

УДК 581.144.4 : 581.8 : 635.932

© Е. И. Ковалёва, А. Ю. Пугачёва

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОСВЕЩЕНИЯ НА АНАТОМИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ ЛИСТА  
*ASTER DUMOSUS L. И ASTER NOVI – BELGII L.***

*Донецкий ботанический сад НАН Украины; 83059, г. Донецк, пр. Ильича, 110  
e-mail: donetsk-sad@mail.ru*

*Ковалёва Е. И., Пугачёва Е. И. Влияние условий освещения на анатомическую структуру листа *Aster dumosus L.* и *Aster novi – belgii L.* – Выявлено влияние условий светового режима на анатомическое строение листовой пластинки у 9 сортов рода *Aster* (Tournton ex Linnaeus, 1735). На основе полученных данных выделены пластичные интродуценты, которые пригодны для использования в озеленении затененных участков.*

*Ключевые слова:* освещение, анатомическое строение листа, *Aster dumosus L.*, *Aster novi – belgii L.*

**Введение**

Одним из главных факторов, влияющих на жизнедеятельность растений, является свет, его продолжительность в течение суток, интенсивность лучистой энергии [1]. Большой интерес представляет изучение жизнедеятельности растений в зависимости от условий освещения, а также реакции растений на изменение этих условий. В случае как недостаточного, так и избыточного освещения при прочих оптимальных условиях (температуре, влажности) у растений нарушается рост и развитие, что приводит к снижению их декоративных качеств [2, 3].

Судить о пластичности вида можно зная анатомо-морфологическое строение вегетативных органов растений, в частности листа как наиболее пластичного органа, в структуре которого отражена экологическая эволюция вида, слагающаяся под влиянием изменяющихся условий среды в прошлом и настоящем [4]. Перестройка структуры листовой пластинки под влиянием изменения условий существования – одно из важных проявлений приспособления растений [5].

Поэтому была поставлена следующая цель – выявление влияния условий освещения на анатомическое строение и структуру эпидермиса листа сортов *Aster dumosus L.*, 1735) и *Aster novi – belgii L.*, 1686) для выяснения возможности их использования при озеленении затененных участков.

**Материал и методы исследований**

Объектом изучения были следующие сорта: *A. dumosus* (культивары 'Lilac Time', 'Blue Bouquet', 'Praesox Nanus', 'Niobe', 'Prof. Anton Kippenberg', 'Goluboy Issykkul') и *A. novi – belgii* (культивары 'Red Sun Set', 'Erica', 'Plenty').

Исследования проводили на одновозрастном материале многолетней астры, выращиваемом при разных условиях освещения. Деленки, полученные при вегетативном размножении, были высажены согласно рекомендациям М. В. Бессчетновой и К. С. Малдыбековой [6] на три экспериментальных участка с выровненным эдафоном [7] и агротехникой. Опытные участки значительно различались по условиям освещения: I (взят в качестве условного контроля) – "открытый участок" (освещение достигает 50000 люкс), II – "полутень" (30000 люкс), III – "сильное затенение" (10000 люкс). Растения высажены по 10 единиц каждого сорта с 3 почками на деленке.

В литературе существуют разноречивые мнения о световой детерминации структуры листа. Так, Т. К. Горышина [8] считает, что свет влияет на анатомическое строение листа непосредственно во время выхода его из почки. Однако в работах П. В. Раскатова [9], И. Г. Серебрякова [10] показано, что структура листа формируется в период его внутривершинного развития и зависит от условий, в которых закладывалась и формировалась почка.

Поэтому изучение анатомического строения листа было проведено в третий вегетационный период со времени размещения их на опытных участках. Измерялись толщина кутикулы и эпидермиса на верхней и нижней сторонах листа, толщина губчатого и

столбчатого мезофилла, общая толщина листовой пластинки. Для характеристики структуры эпидермиса адаксиальной и абаксиальной стороны листа изучали: размер эпидермальных клеток и устьиц, количество этих элементов на 1 мм<sup>2</sup>.

В условиях сильного затенения (10000 люкс) отмечается гибель всех растений. В дальнейшем данные по III варианту опыта не приводятся.

### Результаты и обсуждение

Как показали наши исследования, изученные сорта различаются по приспособлению к произрастанию в различных условиях освещенности (табл. 1, 2 и 3).

В процессе анализа анатомического строения установлено, что в целом изменения анатомической структуры под влиянием разной интенсивности освещения являются типичными [1, 2, 3, 5, 10].

У большинства изученных сортов уменьшение освещенности во II варианте опыта вызывает уменьшение толщины листовой пластинки. Наиболее выраженная реакция наблюдается у культивара *A. dumosus* 'Blue Bouquet' (в 1,52 раз) и культиваров *A. novi – belgii* (у 'Red Sun Set' в 1,19; 'Erica' и 'Plenty' в 1,23 раз). Исключением является сорт *A. dumosus* 'Niobe', для которого характерно увеличение толщины листовой пластинки, происходящее за счет увеличения толщины губчатого мезофилла (в 1,27 раз).

При изучении анатомического строения листа отмечено, что нижняя кутикула является менее зависимой от условий освещения, чем верхняя. Для всех исследованных сортов отмечено уменьшение толщины верхней кутикулы с уменьшением интенсивности освещения в 1,16 (*A. dumosus* 'Praecox Nanus') – 2,37 (*A. novi – belgii* 'Red Sun Set') раз. Уменьшение толщины нижней кутикулы менее выражено – в 1,02 (*A. dumosus* 'Prof. Anton Kippenberg') – 1,56 (*A. dumosus* 'Niobe') раз.

Из анализируемых параметров анатомической структуры наиболее важными для оценки теневыносливости является толщина столбчатого мезофилла и его соотношение с губчатым мезофиллом, хотя и их следует учитывать в комплексе с другими показателями. У всех исследованных сортов отмечено уменьшение толщины столбчатого мезофилла с уменьшением интенсивности освещения. Изменение толщины столбчатого мезофилла происходит за счет уменьшения размеров палисадных клеток, изменения количества слоев столбчатого мезофилла не отмечено. Клетки палисадного мезофилла в условиях затенения уменьшаются в длину. Изменений ширины клеток не отмечено. Наиболее значительные изменения столбчатого мезофилла отмечены у культиваров *A. dumosus* 'Blue Bouquet' (в 1,69 раз) и культиваров *A. novi – belgii* ('Erica' и 'Plenty' в 1,53 раз). У большинства исследованных сортов в условиях недостаточного освещения происходит уменьшение толщины губчатого мезофилла, связанное с общим уменьшением толщины листовой пластинки. Однако, при рассмотрении соотношения столбчатого и губчатого мезофилла исследованных культиваров при разных условиях освещенности выявлено, что для большинства культиваров характерно незначительное уменьшение коэффициента палисадности. Приспособление к уменьшению интенсивности освещения этих сортов достигается в основном за счет увеличения площади листовых пластинок с уменьшением ее толщины.

Для культивара *A. novi – belgii* 'Red Sun Set' отмечено увеличение коэффициента палисадности в условиях затенения. Такое строение листовой пластинки свидетельствует о низкой приспособляемости данного сорта к изменению условий освещения места произрастания, что подтверждается и результатами изучения морфологических параметров растений [11]. Наибольшее уменьшение коэффициента палисадности в условиях затенения отмечено у культиваров *A. novi – belgii* 'Erica' (в 1,28 раз), *A. novi – belgii* 'Plenty' (в 1,35 раз) и *A. dumosus* 'Niobe' (1,39 раз). Наличие явно теневых листьев данных культиваров должно свидетельствовать о возможности успешного их использования в условиях затенения.

**Анатомические особенности строения листовой пластинки сортов  
*A. dumosus* L. и *A. novi – belgii* L.**

Сорт	Вариант	Толщина нижней кутикулы	Толщина нижнего эпидер- миса	Толщина верхнего эпидер- миса	Толщина верхней кутикулы	Толщина листовой пластинки
		M±m, мкм				
<i>Aster dumosus</i> L.						
Blue Bouquet	I	5,24±0,26	19,31±1,39	22,65±0,87	11,21±4,60	384,52±7,29
	II	4,99±0,58	15,96±0,78 *	17,90±0,79 ***	5,66±0,38 **	253,22±8,54 ***
Lilac Time	I	6,52±0,24	21,68±1,58	17,48±0,57	5,18±0,32	297,17±5,56
	II	4,45±0,26 ***	20,28±1,36	18,76±1,00	2,98±0,17 ***	245,97±6,39 **
Praecox Nanus	I	5,18±0,34	19,43±1,31	19,61±2,44	6,70±0,39	354,69±4,88
	II	3,78±0,20 **	19,91±1,40	21,44±1,94	5,79±0,30	292,93±7,3 ***
Niobeia	I	6,64±0,48	17,97±1,21	18,27±0,82	8,89±0,64	311,87±3,99
	II	4,26±0,34 ***	19,18±1,67	23,69±1,94 *	5,97±0,37 ***	341,28±9,06 **
Prof. Anton Kippenberg	I	7,00±0,40	19,67±0,83	20,22±1,04	10,11±1,90	389,94±6,69
	II	6,88±0,90	17,90±1,75	19,31±1,12	6,09±0,73	347,56±8,76 **
Goluboy Issykkul	I	5,30±0,42	19,67±2,17	16,56±1,12	7,31±0,40	358,34±2,90
	II	5,85±0,61	27,77±4,20	20,22±0,71 **	5,48±0,35 **	287,57±9,31 ***
<i>Aster novi – belgii</i> L.						
Red Sun Set	I	6,94±0,62	25,09±9,09	26,19±9,09	12,42±5,42	421,97±16,23
	II	4,93±0,17 **	24,91±6,89	24,18±1,44	5,24±0,19	352,74±6,92 ***
Erica	I	4,20±0,48	14,13±1,01	17,78±1,07	6,21±0,39	357,73±5,78
	II	5,24±0,40	16,44±0,96	15,83±1,17	5,36±0,24	290,55±7,65 ***
Plenty	I	4,99±0,34	16,14±0,60	17,78±1,07	6,46±0,34	362,96±6,09
	II	4,57±0,21	16,44±0,96	15,89±1,15	5,66±0,13 *	295,73±7,25 ***

## Примечания:

1. Различия достоверны при  $P \geq 0,95$  (\*),  $P \geq 0,99$  (\*\*),  $P \geq 0,999$  (\*\*\*)).
2. M±m – среднее арифметическое значение параметра ± ошибка.
3. I – "открытый участок" (освещение достигает 50000 люкс), II – "полутень" (30000 люкс).

Анатомические особенности строения листа сортов *A. dumosus* L. и *A. novi – belgii* L.

Сорт	Вариант	Толщина губчатого мезофилла	h клетки губчатого мезофилла	Толщина столбчатого мезофилла	h клетки столбчатого мезофилла	Коэф-фициент палисадности
		M±m, мкм				
<i>Aster dumosus</i> L.						
Blue Bouquet	I	184,71±9,33	38,79±2,30	141,41±4,27	67,36±3,11	0,79±0,06
	II	119,36±7,23 ***	30,33±1,30 **	83,25±2,13 ***	45,37±1,47 ***	0,71±0,05
Lilac Time	I	108,40±2,57	58,16±2,79	137,76±4,83	29,41±6,02	0,79±0,03
	II	85,81±3,00 ***	44,40±1,24 ***	113,70±5,18 **	24,79±1,34	0,76±0,04
Praecox Nanus	I	177,16±4,66	45,80±1,96	126,61±3,74	57,31±6,13	0,72±0,03
	II	142,26±4,33 ***	35,57±2,75 **	99,75±2,25 ***	56,82±3,36	0,71±0,02
Niobeia	I	136,54±4,61	40,92±2,95	123,57±3,56	69,49±2,77	0,92±0,06
	II	174,30±7,39 ***	36,42±2,39	113,88±7,29	62,67±5,48	0,66±0,05 **
Prof. Anton Kippenberg	I	205,23±6,20	42,51±1,39	127,71±3,58	62,12±3,33	0,63±0,03
	II	190,19±12,28	32,16±1,85 ***	107,18±6,06 **	54,99±2,72	0,58±0,04
Goluboy Issykkul	I	197,68±4,78	42,93±1,62	111,81±3,19	63,09±3,43	0,57±0,03
	II	138,30±6,52 ***	35,32±4,16 ***	89,88±2,75 **	49,51±1,51 **	0,66±0,04
<i>Aster novi – belgii</i> L.						
Red Sun Set	I	227,95±9,61	54,51±3,27	123,38±7,72	80,33±9,50	0,55±0,05
	II	173,75±6,92 ***	34,41±4,65 **	119,73±3,28	66,69±3,92	0,70±0,04 *
Erica	I	192,87±6,80	44,09±2,79	122,53±3,24	44,88±2,51	0,64±0,03
	II	167,23±9,21 *	30,69±2,00 **	80,45±3,43 ***	40,62±2,66	0,50±0,05 *
Plenty	I	193,30±6,99	44,27±2,57	124,30±2,89	45,86±2,70	0,65±0,03
	II	171,74±7,67 *	30,69±2,00 ***	81,42±3,23 ***	42,14±2,67	0,48±0,04 **

Примечания:

1. Различия достоверны при  $P \geq 0,95$  (\*),  $P \geq 0,99$  (\*\*),  $P \geq 0,999$  (\*\*\*)
2. M±m – среднее арифметическое значение параметра ± ошибка.
3. I – "открытый участок" (освещение достигает 50000 люкс), II – "полутень" (30000 люкс).

**Количественная характеристика структуры эпидермиса листа некоторых сортов  
*A. dumosus* L. и *A. novi – belgii* L.**

Сорт	Вариант	Количество на 1 мм <sup>2</sup>		Устьице	
		клеток	устьиц	длина	ширина
		M±m, шт.		M±m, мкм	
<i>Aster dumosus</i> L.					
Lilac Time	I	<u>17,60±0,52</u> 141,38±2,22	<u>20,02±0,85</u> 51,54±1,46	<u>33,92±1,67</u> 32,28±1,77	<u>23,51±2,96</u> 23,20±1,32
	II	<u>169,81±3,01</u> 134,41±1,40**	<u>20,02±0,85</u> 47,87±0,98*	<u>33,92±1,67</u> 34,65±2,80	<u>23,51±2,96</u> 19,00±1,19*
Blue Bouquet	I	<u>141,86±2,72</u> 193,40±1,44	<u>11,99±0,79</u> 67,69±1,38	<u>28,38±0,40</u> 32,22±1,55	<u>20,34±0,30</u> 20,16±0,48
	II	<u>157,62±1,68***</u> 157,62±1,68***	<u>4,35±0,26***</u> 38,10±0,89***	<u>35,26±1,26***</u> 31,18±1,19	<u>20,89±0,79</u> 24,85±6,04***
Praecox Nanus	I	<u>191,18±3,17</u> 163,91±3,56	<u>56,57±0,84</u> 59,66±0,75	<u>33,31±0,94</u> 26,37±0,47	<u>15,65±0,26</u> 20,16±0,48
	II	<u>130,93±1,83***</u> 158,10±1,56	<u>4,35±0,26***</u> 38,39±0,89***	<u>35,14±1,20</u> 31,18±1,19***	<u>20,89±0,79***</u> 17,90±0,87*
Niobeia	I	<u>133,45±4,25</u> 141,47±1,75	<u>18,95±0,58</u> 37,81±1,34	<u>32,28±0,98</u> 29,96±0,90	<u>20,52±0,85</u> 21,92±0,60
	II	<u>105,21±1,48***</u> 93,32±1,08***	<u>22,82±1,02**</u> 36,26±0,48*	<u>35,14±2,53</u> 37,09±2,60**	<u>18,45±0,80</u> 14,37±0,91***
Prof. Anton Kippenberg	I	<u>223,57±2,82</u> 231,50±3,32	<u>9,48±0,32</u> 33,36±1,25	<u>25,70±0,31</u> 27,47±0,77	<u>18,64±0,13</u> 17,84±0,50
	II	<u>217,58±3,49</u> 224,15±3,91	<u>8,32±0,44*</u> 26,98±0,95***	<u>28,81±1,40*</u> 28,44±1,00	<u>19,79±0,28**</u> 18,57±0,51
Goluboy Issykkul	I	<u>39,04±2,67</u> 196,59±3,27	<u>27,04±1,64</u> 79,39±0,92	<u>143,12±2,21</u> 27,71±0,69	<u>17,60±0,52</u> 17,60±0,21
	II	<u>39,04±2,67</u> 134,61±2,63***	<u>27,04±1,64</u> 48,64±1,06***	<u>143,12±2,21</u> 28,26±1,37	<u>17,60±0,52</u> 14,49±0,28***
<i>Aster novi – belgii</i> L.					
Red Sun Set	I	<u>196,11±3,73</u> 216,70±3,59	<u>30,65±1,18</u> 80,16±1,02	<u>22,90±0,50</u> 18,03±0,74	<u>16,75±0,23</u> 12,06±0,75
	II	<u>163,91±3,83***</u> 164,00±2,38***	<u>23,40±0,64***</u> 34,04±0,55***	<u>26,86±1,11**</u> 39,71±0,86***	<u>18,51±0,28***</u> 15,71±0,33***
Erica	I	<u>219,32±3,91</u> 172,03±1,92	<u>18,28±1,50</u> 57,44±1,51	<u>23,87±0,52</u> 33,86±0,23	<u>18,88±0,20</u> 21,56±0,19
	II	<u>208,97±3,56</u> 166,61±2,14	<u>10,54±0,49***</u> 43,71±0,72***	<u>29,35±0,44***</u> 38,61±0,41***	<u>20,10±0,29***</u> 22,23±0,32
Plenty	I	<u>214,28±2,69</u> 174,35±2,18	<u>19,05±0,82</u> 58,99±0,93	<u>24,24±0,25</u> 33,19±0,16	<u>18,94±0,11</u> 21,07±0,23
	II	<u>215,64±2,92</u> 169,52±1,71	<u>10,15±0,48***</u> 43,42±0,74***	<u>29,54±0,39***</u> 38,79±0,41***	<u>19,73±0,26**</u> 21,80±0,27*

Примечания:

1. В числителе – показатели верхнего эпидермиса, в знаменателе – нижнего эпидермиса;
2. Различия достоверны при  $P \geq 0,95$  (\*),  $P \geq 0,99$  (\*\*),  $P \geq 0,999$  (\*\*\*)
3. M±m – среднее арифметическое значение параметра ± ошибка.
4. I – "открытый участок" (освещение до 50000 люкс), II – "полутень" (30000 люкс).

### Выводы

Все исследованные сорта реагируют на изменение условий светового режима. Культивары в условиях затенения характеризуются типичными изменениями в эпидермисе: наблюдается уменьшение количества устьиц и клеток на 1 мм<sup>2</sup>, с одновременным увеличением их размеров (преимущественно в длину) как на верхнем, так и на нижнем эпидермисе.

Для большинства изученных сортов оптимальными условиями произрастания являются открытые солнечные участки. Для использования в озеленении затененных участков можно рекомендовать наиболее пластичные культивары *A. dumosus*: 'Lilac Time', 'Blue Bouquet' и *A. novi – belgii*: 'Erica', 'Plenty'.

### Список литературы

1. Челядинова А. И. Морфофизиологические изменения у некоторых видов кустарников в различных световых условиях / А. И. Челядинова // Свет и морфогенез растений. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. – С. 147–161.
2. Куперман Ф. М. Исследование закономерностей морфогенеза растений методом выращивания их в условиях разных световых режимов / Ф. М. Куперман // Свет и морфогенез растений. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. – С. 8–43.
3. Кутас Е. Н. Влияние светового режима на анатомическое строение растений / Е. Н. Кутас // Бюл. Гл. ботан. сада. – 1991. – Вып. 161. – С. 67–71.
4. Культиасов М. В. Экологические основы интродукции растений природной флоры / М. В. Культиасов // Экология и интродукция растений. – Л.: Наука, 1963. – С. 3–37.
5. Кочетова Н. И. Адаптивные свойства поверхности растений / Н. И. Кочетова, Ю. В. Кочетов. – М.: Колос, 1982. – 176 с.
6. Бессчетнова М. В. Методика изучения морфологических модификаций декоративных цветочных растений в ботанических садах АН Казахской ССР / М. В. Бессчетнова, К. С. Малдыбекова // Методики интродукционных исследований в Казахстане. – Алма-Ата: Наука Каз. ССР, 1987. – С. 67–69.
7. Швиндерман С. П. Агрохимические показатели почв в Донецком ботаническом саду / С. П. Швиндерман, О. Н. Торохова, Н. В. Чепиго // Интродукция и акклиматизация. – 1990. – Вып. 14. – С. 53–54.
8. Горышина Т. К. Экология травянистых растений лесостепной дубравы / Т. К. Горышина. – Л.: Изд-во Ленинград. гос. ун-та, 1975. – 127 с.
9. Раскатов П. В. Анатомия вегетативных органов древесных растений / П. В. Раскатов. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1974. – 102 с.
10. Серебряков И. Г. К вопросу о детерминации световой структуры листа / И. Г. Серебряков // Бюл. Моск. общ-ва испыт. природы. Отд. Биол. – 1946. – Т. 53, № 3. – С. 89–98.
11. Ковалева Е. И. Влияние условий освещенности на *Aster dumosus* L. и *A. novi – belgii* L. / Е. И. Ковалева, А. Ю. Пугачева, О. В. Дубич // Биоразнообразие: проблемы и перспективы сохранения: междунауч. конф., посв. 135-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (г. Пенза, 13-16 мая 2008 г.): тез. докл. – Пенза, 2008. – С. 45–46.

**Ковальова Є. І., Пугачова А. Ю. Вплив умов освітлення на анатомічну структуру листка *Aster dumosus* L. і *Aster novi – belgii* L.** – Виявлено вплив умов режиму освітлення на анатомічну будову листової пластинки у 9 сортів роду *Aster* (Tournton ex Linnaeus, 1735). На основі отриманих даних виділено пластичні інтродуценти, які придатні для використання в озелененні затемнених ділянок.

*Ключові слова:* освітлення, анатомічна будова листка, *Aster dumosus* L., *Aster novi – belgii* L.

**Kovaleva E. I., Pugacheva A. Yu. The influence of lighting conditions on anatomical structure of *Aster dumosus* L. and *Aster novi – belgii* L. leaves.** – It has been determined that the influence of lighting regime conditions on anatomical structure of lamina of 9 kinds of the *Aster* (Tournton ex Linnaeus, 1735) genus. On the base of finding the plastic introducents were singled out, which are applicable for the use in greening of shaded plots.

*Key words:* lighting, anatomical structure of the leaf, *Aster dumosus* L., *Aster novi – belgii* L.