

# UNTERSUCHUNG DER WURZELMASSE VON GRAMINEEN AUFGRUND EINES ZWEIJÄHRIGEN ANBAUES

Von

A. KOVÁCS\*, S. – MIHĂILESCU\*\* – A. ALEXANDRESCU\*\*

Systematisch-Geobotanischer Lehrstuhl der Eötvös Loránd Universität, Budapest\*  
Bucuresti

Eingegangen: 10. Dezember 1973

Die Untersuchung der grünen oberirdischen Teile und der Wurzelbiomasse der Gramineen ist nicht nur von theoretisch-biologischen, sondern auch von praktischen, insbesondere von rasenwirtschaftlichen Gesichtspunkten von Belang. Die Untersuchung der Biomasse erzielt die Feststellung, inwiefern die Produktion der Grünmasse von Arten bestimmten ökologischen Anspruchs – bei verschiedenen Klima- und Bodenverhältnissen – von der Entwicklung der Wurzelmasse abhängt. Das Verhältnis zwischen der Grün- und der Wurzelmasse widerspiegelt getreu – im Falle einer mehrjährigen Produktion – sowohl die jährlichen als auch in einer gegebenen Vegetationsperiode bestehenden meteorologischen Verhältnisse. Im Besitze dieser Daten ist durch Anwendung entsprechend agrotechnischer Methoden, Bewässerung und Bedüngung eine größere und über bessere Qualität verfügende grüne Biomasse auf eine Gebietseinheit berechnet zu gewinnen und es können auch die Grenzen der optimalen Anbaufläche von Arten und Sorten verschiedenen ökologischen Anspruchs gezogen werden. Das Quantum der Wurzelmasse und ihre Verbreitung in den verschiedenen Bodenschichten weist auf die Menge des sich im Boden bildenden Humus sowie auf den Mineralisationsprozeß des organischen Stoffes hin. Unsere weiter unten zu erörternden Versuche bilden die Fortsetzung der von 1967 in Cluj (Kolozsvár) und von 1971 in Bukarest durchgeführten Untersuchungen der Wurzelbiomasse (A. Kovács und Mitarb. 1, 5, 6, 7, 8).

## Material und Methode

Unsere Versuche wurden im Botanischen Garten der Universität zu Bukarest durchgeführt. Im Versuchsgelände säten wir am 23. März 1971 nach Verrichtung der vorangehenden agrotechnischen Arbeiten, in Monokultur, fünf perennierende Gramineen in einem Reihenabstand von 50 cm aus (*Arrhenatherum elatius*, *Festuca rubra*, *F. valesiaca*, *Lolium*

Tabelle I.

## Bodenangaben des Versuchsgebietes

Schicht	Tiefe	pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	CaCO <sub>3</sub> %	Humus %	Struktur	Textur
A'	0–10	8,0	4,25	3,44	staubig-krümelig	sandiger Lehm
A''	10–20	8,3	4,50	3,23	schwach-krümelig	sandiger Lehm
Ad	20–30	8,4	4,50	2,50	nußartig-krümelig	sandiger Lehm
Da	30–40	8,1	4,95	1,46	nußartig-krümelig	lehmiger Sand
D	40–50	8,4	8,85	0,75	kleinklumpig	schwach lehmiger Sand

*perenne*, *Poa pratensis*). Die sich auf den im Laufe der Bestellung des Schwemmbodens des Versuchsgebietes entstandenen Gartenboden beziehenden Angaben enthält Tab. I., die meteorologischen Daten des zweiten Versuchsjahres Tab. II. Die Pflanzen haben wir (20–25 Pflanzen je Art) am 13. Oktober 1972 aus dem Boden genommen, um die nötigen Messungen durchführen zu können. Die Wurzeln wurden nach ihrem Auswaschen in je 5 cm dicken Schichten sektioniert und dann in rohem und lufttrockenem Zustand gemessen. Die Meßergebnisse werden auf Tab. III.–IV. und Abb. 1. vorgeführt. Die aus dem ein- und zweijährigen Anbau gewonnenen Biomassenproportionen illustriert Abb. 2.

## Auswertung der Ergebnisse nach Arten

1. *Arrhenatherum elatius* (L.) J. et C. P r e s l. Französisches Raigras. In dem von der Aussaat gerechneten zweiten Jahr zeigten die Pflanzen eine kräftige Entwicklung. Am 24. April 1972 betrug ihre durchschnittliche Höhe 70 cm, am 16. Mai standen sie in Vollblüte, am 14. Juni reiften die Samen ein und Ende Juni sind schon 40% der Blätter abgetrocknet. Ende Juli konnte eine Nachblüte an einzelnen Exemplaren beobachtet werden. Zum Zeitpunkt der Probeentnahme beträgt die Länge der Stammblätter 40–60 cm, ihre Breite 0,6 cm. Die Zahl der vegetativen Triebe beträgt 53–182, ihre Höhe 51–78 cm, durchschnittlich 64 cm. Die Zahl der generativen Triebe beträgt 5–19 je Individuum.

Die durchschnittliche Länge der Wurzeln beträgt 35 cm, max. 41 cm, ihre zentrifugalen Ausläufer sind 27–35 cm lang. Das durchschnittliche Rohwurzelgewicht ist das 3,58 fache des Gewichtes der lufttrockenen

Tabelle 11.

## Meteorologische Daten der Versuchsperiode (1. 9. 1971. – 31. 10. 1972)

Monate	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Durchschnittliche Minimal- und Maximalwerte der Monatstemperatur °C	11,7 20,5	7 7,4	3,4 10,6	0 5,2	-2,5 0	0 3,9	2,8 12,7	11,2 19	13 23,1	17,7 28,3	19,2 29,1	18,2 27	11,7 19,4	7 13,5
Absolute Minimal- und Maximalwerte der Monatstemperatur °C	3 28,5	-4 26	-1,5 19	-3 11	-15 6	-10 12	-4 23,5	5 25	8 29	12 36	13 34	14 33	5 27	2 23,5
Monatliche Niederschlagsmenge/mm	65	—	10	—	—	11,5	—	13,5	39,7	21,5	14,7	68,7	70,5	65,5
Relativer Feuchtigkeitsgehalt der Luft in %	61,3	57,8	70,8	71,8	66,5	70,9	53,5	51,5	54,1	38,8	31,1	37,1	48,2	48,9

Tabelle III.

## Untersuchungsergebnisse der sich auf die beobachteten Arten beziehenden Biomasse

	Arten	Grünmasse lufttrockenes Gewicht/g			Wurzeln								
					Länge/cm			Rohgewicht/g			lufttrockenes Gewicht/g		
		Min.	Max.	Durchschn.	Min.	Max.	Durchschn.	Min.	Max.	Durchschn.	Min.	Max.	Durchschn.
1	<i>Arrhenatherum elatius</i>	15,5	57	33,28	30	41	34,8	27,2	108	49,22	7,58	31,15	13,74
2	<i>Festuca rubra</i>	8	26	16,42	22	34	27,15	4	63	25,15	1,28	19,62	7,72
3	<i>Festuca valesiaca</i>	14	45,5	24,97	15	24	18,75	9,5	26	20,29	3,06	9,3	6,49
4	<i>Lolium perenne</i>	2,1	10,3	4,9	13	23	15,7	2	7	3,2	0,29	2,08	0,88
5	<i>Poa pratensis</i>	6,3	33	16,69	11	22	16,30	1,9	19,1	6,29	0,21	8,26	2,03



Tabelle IV.

## Schichtenweise Wurzelmasse, je Arten, aufgrund eines zweijährigen Anbaues

Bodentiefe/cm	Arrhenatherum elatius		Festuca rubra		Festuca valesiaca		Lolium perenne		Poa pratensis	
	Roh-	Trock-	Roh-	Trock-	Roh-	Trock-	Roh-	Trock-	Roh-	Trock-
	gewicht/g		gewicht/g		gewicht/g		gewicht/g		gewicht/g	
0 - 5	37,10	10,59	19,66	6,04	13,85	4,41	2,83	0,79	4,24	1,38
5 - 10	5,56	1,57	3,96	1,21	5,15	1,66	0,298	0,076	1,53	0,49
10 - 15	3,66	1,40	1,11	0,33	1,20	0,40	0,056	0,013	0,43	0,14
15 - 20	1,94	0,39	0,23	0,073	0,07	0,02	0,0046	0,0013	0,054	0,016
20 - 25	1,32	0,116	0,015	0,005	0,004	0,0014	-	-	0,0027	0,0009
25 - 30	0,099	0,023	-	-	-	-	-	-	-	-
30 - 35	0,007	0,0028	-	-	-	-	-	-	-	-

Wurzeln. 75,15% der Gesamtwurzelmasse ist in den 0-5 dicken Schichten des Bodens zu finden. Im lufttrockenen Zustand ist das Verhältnis zwischen den oberirdischen Teilen der Wurzelmasse der Pflanze durchschnittlich 2,42:1. Ende des zweiten Vegetationsjahres war die Grünmasse der Pflanze durchschnittlich um 278,49%, die Wurzellänge um 6,1 cm, das Rohwurzelgewicht um 164,89%, das Gewicht der lufttrockenen Wurzeln um 234,07% größer, als zu Ende der Vegetationsperiode des ersten Jahres. Die durchschnittliche Länge der Wurzelhaare beträgt durchschnittlich 1,5 cm.

2. *Festuca rubra* L. Rotschwingel. Dem Französischen Raigras ähnlich entwickelte er sich kräftig. Schon am 24. April 1972 erscheinen die Blütenansätze, am 16. Mai steht die Pflanze schon in Vollblüte. Der Zeitpunkt der Reife der Samen ist der 14. Juni. Im Zeitpunkt der Probenentnahme beträgt die Länge der Stammbblätter durchschnittlich 45 cm, ihre Breite 1,5 mm. Die Zahl der vegetativen Triebe beträgt 18-137, ihre Höhe 54-62 cm. Die Zahl der generativen Triebe beträgt 4-19, ihre Höhe durchschnittlich 70 cm je Individuum. Die Zahl der Stengelsprossen beträgt 4-24 je Individuum, in lufttrockenem Zustand 0,4-3,3 g, in rohem Zustand 1-10 g.

Die durchschnittliche Länge der Wurzeln ist 27,15 cm, max. 34 cm, ihrer zentrifugalen Ausläufer 25-30 cm. Das durchschnittliche Rohwurzelgewicht ist das 3,25 fache dem lufttrockenem Wurzelgewicht. 75,15% der Gesamtwurzelmasse ist in den 0-5 cm dicken Bodenschichten anzutreffen. Das Verhältnis in lufttrockenem Zustand zwischen den oberirdi-

schen Teilen der Pflanze und ihrer Wurzelmasse ist 2,12:1. Ende des zweiten Vegetationsjahres war die Grünmasse der Pflanze durchschnittlich um 540,13%, die Wurzellänge um 13,35 cm, das Rohwurzelgewicht um 427,27%, das lufttrockene Wurzelgewicht um 352,51% größer, als zu Ende der Vegetationsperiode des ersten Jahres. Die durchschnittliche Länge der Wurzelhaare beträgt 2 cm.

3. *Festuca valesiaca* Schleich. Walliser Schwingel. Am 24. April 1972 erscheinen schon die generativen Triebe (Höhe 50 cm), am 16. Mai steht die Pflanze schon in Vollblüte (Höhe 63 cm). Die Samen wurden bis zum 14. Juni reif und fielen schon bis Ende Juni ab. Zum Zeitpunkt der Probeentnahme betrug die Zahl der vegetativen Triebe 130–325, ihre Höhe 31–50 cm, die Zahl der generativen Triebe 22–120 je Einzelpflanzen, ihre Höhe 49–63 cm. Die Länge der Grundblätter beträgt 20–35 cm, 40–50% ihrer ist abgetrocknet.

Die durchschnittliche Länge der Wurzeln beträgt 18,75 cm, max. 24 cm, die der waagerechten 16,5–22 cm. Das durchschnittliche Rohwurzelgewicht ist das 3,12 fache des lufttrockenen Wurzelgewichtes. 57,17% der Gesamtwurzelmasse befindet sich in den 0–5 cm dicken Bodenschichten. In lufttrockenem Zustand ist das Verhältnis zwischen den oberirdischen Teilen und der Wurzelmasse der Pflanze 3,84:1. Ende des zweiten Vegetativjahres war die Grünmasse der Pflanze um 1418,95%, die Länge der Wurzeln um 4,25 cm, das Rohwurzelgewicht um 446,91%, das lufttrockene Wurzelgewicht um 453,84% größer, als nach dem einjährigen Anbau. Die Länge der Wurzelhaare betrug 1,6 cm.

4. *Lolium perenne* L. Englischs Raigras. Am 24. April sind bereits die ersten generativen Triebe (Höhe 35 cm) erschienen, am 16. Mai stand die Pflanze schon in Vollblüte. Die Samen sind bis zum 29. Juni reif geworden. Bis Ende Juli ist 50% und bis Ende der Vegetationszeit 60–70% der Pflanzen vertrocknet. Zu dieser Zeit kann auch die Erscheinung der Viviparia beobachtet werden. Die Zahl der vegetativen Triebe beträgt 16–71, ihre Höhe 18–33 cm, durchschnittlich 25,7 cm. Die Zahl der generativen Triebe beträgt 3–6 (bei einzelnen Pflanzen fehlen sie zuweilen völlig), ihre Höhe ist 35–40 cm. Die Länge der Stammbblätter beträgt 25–30 cm, ihre Breite 0,2–0,5 cm.

Die durchschnittliche Länge der Wurzeln beträgt 15,7 cm, max. 23 cm, ihre zentrifugalen Ausläufer sind 17 cm lang. Das durchschnittliche Rohwurzelgewicht beträgt das 3,63 fache des lufttrockenen Wurzelgewichtes. 89,77% der Gesamtwurzelmasse konzentriert sich in den 0–5 cm dicken Bodenschichten. Das Verhältnis zwischen den oberirdischen Teilen und der Wurzelmasse der Pflanze beträgt in lufttrockenem Zustand 5,56:1. Bis Ende des zweiten Vegetationsjahres war die Grünmasse der Pflanze durchschnittlich um 61,79%, die Wurzellänge um 3 cm, das Rohwurzelgewicht um 54,42%, das lufttrockene Wurzelgewicht um 54,98% weniger, als bei einjährigem Anbau. Diese Erscheinung läßt sich in erster Reihe mit den im Boden vor sich gehenden physiko-chemischen Prozessen erklären. Die Länge der Wurzelhaare beträgt 1,5 cm.



5. *Poa pratensis* L. Wiesen gras. Ende April 1972 erschienen bereits, die generativen Triebe (Höhe: 38 cm), am 16. Mai in der Vollblütezeit sind die Pflanzen schon 68 cm hoch. Die Samen waren bis Ende Juni bereits reif. Bei der Probeentnahme sind die Pflanzen noch frischgrün (nur 20% der Stammbblätter sind vertrocknet). Die Zahl der Ausläufer beträgt 8–34 je Einzelpflanze, im rohen Zustand haben sie das Gewicht von 2,3–13 g, in lufttrockenem Zustand 1–4,5 g. Die Zahl der vegetativen Triebe beträgt 10–96 (Höhe: 46–62 cm, durchschnittlich 53,65 cm), die der generativen 3–15 (Höhe: 65–68 cm). Die Länge der Stammbblätter beträgt 35 cm, ihre Breite 0,5 cm.

Die durchschnittliche Länge der Wurzeln beträgt 16,3 cm, max. 22 cm, die ihrer zentrifugalen Ausläufer 15 cm. Das durchschnittliche Rohwurzelgewicht ist das 3,09 fache des lufttrockenen Wurzelgewichtes. 67,98% der Gesamtwurzelmasse befindet sich in den 0–5 cm dicken Bodenschichten. Das Verhältnis zwischen den oberirdischen Teilen und der Wurzelmasse der Pflanze ist 8,22:1. Ende des zweiten Vegetativjahres war die Grünmasse der Pflanze um 873,82%, das durchschnittliche Rohwurzelgewicht um 162,95%, das lufttrockene Wurzelgewicht um 218,27% größer, als nach dem einjährigen Anbau. Die Länge der Wurzelhaare beträgt 2,3 cm.

### Zusammenfassung

Es wurde die Wurzelmasse der Gramineen je Einzelpflanze der Arten *Arrhenatherum elatius*, *Festuca rubra*, *F. valesiaca*, *Lolium perenne*, *Poa pratensis* aufgrund eines zweijährigen Anbaues untersucht.

Die größte Wurzelmasse, sowohl in rohem, als in lufttrockenem Zustand wurde bei den Arten *Arrhenatherum elatius*, *Festuca rubra* und *F. valesiaca* gemessen.

In lufttrockenem Zustand fanden wir die größte durchschnittliche oberirdische Biomasse (vom Wurzelhals gerechnet) bei den Arten *Arrhenatherum elatius*, *Festuca valesiaca*, *Poa pratensis*, *Festuca rubra*, die geringste bei den Individuen der Art *Lolium perenne* vor.

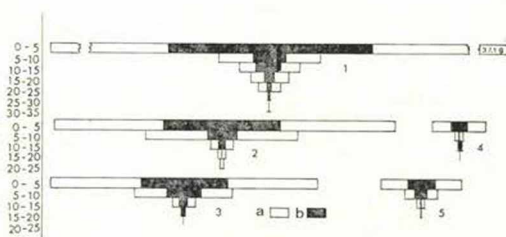


Abb. 1: Die schichtenweise Verteilung der Wurzelmasse bei den untersuchten Arten. 1. *Arrhenatherum elatius*, 2. *Festuca rubra*, 3. *Festuca valesiaca*, 4. *Lolium perenne*, 5. *Poa pratensis*. a. Rohwurzelgewicht, b. lufttrockenes Wurzelgewicht.

89,77–67,98% der Gesamtwurzelmasse befindet sich in den 0–5 cm dicken Bodenschichten. Die der Bodenoberfläche am nächsten liegenden Wurzeln fanden wir bei *Lolium perenne*, *Festuca rubra*, *Arrhenatherum elatius*, die Wurzelmasse der übrigen Arten verteilt sich in den tieferen Bodenschichten proportioniert (Tab. 3, Abb. 1).

Im Vergleich zu den Ergebnissen des ersten Vegetationsjahres wuchsen die oberirdischen Pflanzenteile (in lufttrockenem Gewicht gerechnet) bei *Festuca valesiaca* um das 14 fache, bei *Poa pratensis* um das 8,7 fache, bei *Festuca rubra* um das 5,4 fache, bei *Arrhenatherum elatius* um das 2,7 fache an, während sich diese Masse bei *Lolium perenne* um mehr als die Hälfte verminderte (Abb. 2. I).

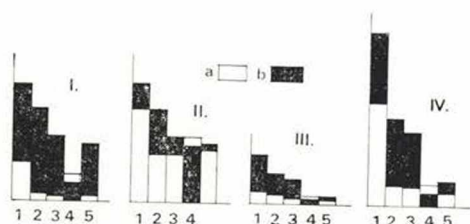


Abb. 2: I. Grünmasse (g), II. Wurzellänge (cm), III. lufttrockene und IV. rohe Wurzelmasse (g), a) aufgrund des einjährigen und b) des zweijährigen Anbaues bei den untersuchten Arten. 1. *Arrhenatherum elatius*, 2. *Festuca rubra*, 3. *Festuca valesiaca*, 4. *Lolium perenne*, 5. *Poa pratensis*.

Im Wachsen der Wurzellänge fanden wir die größten Werte bei den Arten *Festuca rubra*, *Arrhenatherum elatius*, *Festuca valesiaca* vor. Unbedeutend ist das Wachsen bei *Poa pratensis* und fast auf die Hälfte verminderte es sich bei *Lolium perenne* (Abb. 2 II).

Die lufttrockene Wurzelmasse ist durchschnittlich das 2,18–4,53 fache der im ersten Anbaujahr gemessenen Masse, mit Ausnahme der Art *Lolium perenne*, wo man eine 50%ige Verminderung beobachten konnte (Abb. 2 III). Mit geringeren Abweichungen bezieht sich dies auch auf die Rohwurzelmasse (Abb. 2 IV).

Der Entwicklungsstand des Wurzelsystems wird unter ariden Umständen von der intensiveren Verdunstung, vom Wassermangel, von der Nährstoffversorgung und der ökologischen Amplitude der Art bestimmt. An solchen Standorten haben wir bei den mesophilen und xero-mesophilen Arten im allgemeinen ein größeres und sich rascher entwickelndes sowie in tieferen Schichten befindliches Wurzelsystem gefunden.

#### SCHRIFTTUM

- Albu N. — Kovács A. — Spârchez C. 1969. Noi contributii la studierea sistemului radicular la câteva graminee perene. Studia Univ. Babeş-Bolyai Cluj, Ser. Biol. 2: 59–64.



- I w a k i H. — M i d o r i k a w a B. 1968. Principi opredelenija produkcii kornei u trawjanistich mnogoletnikow. Metodi isutsch. produkt. kornew. sistem. i. organizm. risosfer. Leningrad. 68—72.
- K o l t a y A. — P r é c s é n y i I. 1956. Mesterséges fűtársításokban végzett gyökér-vizsgálatok eredményei (Ergebnisse der an künstlichen Grasvergesellschaftungen durchgeführten Wurzeluntersuchungen). Növénytermesztés. 5: 51—60.
- K o l t a y A. 1958. Adatok néhány növény gyökérmorfológiájához a Gödöllő környéki legelőkön (Beiträge zur Wurzelmorphologie einiger Pflanzen auf den Weiden in der Umgebung von Gödöllő). Agrártud. Egyet. Mezőgazd. Kar Köz. 387—399.
- K o v á c s A. — A l b u N. — S p á r c h e z C. 1968. Studierea sistemului radicular la câteva graminee furajere în primul an de cultură (I). Studia Univ. Babeş-Bolyai Cluj. Ser. Biol. 2: 59—64.
- K o v á c s A. — A l b u N. — P o p e s c u V. 1970. Contribuții la studiul sistemului radicular la câteva graminee perene. Studia Univ. Babeş-Bolyai. Cluj. Ser. Biol. 2: 41—46.
- K o v á c s A. — A l b u N. — P o p e s c u V. — A l b u M. 1971. Contribuții la studiul sistemului radicular la câteva graminee perene în al doilea an de cultura. Studia Univ. Babeş-Bolyai Cluj. Ser. Biol. 2: 35—39.
- K o v á c s A. — A l e x a n d r e s c u A. — M i h a i l e s c u S. 1972. Contribuții la cunoașterea sistemului radicular la câteva graminee furajere în primul an de cultură. Contrib. Bot. Cluj. 265—270.
- S a l i t M. S. 1960. Metodika isutschenija morfologii podsemnoi tschasti otdelnich rastenii i rastitelnich soobščestw. Polewaja Geobotanika. II. M—L.