

- Dt. landwirtsch. Presse 13, 104, 111, 122 (1940). — 22. MIKOLAJCZYK, J.: Anbaufähigkeit der bitteren und süßen Lupinenformen (poln.). Hefte über Probleme der fortschrittlichen Landwirtschaftslehre 20, 335—342 (1959). — 23. NEUHAUS, A.: Etwas über die Düngung der Süßlupinen. Dt. landwirtsch. Presse 65, 264 (1938). — 24. PAPENHAGEN, F.: Ergebnisse der Sortenwertprüfungen mit Lupinen 1954 bis 1959. Arbeiten der Zentralstelle für Sortenwesen 12, 41—98 (1961). — 25. REINHARD, C. F.: Entwicklung und Stand des Hülsenfruchtbaues in Deutschland. Berlin, Diss. (1934). — 26. RENIUS, W.: Samenbau für Zwischenfrucht und Gründüngung. Flugschriften der DLG 8. Landbuch-Verl., Hannover 1949. — 27. ROEMER, Th.: Züchtung alkaloidarmer Lupinen. Landwirtsch. Jb. 50, 433—443 (1916). — 28. SCHAEFER, E.: Die Gründüngung mit Berücksichtigung des Futterbaues. Kienau-Verl., Lüneburg 1947. — 29. SCHULZE, H.: Betriebswirtschaftliche Untersuchungen über den Körnerhülsenfruchtanbau. Berlin, Berichte ü. Landwirtsch., Neue Folge, 132. Sonderheft (1936). — 30. SENGBUSCH, R. v.: Die Auffindung einer neuen weißkörnigen Mutante im Süßlupinenstamm 8. Der Züchter 12, 19—20 (1940). — 31. SENGBUSCH, R. v.: Süßlupinen und Öllupinen. Landwirtsch. Jb. 91, 723 bis 880 (1942). — 32. STÖCKHARDT, A.: Chemische Untersuchung der Lupine nebst einigen Notizen über deren Anbau. Ztschr. f. deutsche Landwirte, der neuen Folge fünfter Jahrgang, 81 u. 97. Georg Wigand's Verl., Leipzig 1854. — 33. SULINOWSKI, S.: Ertragsvergleiche von Bitter- und Futterlupinen. Symposium für Futterpflanzen in Poznan (1958). — 34. THAER, A.: Über den Anbau der Lupine. Berlin 1859. — 35. TIEMANN, A.: Gründüngung. In: ROEMER-SCHNEIBE-SCHMIDT-WOERMANN, Handb. d. Landwirtsch. Bd. I, 463—489. Parey-Verl., Berlin 1952. — 36. TROLL, H. J., und H. SCHANDER: Pleiotrope Wirkung eines Gens bei *Lupinus luteus* (Neuzucht „Weiko“). Der Züchter 10, 266—271 (1938). — 37. TROLL, H. J.: Entwicklung und Probleme der Müncheberger Lupinenzüchtung. Der Züchter 19, 153—177 (1948). — 38. TROLL, H. J.: Erbgänge der Samenfarbe bei weißkörnigen gelben Süßlupinen. Der Züchter 26, 41—53 (1956a). — 39. TROLL, H. J.: Über Vitalitätsverhältnisse bei alkaloidhaltigen und alkaloidarmen Lupinen sowie bei deren Bastarden. Dt. Akad. Wiss. Berlin, Kl. Chem., Geol. u. Biol., 1956, Heft 7, 65—75 (1956b). — 40. TROLL, H. J., und H. EFFMANN: Saatgutuntersuchungen verschiedener Anbaustufen weißkörniger gelber Süßlupinen auf Besatz mit pigmentierten und bitteren Körnern. Z. landwirtsch. Vers.- u. Unters.-Wesen 2, 400—415 (1956). — 41. TROLL, H. J., und H. EFFMANN: Wert und Gefahr von Signalfaktoren bei der Saatgutvermehrung von gelben Lupinen (*Lupinus luteus* L.). Der Züchter 31, 225—233 (1961). — 42. WINKEL, M.: Die Lupine und ihre Bedeutung für Landwirtschaft und Volksernährung. Parey-Verl. Berlin 1920. — 43. WOERMANN, E.: Die Süßlupine in der deutschen Futterwirtschaft. Dt. landwirtsch. Presse 64, 211—212 (1937). — 44. Statistisches Jahrbuch der DDR Jg. 5, herausgegeben v. d. Staatl. Zentralverwaltg. für Statistik 1959. — 45. Statistisches Jahrbuch über Landwirtschaft und Ernährung der Bundesrepublik Deutschland, herausgegeben vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Parey-Verl., Berlin 1960.

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Über den Holzgehalt verschiedener Markstammkohlförmigen

Von B. EFFMERT

Mit 4 Abbildungen

Die Sproßachse des Markstammkohls (*Brassica oleracea* var. *medullosa* Thell.) verholzt besonders in ihren unteren Abschnitten sehr stark. Die Ernte dieser Futterpflanze ist aus diesem Grunde sehr erschwert und wurde in der Vergangenheit meist mit der Hand vorgenommen. Zukünftig wird jedoch ihr Anbau von der Möglichkeit der maschinellen Ernte bestimmt werden, gleichgültig, ob die Bestände gepflanzt oder gedrillt sind. Der Einsatz des Mähhäckslers ist zwar heute schon möglich, es taucht aber in diesem Zusammenhang die Forderung nach einem Markstammkohl auf, der wenig verholzt. Der Züchter wird somit vor die Aufgabe gestellt, Markstammkohlförmigen mit geringem Holzgehalt in der Sproßachse, dem „Stamm“, zu züchten. Daraus ergeben sich zwangsläufig die Fragen, wie Stand- und Winterfestigkeit, Nährstoffzusammensetzung, Futterwert und Gesamtertrag (Blatt/Stengelverhältnis) der Pflanzen durch einen unterschiedlichen Holzgehalt der Sproßachse beeinflusst werden. In der vorliegenden Arbeit haben wir die Variabilität des Holzgehaltes bestimmt und versucht, zur Klärung der genannten Fragen beizutragen.

Voraussetzung für die Bearbeitung des Problems ist die genaue Kenntnis von Anatomie und Morphologie der Markstammkohlsproßachse. Beide sind ausführlich bei RAUH (1950) und TROLL (1954a, 1954b) beschrieben. Danach erhält die Sproßachse ihre Mächtigkeit durch ein primäres medulläres Dickenwachstum. Dieses ist in der Jugend zunächst nur gering, nimmt aber mit fortschreitender Entwick-

lung der Pflanze nach oben hin zu, so daß das Mark eine verkehrt kegelförmige Gestalt annimmt. Die Bildung des Holzes erfolgt durch sekundäres kamiales Dickenwachstum, das im Bereich des Stengelgrundes am stärksten ist und aufwärts mit zunehmender Primärverdickung abnimmt. Die Dickenzunahme durch letztere wird also durch die Holzbildung maskiert. Beim Markstammkohl ist die Maskierung jedoch nicht vollständig. Die konische Form der unteren Stengelabschnitte bleibt erhalten (vgl. Abb. 1).

Material und Methode

Um einen Einblick in die Variabilität des Holzgehaltes zu bekommen, untersuchten wir 435 Sproßachsen auf ihren Holzgehalt. Das Material entstammte den Sorten und Stämmen der Markstammkohlprüfungen in Groß-Lüsewitz. Die Pflanzen wurden im Saatbeet angezogen, Anfang Juli 1960 ausgepflanzt und den ortsüblichen Pflegemaßnahmen unterworfen. Die Ernte erfolgte im November/Dezember 1960.

Zur Untersuchung kamen 5 Pflanzen je Sorte oder Zuchtstamm. Von den Pflanzen wurde der Blattanteil in Prozent des Gesamtgewichtes festgestellt und das Gewicht, die Länge, der Gesamtdurchmesser und der Durchmesser des Markes der entsprechenden Sproßachse ermittelt.

Zur Bestimmung des Holzgehaltes wurden aus dem unteren, mittleren und oberen Drittel der Sproßachse ungefähr 3 cm lange Stücke mit einem Messer

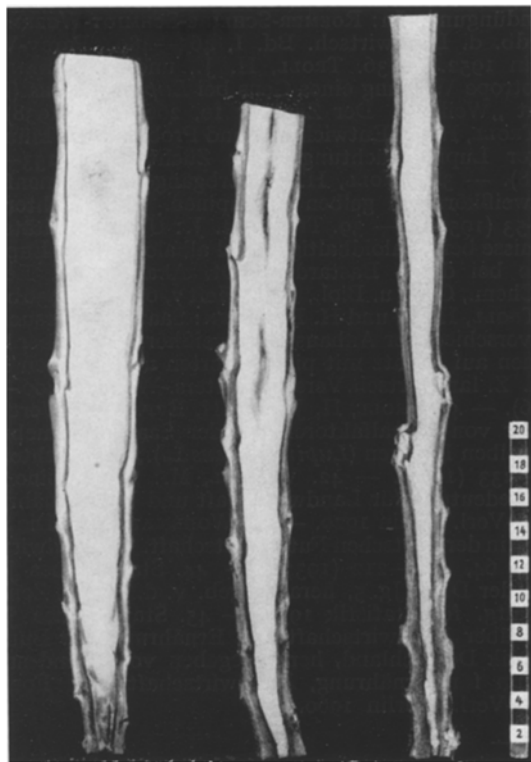


Abb. 1. Markstammkohlsproßachsen, proximale Hälfte, mit verschieden starkem primären und sekundären Dickenwachstum. (Holz mit Phloroglucin-Salzsäure gefärbt.)

oder einer Säge herausgeschnitten und 5 Minuten bei 105 °C im Autoklaven erhitzt. Nach dem Abkühlen ließ sich das verholzte Gewebe relativ leicht heraustrennen. Anschließend wurde bei 105 °C getrocknet und nach Feststellung des Trockengewichtes von Holz und Mark plus Rinde der Holzgehalt in Prozent des Gesamttrockengewichtes errechnet (vgl. Abb. 2).

Die Trennung von Rinde (primäre Rinde + Bast) und Holz war infolge des vorhandenen Kambiumringes sehr leicht möglich, die von Holz und Mark war, besonders in den oberen Stengelabschnitten, etwas schwieriger. Doch genügte auch hier die Genauigkeit den gestellten Anforderungen.

Ergebnisse

In Abbildung 3 ist die Verholzung zweier Sproßachsen in Abhängigkeit von der Höhe graphisch dar-

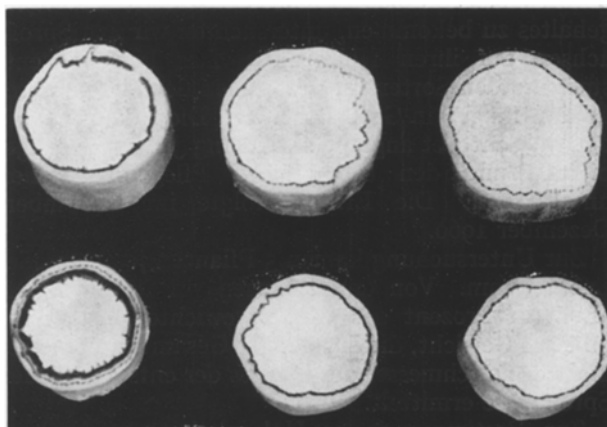


Abb. 2. Segmente aus dem unteren, mittleren und oberen Drittel von zwei Markstammkohlsproßachsen, wie sie zur Bestimmung des Holzgehaltes verwendet wurden. (Holz mit Phloroglucin-Salzsäure angefärbt.)

gestellt. Im Bereich des Kotyledonarknotens ist die Verholzung am stärksten, was aus dem oben geschilderten Verlauf des Erstarkungswachstums ohne weiteres verständlich wird. Der Holzanteil beträgt hier meist 70–90% des Gesamttrockengewichtes. Der Markanteil geht auf wenige Prozente zurück, der Rest ist Rinde, der sich im allgemeinen zwischen 20–30% bewegt. Der Holzgehalt nimmt aufwärts dann sehr schnell ab. In der Höhe von 15–20 cm über der Sproßbasis ermittelten wir bei Einzelpflanzen Gehalte an Holz von maximal 62% und minimal 18% der Gesamttrockenmasse. Die entsprechenden Zahlen für die Mitte der Sproßachse sind 47 bzw. 12, für die obere Region 40 bzw. 8%. Aus der Fülle des Materials haben wir 5 charakteristische Typen ausgewählt und in Tabelle 1 und Abbildung 4 dargestellt.

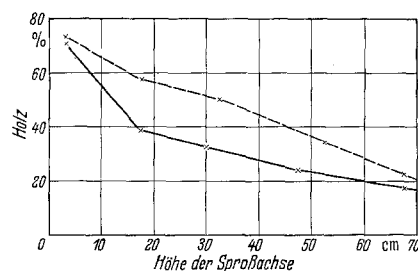


Abb. 3. Holzgehalt (% der Trockenmasse) von zwei Sproßachsen in Abhängigkeit von der Höhe. --- Kreuzung Braunkohl x Rosenkohl — Moellier blanc.

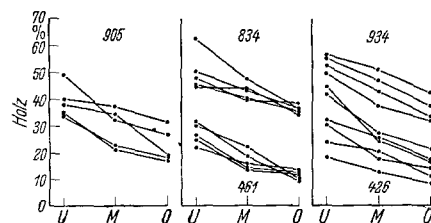


Abb. 4. Holzgehalt (% der Trockenmasse) der in Tab. 1 aufgeführten Sproßachsen. U = unteres, M = mittleres, O = oberes Drittel der Sproßachse.

Der zuerst aufgeführte Gülzower Stamm 5 (905) ist ein blattreicher Markstammkohl, etwa die Hälfte des Gesamtertrages an Grünmasse wird von der Sproßachse gebildet. Die Trockensubstanz der Sproßachse besteht im Mittel zu 30% aus Holz. Dieser Wert kann als ungefährender Mittelwert überhaupt angesehen werden. So hatten die 8 Sorten der Hauptprüfung Gehalte von 26,8 (Langensteiner St. 2) bis 33,6% der Trockenmasse (Waldmanns St. 326). Diese Zahlen besagen allerdings über den Verlauf des Holzgehaltes nichts. Dieser ist für alle Einzelpflanzen aus der Abbildung 4 ersichtlich.

Der Zuchtstamm 834 gehört zu den holzreichsten. Während die Unterschiede gegenüber dem Zuchtstamm „Gülzower Stamm 5“ im Gewicht der Pflanzen nicht gesichert sind, bestehen im Holzgehalt gesicherte Unterschiede.

Ein typisch holzarmer Zuchtstamm ist der danach aufgeführte Stamm 461, eine Kreuzung zwischen „Lübecker Futterkohl“ und „Langensteiner Grüner“. Der Holzgehalt steigt hier selbst im unteren Drittel nicht wesentlich über 30%. Bei diesem Stamm nimmt der Holzgehalt nach oben relativ schnell ab, der Markanteil liegt entsprechend höher.

Zuchtstamm 426, hervorgegangen aus einer Kreuzung von „Gülzower Grüner“ x „Eastern country farmer“, ist ebenfalls holzarm. Hier kommen die

Tabelle 1. *Gewicht, Höhe, Durchmesser und Zusammensetzung verschiedener Markstammkohlsproßachsen, Blattanteil der Gesamtpflanze.*

Nr. der Pflanze	Gewicht der Sproßachse g	Höhe der Sproß- achse cm	Durchmesser in 30—35 cm		Holzgehalt		Mark + Rinde in g je Sproß- achse	Blattanteil in % des Gesamt- gew. der Pflanze
			Gesamt cm	Mark cm	in % des Gesamttrocken- gewichtes	je Sproßachse in g		
Gülzower St. 5								
905/1	690	55	4,3	3,6	30,2	208	482	56,4
2	965	77	4,3	3,3	36,2	349	616	47,7
3	470	46	3,6	3,3	24,2	114	356	46,9
4	710	55	4,5	4,0	25,0	178	532	53,0
5	350	38	4,3	3,1	35,8	125	225	64,5
834/1								
	637	54	4,2	3,5	30,3	195	442	53,7
1	500	46	3,5	2,7	40,6	203	297	48,2
2	850	82	3,6	2,2	42,0	357	493	36,8
3	900	84	3,6	2,5	41,3	372	528	47,2
4	805	82	3,6	2,6	41,2	332	473	35,9
5	725	59	3,9	2,4	48,1	349	376	52,3
461/1								
	756	71	3,6	2,5	42,6	323	433	44,3
1	800	53	4,4	3,4	21,0	168	632	46,7
2	780	68	4,3	3,3	17,2	134	646	45,3
3	470	54	3,5	2,5	16,1	76	394	49,7
4	650	72	3,8	3,5	17,3	112	538	47,8
5	430	46	3,0	2,0	19,6	84	346	55,7
426/1								
	626	59	3,8	2,9	18,2	115	511	48,5
1	1385	82	5,0	4,3	23,9	331	1054	17,3
2	1240	76	4,9	4,2	20,1	249	991	24,9
3	1100	68	4,8	3,9	28,0	308	792	33,1
4	965	66	4,7	3,5	12,5	121	844	32,5
5	1100	62	5,2	4,0	17,9	197	903	19,7
934/1								
	1158	71	4,9	4,0	20,5	241	917	25,4
1	400	52	2,7	2,2	41,7	167	233	66,6
2	500	44	3,2	2,2	48,7	244	256	70,7
3	250	49	2,3	1,8	45,7	114	136	82,2
4	430	42	3,3	2,3	38,6	166	264	69,6
5	265	35	2,8	2,1	29,2	77	188	76,4
GD								
	369	44	2,9	2,1	40,8	154	215	73,1
5%	195,2	13,8			7,1	91,8	171,5	
10%	268,8	19,0			9,8	126,4	236,2	
0,1%	370,1	26,2			13,5	174,0	325,1	

Tabelle 2. *Nährstoffgehalt von Markstammkohlsproßachsen.*

	Anteil an der Gesamttrocken- substanz in %	Trockensubstanz %	Rohfett	Rohprotein	Rohasche	Rohfaser	N-freie Extrakt- stoffe	P ₂ O ₅	CaO	K ₂ O
% der Trockensubstanz										
Moellier blanc										
Rinde	26,4	11,8	2,9	12,9	12,6	18,1	53,4	0,43	2,10	4,06
Holz	25,9	16,7	1,3	8,7	7,8	51,1	31,1	0,84	0,96	3,36
Mark	47,4	6,6	1,4	7,5	18,5	12,7	59,9	1,70	1,06	6,56
Langensteiner St. 2										
Rinde	29,4	16,4	2,8	8,6	11,8	14,5	62,4	0,62	1,56	4,00
Holz	37,2	32,4	2,2	5,3	4,9	48,1	39,5	0,48	0,25	1,80
Mark	33,5	9,3	2,0	10,2	14,9	11,0	61,9	1,21	0,96	7,04
% der Frischsubstanz										
Moellier blanc										
Rinde			0,34	1,5	1,5	2,1	6,3	0,05	0,25	0,48
Holz			0,22	1,5	1,3	8,5	5,2	0,14	0,16	0,56
Mark			0,09	0,5	1,2	0,8	4,0	0,11	0,07	0,43
Langensteiner St. 2										
Rinde			0,46	1,4	1,9	2,4	10,3	0,10	0,26	0,66
Holz			0,71	1,7	1,6	15,6	12,8	0,16	0,08	0,58
Mark			0,19	1,0	1,4	1,0	5,8	0,11	0,09	0,66

relativ geringen Holzgehalte jedoch durch den hohen Markanteil zustande. Es ist ein blattarmer Typ. Das Gesamtgewicht der Sproßachse ist im Vergleich zu den ebengenannten Formen sehr hoch. Die Sproßachse erreicht einen Durchmesser von ungefähr 5 cm. Trotz ungefähr gleichen relativen Holzgehalts wie Zuchtstamm 461 ist die absolut gebildete Holzmenge wesentlich höher.

Die abschließend angeführte Sorte „Suttons A'kale“ (934) ist ein Blattkohltyp mit sehr stark verholzter Sproßachse, die auch im ganzen nur wenig erstarrt.

Die Variabilität des Holzgehaltes — gleiche Stammdicke vorausgesetzt — ist groß genug, um holzarme Sproßachsen zu selektieren. Allerdings wird der Achsengrund stets stark verholzt sein, wie aus dem Verhältnis von primärem und sekundärem Dickenwachstum hervorgeht. Letzteres bewirkt überhaupt erst eine ausreichende Standfestigkeit, die ohnehin wegen der Gefahr des Wind- und Schneeeintrittes unbedingt notwendig ist. Es kommt darauf an, Formen zu finden, deren Holzgehalt vom Kottledonarknoten an aufwärts sehr schnell abnimmt und dann weniger stark abnehmend nach oben verläuft. Nach den vorliegenden Untersuchungen liegt der Holzgehalt im unteren Stengeldrittel im Mittel bei 40% des Trockengewichtes. Von den verwendeten Erntemaschinen sollte ein solcher von 40—50% des Trockengewichtes ohne weiteres bewältigt werden können. Dies entspricht einer Schnitthöhe von 10—15 cm über der Bodenoberfläche.

Auch aus Gründen der Winterfestigkeit wird man auf einen bestimmten Holzgehalt nicht verzichten können. Nach den Untersuchungen von v. DOBSCHÜTZ, STEGER und RASCH (1960) besitzen gerade die holzreichen Futterkohle vom Typ des Braunkohls eine hohe Winterfestigkeit.

Die Gehalte an Rohprotein, Rohfett und Rohasche in der Sproßachse sind gewöhnlich niedriger, die an Rohfaser und stickstofffreien Extraktstoffen gewöhnlich höher als die der Blätter (WÖHLBIER und SCHRAMM, 1934; SESSOUS, HORN und SCHELL, 1937; KÖHNLEIN und FENSE, 1953). In eigenen Untersuchungen, in denen wir außer der Sproßachse noch die Blattspreite und den Blattstiel getrennt untersuchten, konnten wir allerdings zeigen, daß der Nährstoffgehalt des Blattstieles oft noch unter dem der Sproßachse liegt (MEINL und EFFMERT, 1961). Es erhebt sich nun die Frage, inwieweit der Holzgehalt den Nährstoffgehalt der Sproßachse beeinflusst. Im Hinblick auf die Fütterung kann dies jedoch nur im Zusammenhang mit den Verdauungskoeffizienten betrachtet werden. Wir haben in einem ersten orientierenden Versuch ungefähr 5 cm lange Abschnitte aus der Mitte von 5 Sproßachsen in Rinde, Holz und Mark zerlegt, die jeweiligen entsprechenden Anteile zu einer Probe vereinigt und auf ihren Nährstoffgehalt untersucht. Die Ergebnisse gibt Tabelle 2 wieder. Es zeigte sich, daß der Trockensubstanzgehalt des Holzes mehr als das 2—3fache des Markes beträgt. Dies bewirkt sehr unterschiedliche Gehalte an den einzelnen Nährstoffen in der Frisch- und Trockensubstanz. Der Rohfasergehalt liegt naturgemäß im Holz um ein vielfaches höher als im Mark, er beträgt aber „nur“ etwa 50% der Gesamttrockenmasse des Holzes. Der Verdauungs-

koeffizient der organischen Substanz der Sproßachse insgesamt liegt nach NEHRING bei 78. Er dürfte mit abnehmendem Holzgehalt zunehmen. Wenn gleichzeitig der Markanteil steigt, wird auch der Wassergehalt steigen, der Stärkewert des Stammes dürfte sich dann nicht wesentlich ändern. Ein bestimmter mittlerer Holzanteil wird den Futterwert der Markstammkohlsproßachse also eher günstig als nachteilig beeinflussen.

Der Gesamtertrag schließlich setzt sich aus den Stämmen und den Blättern zusammen. Da letztere in ihrem Futterwert höher zu bewerten sind, wird man auf einen hohen Blattanteil, der über 50% des Gesamtertrages ausmacht, Wert legen. Die Mächtigkeit des Stammes sollte 3—5 cm nicht überschreiten, da übermäßig durch primäres Dickenwachstum erstarrte Sproßachsen Gefahr laufen, im Mark zu reißen. Der Holzgehalt sollte im Mittel 20—30% der Trockenmasse betragen, der vom Wurzelhals aufwärts zunächst stark, dann weniger stark abnehmend nach oben verläuft. Entscheidend für den Holzgehalt ist, daß der Markstammkohl gemäht werden kann und von den Kühen ohne weiteres gefressen wird. Nimmt der Gehalt an Holz stark ab, dann wird der Wassergehalt der Sproßachse zunehmen, Futterwert und Winterfestigkeit werden gleichzeitig abnehmen.

Die Arbeit entstand in Zusammenarbeit mit Fräulein Dr. B. v. DOBSCHÜTZ. Ich möchte ihr an dieser Stelle sehr herzlich danken. Ebenso danke ich Fräulein Chr. Kujehl, Frau S. Bartel und Fräulein A. Schierhorn für die Durchführung der zahlreichen Bestimmungen.

Zusammenfassung

Es wurde die Variabilität des Holzgehaltes in 435 Sproßachsen des Markstammkohls bestimmt. Im unteren Drittel der Sproßachse lag der Gehalt maximal bei 62, in der Mitte bei 47 und im oberen Drittel bei 40% der Gesamttrockenmasse. Die geringsten Gehalte an Holz lagen bei 18, 12 bzw. 8% der Gesamttrockenmasse. Im Zusammenhang mit der Frage der Züchtung holzarmer Markstammkohlförmungen wurde der Einfluß eines unterschiedlichen Holzgehaltes auf die Stand- und Winterfestigkeit und auf den Futterwert der Sproßachse besprochen.

Literatur

1. v. DOBSCHÜTZ, B., H. STEGER und D. RASCH: Futterkohl als Winterzwischenfrucht und Weidepflanze. *Der Züchter* 30, 168—174 (1960). — 2. KÖHNLEIN, J., und H. FENSE: Leistungsvergleich der bekanntesten Markstammkohlzüchtungen. *Z. Acker- und Pflanzenbau* 96, 519—531 (1953). — 3. MEINL, G., und B. EFFMERT: Über einige Probleme der Stoffproduktion bei Futterkohl. Tagungsberichte der DAL zu Berlin. Im Druck: (1961). — 4. NEHRING, K.: Lehrbuch der Tierernährung und Futtermittelkunde. 7. Aufl. Radebeul und Berlin 1959. — 5. RAUH, W.: Morphologie der Nutzpflanzen. Heidelberg 1950. — 6. SESSOUS, G., V. HORN und H. SCHELL: Anbau und Fütterungsversuche mit Markstammkohl. II. Teil. Verdauungs- und Fütterungsversuche mit Markstammkohl. *Pflanzenbau* 13, 140—153 (1936/37). — 7. TROLL, W.: Praktische Einführung in die Pflanzenmorphologie. I. Teil. Der vegetative Aufbau. Jena 1954a. — 8. TROLL, W.: Allgemeine Botanik. 2. Auflage, Stuttgart 1954b. — 9. WÖHLBIER, W., und W. SCHRAMM: Der Futterwert von Markstammkohl. *Tierernährung* 6, 1 (1934).