

О.К. Кустова

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФИРНОМАСЛИЧНЫХ ЖЕЛЕЗОК НА ЛИСТЬЯХ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ И СОРТОВ *MENTHA* L.

Mentha L., лист, эфирномасличные железки, количество, распределение

Введение

Эфирные масла являются продуктами вторичного обмена – терпеноидами, синтезируемыми в растительных клетках. Функционирование секреторных структур приурочено к молодым побегам, что защищает в первую очередь образовательные ткани растения. Терпеноидный секрет наружных железистых образований может защищать растения от излишнего испарения и солнечной радиации. Имеются сообщения о снижении интенсивности транспирации под влиянием обработки растений терпенами [2]. Накопление эфирных масел происходит в головчатых или пельтатных железках, расположенных преимущественно на листьях. Количественная оценка и выявление закономерностей распределения эфирномасличных железок на поверхности листьев мезофитных или мезоксерофитных видов рода *Mentha* L., интродуцированных в Донецком ботаническом саду НАН Украины (ДБС), может характеризовать не только анатомо-морфологические особенности листьев этих видов, но и косвенно отражать их отношение к дефициту влаги в условиях засушливо-континентального климата юго-востока Украины. Научные публикации по этим вопросам для многих видов эфирномасличных растений фрагментарны, немногочисленны или отсутствуют в связи с их малоизученностью [1, 4, 6, 7].

Цель и задачи исследований

Цель работы – определить морфологические особенности и количественные показатели эфирномасличных железок видов и сортов рода *Mentha* при выращивании их в условиях юго-востока Украины. Задачи: изучить морфологические особенности эфирномасличных железок видов рода *Mentha*; исследовать количественные характеристики и распределение трихом на листьях; определить растения, имеющие наибольшее количество эфиромасличных вместилищ, на основании чего выявить продуктивные виды и сорта.

Объект и методика исследований

Исследовали виды и сорта, интродуцированные в ДБС: *Mentha aquatica* L. ‘Lavander mint’, *M. piperita* × *M. arvensis* ‘Pippen mint’, *M. piperita* L. ‘Spear mint’ (Пакистан, сортообразцы получены вегетативным материалом, 2005 г.), *M. spicata* Huds (семена получены по делектусу, Берлин-Даллем, 2002 г.), *M. crispa* L. (1) (Украина, Одесса, 2003 г.), *M. crispa* (2) (Украина, Киев, 2004 г.). Сортообразцы ‘Lavander mint’, ‘Pippen mint’ и ‘Spear mint’ являются перспективными для интродукции на юго-востоке Украины ценными растениями, благодаря интенсивному аромату эфирного масла с хорошими органолептическими свойствами, плотной облиственностью побегов и активному вегетативному размножению в данных условиях выращивания [8]. *Mentha spicata* (мята колосистая или колосковая) в естественном виде произрастает в Египте, Юго-Восточной Европе и Западной Азии. Листья простые, удлинённо-яйцевидные или широкояйцевидные, морщинистые, курчавые, опушенные, зубчатые по краям. Масло имеет душистый, мягкий, бодрящий, освежающий аромат с мятным оттенком. *Mentha crispa* (мята курчавая) – популярное в Европе эфирномасличное и лекарственное растение. Имеет ветвистый стебель и курчавые, слегка опушенные листья яйцевидной формы. Масло не имеет сильного ментольного аромата, в связи с чем мята курчавая является малораспространенной в Украине культурой.

Растения выращиваются на коллекционном участке ДБС в условиях открытого грунта на солнечном месте с умеренным влагообеспечением. Согласно оценке многолетников по данным визуальных наблюдений по Р.А. Карпионовой [5], успешность интродукции данных видов и образцов оценена в 9 баллов, т.е. это перспективные растения для выращивания в условиях юго-востока Украины.

Исследования проводили согласно методикам З.П. Паушевой и М.Р. Колалите [6, 10] на сформированных листьях ($n=30$) среднего яруса растений в генеративной фазе развития. Подсчитывали количество железок в поле зрения микроскопа 1 мм^2 (учетная площадка, $n=10$) при увеличении $10 \times 0,7 \times 0,2$ в различных частях листа (базальной, средней и апикальной). Статистически определяли количество железок на 1 см^2 поверхности листа и общее количество железок на листе. Чтобы проверить равномерность распределения железок по листу, разность между количеством железок в различных частях листа сравнивали с дисперсией (σ) количества железок, когда несколько десятков площадок выбирается в средней части листа. Различие можно считать значимым в случае, когда дисперсия выборки (σ_i) превышает стандартное отклонение среднего значения (σ_y) [6, 11]. Определяли площадь листьев для выяснения зависимости общего количества эфирномасличных железок от нее [9].

Результаты исследований и их обсуждение

Листовая пластинка *M. aquatica* 'Lavander mint', *M. piperita* \times *M. arvensis* 'Pipper mint', *M. piperita* 'Spear mint' ровная, иногда ложковидно-вогнутая в дорзо-вентральном направлении. Листовая пластинка *M. spicata* и *M. crispa*, в отличие от других изученных видов, гофрированная с сильно выступающими жилками на абаксиальной стороне, из-за чего пластинка вогнутая. У исследованных видов рода *Mentha* листья редко покрыты простыми однорядными трех-, четырехклеточными трихомами, еще реже встречаются мелкие головчатые волоски с овальной конечной клеткой на одноклеточной ножке, которые, по литературным данным, выделяют секрет белковой природы [2]. Клетки эпидермиса с извилистыми стенками, устьица окружены двумя околоустьичными клетками. На листьях железки пельтатного типа: состоят из одной опорной клетки, одно-, двухстебельковых клеток и головки с радиально расположенными восемью клетками, в которой накапливается эфирное масло. Секрет в виде масляных шариков аккумулируется в субкутикулярном пространстве. Эфирномасличные железки расположены отдельно или группами на каждой стороне листа, а также реже – на поверхности стебля, прицветниках, чашечках и венчиках. Частота железок у всех опытных образцов выше на абаксиальной поверхности листьев, где и проводился их подсчет (табл. 1). На верхней стороне пластинки листа железки встречаются единично, кроме листьев *M. crispa*, у которых железки со светло-коричневым маслом также многочисленны.

Сравнительный анализ распределения железок по частям листа выявил, что для изученных видов и образцов характерны индивидуальные особенности скопления железок на листе. Наблюдается устойчивая закономерность уменьшения количества железок на 1 см^2 поверхности листа от базальной (N_b) к апикальной (N_a) его части. При определении равномерности распределения железок по листу было выяснено, что у большинства образцов разность между количеством железок, попадающих в поле зрения микроскопа в различных частях листа, превышает стандартное отклонение среднего, что показывает достоверность различия. Так, у *M. aquatica* 'Lavander mint' является достоверным наибольшее скопление железок в средней части листа (табл. 2). У *M. piperita* \times *M. arvensis* 'Pipper mint' и *M. piperita* 'Spear mint', *M. spicata* железки сосредоточены преимущественно в базальной и средней части листа. Та же закономерность обнаружена у *M. crispa*, но распределение железок по частям листа более равномерное. Скопление простых трихом у сортообразцов также преимущественно в средней части листа, а у видов *M. spicata* и *M. crispa* – в базальной. Наиболее опушенные листья *M. spicata*, *M. piperita* \times *M. arvensis* 'Pipper mint' и *M. piperita* 'Spear mint'.

Исследование плотности распределения железок по частям листа показало, что если принять за единицу количество железок в средней части листа (N_s), то их соотношение к апикальной и базальной части листа ($N_a : N_s : N_b$) показывает выше плотность железок в средней части листа

Таблица 1. Морфометрические параметры листьев и количественные показатели трихом на них видов рода *Mentha* L.

Вид, сорт	Площадь листа, см ²		Лист, см		Количество эфирномасляных железок на частях листа, шт. / 1мм ²			Количество трихом на частях листа, шт. / 1мм ²		
			длина	ширина	базальная	средняя	апикальная	базальная	средняя	апикальная
			M±m / Min – Max							
<i>M. aquatica</i> L. 'Lavander mint'	2,4±7,9	4,3±0,1	3,3±0,1	8,1±0,3	10,3±0,7	9,2±0,8	0,2±0,1	0,5±0,2	0,9±0,2	
	2,3 – 2,5	3,8 – 4,5	3,0 – 3,5	6,0 – 9,0	7,0 – 13,0	5,0 – 12,0	0,0 – 1,0	0,0 – 2,0	0,0 – 2,0	
<i>M. piperita</i> L. 'Spear mint'	2,3±2,4	4,8±0,1	2,3±0,01	11,9±1,0	13,0±1,0	10,5±0,3	1,8±0,4	2,3±0,4	1,8±0,3	
	1,9 – 2,7	4,5 – 5,0	2,0 – 2,5	5,0 – 16,0	9,0 – 18,0	9,0 – 12,0	0,0 – 4,0	1,0 – 5,0	0,0 – 3,0	
<i>M. piperita</i> × <i>M. arvensis</i> 'Pipper mint'	1,7±6,7	3,6±0,01	1,5±0,01	14,8±1,2	13,7±0,8	12,7±0,7	3,9±0,5	5,0±0,4	4,6±0,5	
	1,6 – 1,8	3,0 – 3,8	1,0 – 1,7	11,0 – 22,0	10,0 – 17,0	3,0 – 7,0	2,0 – 7,0	3,0 – 7,0	2,0 – 7,0	
<i>M. spicata</i> Huds	2,7±2,0	4,6±0,8	2,7±0,6	11,9±0,8	10,7±0,8	9,8±1,0	1,9±0,4	1,2±0,4	1,5±0,3	
	2,5 – 3,1	3,8 – 5,4	2,0 – 3,2	9,0 – 16,0	5,0 – 14,0	4,0 – 15,0	0,0 – 4,0	0,0 – 3,0	0,0 – 3,0	
<i>M. crispa</i> L. (1)	2,1±1,7	4,2±0,7	2,5±0,9	24,5±1,1	23,0±1,3	22,8±1,3	1,2±0,4	0,5±0,2	1,0±0,4	
	1,8 – 2,5	3,6 – 5,0	1,6 – 3,4	17,0 – 28,0	18,0 – 30,0	15,0 – 27,0	0,0 – 3,0	0,0 – 2,0	0,0 – 4,0	
<i>M. crispa</i> L. (2)	1,9±0,9	4,1±0,8	2,7±0,9	25,9±0,4	24,4±0,7	23,9±0,6	0,9±0,3	0,7±0,2	0,7±0,2	
	1,2 – 2,3	3,3 – 4,9	1,8 – 3,7	24,0 – 28,0	19,0 – 27,0	21,0 – 27,0	0,0 – 2,0	0,0 – 2,0	0,0 – 2,0	

Пр и м е ч а н и я: в числителе: M±m – среднее арифметическое значение и его ошибка; в знаменателе: Min и Max – минимальное и максимальное значения выборки

Таблица 2. Данные сравнительно-статистического анализа и количественных показателей пельтагней железок на листьях видов рода *Mentha* L.

Вид, сорт	Дисперсия количества железок в средней части листа (σ_y)	Стандартное отклонение среднего значения в средней части листа (σ_y)	Разность среднего количества железок в средней и апикальной частях листа ($y-a$)	Разность среднего количества железок в средней и базальной частях листа ($y-b$)	Соотношение количества железок в разных частях листа, при Ns=1 (Na : Ns : Nb)	Общее количество железок на 1 см ² площади листа (N)	Плотность распределения железок на 1 см ² площади листа (p)
<i>M. aquatica</i> L. 'Lavander mint'	2,2	0,7	1,1	2,2	0,81±0,01 : 1 : 0,92±0,02	1505,5±92,3	517,9±53,2
<i>M. piperita</i> L. 'Spear mint'	3,2	1,0	2,5	1,1	0,93±0,02 : 1 : 1,08±0,01	1749,9±77,3	666,7±40,9
<i>M. piperita</i> × <i>M. arvensis</i> 'Pipper mint'	2,5	0,8	1	-1,1	0,92±0,02 : 1 : 1,11±0,01	1377,3±77,6	1070,3±47,3
	2,4	0,8	0,9	-1,2	0,99±0,03 : 1 : 1,07±0,02	2991,6±68,5	513,9±23,4
<i>M. spicata</i> Huds	4,0	1,3	0,2	-1,5	0,97±0,02 : 1 : 1,06±0,01	3164,0±76,9	1449,4±33,2
<i>M. crispa</i> L. (1)	2,2	0,7	0,5	-1,5			1701,1±41,3

Пр и м е ч а н и я: y , a , b – средние значения количества железок 1 мм² в средней, апикальной и базальной частях листа, соответственно; Ns, Na, Nb – средние значения общего количества железок в средней, апикальной и базальной части листа, соответственно

у *M. aquatica* 'Lavander mint', *M. piperita* × *M. arvensis* 'Pipper mint', *M. piperita* 'Spear mint' и в базальной – у видов *M. spicata*, *M. crispa* (см. табл. 2). Полученные данные по общему количеству железок на листовой пластинке (N) выявили сравнительно наибольшие значения у *M. crispa* и *M. piperita* × *M. arvensis* 'Pipper mint', а наименьшие – у *M. aquatica* 'Lavander mint' и *M. spicata*, листовые пластинки которых сравнительно больше. Соответственно распределилась плотность пельтатных железок на 1 см² листовой пластинки (рис. 1). При этом к средней статистической по всей совокупности выборки приближаются данные у *M. aquatica* 'Lavander mint', что было использовано для выяснения соотношения общего количества эфирномасличных железок к площади листа. Мы предложили привести эти показатели в форму, позволяющую легко провести анализ. Данные *M. aquatica* 'Lavander mint' приняли условно за единицу (контроль) и определили соотношение с ними данных других видов. На основании этого получили возможность наглядно отобразить отношение количества пельтатных железок к площади листа (рис. 2). Полученные соотношения подтверждают, что листья *M. piperita* × *M. arvensis* 'Pipper mint' и *M. crispa* (1) – наиболее продуктивные по содержанию пельтатных железок. По показателю количества железок относительно площади листа заслуживает внимания и *M. piperita* 'Spear mint'.

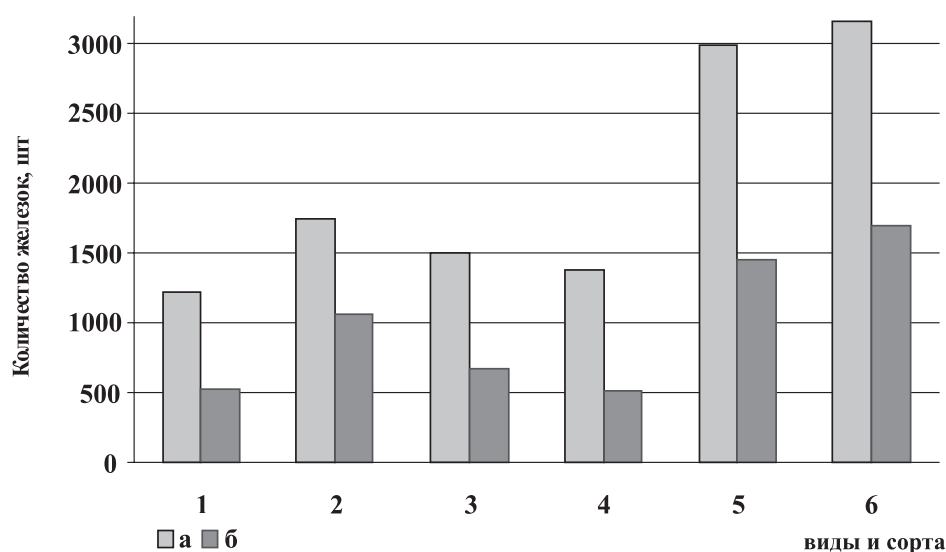


Рис. 1. Количество пельтатных железок на листе и плотность их распределения на 1 см² площади листа видов и сортов рода *Mentha* L.:

1 – *M. aquatica* 'Lavander mint', 2 – *M. piperita* × *M. arvensis* 'Pipper mint', 3 – *M. piperita* 'Spear mint', 4 – *M. spicata*, 5 – *M. crispa* (1), 6 – *M. crispa* (2); а – общее количество железок на листе, шт.; б – плотность распределения железок (шт.) на единицу площади

В ходе исследований возник вопрос, имеется ли зависимость плотности распределения железок на 1 см² от площади сформированного листа для каждого вида рода *Mentha*. В результате анализа выявлена отрицательная корреляционная зависимость ($r = -0,73$) между этими признаками, что показывает следующее: чем меньше площадь листовой пластинки сформированного листа, тем больше плотность железок на ней и наоборот. Зависимости общего количества железок от площади листовой пластинки не обнаружили.

Известно, что плотность пельтатных железок молодого развивающегося листа выше, чем у сформированного, клетки которого уже приобрели характерные для вида размеры. У отдельных изученных видов сем. Lamiaceae величина ее остается постоянной, так как является видоспецифичным признаком [3, 6 и др.]. Следовательно, полученные нами данные для изученных видов рода *Mentha* подтверждают эту закономерность. Дифференциация протодермальных клеток в трихомы на листе происходит до тех пор, пока идет его рост за счет деления клеток. В этот период расстояния между железками невелики и они располагаются скученно. Когда начинается рост листа за счет растяжения его клеток, новые железки уже не закладываются, а расстояние между ними увеличивается. Общее количество железок на листе зависит от того, как долго он растет за счет деления клеток [6, 7, 13].

Отсюда следует, что размеры листовой пластинки растения не могут косвенно отражать возможную продуктивность его эфирного масла. Важным является плотность распределения железок на листе того или иного вида, сорта, так как имеет значение продолжительность роста листа путем деления клеток, что и определяет общее количество заложенных на нем пельтатных железок. Имеются данные, что максимальное количество железок у мяты перечной образуется, когда лист достигает 25 мм длины. Далее происходит накопление ментола. Когда лист перестает расти, прекращается и накопление ментола. Этим и определяются сроки уборки мяты на сырье [12]. Учитывая вышеизложенные данные, можно рекомендовать сбор сырья изученных видов и сортов мяты по достижению листьями приведенных в таблице 1 параметров. Согласно полевым визуальным наблюдениям, наибольшую устойчивость к длительным засушливо-суховейным периодам показывают растения *M. piperita* × *M. arvensis* 'Pipper mint', *M. spicata* и *M. crispa*, для которых характерна бóльшая плотность железок и опушенность листьев.

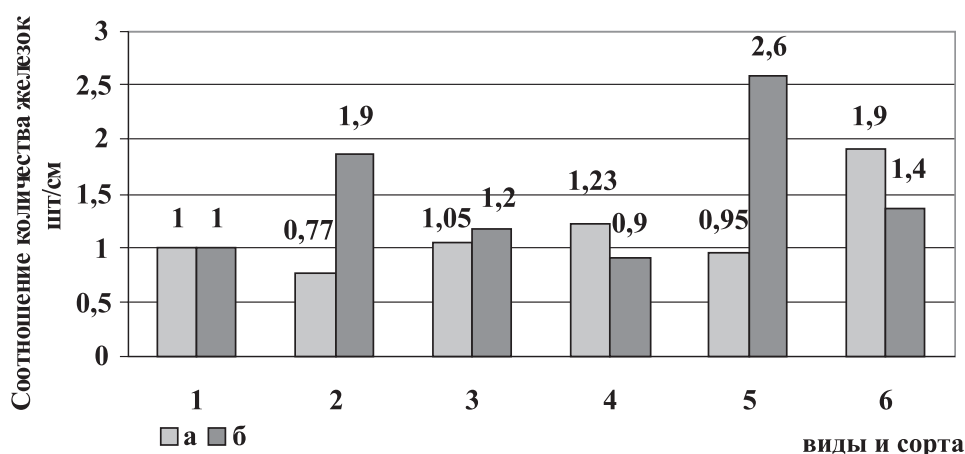


Рис. 2. Соотношение количества пельтатных железок к площади листа (1 см²) у видов и сортов рода *Mentha* L.:

1 – *M. aquatica* 'Lavander mint', 2 – *M. piperita* × *M. arvensis* 'Pipper mint', 3 – *M. piperita* 'Spear mint', 4 – *M. spicata*, 5 – *M. crispa* (1), 6 – *M. crispa* (2); а – площадь листа, см; б – количество железок, шт.

Выводы

Проведенные исследования показали, что пельтатные железки изученных видов и образцов *M. aquatica* 'Lavander mint', *M. piperita* × *M. arvensis* 'Pipper mint', *M. piperita* 'Spear mint', *M. spicata*, *M. crispa* расположены преимущественно на абаксиальной поверхности листьев, имеют типичное для представителей сем. Lamiaceae строение (опорная клетка, одно-, двухстебельковые клетки, головка с радиально расположенными восемью клетками). Выявлены закономерности распределения железок по частям листа и их индивидуальные количественные характеристики, что может иметь значение в качестве одного из признаков для определения и оценки сырья. Большинство пельтатных железок и простых трихом располагается в средней и базальной частях листа. Выявлены растения, имеющие наибольшую плотность расположения железок на единицу площади: *M. piperita* × *M. arvensis* 'Pipper mint' и *M. crispa*. К устойчивым в условиях жесткого агрофона на юго-востоке Украины и, в некоторой степени, продуктивными в отношении ценностипряно-ароматического и эфирномасличного сырья можно отнести *M. piperita* × *M. arvensis* 'Pipper mint' и *M. crispa*.

1. Буданцев А.Л. Химический состав и полезные свойства видов рода *Dracocephalum* L. флоры СССР. Сообщ.1 / А.Л. Буданцев, А.Л. Шаварда // Раст. ресурсы. – 1986. – Т. 22, вып. 4. – С. 550 – 561.
2. Васильев А.Е. Функциональная морфология секреторных клеток растений / Андрей Евгеньевич Васильев. – Л.: Наука, 1977. – 208 с.
3. Глухов А.З. Интродукция и перспективы использования видов рода Базилик (*Ocimum* L.) на юго-востоке Украины / Александр Захарович Глухов, Ольга Константиновна Кустова. – Донецк: Изд-во «Вебер» (Донецкое отделение), 2009. – 172 с.

4. Данилова М.Ф. Ультраструктура железистых чешуек *Perilla ocymoides* (Lamiaceae) в связи с их возможным участием в синтезе стероидных гормонов и гиббереллинов / М.Ф. Данилова, Т.К. Кашина // Ботан. журн. – 1987. – Т. 72. – С. 427–435.
5. Карписонова Р.А. Оценка интродукции многолетников по данным визуальных наблюдений / Р.А. Карписонова // Методики интродукционных исследований в Казахстане. – Алма-Ата: Наука. – 1987. – С. 36–37.
6. Колалите М.Р. Распределение эфиромасличных железок на листьях *Nepeta cataria* L. и *Dracocephalum moldavica* L. / М.Р. Колалите // Раст. ресурсы. – 1994. – Т. 30, вып. 1–2. – С. 120–125.
7. Колалите М.Р. Особенности морфологии и ультраструктуры железистых трихом листьев *Nepeta cyanea* Stev., *N. cataria* L. var. *citriodora* Balb. и *Scutellaria bacalensis* Georgi / М.Р. Колалите // Раст. ресурсы. – 1996. – Т. 32, Вып. 3. – С. 65–73.
8. Кустова О.К. Интродукция новых сортообразцов видов рода *Mentha* L. / О.К. Кустова // Интродукция, селекция и защита растений: Материалы II междунар. науч. конф. (г. Донецк, 6 – 8 окт. 2009 г.). – Донецк, 2009. – С. 419 – 421.
9. Методика полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: Б. и., 1971. – 225 с.
10. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений / Зоя Петровна Паушева. – М.: Агропромиздат, 1988. – 271 с.
11. Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок / Джорж Тейлор. – М.: Б.и., 1985. – 175 с.
12. Мята перечная [electron resources]. – Способ доступа: urz: <http://www.1000listnik.ru/deti/384-myata-perechnaya-sem-yasnotkovye.html>
13. Shanker S. Essential oil gland number and ultrastructure during *Mentha arvensis* leaf ontogeny / S. Shanker, P.V. Ajayakumar, S. Kumar, R.S. Sangwan // *Biologia plantarum*. – 1999. – Vol. 42, № 3. – P. 379–387.

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Получено 17.05.2012

УДК 581.135.1+5:581.45:582.949.2

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФИРНОМАСЛИЧНЫХ ЖЕЛЕЗОК
НА ЛИСТЯХ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ И СОРТОВ *MENTHA* L.

О.К. Кустова

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Определены морфологические особенности и количественные показатели эфирномасличных железок на листьях видов и сортов рода *Mentha* L.: *M. aquatica* L., *M. piperita* × *M. arvensis*, *M. piperita* L., *M. spicata* Huds, *M. crispa* L. Пельтатные железки расположены преимущественно на абаксиальной поверхности листьев. Выявлены закономерности распределения железок по частям листа и их индивидуальные количественные характеристики, что имеет значение для оценки сырья. Наибольшую плотность расположения железок на единицу площади листа имеют *M. piperita* × *M. arvensis* 'Pipper mint' и *M. crispa*, которые являются наиболее устойчивыми в условиях жесткого агрофона на юго-востоке Украины.

UDC 581.135.1+5:581.45:633.8

DISTRIBUTION OF THE ESSENTIAL-OIL-BEARING GLANDULES IN LEAVES OF SOME SPECIES
AND CULTIVARS OF THE GENUS *MENTHA* L.

O.K. Kustova

Donetsk Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine

Morphological features and quantitative indicators of the essential-oil-bearing glandules in leaves of some species and varieties of the genus *Mentha* L.: *M. aquatica*, *M. piperita* × *M. arvensis*, *M. piperita*, *M. spicata* Huds, *M. crispa* L. have been determined. Peltate glands are located predominantly on the abaxial leaf surface. The regularities of glandule distribution in different parts of the leaves and their individual quantitative characteristics have been revealed, being important for evaluation of the plant raw material. The highest density of the glandule distribution per a unit of leaf area was revealed in *M. piperita* × *M. arvensis* 'Pipper mint' and *M. crispa* L., being the most tolerant plants under the conditions of a severe agrarian background in the South-Eastern Ukraine.