

ЭКОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДОВ РОДА *HIBISCUS* L. В СВЯЗИ С ИХ ИНТРОДУКЦИЕЙ НА ЮГО-ВОСТОКЕ УКРАИНЫ

Е. Ю. Третьякова

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Поступила в редакцию 14.03.2014 г.

Аннотация. В статье приведены материалы исследования экофизиологических и анатомо-морфологических особенностей видов *Hibiscus esculentus* L., *H. manihot*, *H. trionum* в условиях интродукции на юго-востоке Украины. В результате исследований выяснено, что сорта *H. esculentus* и вид *H. manihot* – мезофиты, которые слабо приспособлены к условиям засухи. Установлено, что обработка регуляторами роста (индолил-3-уксусной кислотой, гуматом аммония, цитокинином) в оптимальных концентрациях способствует ксерофитизации эпидермиса листа, усилению ксилогенеза, что повышает адаптационную способность растений при интродукции на юго-востоке Украины.

Ключевые слова: интродукция, бамяя, айбика, гибискус тройчатый, адаптация, регуляторы роста, анатомо-морфологические и экофизиологические особенности.

Abstract. The paper presents the research materials of ecophysiological and anatomical researches species of *Hibiscus esculentus* L., *H. manihot*, *H. trionum* are revealed in conditions of introduction on the southeast of Ukraine. It is found out as a result of researches, that species of *H. esculentus* and of *H. manihot* – mesophytes, which are poorly adapted to conditions of drought. During the study of seasonal rhythm of development and ontogenesis it is set by us, that *H. esculentus* and *H. manihot* is characterized by the long-term virginal period. It is set that treatment by the regulators of growth by indolyl-3- acetic acid, humate of ammonium, cytokinin in optimum concentrations promotes xeromorphosis of epidermis of sheet, intensifying of formation of xylem, that promotes ability of adaptation of plants at introduction on the southeast of Ukraine.

Keywords: introduction, okra, aibika, hibiscus ternate, adaptation, regulators of growth, development of plants, a natomical and ecophysiological features

Hibiscus esculentus L. (бамяя) – однолетнее травянистое растение, родина – Западная тропическая Африка, вероятно Эфиопия и Судан. *H. manihot* (айбика) – многолетнее (в культуре однолетнее) травянистое растение, родина – Египет, тропическая Азия.

В условиях высокоиндустриального юго-востока Украины *H. esculentus* и *H. manihot* представляют интерес, как новые высокобелковые культуры, которые могут использоваться как ценный диетический продукт, а также как высокоэффективное общеукрепляющее средство. Целесообразно рекомендовать употребление данных овощей особенно в промышленных, техногенно

загрязненных регионах Украины для укрепления иммунитета и профилактики многих заболеваний [1 – 4]. *H. trionum* (гибискус тройчатый) – однолетнее травянистое растение широко распространённое в степных и лесостепных районах. *H. trionum* представляет интерес как ценное лекарственное средство, имеющее антибиотические свойства в отношении золотого стафилококка [5, 6].

Исследуемые виды *H. esculentus* и *H. manihot* – растения южных широт, мезофиты, которые слабо приспособлены к условиям засухи, а для юго-востока Украины в весенне-летний период характерны высокие температуры, низкая относительная влажность воздуха, недостаточные и неравномерные осадки, суховеи [7 – 9]. Поэтому возникает необходимость повышения засухоустойчивости дан-

ных растений экзогенной регуляцией адаптивных реакций с помощью регуляторов роста.

Целью данной работы было выявление экофизиологических и анатомо-морфологических особенностей видов рода *Hibiscus* при интродукции на юго-восток Украины. Для достижения поставленной цели проводилось изучение анатомо-морфологических и экофизиологических особенностей исследуемых растений, как показателя их адаптационной способности, исследование влияния регуляторов роста на анатомо-морфологические особенности вегетативных органов растений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В исследованиях использовали интродуцированные в Донецком ботаническом саду НАН Украины (ДБС) виды и сорта рода *Hibiscus*. Семена сортов *H. esculentus* 'Высокорослая 100', 'К-209' были получены из Кишинёвского ботанического сада в 1985 г. Семена видов *H. manihot* и *H. trionum* были получены из ботанических садов поделектусам из Австрии (Инсбрук, в 2008 г.) и Германии (Берлин-Далем, в 2008 г.) соответственно. Семена сортов *H. esculentus* 'Emerald', 'Clemson spineless' были получены от фермера из г. Днепрпетровска в 2008 году.

Засухоустойчивость исследуемых растений определяли визуально в фазу цветения и плодоношения по пятибалльной шкале В.А. Майсурия [10], жароустойчивость листьев определяли по методу Ф.Ф. Мацкова [11], водоудерживающую способность определяли лабораторно-полевым методом Г. Д. Кушниренко по скорости потери воды и степени повреждений изолированных листьев [12].

При проведении эколого-анатомических исследований корня проводили изготовление постоянных микротомных препаратов по методике З.П. Паушевой [13]. Изучение устьичного аппарата проводили по методике Г.Х. Молотковского [11]. Измерения линейных размеров устьиц и других микрообъектов проводили с помощью светового микроскопа Primo Star компании Carl Zeiss программного обеспечения Axio Vision при увеличении в 100 и 200 раз. Микрофотосъемку выполняли цифровым фотоаппаратом Canon с помощью микрофотонасадки. Статистическую обработку результатов проводили по стандартным биометрическим методикам [14]. Достоверность отличий определяли методом однофакторного дис-

персионного анализа [15].

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

При интродукции растений происходит изменение условий местообитания, что приводит к возникновению многообразных изменений биоморфологических признаков. Нами были проведены исследования засухоустойчивости растений и анатомо-морфологических особенностей их вегетативных органов, как показателя их адаптационной способности. При исследовании устойчивости растений к засухе необходимо оценить их способность противостоять обезвоживанию и действию высоких температур воздуха. Оценить пластичность вида можно, зная анатомо-морфологическое строение вегетативных органов растений.

Климатические условия в годы исследований (2008 – 2010 гг.) были типичными для юго-востока Украины. Дневная температура воздуха в наиболее засушливый период вегетации (июль–август) достигала 35.5 – 39.5 °С, среднемесячная сумма осадков колебалась от 1.7 до 87.2 мм

Были проведены исследования засухоустойчивости интродуцированных видов и сортов рода *Hibiscus*. Засухоустойчивость исследуемых растений определяли двумя методами: полевым и лабораторно-полевым. В результате визуальных наблюдений оценивали засухоустойчивость в полевых условиях в наиболее засушливый период вегетации по пятибалльной шкале. Установили, что среди исследуемых видов наиболее засухоустойчивый вид – *H. trionum* (5 баллов). У сортов *H. esculentus* наблюдалось незначительное увядание, скручивание и пожелтение листьев (4 балла). У *H. manihot* наблюдали потерю тургора всех листьев и увядание более половины листьев (3 балла).

В ночное время и при орошении тургор листьев восстанавливался. Для видов *H. manihot* и *H. esculentus* необходим дополнительный полив в период длительных летних засух. Визуальные наблюдения не дали полной сравнительной характеристики растений, поэтому мы использовали лабораторно-полевой метод оценки засухоустойчивости с определением экофизиологических показателей: водоудерживающей способности и жароустойчивости листьев.

Определяли водоудерживающую способность (%) – потерю воды растением от исходной сырой массы в процессе увядания на протяжении 10 часов. В результате лабораторных исследований установили значительные различия водоудержи-

вающей способности листьев среди исследуемых видов рода *Hibiscus* от 32.55 до 66.18 %. Наиболее устойчивыми к потере влаги среди видов рода *Hibiscus* были листья у *H. trionum*, наименее устойчивыми были листья у *H. manihot*. Среди сортов *H. esculentus* водоудерживающая способность колебалась от 42.17 до 54.26 %. Наибольшей устойчивостью к потере влаги характеризовался сорт 'К-209', наименьшей – сорт 'Emerald' (табл. 1). При увядании наблюдали необратимые повреждения и гибель тканей листовых пластинок. Нарушения жизнедеятельности клеток и тканей наступали уже при потере листьями 48 – 55% воды, что является критическим процентом ее потери для исследуемых видов.

Жароустойчивость листьев определяли по их феофитинизации под влиянием соляной кислоты (0.2 н. НС1) при действии температур (40, 50, 60, 70, 80 °С). Определяли степень повреждения листьев по проценту площади побуревшей поверхности от общей площади листа при определенной температуре. Нами установлено, что при действии всего диапазона температур 40 – 80 °С площадь поврежденной поверхности листа у *H. manihot* и всех сортов *H. esculentus* была значительно больше чем у вида *H. trionum*. Наибольшую площадь поврежденной поверхности листа при температурах 40 – 60 °С наблюдали у вида *H. manihot*. Среди исследуемых сортов *H. esculentus* сорта 'Высокорослая100' и 'К-209' характеризовались меньшей степенью повреждения поверхности листа чем сорта 'Clemson spineless' и 'Emerald' в диапазоне температур 40 – 60 °С (табл.2).

В результате лабораторных исследований установили, что данные водоудерживающей способности и жароустойчивости листьев видов и сортов рода *Hibiscus* подтверждают данные визуальных наблюдений в полевых условиях: у *H. trionum* наивысшие показатели засухоустойчивости, у *H. manihot* – наименьшие, а среди сортов *H. esculentus* лучшие показатели у сортов 'Высокорослая 100' и 'К-209'. Нами были проведены анатомо-морфологические исследования эпидермиса листа и корня видов и сортов рода *Hibiscus* [16].

Исследовали следующие анатомо-морфологические признаки эпидермиса листа: очертание и проекцию эпидермальных клеток, количество устьиц на 1 мм², размеры клеток и устьиц. Эти признаки адаптивны [17, 18], они позволяют определить принадлежность растений к той или иной экологической группе. У мезофитов преобладают устьица на абаксиальной (нижней) стороне эпидермиса, у ксерофитов – равное количество устьиц на обеих сторонах эпидермиса, или их значительное преобладание на абаксиальной (верхней) стороне. Нами установлено, что у исследуемых видов и сортов рода *Hibiscus* L. эпидермис состоит из плотно сомкнутых вытянутых клеток с петлеобразными очертаниями. Устьица небольшие, эллипсоидные, суженные в местах соединения клеток. Определили, что с абаксиальной и адаксиальной сторон устьичный аппарат анизотипного типа – замыкающие клетки окружены тремя околоустьичными клетками, одна из которых заметно меньше двух других.

Таблица 1

Водоудерживающая способность листьев видов и сортов рода *Hibiscus* L.

Время, час	Вид, сорт					
	<i>H. esculentus</i> 'Высокорослая100'	<i>H. esculentus</i> 'К-209'	<i>H. esculentus</i> 'Clemson spineless'	<i>H. esculentus</i> 'Emerald'	<i>H. manihot</i>	<i>H. trionum</i>
	Водоудерживающая способность, %					
	M ± m					
1	3.66 ± 0.12	2.28±0.18	8.21±0.16	11.86±0.23	15.63±0.25	1.25±0.11
2	8.53 ± 0.13	6.22±0.15	15.04±0.23	16.30±0.29	25.77±0.73	4.24±0.14
3	11.75 ± 0.17	12.65±0.19	20.78±0.31	27.21±0.81	36.33±0.88	6.60±0.15
4	21.41 ± 0.23	20.43±0.25	24.85±0.72	33.15±0.97	45.27±1.3	11.58±0.22
5	26.22 ± 0.73	22.46±0.68	29.22±0.85	36.12±1.1	50.43±1.3	16.25±0.28
6	30.11 ± 0.83	27.82±0.78	32.15±0.98	41.24±1.2	55.21±1.5	21.44±0.33
7	34.61 ± 0.80	31.45±0.82	37.58±1.1	45.65±1.1	59.13±1.5	25.05±0.84
8	36.13 ± 0.95	36.22±1.2	39.43±1.2	51.44±1.3	61.57±1.6	29.15±1.1
9	38.20 ± 1.1	40.15±1.3	44.17±1.2	52.76±1.5	64.48±1.8	30.22±1.3
10	44.26 ± 1.4	42.17±1.5	48.21±1.6	54.26±1.7	66.18±2.1	32.55±1.5

Примечание. Здесь и в таблицах 2 – 5 и 7: – 9 M ± m – среднее арифметическое значение ± ошибка

Эпидермальные клетки верхнего и нижнего эпидермиса исследуемых видов и сортов рода *Hibiscus* L. имеют вытянутую форму, многоугольные, различаются по размерам. У *H. esculentus* и *H. manihot* на поверхности эпидермиса находятся колючие трёхклеточные нежелезистые трихомы, у *H. trionum* на поверхности эпидермиса находятся также и пятилучевые нежелезистые трихомы.

У всех исследуемых видов рода *Hibiscus* кроме *H. trionum* количество устьиц на адаксиальной стороне листа больше чем на абаксиальной (табл.3, табл.4).

Среди исследуемых видов *H. manihot* характеризуется наименьшим количеством устьиц на 1 мм² абаксиального эпидермиса. *H. trionum* характеризуется наибольшим количеством и наименьшими размерами устьиц на 1 мм² верхнего и нижнего эпидермиса по сравнению с другими исследуемыми видами.

Среди исследуемых сортов *H. esculentus* 'Высокорослая 100' и 'К-209' характеризуются наибольшим количеством и наименьшими размерами

устьиц на 1 мм² верхнего и нижнего эпидермиса по сравнению с другими исследуемыми сортами *H. esculentus*.

Нами установлено, что среди исследуемых видов рода *Hibiscus* наиболее мезоморфными признаками эпидермиса листа характеризуется вид *H. manihot*, наиболее ксероморфными – вид *H. trionum*. Среди исследуемых сортов *H. esculentus* наиболее ксероморфные признаки имеют сорта 'Высокорослая 100' и 'К-209' репродукции ДБС НАН Украины по сравнению с сортами 'Emerald' и 'Clemson spineless' селекции США.

Изучали анатомическое строение корня видов и сортов рода *Hibiscus* у молодых генеративных растений в критический период относительно водообеспечения – фазу начала бутонизации. Особое внимание было уделено изучению проводящей системы (ксилемы и флоэмы), так как развитие более мощной проводящей системы обеспечивает более быстрое поступление воды в листья растений и способствует более интенсивной транспирации [19].

Таблица 2

Жароустойчивость листьев видов и сортов рода *Hibiscus* L.

Объект Вид, сорт	Степень повреждения поверхности листа, %				
	M ± m				
	40°C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C
<i>H. esculentus</i> 'Высокорослая100'	11.5 ± 2.1	21.5± 3.7	34.5 ± 2.9	75.7 ± 4.5	95.7 ± 3.5
<i>H.esculentus</i> 'К-209'	10.7 ± 2.2	22.5 ±2.5	35.8 ± 2.8	77.8 ± 4.2	95.8 ± 3.6
<i>H. esculentus</i> 'Clemson spineless'	19.8 ± 1.9	55.3 ± 3.4	69.4 ± 5.2	78.6 ± 3.9	98.8 ± 3.4
<i>H. esculentus</i> 'Emerald'	18.7 ± 1.8	43.5 ± 3.8	63.5 ± 3.8	78.8 ± 3.7	98.6 ± 3.2
<i>H. manihot</i>	31.9 ± 2.5	65.7 ± 4.3	81.8 ± 4.5	85.7 ± 4.8	98.5 ± 4.8
<i>H. trionum</i>	5.5 ± 1.1	12.5±2.7	22.5 ± 3.5	43.5 ± 2.8	70.5 ± 2.3

Таблица 3

Анатомо-морфологические параметры абаксиального эпидермиса листьев видов и сортов рода *Hibiscus* L.

Анатомо-морфологические параметры		Вид, сорт					
		<i>H.esculentus</i> 'Высокорослая100'	<i>H. esculentus</i> 'К-209'	<i>H. esculentus</i> 'Clemson spineless'	<i>H. esculentus</i> 'Emerald'	<i>H. manihot</i>	<i>H. trionum</i>
		M ± m					
Размеры эпидермальных клеток, мкм	длина	59.8 ± 0.25	61.2± 0.22	72.8 ± 0.27	75.9 ± 0.24	48.1 ± 0.24	30.5 ± 0.22
	ширина	33.5 ± 0.23	27.9 ± 0.21	35.7± 0.21	28.8 ± 0.25	23.8± 0.25	17.2 ± 0.21
Размеры устьиц, мкм	длина	27.5 ± 0.14	26.8 ± 0.12	31.5 ± 0.14	27.8 ± 0.12	21.8 ± 0.11	16.5 ± 0.10
	ширина	18.5±0.12	16.8±0.13	19.2±0.12	16.8±0.14	16.7± 0.15	10.8±0.14
Количество на 1 мм ² поверхности листа, шт	эпидермальных клеток	550.8 ± 11.2	554.3 ± 11.2	420.7± 10.7	412.5 ± 10.7	988.5 ± 14.7	548.8 ± 8.7
	устьиц	185.2 ± 12.5	186.2 ± 11.2	152.3 ± 10.9	147.4 ± 11.8	32.3 ± 2.5	298.8 ± 7.7
Толщина клеточной стенки, мкм		2.42 ± 0.05	2.45 ± 0.05	2.52 ± 0.05	2.53 ± 0.05	2.82 ± 0.05	3.15 ± 0.05

Анатомо-морфологические параметры адаксиального эпидермиса листьев видов и сортов рода *Hibiscus L.*

Анатомо-морфологические параметры		Вид, сорт					
		H. esculentus 'Высокорослая100'	H. esculentus 'К-209'	H. esculentus 'Clemson spineless'	H. esculentus 'Emerald'	H. manihot	H. trionum
		M ± m					
Размеры эпидермальных клеток, мкм	длина	58,2 ± 0,25	53,1 ± 0,21	68,9 ± 0,22	70,9 ± 0,24	46,8 ± 0,21	35,4 ± 0,21
	ширина	19,42 ± 0,12	18,9 ± 0,25	29,9 ± 0,24	26,5 ± 0,25	25,5 ± 0,23	18,3 ± 0,21
Размеры устьиц, мкм	длина	26,5 ± 0,12	24,3 ± 0,11	25,9 ± 0,14	25,7 ± 0,12	22,1 ± 0,09	17,5 ± 0,10
	ширина	16,3 ± 0,12	14,4 ± 0,11	17,4 ± 0,14	15,2 ± 0,14	18,7 ± 0,14	11,5 ± 0,12
Количество на 1 мм ² поверхности листа, шт	эпидермальных клеток	537,9 ± 11,2	544,7 ± 11,2	418,7 ± 10,7	483,53 ± 10,7	784,53 ± 10,7	550,72 ± 8,7
	устьиц	208,7 ± 11,2	207,1 ± 11,2	173,3 ± 10,9	175,8 ± 11,2	210,4 ± 11,5	205,8 ± 7,5
Толщина клеточной стенки, мкм		2,44 ± 0,05	2,45 ± 0,04	2,59 ± 0,05	2,63 ± 0,05	2,78 ± 0,08	3,45 ± 0,05

Было установлено, что у исследуемых видов корень непучкового типа. Корень состоит из следующих гистологических элементов: эпидермы, колленхимы, коровой паренхимы, толстостенной флоэмы (лубяных волокон), тонкостенной флоэмы (ситовидных трубок с клетками-спутницами), камбия, вторичной ксилемы (метаксилемы), первичной ксилемы (протоксилемы).

Эпидерма состоит из одного слоя живых, плотно сомкнутых клеток. Под эпидермой у исследуемых сортов *H. esculentus* находится двухслойная угольчатая колленхима, состоящая из клеток паренхимной формы. Особенностью колленхимы является неравномерное утолщение целлюлозных оболочек, а также наличие хлоропластов, что создает условия для осуществления в ней процесса фотосинтеза. Далее расположена трехслойная коровая паренхима, состоящая из паренхимных округлых клеток. В ней содержатся слизистые клетки. У *H. manihot* под эпидермой находится двухслойная пластинчатая колленхима. У исследуемых сортов *H. esculentus* под коровой паренхимой расположена двухъярусная флоэма, каждый ярус которой состоит из толстостенной флоэмы и тонкостенной флоэмы. У *H. manihot* под коровой паренхимой находится трехъярусная флоэма, каждый ярус которой состоит из толстостенной флоэмы, под которой расположена тонкостенная флоэма. Под флоэмой расположен камбий, состоящий из одного слоя живых клеток, в результате деления которых образуются вторичные ксилема и флоэма. Далее расположена вторичная ксилема (метаксилема), под ней находится первичная ксилема (протоксилема), сосуды, которой имеют

утолщенные стенки, сравнительно с метаксилемой. В таблице 5 представлены количественные характеристики гистологических элементов корня исследуемых видов и сортов рода *Hibiscus*.

Среди исследуемых видов наибольшая толщина ксилемы по отношению к толщине корня у *H. trionum* (толщина ксилемы составляет 80,8 % от толщины корня), наименьшая – у *H. manihot* (толщина ксилемы составляет 45,8 % от толщины корня). У сортов *H. esculentus* толщина ксилемы составляет 58,8 – 72,8% от толщины корня. Наибольшую толщину ксилемы по отношению к толщине корня отмечали у сорта 'Высокорослая 100', наименьшую – у сорта 'Emerald'.

Установили, что среди исследуемых видов *H. trionum* характеризуется наибольшими ксероморфными анатомо-морфологическими показателями корня, а *H. manihot* – наименьшими.

Таким образом, в результате экофизиологических и анатомо-морфологических исследований установили, что сорта *H. esculentus* и вид *H. manihot* – мезофиты, которые слабо приспособлены к условиям засухи, поэтому целесообразно использование предпосевной обработки семян регуляторами роста (индолил-3-уксусной кислотой (ИУК), гуматом аммония (ГА), цитокинином (ЦТК)) для повышения их адаптационной способности.

Исследовали влияние предпосевной обработки семян сортов *H. esculentus* и вида *H. manihot* регуляторами роста в оптимальных концентрациях (табл. 6), определённых в ходе предыдущих лабораторных исследований [16].

Анатомическое строение корня видов и сортов рода *Hibiscus L.*

Анатомо-морфологические параметры	Вид, сорт					
	<i>H. esculentus</i> 'Высокорослая 100'	<i>H. esculentus</i> 'К-209'	<i>H. esculentus</i> 'Clemson spineless'	<i>H. esculentus</i> 'Emerald'	<i>H. manihot</i>	<i>H. trionum</i>
	M ± m					
Эпидерма, мкм	23.55 ± 2.5	25.55 ± 3.1	24.75 ± 3.4	24.67 ± 3.5	23.85 ± 2.7	18.53 ± 1.5
Колленхима, мкм	135.30 ± 5.8	172.96 ± 9.7	152.30 ± 8.5	151.32 ± 8.6	158.54 ± 9.3	78.54 ± 4.4
Коровая паренхима, мкм	38.87 ± 4.4	65.7 ± 5.7	58.37 ± 5.2	57.47 ± 5.3	78.25 ± 4.8	53.4 ± 4.7
Флоэма, мкм	612.8 ± 7.5	793.8 ± 8.5	701.5 ± 5.8	865.3 ± 7.5	648.8 ± 4.6	550.9 ± 4.5
Камбий, мкм	47.5 ± 4.4	52.4 ± 4.8	48.5 ± 4.5	51.5 ± 4.9	53.8 ± 5.4	48.3 ± 4.7
Ксилема, мкм	3672.9 ± 13.2	4140.9 ± 15.5	3965.7 ± 14.7	3538.8 ± 15.3	2655.7 ± 14.5	2745.9 ± 15.9
Диаметр корня, мм	5.1 ± 0.5	6.9 ± 0.34	6.1 ± 0.35	6.1 ± 0.29	5.1 ± 0.23	3.4 ± 0.19

Таблица 6

Оптимальные концентрации индоллил-3-уксусной кислоты, гумата аммония, цитокинина для предпосевной обработки семян видов и сортов рода *Hibiscus L.*

Вид, сорт	Оптимальные концентрации растворов, мг / л		
	индоллил-3-уксусная кислота (ИУК)	гумат аммония (ГА)	цитокинин (ЦТК)
<i>H. esculentus</i> 'Высокорослая 100'	10	50	0.1
<i>H. esculentus</i> 'К-209'	100	500	0.1
<i>H. esculentus</i> 'Emerald'	10	50	0.1
<i>H. esculentus</i> 'Clemson spineless'	10	50	0.1
<i>H. manihot</i>	10	1000	1

В результате исследований установили, что у сортов *H. esculentus* и вида *H. manihot* в вариантах обработки семян регуляторами роста происходило увеличение количества устьиц на 1 мм² и уменьшение их размеров на верхнем и нижнем эпидермисе по сравнению с контролем.

Рассмотрим влияние предпосевной обработки семян регуляторами роста на абаксиальную поверхность листа сортов *H. esculentus* и вида *H. manihot* (табл. 7).

В вариантах обработки у сортов *H. esculentus* семян происходило уменьшение: длины эпидермальных клеток, длины устьиц в 1.4 – 1.5 раза, ширины эпидермальных клеток в 1.2 – 1.6 раза, ширины устьиц в 1.2– 1.3 раза; увеличение: толщины клеточной стенки в 1.4 – 1.5 раза, количества эпидермальных клеток на 1 мм² поверхности листа в 1.5 – 1.9 раза, количества устьиц на 1 мм² поверхности листка в 1.4 – 1.6 раза по сравнению с контролем.

У вида *H. manihot* в вариантах обработки семян по сравнению с контрольным вариантом происходило не-

значительное уменьшение размеров устьиц и эпидермальных клеток в 1.2 раза, количество эпидермальных клеток на 1 мм² поверхности листа уменьшалось в 1.2 раза. Толщина клеточной стенки увеличивалась в 1.2 раза. Количество устьиц на 1 мм² поверхности листа в варианте обработки ИУК увеличивалось в 2.7 раза, а в вариантах обработки ГА и ЦТК в– 2.5 раза.

Рассмотрим влияние предпосевной обработки семян регуляторами роста на адаксиальную поверхность листа сортов *H. esculentus* и вида *H. manihot* (табл. 8).

У сортов *H. esculentus* в вариантах обработки семян по сравнению с контролем происходило уменьшение: длины эпидермальных клеток в 1.3 – 1.5 раза, ширины эпидермальных клеток в 1.2 – 1.4 раза, длины устьиц в 1.4– 1.6 раза, ширины устьиц в 1.2– 1.3 раза; увеличение: толщины клеточной стенки в 1.3 – 1.4 раза, количества эпидермальных клеток на 1 мм² поверхности листа в 1.3 – 1.5 раза, количества устьиц на 1 мм² поверхности листа в 1.4 – 1.7 раза. У *H. manihot* в вариантах обработки семян по сравнению с контролем происходи-

ло уменьшение: длины эпидермальных клеток в 1.4 раза, ширины эпидермальных клеток в 1.3 раза, длины устьиц в 1.5 раза, ширины устьиц в 1.3 раза; увеличение: толщины клеточной стенки в 1.3 раза, количества эпидермальных клеток на 1 мм² поверхности листа и количества устьиц на 1 мм² поверхности листа приблизительно в 1,4 раза.

В результате проведенных исследований нами установлено, что в вариантах обработки семян регуляторами роста происходила ксерофитизация эпидермиса листа, так как происходило увеличе-

ние количества устьиц на 1 мм² поверхности листа и уменьшение их размеров по сравнению с контролем. Увеличение количества устьиц у мезофитов в условиях засухи усиливает транспирацию, что ослабляет действие перегрева. Известно, что ксероморфоз проявляется в уменьшении размеров клеток и устьиц и увеличении их количества, что обуславливает повышение засухоустойчивости [18].

Таким образом, в результате исследований нами установлено, что предпосевная обработка семян сортов *H. esculentus* и вида *H. manihot* регуляторами

Таблица 7

Влияние предпосевной обработки регуляторами роста на анатомо- морфологические параметры абаксиально- го эпидермиса листа сортов *Hibiscus esculentus* L. и вида *Hibiscus manihot* L.

Вид, сорт	Вариант опыта	Размеры эпидермальных клеток, мкм		Размеры устьиц, мкм		Толщина клеточной стенки, мкм	Количество на 1 мм ² поверхности листа, шт	
		длина	ширина	длина	ширина		эпидермальных клеток	устьиц
H. esculentus 'Высокорослая 100'	контроль	59.8 ± 0.25	33.5 ± 0.23	27.5 ± 0.14	18.5 ± 0.12	2.42 ± 0.05	550.8 ± 11.2	185.2 ± 12.5
	10 мг / л ИУК	37.5 ± 0.22	20.7 ± 0.20	17.7 ± 0.12	14.5 ± 0.11	3.28 ± 0.04	1095.5 ± 9.3	298.2 ± 10.5
	50 мг / л ГА	39.5 ± 0.21	21.2 ± 0.22	17.5 ± 0.11	14.4 ± 0.12	3.25 ± 0.04	1094.6 ± 9.5	288.2 ± 9.5
	0.1 мг / л ЦТК	38.8 ± 0.24	20.5 ± 0.21	17.6 ± 0.10	14.5 ± 0.10	3.27 ± 0.04	1092.5 ± 9.4	287.8 ± 10.3
H. esculentus 'K-209'	контроль	61.2 ± 0.22	27.9 ± 0.20	26.8 ± 0.12	16.8 ± 0.14	2.45 ± 0.05	554.3 ± 10.5	186.2 ± 11.2
	100 мг / л ИУК	39.8 ± 0.22	20.8 ± 0.19	18.8 ± 0.11	12.8 ± 0.12	3.62 ± 0.05	998.7 ± 9.5	275.8 ± 8.8
	500 мг / л ГА	40.3 ± 0.21	21.3 ± 0.22	19.2 ± 0.12	13.2 ± 0.10	3.58 ± 0.06	985.5 ± 10.5	273.5 ± 8.5
	0.1 мг / л ЦТК	40.4 ± 0.20	20.9 ± 0.23	19.3 ± 0.10	12.9 ± 0.11	3.61 ± 0.05	978.9 ± 9.7	268.8 ± 8.6
H. esculentus 'Clemson spineless'	контроль	72.8 ± 0.27	35.7 ± 0.21	31.5 ± 0.14	19.2 ± 0.12	2.52 ± 0.05	420.7 ± 10.7	152.3 ± 10.9
	10 мг / л ИУК	48.4 ± 0.16	28.8 ± 0.14	21.8 ± 0.12	15.7 ± 0.10	3.48 ± 0.04	650.8 ± 10.5	215.7 ± 10.4
	50 мг / л ГА	49.3 ± 0.15	27.5 ± 0.13	22.3 ± 0.13	16.2 ± 0.11	3.45 ± 0.05	645.8 ± 10.4	217.8 ± 10.4
	0.1 мг / л ЦТК	48.7 ± 0.16	27.8 ± 0.15	21.5 ± 0.11	15.8 ± 0.10	3.47 ± 0.04	650.8 ± 10.6	215.7 ± 10.4
H. esculentus 'Emerald'	контроль	75.9 ± 0.24	28.8 ± 0.25	27.8 ± 0.12	16.8 ± 0.14	2.53 ± 0.05	412.5 ± 10.7	147.4 ± 11.8
	10 мг / л ИУК	53.6 ± 0.15	23.9 ± 0.17	19.7 ± 0.10	12.5 ± 0.12	3.54 ± 0.05	622.5 ± 10.5	208.7 ± 10.8
	50 мг / л ГА	54.2 ± 0.17	24.2 ± 0.17	20.2 ± 0.11	12.8 ± 0.13	3.52 ± 0.05	618.8 ± 10.4	206.5 ± 9.8
	0.1 мг / л ЦТК	53.8 ± 0.16	24.3 ± 0.17	19.8 ± 0.12	12.9 ± 0.10	3.53 ± 0.04	619.2 ± 10.3	207.4 ± 8.8
H. manihot.	контроль	48.1 ± 0.24	23.8 ± 0.25	21.8 ± 0.11	16.7 ± 0.15	2.82 ± 0.05	988.5 ± 14.7	32.3 ± 2.5
	10 мг / л ИУК	40.5 ± 0.23	19.5 ± 0.24	18.3 ± 0.09	15.5 ± 0.14	3.45 ± 0.05	828.5 ± 12.8	87.5 ± 2.4
	1000 мг / л ГА	41.4 ± 0.22	20.3 ± 0.23	19.1 ± 0.08	16.2 ± 0.13	3.35 ± 0.04	833.8 ± 13.6	82.5 ± 2.3
	1 мг / л ЦТК	42.3 ± 0.24	19.8 ± 0.25	18.5 ± 0.07	16.7 ± 0.13	3.36 ± 0.05	835.6 ± 14.8	81.7 ± 2.5

Примечание. Здесь и в таблицах 8, 9 отличия между контрольными и опытными вариантами достоверны при P > 0.95

Влияние предпосевной обработки регуляторами роста на анатомо- морфологические параметры адаксиальной- го эпидермиса листа сортов *Hibiscus esculentus* L. и вида *Hibiscus manihot* L.

Вид, сорт	Вариант опыта	Размеры эпидермальных клеток, мкм		Размеры устьиц, мкм		Толщина клеточной стенки, мкм	Количество на 1 мм ² поверхности листа, шт	
		длина	ширина	длина	ширина		эпидермальных клеток	устьиц
H. esculentus 'Высокорослая 100'	контроль	58.2 ± 0.25	19.42 ± 0.12	26.5 ± 0.12	516.3 ± 0.12	2.44 ± 0.05	537.9 ± 11.2	208.7 ± 11.2
	10 мг / л ИУК	38.5 ± 0.19	13.65 ± 0.11	16.5 ± 0.11	12.4 ± 0.11	3.42 ± 0.04	695.8 ± 10.5	357.8 ± 9.7
	50 мг / л ГА	39.2 ± 0.22	13.87 ± 0.09	17.2 ± 0.12	12.7 ± 0.10	3.35 ± 0.03	678.7 ± 9.8	352.6 ± 10.8
	0.1 мг / л ЦТК	38.4 ± 0.23	13.72 ± 0.10	16.4 ± 0.10	12.5 ± 0.12	3.39 ± 0.04	685.4 ± 10.2	350.8 ± 10.5
H. esculentus 'К-209'	контроль	53.1 ± 0.21	18.9 ± 0.25	24.3 ± 0.11	14.4 ± 0.11	2.45 ± 0.04	544.7 ± 11.2	207.1 ± 11.2
	100 мг / л ИУК	34.5 ± 0.15	13.4 ± 0.19	15.8 ± 0.10	10.7 ± 0.09	3.35 ± 0.03	710.5 ± 9.5	315.8 ± 9.6
	500 мг / л ГА	36.2 ± 0.19	13.8 ± 0.20	16.5 ± 0.09	11.2 ± 0.10	3.43 ± 0.04	705.8 ± 10.5	307.5 ± 10.5
	0.1 мг / л ЦТК	35.4 ± 0.18	13.9 ± 0.22	16.2 ± 0.08	10.9 ± 0.08	3.38 ± 0.04	708.3 ± 10.3	310.4 ± 10.3
H. esculentus 'Clemson spineless'	контроль	68.9 ± 0.22	29.9 ± 0.24	25.9 ± 0.14	17.4 ± 0.14	2.59 ± 0.05	418.7 ± 10.7	173.3 ± 10.9
	10 мг / л ИУК	47.5 ± 0.19	23.8 ± 0.20	17.8 ± 0.12	13.2 ± 0.10	3.42 ± 0.04	632.8 ± 9.5	263.2 ± 9.8
	50 мг / л ГА	48.6 ± 0.20	25.2 ± 0.22	18.5 ± 0.14	13.4 ± 0.12	3.34 ± 0.06	627.6 ± 10.2	257.5 ± 10.4
	0.1 мг / л ЦТК	47.3 ± 0.21	24.7 ± 0.21	18.2 ± 0.13	13.3 ± 0.11	3.36 ± 0.05	629.5 ± 9.7	259.8 ± 9.7
H. esculentus 'Emerald'	контроль	70.9 ± 0.24	26.5 ± 0.25	25.7 ± 0.12	15.2 ± 0.14	2.63 ± 0.05	483.53 ± 10.7	175.8 ± 11.2
	10 мг / л ИУК	52.8 ± 0.20	19.8 ± 0.12	17.7 ± 0.11	11.8 ± 0.08	3.38 ± 0.03	730.2 ± 10.3	250.2 ± 10.5
	50 мг / л ГА	54.5 ± 0.22	20.5 ± 0.13	18.6 ± 0.10	12.8 ± 0.11	3.42 ± 0.05	725.3 ± 12.8	245.8 ± 9.2
	0.1 мг / л ЦТК	53.9 ± 0.21	20.3 ± 0.11	18.3 ± 0.12	12.5 ± 0.09	3.41 ± 0.04	728.5 ± 11.7	247.3 ± 10.3
H. manihot L.	контроль	46.8 ± 0.21	25.5 ± 0.23	22.1 ± 0.09	18.7 ± 0.14	2.78 ± 0.08	784.53 ± 10.7	210.4 ± 11.5
	10 мг / л ИУК	31.5 ± 0.18	19.4 ± 0.20	14.3 ± 0.08	12.6 ± 0.09	3.72 ± 0.07	1085.5 ± 12.5	297.7 ± 10.4
	1000 мг / л ГА	32.3 ± 0.22	20.2 ± 0.21	14.8 ± 0.09	13.1 ± 0.11	3.57 ± 0.05	1078.4 ± 11.8	285.4 ± 10.5
	1 мг / л ЦТК	31.8 ± 0.19	19.6 ± 0.18	14.5 ± 0.10	12.8 ± 0.12	3.63 ± 0.06	1083.2 ± 12.6	275.8 ± 10.3

роста в оптимальных концентрациях способствует формированию ксероморфной структуры листа, что повышает засухоустойчивость растений в условиях интродукции на юго-востоке Украины.

У всех сортов *H. esculentus* в опытных вариантах обработки семян происходило увеличение гистологических элементов корня: эпидермы, колленхимы и коровой паренхимы в 1.2 – 1.3 раза, флоэмы в 1.5 раза, камбия в 2.5 раза, ксилемы у сорта 'Высокорослая 100' в 1.5 раза, у сортов 'К-209', 'Clemson spineless', 'Emerald' в 1.7 – 1.8 раза по сравнению с контрольным вариантом. В опытных вариантах обработки семян у вида *H. manihot* эпидерма, коллен-

хима и коровая паренхима корня увеличивались в 1.2 – 1.3 раза, флоэма увеличивалась в 1.5 раза, камбий – в 1.4 раза, ксилема – в 1.8 раза по сравнению с контролем (табл.9).

Установлено, что растения, которые развились из обработанных семян, характеризуются появлением адаптивных признаков, что проявляется в ксероморфной структуре листа, более мощной проводящей системе, это способствует приспособлению растений к действию лимитирующих факторов, в частности к засухе, дефициту влаги в почве в сложных природно-климатических условиях региона.

Влияние редпосевной обработки регуляторами роста на анатомо-морфологические показатели корня сортов *Hibiscus esculentus* L. и вида *Hibiscus manihot* L.

Вид, сорт	Вариант опыта	Анатомо-морфологические параметры						
		Диаметр корня, мм	Эпидерма, мкм	Колленхима, мкм	Коровая паренхима, мкм	Флоэма, мкм	Камбий, мкм	Ксилема, мкм
M ± m								
H. esculentus 'Высокорослая 100'	контроль	5.1 ± 0.50	23.55 ± 2.5	135.30 ± 5.8	38.87 ± 4.4	612.8 ± 7.5	47.5 ± 4.4	3672.9 ± 13.2
	10 мг / л ИУК	7.9 ± 0.35	30.68 ± 2.2	175.5 ± 5.8	51.53 ± 4.9	918.7 ± 7.6	120.4 ± 5.8	5539.8 ± 14.8
	50 мг / л ГА	7.1 ± 0.37	28.56 ± 2.4	165.7 ± 6.5	49.75 ± 5.6	897.6 ± 8.5	110.5 ± 5.6	5325.9 ± 15.7
	0.1 мг / л ЦТК	7.4 ± 0.29	30.45 ± 2.3	170.5 ± 5.9	50.24 ± 4.8	911.8 ± 8.3	114.8 ± 5.7	5387.9 ± 14.8
H. esculentus L. 'K-209'	контроль	6.9 ± 0.34	25.55 ± 3.1	172.96 ± 9.7	65.7 ± 5.7	793.8 ± 8.5	52.4 ± 4.8	4140.9 ± 15.5
	100 мг / л ИУК	10.8 ± 0.28	33.27 ± 2.5	220.50 ± 9.6	85.5 ± 5.7	1357.8 ± 9.5	133.5 ± 8.4	7558.9 ± 18.6
	500 мг / л ГА	9.8 ± 0.32	30.93 ± 2.7	211.82 ± 8.8	82.7 ± 5.7	1231.9 ± 8.8	129.5 ± 7.4	7039.5 ± 17.5
	0.1 мг / л ЦТК	10.6 ± 0.27	32.85 ± 2.4	221.57 ± 9.7	83.5 ± 5.7	1338.9 ± 9.7	130.8 ± 8.3	7230.6 ± 17.5
H. esculentus L. 'Clemson spineless'	контроль	6.1 ± 0.35	24.75 ± 3.4	152.30 ± 8.5	58.37 ± 5.2	701.5 ± 5.8	48.5 ± 4.5	3965.7 ± 14.7
	10 мг / л ИУК	9.4 ± 0.32	32.56 ± 3.2	195.54 ± 7.8	75.83 ± 6.3	1052.4 ± 6.5	125.5 ± 5.5	6735.9 ± 15.6
	50 мг / л ГА	8.5 ± 0.45	30.34 ± 2.8	190.73 ± 8.2	73.87 ± 5.8	1032.8 ± 7.5	119.8 ± 4.8	6645.8 ± 16.8
	0.1 мг / л ЦТК	9.1 ± 0.38	31.72 ± 3.1	193.56 ± 8.6	74.67 ± 5.8	1048.7 ± 8.3	122.7 ± 5.3	6725.5 ± 18.5
H. esculentus L. 'Emerald'	контроль	6.1 ± 0.29	24.67 ± 3.5	151.32 ± 8.6	57.47 ± 5.3	865.3 ± 7.5	51.5 ± 4.9	3538.8 ± 15.3
	10 мг / л ИУК	9.3 ± 0.24	32.25 ± 3.4	194.57 ± 7.8	74.85 ± 5.7	1305.5 ± 9.8	128.9 ± 4.5	5928.5 ± 18.5
	50 мг / л ГА	8.6 ± 0.32	29.84 ± 3.2	188.72 ± 8.2	73.55 ± 5.5	1257.8 ± 8.7	118.8 ± 5.8	5874.9 ± 17.5
	0.1 мг / л ЦТК	9.2 ± 0.30	31.55 ± 3.6	192.64 ± 8.5	74.32 ± 5.6	1295.7 ± 8.6	126.5 ± 5.7	5914.8 ± 16.9
H. manihot L.	контроль	5.1 ± 0.23	23.85 ± 2.7	158.54 ± 9.3	78.25 ± 4.8	648.8 ± 4.6	53.8 ± 5.4	2655.7 ± 14.5
	10 мг / л ИУК	7.4 ± 0.15	31.65 ± 2.5	207.38 ± 9.5	103.53 ± 5.5	973.5 ± 5.8	75.8 ± 5.3	4780.5 ± 16.5
	1000 мг / л ГА	6.3 ± 0.18	29.55 ± 2.3	195.26 ± 10.6	98.84 ± 5.8	967.8 ± 6.7	74.8 ± 5.4	4756.4 ± 17.8
	1 мг / л ЦТК	7.2 ± 0.17	31.74 ± 2.4	205.61 ± 9.8	100.92 ± 5.7	970.9 ± 6.4	75.4 ± 5.3	4768.9 ± 14.5

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате исследований видов и сортов рода *Hibiscus* на протяжении трех лет (2007 – 2010 гг.), установлено, что обработка регуляторами роста (ИУК, ГА, ЦТК) в оптимальных концентрациях способствует ксерофитизации эпидермиса листа, усилению ксилогенеза, что повышает адаптационную способность растений при интродукции на юго-востоке Украины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chaudhry Najma Yaqub. Study of morpho-physiological effects of growth regulator (IAA and GA3) individually as well as in combination on the external morphology and internal structure *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.: the thesis for the degree of doctor of philosophy / Yaqub Chaudhry Najma — University of Punjab, 1990. — P. 539.
2. Martinello G.E. Comparison of morphological characteristics and RADP for estimating genetic diversity in *Abelmoschus* spp / G.E. Martinello, N.R. Leal // Acta Hort. (ISHS) — 2001. — № 546. — P. 101–104.
3. Mohammad Ali Ebrahimzadeh. Antihypoxic and antioxidant activity of *Hibiscus esculentus* seeds / Mohammad Ali Ebrahimzadeh, Nabavi Fazel Seyed // GRASAS Y ACEITES — 2010 — № 61 (1) — P. 30 – 36.

4. Anand P. T. Cytogenetics and Reproductive Biology of some BELE (*Abelmoschus manihot* Linn., Medic Sub-Species manihot) Cultivars / P. T. Anand // S. Pac. J. Nat. Sci. — 2002. — Vol. 20. — P. 4-8.
5. Thoria O. Toxicity of *Hibiscus trionum* in Male Nubian Goat's Kids/ O. Thoria, S. Adam //The Sudan J. Vet. Res. — 2007 — 22, — P.55-61.
6. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. — СПб.: Мир и семья, 1995. — 991 с.
7. Борисов А.А. Климаты СССР в прошлом, настоящем и будущем / А.А. Борисов. — Л.: Изд-во. Ленинград. ун-та, 1975. — 432 с.
8. Рева М.Л. Природные условия Донбасса и их особенности / М.Л. Рева, Я.И. Бондаренко // Охрана и рациональное использование природы Донбасса. — Л.: Б.и., 1976. — С. 3-26.
9. Донбасс. Взгляд в будущее. Донецкая область – Донецк: ВТФ “Интердонбасс”, 1999. — 384 с.
10. Майсурян Н.А. Полеводство. Лабораторно-практические занятия / Н.А. Майсурян. — М.: Просвещение, 1964. — 247 с.
11. Викторов В.П. Малый практикум по физиологии растений / В.П. Викторов. — М.: Наука, 1994. — 135 с.
12. Кушниренко М.Д. Адаптация растений к засухе. / М.Д. Кушниренко. — Кишинев: Изв. АН Молдав. ССР, 1981. — №3. — С.5 – 27.
13. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений / З.П. Паушева. — М. : Агропромиздат, 1988. — 255 с.
14. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике / Владимир Михайлович Шмидт. — СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2012 — 288 с.
15. Фильчаков Л. П. Методические указания к применению дисперсионного анализа / Л.П. Фильчаков. — Донецк : Изд-во Донецк. гос. ун – та , 1992. — 70 с.
16. Третьякова О.Ю. Анатомо-морфологічні особливості видів роду *Hibiscus* L. при інтродукції на південному сході України / О.Ю. Третьякова // Інтродукція, селекція та захист рослин: матеріали III Міжнар. наук. конф. (25 –28 вересня). — Донецьк. — 2012. — С. 41 .
17. Сербін А.Г. Атлас з анатомії рослин (рослинна клітина, тканини, органи) [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів.] / А.Г. Сербін, Л.С.Карамазова, В.П.Руденко, Т.М.Гонтова. — Х.: Колорит, 2006. — 86 с.
18. Василевская В.К. Формирование листа засухоустойчивых растений / В.К. Василевская. — Ашхабад: Б.и., 1954. — 183 с.
19. Максимов Н.А. Физиологические основы засухоустойчивости растений / Н.А. Максимов // Избранные работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — Т.1. — С. 137-417.

Третьякова Елена Юрьевна — аспирант Донецкого ботанического сада НАН Украины (2007 – 2010 гг.), репетитор; e-mail: tretyakova_helen@ukr.net

Tretyakova Elena — postgraduate student of the Donetsk Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine (2007 – 2010), tutor; e-mail: tretyakova_helen@ukr.net