

Untersuchungen zur Morphologie von Rosella

(*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*)

Morphological Studies on Roselle

(*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*)

Von Mohamed M. F. El Afry*), Dieter Prinz**) und Sigmund Rehm**)

1. Einleitung

Hibiscus sabdariffa L. aus der Familie der Malvaceae ist eine in den Tropen und Subtropen weltweit angebaute Nutzpflanze, deren jahrhundertelange Kultur zur Selektion zweier Nutzungstypen führte: langstengelige Formen, deren Kelche nicht fleischig sind (*H. sabdariffa* L. var. *altissima* Wester), werden zur Fasergewinnung angebaut (Rosella Hemp), kürzere, buschige Typen (*H. sabdariffa* L. var. *sabdariffa*) werden hauptsächlich zur Gewinnung der fleischigen, leuchtendroten Kelche kultiviert (Morton 1974, Purseglove 1974, Rehm u. Espig 1976). Die letztgenannte Subspezies wird z. B. Roselle, Rosella, Jamaica Sorrel, Oseille de Guinée genannt; als Karkadeh werden die getrockneten Kelche, gelegentlich auch die Pflanze, bezeichnet. Zahlreiche Übergangsformen erlauben sowohl die Nutzung der Kelche als auch der Faser (Wilson 1967).

Rosella wird vielfältig genutzt; in den Anbaugebieten werden Blätter, junge Triebe und Kelche als Salat oder in gekochter Form gegessen, die Samen ähnlich wie Sesam geröstet, die getrockneten Kelche in der Medizin oder zur Weinbereitung, in Indien und Burma auch zum Färben von Stoffen verwendet (Burkill 1966, Kerharo 1971, McLean 1973, Morton 1974, Rehm u. Espig 1976).

Als Exportprodukt mehrerer Länder der Tropen und Subtropen gewinnt Karkadeh zunehmend an Bedeutung. Die getrockneten Kelche werden in Europa in erster Linie zur Tee- bzw. Getränkeherstellung (»Malventee«) verwendet. Weiterhin sind

*) Dr. Mohamed M. F. El Afry, Lecturer an der Landwirtschaftlichen Fakultät Kafr El Scheikh, Universität Tanta, Ägypten.

Anschrift: c/o Faculty of Agriculture, Kafr El Sheikh, University Tanta, Egypt.

**) Professor Dr. Sigmund Rehm, Dr. Dieter Prinz, Institut für Tropischen und Subtropischen Pflanzenbau, Universität Göttingen.

Anschrift: Grisebachstraße 6, D-3400 Göttingen.

Extrakte in der Lebensmittelindustrie als Naturfarbstoff und in der Medizin und Kosmetikindustrie von Interesse, wobei in den letztgenannten Fällen der hohe Anteil an Schleimen und Pektinen in der Droge der ausschlaggebende Faktor ist.

Rosella ist eine einjährige, buschige, selten über 2,50 m hohe Pflanze mit grünen oder roten Zweigen und wechselständigen Blättern. Die nur wenige Stunden offenen Blüten sind selbstbefruchtend. Nach dem Abfall der Blumenkrone entwickeln sich in 2–3 Wochen rote, fleischige, aus 5 Kelchblättern zusammengesetzte (Innen-) Kelche, die von einem Kranz aus 8–12 kleineren (Außen-) Kelchblättern umgeben sind. Die fünfkammrige Samenkapsel springt bei der Reife auf und entläßt 15 bis 20 nierenförmige, hellbraune Samen.

Obwohl es eine Vielzahl von Formen und Herkünften von Rosella in den einzelnen Anbaugebieten gibt, findet man darüber in der Literatur nur sehr vereinzelte, kaum vergleichbare Angaben (Howard u. Howard 1911, Morton 1974, Wester 1914).

Eine Studie, die Wachstum und Entwicklung der Sprosse, der Blüten und der Kelche von verschiedenen Herkünften an einem Standort vergleicht, existiert bisher nicht.

2. Material und Methodik

Für die Versuche standen neun Samenproben von *Hibiscus sabdariffa* L. aus fünf Herkunftsgebieten (Thailand, Mittelamerika, Senegal, Indien und Ägypten) zur Verfügung. Aus jedem Gebiet wurde eine Herkunft benutzt, die eindeutig zur var. *sabdariffa* gehörte.

Die Samen wurden in Plastikschaalen in gedämpfte gärtnerische Erde ausgesät und in einer Sprühnebelkammer angezogen. Sie keimten nach 2–3 Tagen und wurden nach 1–2 Wochen in Plastiktöpfe pikiert und im Gewächshaus gehalten. Eine weitere Umtopfung in 20 cm Tontöpfe erfolgte nach 3–4 Wochen. Die Pflanzen wurden ausreichend mit Nährstoffen versorgt.

Die Versuche wurden in Gewächshauskabinen ($t_{\min} = 22\text{--}25^{\circ}\text{C}$, $t_{\max} = 25\text{--}35^{\circ}\text{C}$) und in einer Klimakammer durchgeführt. Bezüglich weiterer Angaben zu Material und Methodik der Versuche wird auf El Afry (1978) verwiesen.

Die statistischen Auswertungen erfolgten nach Mudra (1958).

3. Ergebnisse

3.1. Länge des Hauptstammes

In einem Versuch, der unter Langtags-, d.h. nicht induktiven Bedingungen im Gewächshaus durchgeführt wurde, ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den Herkünften u.a. bei Wachstumsgeschwindigkeit und Länge des Hauptstammes. Wie Abb. 1 zeigt, traten ab der zehnten Woche erhebliche Unterschiede in der Wachstumsgeschwindigkeit auf, die in ebenfalls sehr unterschied-

lichen Pflanzenlängen zum Zeitpunkt der Ernte des Versuches (28. Woche) resultierten (Tab. 1). Die senegalische war die längste Herkunft, gefolgt von der indischen. Diese Herkünfte waren etwa 50% länger als die mittelamerikanische und ägyptische; die thailändische Herkunft lag dazwischen. Die durchschnittlichen wöchentlichen Zuwachsraten betrugen 8,5 cm bei der senegalischen und – im anderen Extrem – 5,2 cm bei der mittelamerikanischen Herkunft (Tab. 1).

Tab. 1: Pflanzenlänge und $\bar{\varnothing}$ Zuwachsrate von 5 Rosella-Herkünften. ($\bar{\varnothing}$ von 5 Pflanzen)

Merkmal	Herkunft:	THAI	MIT	SEN	IND	ÄGY	$\bar{\varnothing}$ der Herkünfte
$\bar{\varnothing}$ Länge der Pflanze bei der Ernte (cm)		178	146	239	216	157	187
$\bar{\varnothing}$ Zuwachs der Pflanze/Woche (cm)		6,4	5,2	8,5	7,7	5,6	6,7

3.2. Anzahl und Länge der Internodien

Die Gesamtlänge der Pflanze ergibt sich aus der Anzahl der Internodien und ihrer durchschnittlichen Länge. I. a. hatten große Pflanzen wie die der indischen Herkunft zahlreiche und lange, kurze Pflanzen wie die der mittelamerikanischen Herkunft wenige und kurze Internodien.

Auffällige Unterschiede ergaben sich bei der indischen Herkunft, die eine mittlere Internodienzahl, aber relativ lange Internodien hatte, und bei der ägyptischen, die viele, aber besonders kurze Internodien besaß (Tab. 2).

Tab. 2: Anzahl und Länge der Internodien von 5 Rosella-Herkünften ($\bar{\varnothing}$ von 5 Pflanzen)

Merkmal	Herkunft:	THAI	MIT	SEN	IND	ÄGY	$\bar{\varnothing}$ der Herkünfte
$\bar{\varnothing}$ Anzahl der Internodien bei der Ernte		60	56	69	60	68	63
$\bar{\varnothing}$ Länge der Internodien (cm)		2,95	2,61	3,47	3,60	2,31	2,98

3.3. Farbe des Stengels und der Seitentriebe

Stamm und Seitentriebe waren von rötlich-grüner Farbe, wobei nur relativ geringe Unterschiede zwischen den Herkünften auftraten.

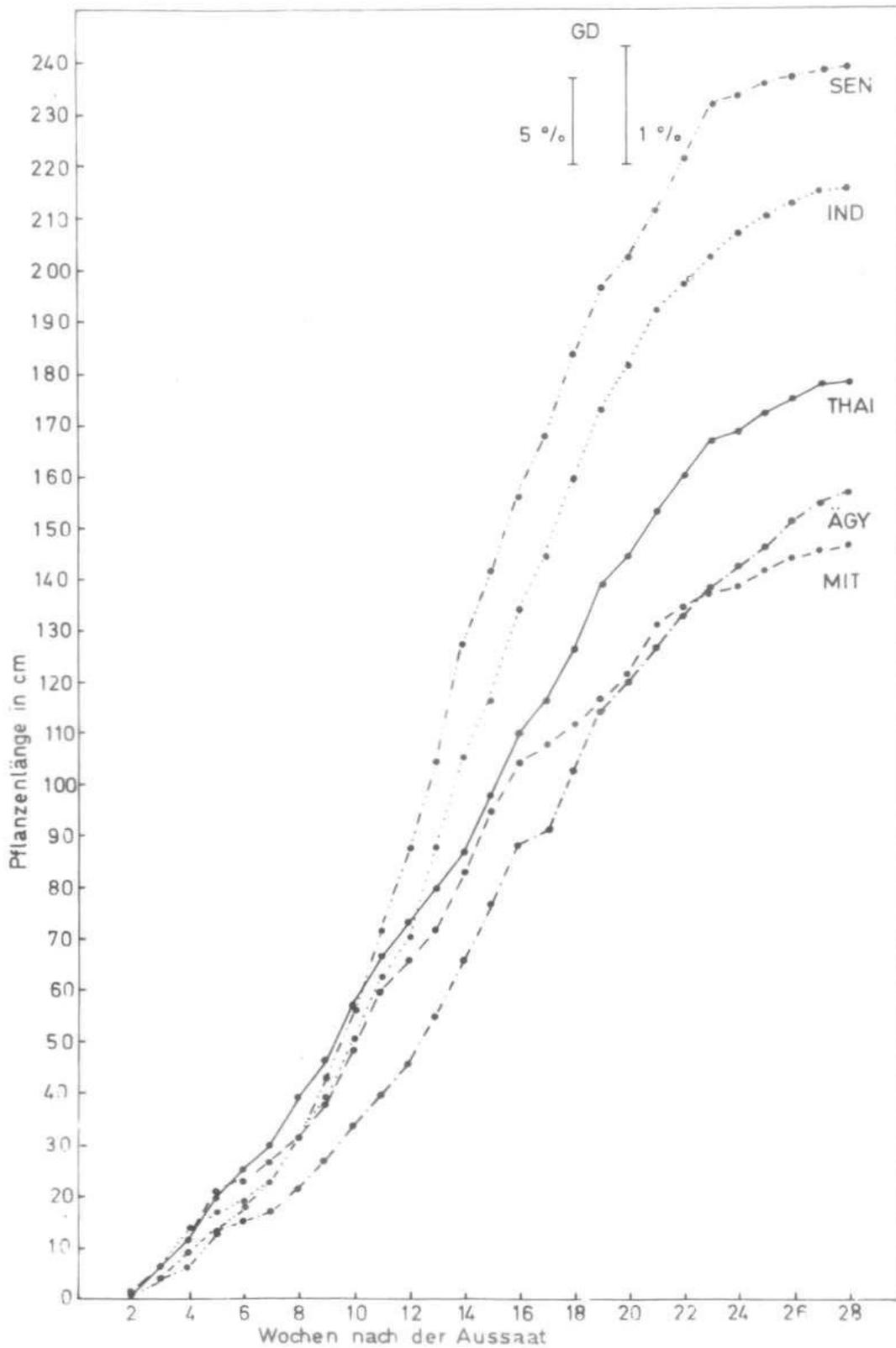


Abb. 1: Sproßlänge von 5 Herkünften von Rosella bis zur 28. Woche nach der Aussaat

Anmerkung: In den Abbildungen und Tabellen werden die Abkürzungen verwendet: ÄGY = ägyptische, IND = indische, MIT = mittelamerikanische, SEN = senegalische, THAI = thailändische Herkunft, GD = Grenzdifferenz.

3.4. Durchmesser des Hauptstammes

Signifikante Unterschiede zwischen den Herkünften fanden sich auch bei der Ermittlung des Stammdurchmessers. Bei einem Gewächshausversuch wurden nach 18wöchiger Kulturzeit Durchschnittswerte von 9,1 mm für die mittelamerikanische und 6,2 mm für die indische Herkunft, gemessen in 20 cm Stammhöhe, ermittelt. Die übrigen Herkünfte lagen zwischen diesen Werten.

3.5. Trockengewicht der Pflanzenteile

Die Herkünfte unterschieden sich sowohl im Gesamttrockengewicht als auch im Anteil der Pflanzenteile (Blätter, Stengel, Wurzeln) am Gesamtgewicht (Tab. 3).

Tab. 3: Trockengewicht der Pflanzenteile in g von 5 Rosella-Herkünften bei Kultur im Gewächshaus (\emptyset von 5 Pflanzen)

Herkunft	Blätter	Stengel	Wurzeln	Gesamt-trockengewicht
thailändische Herkunft	9,2	6,0	2,2	17,4
mittelamerikanische Herkunft	11,4	7,3	2,9	21,5
senegalische Herkunft	7,6	5,9	1,8	15,3
indische Herkunft	5,2	5,6	1,4	12,3
ägyptische Herkunft	11,3	6,0	3,1	20,3
\emptyset der Herkünfte	8,9	6,2	2,3	17,4
GD 5%	2,52	n. s.	0,49	3,98
GD 1%	3,42		0,67	5,41

Das Trockengewicht (TG) der Blätter der senegalischen Herkunft lag um 30%, das der indischen Herkunft um 90% unter dem Durchschnitt der übrigen drei Herkünfte. Im TG der Stengel konnten in diesem Versuch, der nach 4monatiger Kulturzeit im Gewächshaus geerntet wurde, keine Unterschiede zwischen den Herkünften festgestellt werden. Die senegalische und die indische Herkunft hatten ein auffallend schwach entwickeltes Wurzelwerk. Im Gesamttrockengewicht lagen die mittelamerikanische und die ägyptische Herkunft an der Spitze, während die indische Herkunft die geringsten Werte aufwies.

3.6. Blattform und Blattfläche

Am stärksten unterschied sich die indische Sorte von den anderen durch Blätter, die nur halb so groß waren wie der Durchschnitt und viel schwächer gelappt. Die größten Blätter hatte die mittelamerikanische Sorte, auffallend lange Blattstiele die ägyptische (Tab. 4).

Tab. 4: Merkmale der Blätter von Rosella-Pflanzen (Gewächshauskultur, Ø von 5 Pflanzen)

Herkunft	Merkmal:	Länge der Blattstiele (cm)	Länge (cm)	Blattspreite		Blattfläche (cm ²)
				Breite (cm)	Anzahl der Lappen	
thailändische Herkunft		10,4	13,4	12,4	5,0	2143
mittelamerikanische Herkunft		11,6	17,4	16,4	5,0	2216
senegalische Herkunft		10,0	14,4	12,6	4,0	1951
indische Herkunft		7,6	11,4	10,2	3,2	1135
ägyptische Herkunft		16,0	14,6	13,2	5,0	2053
Ø der Herkünfte		11,1	14,2	13,0	4,4	1900
GD 5%		1,09	0,72	0,65	0,26	493
GD 1%		1,48	0,98	0,88	0,36	670

Diese Werte wurden an etwa in der Mitte der Sprosse inserierten Blättern ermittelt. Die zuerst angelegten Blätter sind kleiner und ungeteilt, etwas höher inserierte dreilappig. An der Spitze bilden die Pflanzen aller Herkünfte einfache Blätter. Wie weitere Versuche ergaben, beeinflusst auch die Tageslänge die Ausformung der Blätter erheblich.

3.7. Blüte

Die folgenden Angaben zu Blüte und Frucht wurden in einem Versuch ermittelt, in dem die Pflanzen nach 3monatiger Kulturzeit im Gewächshaus für 3 Monate, d.h. bis zur Ernte, in einer Klimakammer bei einer Tageslänge von 10 Stunden gehalten wurden.

Die Farbe der Blumenkrone ist offensichtlich ein wichtiges herkunftsspezifisches Merkmal. In diesem Versuch reichte der nach Biesalski (1957) bestimmte Farbton der Blumenkronen von »sonnenblumengelb« (indische Herkunft) bis zu »rosenprimelrot« (thailändische Herkunft).

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal kann der sehr farbintensive Fleck an der Basis der Blumenkrone sein. Hier herrschten die Farbtöne »heucherarot«, »leinrot« und »rosenprimelrot« vor.

Auch der Durchmesser der Blumenkrone wies herkunftsspezifische Unterschiede auf. Die Blumenkronen der thailändischen, senegalischen und indischen Herkunft waren um 20–30% kleiner als die der zwei übrigen Herkünfte.

Auffallend war der Unterschied in der Antherenfarbe: drei Herkünfte zeigten rote, zwei gelbe Antheren (Tab. 5).

Tab. 5: Blütenmerkmale von 5 Rosella-Herkünften

Merkmal	Herkunft: THAI	MIT	SEN	IND	ÄGY	Ø der Herkünfte	GD 5%	GD 1%
Farbe der Blumenkrone	rosenprimelrot	apfelsinenfarbe	geumrot	sonnenblumen- gelb	geumrot	-	-	-
Farbe des Fleckens an der Basis der Blumenkrone	heucherarot	leinrot	heucherarot	rosenprimelrot	leinrot	-	-	-
Durchmesser der Blumenkrone in cm	5,5	7,2	5,1	4,7	6,8	5,8	0,53	0,71
Farbe der Antheren	crocusgelb	crocusgelb	feldmohnrot	feldmohnrot	ringelblumenrot	-	-	-

3.8. Die Frucht

Das Ernteprodukt von Rosella ist der fleischig gewordene und stark vergrößerte Kelch, der die Samenkapsel einschließt. Die Bezeichnung »Frucht« wird hier, wie auch in anderen Fällen (Dillenia, Ananas) üblich, für Kelch und Samenkapsel zusammen gebraucht.

Alle Angaben zur Frucht und ihren Bestandteilen sind in Tab. 6 zusammengefaßt.

In der Zahl der Früchte traten deutliche Unterschiede zwischen den Herkünften auf; die geringe Zahl der pro Pflanze geernteten Früchte erlaubt jedoch keine Rückschlüsse auf die Ertragsfähigkeit der Herkünfte. Das Frischgewicht der einzelnen Frucht war negativ korreliert mit der Anzahl, d.h. je weniger Früchte gebildet wurden, um so schwerer waren sie.

Einen Überblick über die verschiedenen Fruchtformen gibt Abb. 2. Die Herkünfte aus dem Senegal und aus Indien haben deutlich längliche Früchte, während die Früchte der anderen Herkünfte mehr oder weniger rundlich sind. Die Tab. 6 gibt das Verhältnis Länge : Breite der Früchte wieder.

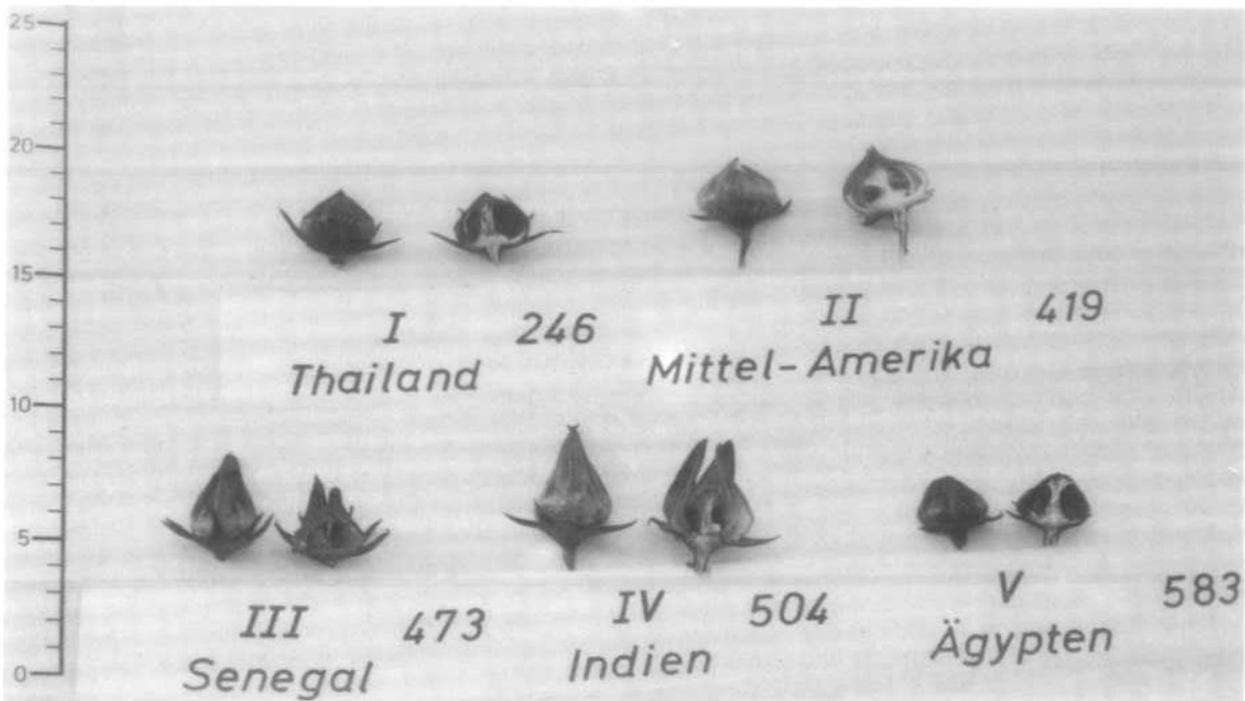


Abb. 2: Seitenansicht und Längsschnitt der Früchte von 5 Rosella-Herkünften

Der fleischige Innenkelch der Karkadeh-Frucht als der wirtschaftlich wichtigste Teil der Pflanze wies herkunftsspezifische Unterschiede in der durchschnittlichen Länge, der Farbe und der Behaarung auf.

Während die Zahl der Innenkelchzipfel bei allen Herkünften 5 betrug, variierte die Zahl der Außenkelchzipfel sowohl zwischen den Herkünften als auch innerhalb der Herkünfte; durchschnittlich wurden 10 Zipfel gezählt. Die Farbe des Außenkelches entsprach nur bei der indischen Herkunft nicht der Farbe des Innenkelches.

Bei der Ernte von Karkadeh werden Innenkelch und Außenkelch gemeinsam abgestreift und verwertet. Daher wurden auch in diesem Versuch die beiden Kelche zusammen gewichtsmäßig erfaßt. Das höchste Trockengewicht des einzelnen Kelches zeigte die mittelamerikanische Herkunft mit 0,26 g, das geringste die ägyptische Herkunft mit 0,15 g; der Durchschnitt lag bei 0,20 g. Die Schnelligkeit mit der die Kelche abgestreift werden können – ein Faktor, der von wirtschaftlicher Bedeutung ist – hängt von zwei Merkmalen der Frucht ab: der Größe und Form der Samenkapsel und der Behaarung des Kelches. Es zeigte sich, daß sich die Kelche länglicher und unbehaarter Früchte erheblich leichter trennen lassen als die Kelche rundlicher bzw. elliptischer und behaarter Früchte.

Karkadeh bildet im Durchschnitt 25 Samen pro Frucht aus. Lediglich bei der senegalischen Herkunft wurde eine signifikant niedrigere Zahl (20) gezählt. Im Durchschnitt betrug das ermittelte Tausendkorngewicht (TKG) 28,3 g, wobei jedoch Unterschiede zwischen den Herkünften auftraten (Tab. 6).

Die nierenförmigen Samen wiesen auch im Volumen Differenzen auf. Das Volumen von 1000 Samen der mittelamerikanischen Herkunft betrug 35 cm³, das entsprechende Volumen der Samen der indischen Herkunft nur 20 cm³.

4. Diskussion

Die die Morphologie der Pflanzen beeinflussenden ökophysiologischen Faktoren können unter »künstlichen« Klimaten nur unzureichend reproduziert werden. Die gewonnenen Resultate sind daher nur in Grenzen auf den natürlichen Standort übertragbar. Andererseits zeigt ein Vergleich der in diesen Versuchen ermittelten Ergebnisse mit den von Howard u. Howard (1911), McLean (1973), Morton (1974) und Wester (1914) gebrachten Angaben zur Morphologie von *Hibiscus sabdariffa* var. *sabdariffa* eine gute bis sehr gute Übereinstimmung. Als Ausnahmen sind hier nur die Zahl der Früchte pro Pflanze bzw. Flächeneinheit und die Verzweigung zu nennen. Zu erwähnen ist, daß die Mehrzahl der genannten Autoren häufig nur pauschale Angaben zu den einzelnen Merkmalen macht und nur Wester (1914) detaillierte Sortenbeschreibungen liefert. Zu einigen Merkmalen wie: Zeitliche Entwicklung des Hauptstammwachstums, Durchmesser des Hauptstammes, Zahl der Internodien, Trockengewicht der einzelnen Pflanzenteile, Länge des Blattstiels, Farbe der Antheren, Farbe der Nektariendrüsen, Volumen und Gewicht der Samen, die in diesen Versuchen erfaßt und zahlenmäßig belegt wurden, gibt es in der Literatur bisher keine Referenzen. Wie bereits erwähnt, gibt es bisher auch keine Veröffentlichung über die parallele Kultur von Herkünften aus verschiedenen Kontinenten unter identischen Wachstumsbedingungen. Auch wenn die oben beschriebenen Ergebnisse weitgehend erst noch einer Bestätigung durch den Anbau an tropisch-subtropischen Standorten bedürfen, zeigen die erhaltenen Unterschiede zwischen den Herkünften doch die Notwendigkeit einer gründlichen Sortenwahl bei gegebenem Standort und die Möglichkeit einer züchterischen Verbesserung von *H. sabdariffa*.

Tab. 6: Frucht- und Samenmerkmale von 5 Rosella-Herkünften

Merkmal	Herkunft:	THAI	MIT	SEN	IND	ÄGY	GD	
							Ø der Herkünfte	5% 1%
Frucht	Länge: Breite der Früchte	1,0	0,9	1,8	1,7	1,0	1,3	0,13 0,18
	Form der Früchte	konisch rund	elliptisch	länglich	länglich	elliptisch		
	TG Perikarp/Frucht in g	0,28	0,28	0,16	0,18	0,18	0,22	0,04 0,05
Kelch	Länge des Innenkelches in cm	2,0	2,3	4,0	3,5	2,2	2,8	
	Farbe des Innenkelches	leinrot	heucherarot	heucherarot	heucherarot	leinrot		
	Behaarung des Kelches	normal	normal	glatt	dicht u. stark	normal		
	Anzahl der Außenkelchzipfel	8-10	9-10	9-11	10-11	9-10		
	TG Kelch/Frucht in g	0,22	0,26	0,18	0,21	0,15	0,20	0,04 0,05
	Samen	Anzahl der Samen/Frucht	29	28	20	26	24	25,4
TG von 1000 Samen in g		31,0	37,0	23,0	24,0	27,0	28,3	2,0 2,6
Volumen von 1000 Samen in cm ³		31,9	34,8	20,5	20,0	25,0	26,4	2,0 2,6

5. Zusammenfassung

Die getrockneten Kelche (»Karkadeh«) von Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*) werden vor allem zur Getränkeherstellung (»Malventee«), als Naturfarbstoff für Nahrungsmittel und wegen ihres Schleimgehaltes in der Pharma- und Kosmetikindustrie gebraucht. Fünf Herkünfte aus wichtigen Anbaugebieten (Thailand, Mittelamerika, Indien, Senegal, Ägypten) wurden in Gewächshaus- und Klimakammerversuchen auf ihre morphologischen Eigenschaften untersucht, da bisher keine vergleichenden Studien vorliegen.

Die Herkünfte wiesen deutliche Unterschiede in den Merkmalen Pflanzenlänge (146–239 cm), Internodienzahl (56–69), Stammdurchmesser (6,2–9,1 mm), Blattform und -fläche (3–5 Lappen), Farbe der Blumenkrone (gelb, orange, rot) und vor allem Größe (20–40 mm Länge), Form (konisch bis länglich) und Farbe (heucherarot bis leinrot) der reifen Kelche auf.

Summary

The Roselle plant (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*) is gaining importance in consequence of its manifold uses e.g. as beverage substance (»Hibiscus Tea«), as food colorant and as mucilage supplier for pharmaceutical and cosmetic purposes. Five strains of roselle, originating from the main producing areas Thailand, India, Egypt, Senegal and Central America were grown under identical conditions in a greenhouse and in plant growth chambers. Considerable differences among the strains were observed in plant height (146–239 cm), number of internodes (56–69), stem diameter (6,2–9,1 mm), leaf form (3–5 lobes), petal color (yellow, orange, red), and size (20–40 mm in length), Form (conical to longish) and color (heucherared to linseedred) of ripe calyces.

Literaturverzeichnis

- Biesalski, E. (1957): Pflanzenfarben-Atlas, Musterschmidt, Göttingen.
- Burkill, I. H. (1966): A Dictionary of the Economic Products of the Malay Peninsula. Ministry Agric. Co-operatives, Kuala Lumpur, Bd. 1, 1189–1190.
- El Afry, M. M. F. (1978): Untersuchungen zur Morphologie, Anatomie, Physiologie und zum Schleim- und Pektingehalt von Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*). Diss. Göttingen
- Howard, A. and Howard, G. L. C. (1911): Studies in Indian fibre plants. No. 2. On some new varieties of *H. cannabinus* L. and *H. sabdariffa* L. Mem. Dept. Agr. India, Bot. Ser. 4, 30–36.
- Kerharo, J. (1971): Senegal bisap (*Hibiscus sabdariffa*) or Guinea sorrel or red sorrel. Plant Med. Phytother. 5, 277–281 (Zit. nach Morton 1974).
- McLean, K. (1973): Roselle (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) or Karkadeh as a Cultivated Edible Plant. AGS-SUD/70/543, Project Working Paper. FAO Rom.
- Morton, J. F. (1974): Renewed interest in roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) the long forgotten »Florida Cranberry«. Florida State Hort. Soc. Proc. 87, 415–425.
- Mudra, A. (1958): Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche. Parey, Berlin.
- Purseglove, J. W. (1974): Tropical Crops. Dicotyledons. Longmans, London.
- Rehm S. und Espig, G. (1976): Die Kulturpflanzen der Tropen und Subtropen. Ulmer, Stuttgart.
- Wester, P. J. (1914): New varieties of roselle. Phil. Agric. Res. 7, 266–269.
- Wilson, F. O. (1967): An evaluation of kenaf, roselle and related *Hibiscus* for fiber production. Econ. Bot. 21, 132–139.