располагаются вдоль замыкающих клеток (рис. 7–10). В размерах и числе устьиц на единицу поверхности листа у *Geum rivale* L. в разные сезоны года наблюдаются существенные различия, что свидетельствует о том, что у гравилата речного зимой протекают отличные от лета физиологические процессы жизнедеятельности, связанные с изменением температурных условий, влажности, освещённости и т.д. Зимой такие изменения в морфологии, анатомическом строении, количестве устьиц связаны, на наш взгляд, с уменьшением транспирации и газообмена. Это позволяет сделать вывод, что число и распределение устьиц на листе варьирует в зависимости от условий жизни.

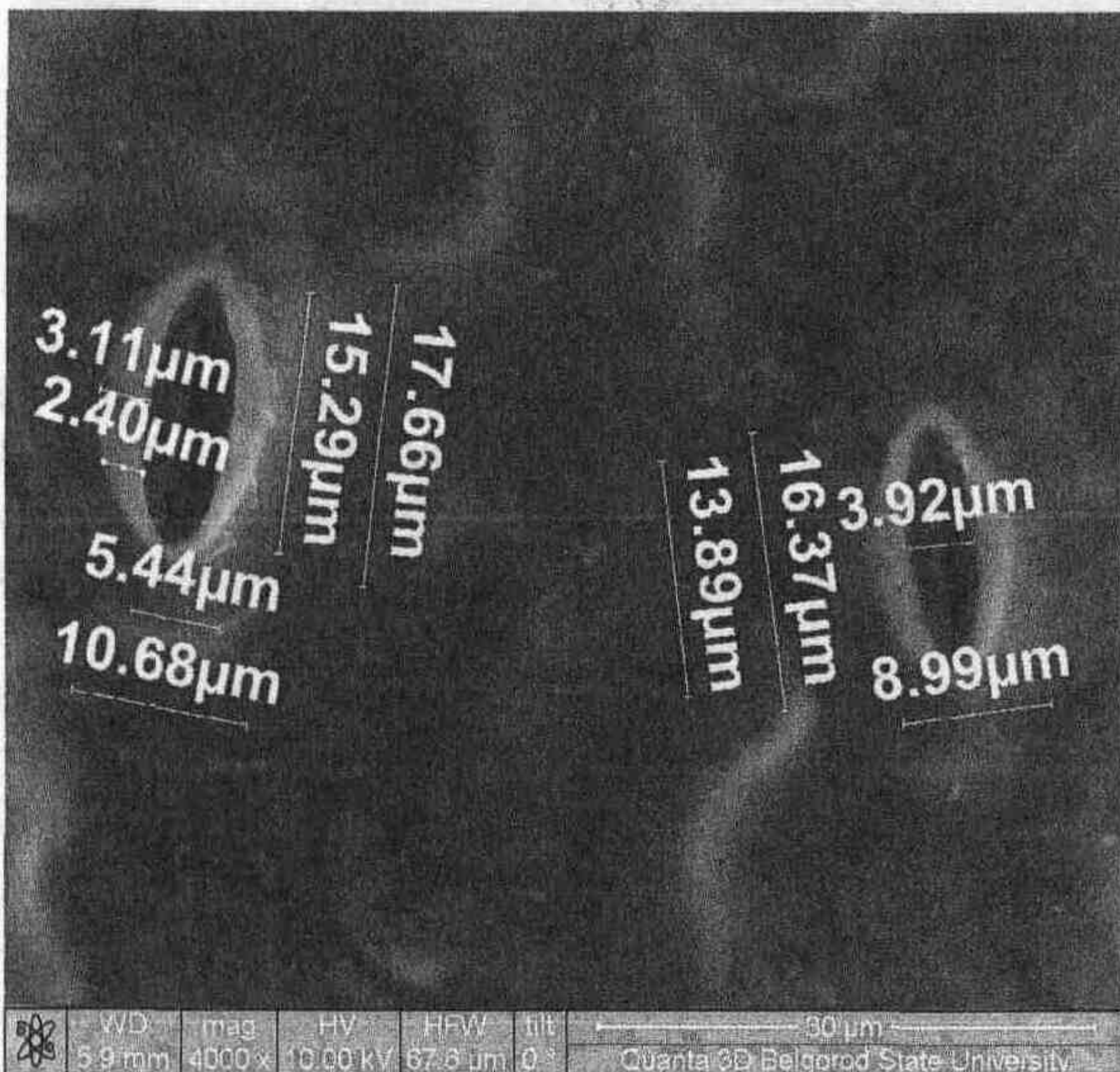


Рис. 7. Размер устьиц листа летом

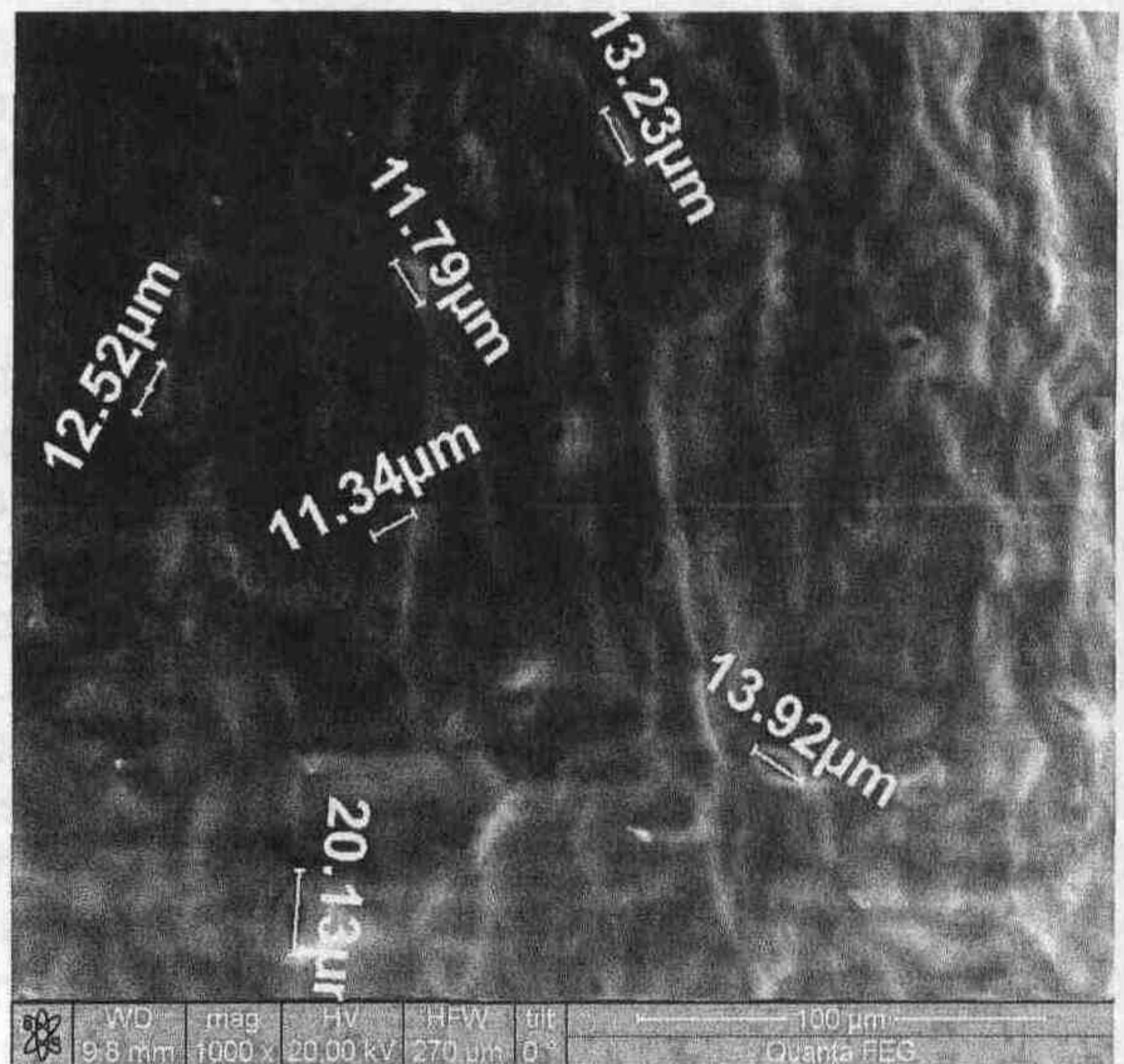


Рис. 8. Размер устьиц листа зимой

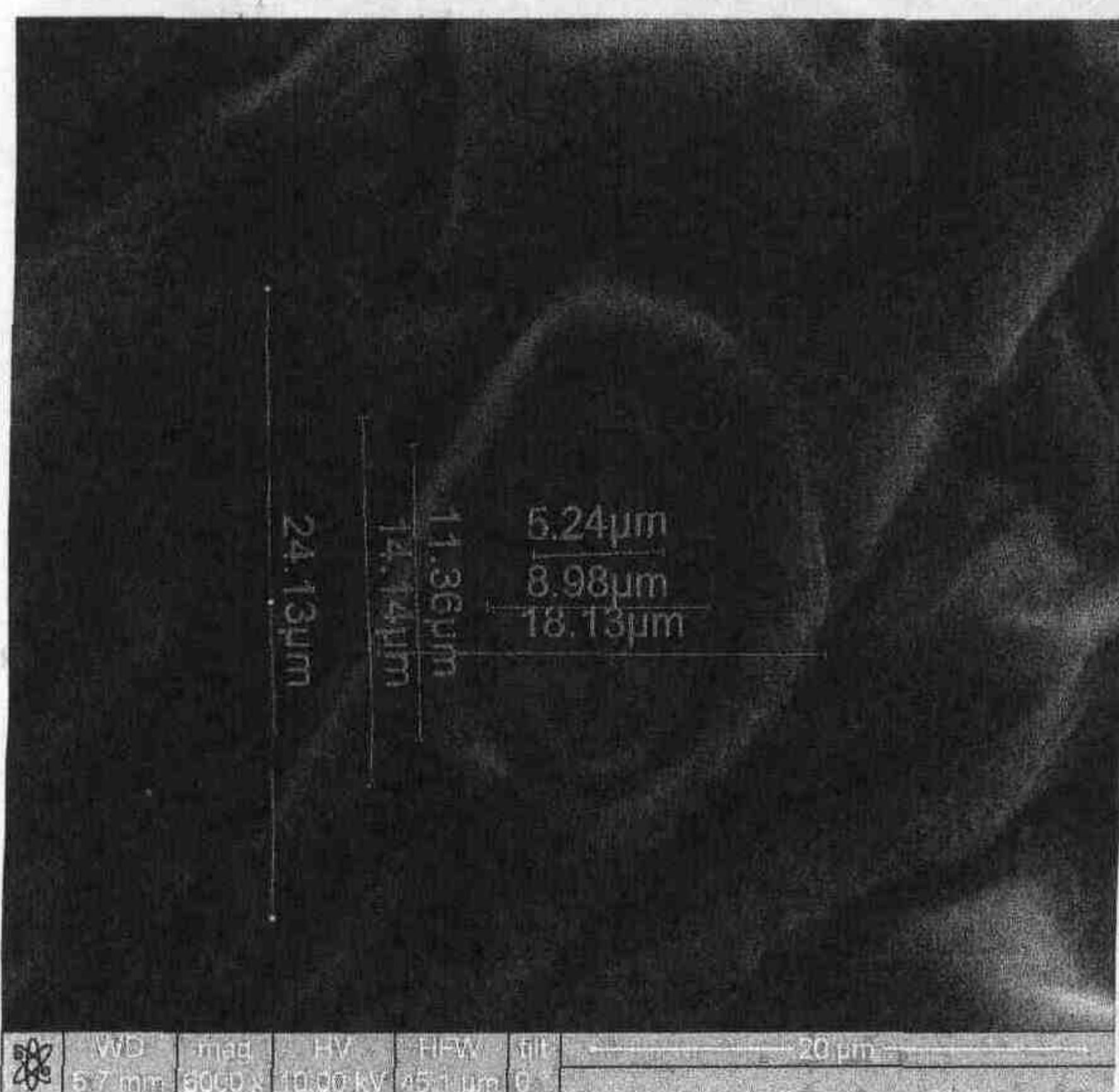


Рис. 9. Размер устьиц листа летом

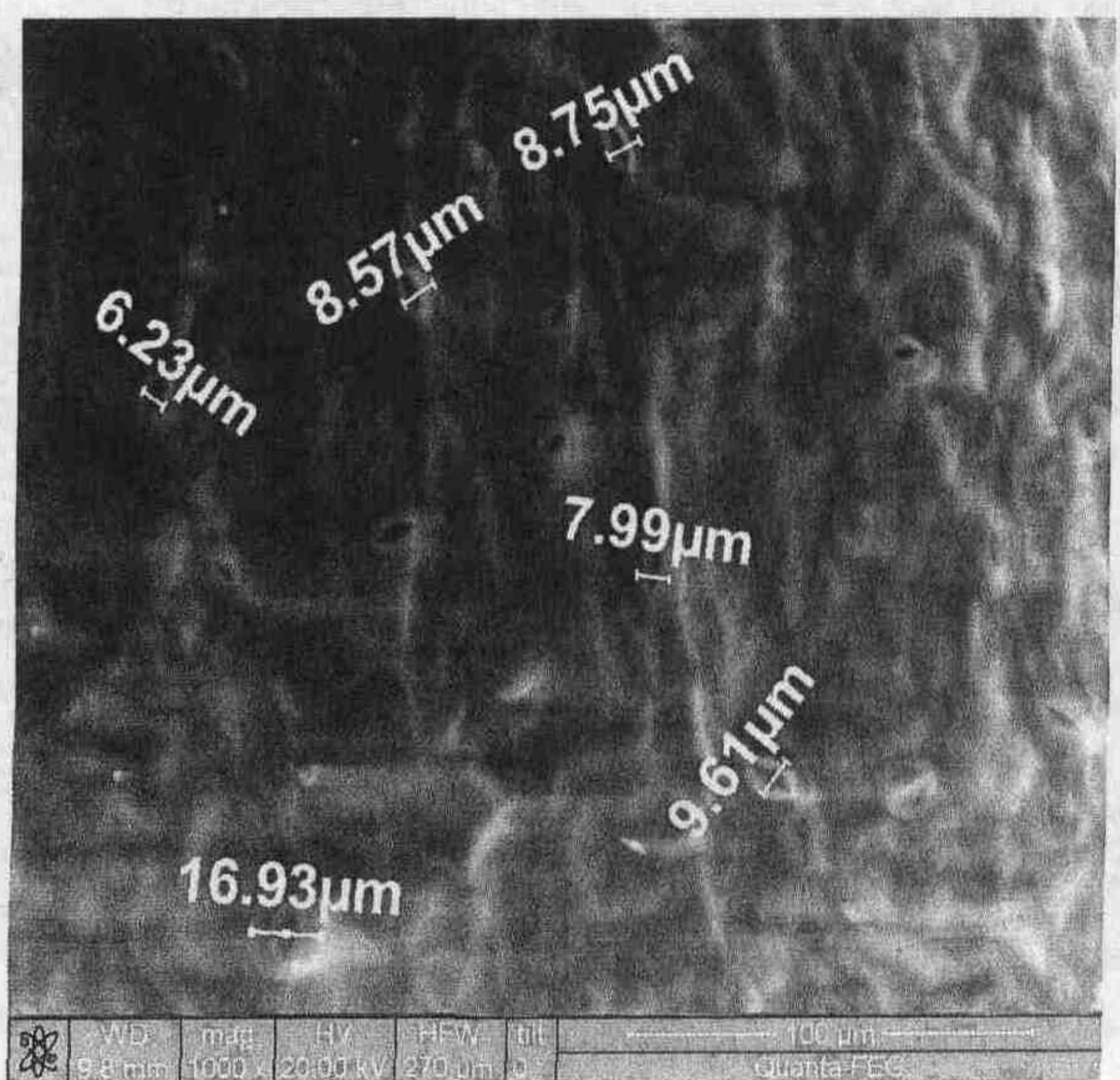


Рис. 10. Размер устьиц листа зимой

Полученные результаты подтверждают исследования [Зеленский, 1904; Александров, 1966] о существовании тесной зависимости количества и размеров анатомических элементов листа от характера естественного местообитания и сложившихся условий. В ответ на воздействие низких температур у листа гравилата речного вырабатываются приспособительные механизмы, заключающиеся в уменьшении некоторых анатомических элементов, в соответствии с чем изменяется число устьиц на единицу площади. Полученные результаты, на наш взгляд, будут неплохим дополнением к материалам о состоянии устьиц, приведённым в работах А. А. Жученко относительно морфологических адаптаций к низким температурам листьев культурных растений [Жученко, 1980].

### Выводы

При переходе к зимним условиям существования листья гравилата речного вырабатывают определённые приспособительные механизмы, необходимые для сохранения жизнеспособности:

1) эпидермис зимних листьев более толстый и плотный, с выраженной кутикулой, мало проницаемой для воды и газов, покрывающей наружную поверхность листа;

2) длина волосков имеет свои отличительные особенности. Летом волоски более длинные (995,53  $\mu\text{m}$ ), зимой происходит их укорачивание (337,88–670,77  $\mu\text{m}$ ) на жилках – 876,38–952,46 и 215,56–641,29  $\mu\text{m}$  соответственно;

3) различается размер устьиц. У листьев гравилата речного, произрастающего зимой, устьица меньшего размера – 11,34–20,13  $\mu\text{m}$  в длину, 6,23–16,93  $\mu\text{m}$  в ширину. На летних экземплярах их длина 16,37–24,13  $\mu\text{m}$ , ширина 8,99–18,13  $\mu\text{m}$ . На площади, равной 100x100 мкм, у гравилата речного зимой 27 устьиц, летом 53.

Из полученных результатов следует, что форма, размеры и анатомическое строение летних и зимних листьев гравилата речного отражают не только приспособительные механизмы к определённым экологическим условиям, но и сезонным колебаниям. Свойство морозоустойчивости сформировалось у гравилатов в процессе онтогенеза под влиянием определённых условий внешней среды в соответствии с генотипом и связано с явлением периода зимнего покоя. Количественное соотношение устьиц на листе гравилата речного в летний и зимний период, их расположение и размер могут служить регистрирующим средством для учёта и выяснения ряда проблем в области физиологии, биологии *Geum L.*

Благодарим за помощь в проведении испытаний Центр коллективного пользования научным оборудованием БелГУ «Диагностика структуры и свойств наноматериалов».

### Литература

1. Ботаника: в 2-х т. Т. 1 Анатомия и морфология растений / под общ. ред. Л.В. Кудряшова. – М.: Просвещение, 1966. – 420 с.
2. Биологическая флора Московской области / под ред. В.Н. Павлова. – М.: Гриф и К°, 2000. – Вып. 4. – 246 с.
3. Мир растений / под ред. А.Л. Тахтаджяна. – М.: Просвещение, 1991. – Т. 1–5.
4. Серебряков И.Г. Морфология вегетативных органов высших растений. – М.: Высшая школа, 1952. – 391 с.
5. Петухова Л.В. Особенности ритма развития растений в связи с их происхождением // Взаимоотношение компонентов биогеоценозов в южно-таёжных ландшафтах. – Калинин, 1984. – С. 61–67.
6. Голубев В.Н. Эколого-биологические особенности травянистых растений и растительных сообществ лесостепи. – М.: Наука, 1965. – 287 с.
7. Лебедев С.И. Физиология растений. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1982. – 463 с.
8. Васильев А.Е. Ксероморфные признаки в роде *Populus L.* // Проблемы современной ботаники. – М.; Л., 1965. – Т. 2. – С. 69–74.
9. Metcalfe C.R., Chalk L. Anatomy of the dicotyledons: 2 vols. – Oxford: Clarendon press, 1950. – Vol. 1–2.
10. Зеленский В.Р. Материалы к количественной анатомии различных листьев одних и тех же растений // Изв. Киев. политехн. ин-та. – 1904. – Т. 4. – № 1.
11. Александров А.А. Анатомия растений. – М.: Высшая школа, 1966. – 431 с.
12. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбиногенез, агробиоценоз). – Кишинёв: Штиинца, 1980. – 588 с.