

Zusammenfassung

In Vorversuchen wurde bei Sämlingen von *Uapaca kirkiana* nach Behandlung mit Röntgen- und Gammastrahlen erhöhtes Wachstum festgestellt. Dies hat dazu angeregt, bei langsamwüchsigen, fruktifizierenden Bäumen dieser, vielen Zwecken dienenden Art, unter Mithilfe der International Atomic Energy Agency, möglichst breit gestreut, strahleninduzierte Mutationen zu erzeugen.

Introduction

In tree breeding, irradiation technology has been used in induction of mutations, improving disease and pest resistance, and isotopic tracer techniques in selection and evaluation of superior plant genotypes.

Although the wild, multipurpose forest fruit trees of Zambia have great potential, yet they have inherent defects of slow growth, low pulp percentage in fruits and susceptibility to pests and pathogens. Here, and for the first time in Zambian forestry, the application of irradiation induced mutation technique has been tried to improve the undesirable traits. This report embraces the early results of growth performance of *Uapaca kirkiana* (local name: musuku).

Materials and Methods

The germinating seeds, young, and old seedlings of *Uapaca kirkiana* were exposed to x-rays using Fedrex equipment with automatic control at the Zambia Airways, Technical Division at Lusaka. The exposure of ten minutes was equivalent to 3 Roentgens. The samples were exposed for 5, 10, 15 and 20 minutes which induced doses of 1.5, 3.0, 4.5 and 6.0 Roentgens respectively. A few germinating seeds were exposed to Radium gamma rays at dosage of

Tab. 1. — Number of germinating seeds, young and old seedlings exposed to irradiations.

Treatment	Number of germinating seeds	Number of young seedlings (30 days old)	Number of old seedlings (90 days old)
Control	10	10	10
1.5R	5	-	13
3.0R	18	30	15
4.5R	10	10	-
6.0R	10	10	10
Radium gamma rays, 400mR/h	7	-	-

400mR per hour. The materials which were exposed to irradiations is given in Table 1. After exposure, the plants were planted near the Research Centre's grounds for close observations.

Observations and Results

The plants started showing differential height growth after 4 months. Mean height and standard errors are given in Table 2. Germinating seeds were much more responsive to treatments than the young and old seedlings. The treatment 3.0 R proved best of all the treatments, and for germinating seeds it showed 6—7 times higher growth than the control. The dosage 6.0 R seemed to be toxic. Although the experiment was preliminary and unreplicated, yet from the layout of plantings, it was evident that the height differences were due to treatments and not to any soil or other factors.

Acknowledgement

We are grateful to the staff of Zambia Airways for use of their X-ray equipment and to DR. CHITUMBO, Head Isotope Research Unit for guidance and cooperation.

Tab. 2. — Mean height (cm) of 18-month-old plants of *U. kirkiana* after irradiation treatments.

Seedling stage	Treatment						Treatment means	S. error
	Control	1.5R	3.0R	4.5R	6.0R	Radium gamma rays		
Germinating seed	9.6	53.3	62.0	41.5	18.1	59.3	40.63	12.75
Young seedling	20.6	-	35.0	21.2	17.1	-	23.47	6.92
Old seedling	16.1	5.3	17.6	-	5.5	-	11.13	4.87
Over all mean	15.44	29.30	38.20	31.35	13.58	59.30	-	-

Short Note: Über mögliche Kriterien zur Frühselektion auf Trocknis-Resistenz bei Kiefern

Von L. A. GALLO

Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. Cno. Gral. Belgrano, 1900 La Plata, Argentina

(Eingegangen: 30. Oktober 1984)

Summary

Two methods were used as possible early selection judgement for drought resistance on some species of the genus *Pinus*: The capacity of recovery of turgescence after artificial withering of leaves and the shoot/root-ratio of

dryweight. Significant differences were found between species and provenances respectively. Two seed sources (*P. nigra*, Ankara and *P. sylvestris*, Catacik) were on the first rank in both methods. But otherwise the results are not correlated. They seem to be due to two independent

mechanisms of resistance. Thus in a selection programme the specific environmental conditions of the planting site should be considered.

Key words: Drought resistance, *Pinus* sp., early selection.

Zusammenfassung

Bei einigen Arten der Gattung *Pinus* wurden zwei Methoden zur möglichen Frühauslese auf Trocknisresistenz untersucht: Die Kapazität zur Rückgewinnung der Turgeszenz nach künstlichem Welken von Blättern und das Trockengewichtsverhältnis zwischen Sproß und Wurzel. Es ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen Arten bzw. Provenienzen. Zwei Versuchsglieder (*P. nigra*, Herkunft Ankara und *P. sylvestris*, Herkunft Catacik) lagen bei beiden Untersuchungsmethoden auf dem ersten Rang. Ansonsten waren die Ergebnisse nicht signifikant korreliert. Sie scheinen somit bei den untersuchten Kiefernarten auf zwei voneinander unabhängige Resistenzmechanismen zurückzuführen sein. Bei einer Auslese sind daher die spezifischen Umweltbedingungen des Anbauortes zu berücksichtigen.

Einleitung

Zur Aufklärung der Ursachen der Resistenz von Pflanzen gegenüber Trockenheit wurden in der Vergangenheit zahlreiche morphologische und physiologische Merkmale untersucht. Beziehungen zur Trocknisresistenz ergaben sich beispielsweise zum Volumen, zum Verhältnis Oberfläche/Volumen und zur Dicke der Blattorgane (KULIKOV, 1972) sowie zu deren Länge bei Nadelbäumen (VENATOR, 1976, KOROV und KOTOVA, 1983). Bedeutende Parameter sind u. a. der relative Wassergehalt unter verschiedenen Bedingungen von Wassermangel (KISI, 1977) sowie das Höhen-, Durchmesser- und Wurzelwachstum unter künstlichen Trockenbedingungen (BESKARAVAINAYA, 1971). Die erzielten Ergebnisse widersprechen sich oft. Außerdem variieren sie mit den Arten und den verschiedenen chronischen oder akuten Resistenztypen (SHIBATA, 1972). Zahlreiche Untersuchungen bestätigen, daß Arten, Provenienzen und Individuen mit gut entwickeltem Wurzelsystem gegen Trockenheit resistenter sind als solche mit weniger gut entwickeltem (SUDNITSYN *et al.*, 1976, HEINER und LAVENDER, 1972, LÉVY 1971).

So wird heute das Verhältnis Sproß/Wurzel als gutes Kriterium für die Angepaßtheit an Trockenbedingungen angesehen (BECKER, 1977, u. a.). Nach KULIKOV (1972) ist auch die Kapazität der Blätter zur Rückgewinnung der Turgeszenz ein natürlicher Parameter um Trocknisresistenz zu prognostizieren. Diese beiden zuletzt angeführten Kenngrößen wurden bei einigen Kiefernarten untersucht und miteinander in Beziehung gesetzt.

Material

Die Untersuchungen wurden im Rahmen eines Programmes zur Einführung von Baumarten in argentinische Trockenengebiete mit weniger als 500 mm Niederschlag pro Jahr, durchgeführt. Hier wurden neun Kiefernarten mit ein bis sieben Provenienzen verwendet; sie sind in Tab. 1 namentlich aufgeführt. Da die Auswahl in Trockenengebieten selbst erfolgte, ist zumindest eine Angepaßtheit gegenüber den spezifischen Trockenbedingungen des Herkunftsgebietes gegeben.

Methoden

a) Kapazität zur Rückgewinnung der Turgeszenz

Mit den in Tab. 1 beschriebenen Kiefernprovenienzen wurde ein Baumschulversuch mit drei randomisierten

vollständigen Blöcken begründet. Die Probenahme erfolgte an einjährigen Pflanzen am Morgen, um bereits einen möglichst hohen Wassergehalt in den Blattorganen zu haben. Pro Wiederholung wurden von fünf Pflanzen je eine Primärnadel entnommen. Zur Herstellung der Turgeszenz wurden die Nadeln vier Stunden lang in einer abgedunkelten Kammer in destilliertes Wasser gelegt. Dieser Zeitraum hatte sich in Vorversuchen bei den hier bearbeiteten Arten sowie bei *Pinus contorta* für den Ausgleich des Wasserdefizits der Zellwände der Primärnadeln als geeignet herausgestellt; die für das Wachstum erforderliche Absorption wird hierbei noch nicht erreicht (KRÄMER, 1969; SIVORI *et al.*, 1980). Hierauf folgte die Bestimmung des Turgeszenzgewichtes G1. Anschließend wurde das Material einem künstlichen Welkeprozeß unterworfen, indem es 14 Stunden in einen Klimaschrank mit +20°C Temperatur, 60% relativer Feuchtigkeit und 1250 Lux Lichtintensität gelegt wurde. Es folgte wiederum eine Wässerung über 4 Stunden, wie sie oben beschrieben wurde, und die Bestimmung des Turgeszenzgewichtes G2. Schließlich wurde noch das Trockengewicht tG, nach Trocknung im Trockenschrank bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz, ermittelt. Aus diesen Daten wurde der Rückgewinnungsgrad RT der Turgeszenz nach folgender Formel geschätzt:

$$RT = \frac{G2 - tG}{G1 - tG} \times 100$$

b) Sproß/Wurzel-Verhältnis

Zur Durchführung dieses Teilversuches wurden die Pflanzen in Polyäthylengefäßen mit 7 dm³ Inhalt angezogen, wohin sie nach dem Auflaufen der Saat pikiert wurden. Die Gefäße wurden zunächst mit Perlite gefüllt und in der Mitte mit 0,8 dm³ grobem Sand ergänzt. Dieser sollte vor der ersten Applikation einer Nährlösung zur Versorgung der Pflanzen mit Mineralstoffen beitragen und vor allem für die kleinen Wurzeln ein geeignetes Trägersubstrat bilden, das durch die leichte Perlite nicht geboten werden konnte. Ab der ersten Woche nach dem Pikieren wurden die Pflänzchen wöchentlich mit 100 cm³ eines kommerziellen Blattdüngers besprengt. Der Versuch ist als vollständiger, randomisierter Blockversuch mit drei Wiederholungen und einer Pflanze pro Parzelle angelegt worden. Die Anzucht erfolgte im Halbschatten. Um zu vermeiden, daß für die Bestimmung des Sproß/Wurzel-Verhältnisses Pflanzen verwendet würden, deren Wurzeln bereits die Gefäßwand berührten, wurde der Wachstumsverlauf regelmäßig an zusätzlich angezogenen Pflanzen beobachtet. Für die Untersuchungen wurde schließlich drei Monate altes Material verwendet. Nach Entnahme aus den Polyäthylen-Gefäßen wurde das Substrat vorsichtig von den Wurzeln abgespült. Die Sprosse und Wurzeln wurden zwecks Trockensubstanzbestimmung im Trockenschrank bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Anschließend wurden sie gewogen und der Quotient der Gewichte gebildet.

Alle Daten wurden einer Varianzanalyse unterworfen. Die Mittelwerte wurden mit Hilfe des Tukey-Tests verglichen.

Ergebnisse und Diskussion

Für die Merkmal „Rückgewinnung der Turgeszenz“ (RT) ergab sich zwar ein signifikanter F-Wert ($\alpha = 0,05$) für Unterschiede zwischen Versuchsgliedern, aber der Tukey-Test zeigte, daß jene gering sind, (siehe Tab. 1).

Tabelle 1. — Angabe der Arten, Provenienzen und Mittelwert-Vergleich mittels Tukey's Test ($\alpha = 0,05$) für die Kapazität zur Rückgewinnung der Turgeszenz (RT) und für das Sproß/Wurzel-Verhältnis (S/W-V). (1) wurde nur zur Bestimmung des Verhältnisses Sproß/Wurzel, (2) nur zur Bestimmung der Kapazität zur Rückgewinnung der Turgeszenz benutzt.

Laufende Nummer (LN)	Art	Provenienz	LN	RT (%)	LN	S/W-V
1-1	Pinus brutia Ten.	La Pampa-Argentinien RA	5-9	90,6	5-9	0,70
1-2	Pinus brutia Ten.	Antalya-Türkei TR	6-11	90,3	8-18	0,74
1-3	Pinus brutia Ten.	P. Iraola-RA	8-19	88,8	8-19	0,79
2-4	Pinus canariensis Chr.Sm.	P. Iraola-RA (1)	9-20	88,4	6-15	0,84
3-5	Pinus eldarica Medw.	Unbekannt	6-10	86,4	4-6	1,21
4-6	Pinus halepensis Mill.	P. Iraola-RA	7-17	84,8	1-2	1,23
4-7	Pinus halepensis Mill.	La Pampa-RA	6-14	84,0	1-1	1,24
4-8	Pinus halepensis Mill.	Mugla-TR	1-2	83,9	6-14	1,27
5-9	Pinus nigra Arnold	Ankara-TR	6-15	83,3	3-5	1,35
6-10	Pinus pinaster Ait.	P. Iraola-RA	6-13	82,2	4-7	1,40
6-11	Pinus pinaster Ait.	Lacanau-Frankreich F	8-18	81,6	4-8	1,42
6-12	Pinus pinaster Ait.	Corcege-F	4-7	81,1	6-10	1,47
6-13	Pinus pinaster Ait.	D'Aquitaine-F (2)	6-12	79,9	1-3	1,53
6-14	Pinus pinaster Ait.	Segovia-Spanien E	1-1	79,3	2-4	1,62
6-15	Pinus pinaster Ait.	Valencia-E	1-3	71,0	6-11	1,78
6-16	Pinus pinaster Ait.	Lugo-E (1)	3-5	70,2	7-17	1,83
7-17	Pinus pinea L.	Magdalena-RA	4-6	67,5	6-12	2,03
8-18	Pinus sylvestris L.	Haguenau-F	4-8	62,5	6-16	2,13
8-19	Pinus sylvestris L.	Catacik-TR				
9-20	Pinus taeda L.	Südafrika (2) ZA			VK = 9,96 % x = 80,9 % s = 8,06	VK = 15,7 % x = 1,37 s = 0,21

Im Sproß/Wurzel-Verhältnis bestehen dagegen viel ausgeprägtere Unterschiede, was insbesondere durch den Tukey-Test in Tab. 1 veranschaulicht wird. Hier scheint nicht nur eine Trennung von einzelnen Arten sondern auch von Provenienzen möglich zu sein. Vier Provenienzen zeigten bezüglich des Trockengewichts ein größeres Wurzelsystem als die entsprechenden Sprosse. Wahrscheinlich hätten härtere Welkebedingungen auch deutlichere Unterschiede hinsichtlich der Rückgewinnung der Turgeszenz ergeben, wie Kisi (1977) für andere Arten gezeigt hat. Die Daten zeigen allerdings auch, daß bei den gegebenen Welkebedingungen keine Provenienz den ursprünglichen Turgeszenzgrad wieder herstellen konnte. Die türkischen Herkünfte *P. nigra*, Ankara und *P. sylvestris*, Catacik liegen bei beiden untersuchten Merkmalen in den Spitzengruppen. Ansonsten ist kein Zusammenhang zwischen den Ergebnissen festzustellen ($r = -0,17$). Daraus kann man schließen, daß bei den untersuchten Arten bzw. Provenienzen zwei unterschiedliche Resistenzmechanismen vorhanden sind, um Trocknis zu tolerieren. Dies könnte für unterschiedliche Umweltbedingungen in Trockengebieten von Relevanz sein. Beispielsweise wäre ein gut ausgebildetes Wurzelsystem von Vorteil, wenn die Pflanze dadurch noch tiefstehendes Grundwasser erreichen könnte. Andererseits wäre eine hohe Kapazität zur Rückgewinnung der Turgeszenz von Nutzen, wenn z. B. während der Nachtstunden eine hohe Luftfeuchtigkeit herrschte.

Eine endgültige Antwort über die Brauchbarkeit der hier und in der Literatur aufgezeigten Merkmale hinsichtlich einer Frühlauslese auf Trockenresistenz wird man erst mit umfangreicherem Material und entsprechenden Feldversuchen bekommen. Sollten sich deutliche Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen aus dem Baumschulalter und der Feldresistenz gegen Trockenheit ergeben, so könnten entsprechende Untersuchungen vor den Aufforstungsarbeiten zur Betriebssicherheit der zu begründenden Bestände erheblich beitragen. Die dargestellten Metho-

den sind kostengünstig und mit einfachen Mitteln durchzuführen.

Danksagung

Ich danke Herrn Dr. S. RECK für seine Anmerkungen und Diskussionsbereitschaft.

Literatur

BECKER, M.: Transpiration and adaptation to drought in young conifers: Studies on three circum-Mediterranean firs (*Abies alba*, *A. nordmanniana* and *A. numidica*). *Ann. Sci. For.* **34**, 137–158, (1977). — BESKARAVAINAYA, M. A.: Ecological groups of decorative woody plants on the South coast of the Crimea in relation to their drought resistance. *Trudy Gosudarstvenno Botanicheskii Sad, Yalta* Nr. 44, 100–26, (1971). Zit. n. *For. Abstr.* 1972, vol. 33, Nr. 4581. — HEINER, T. D. and LAVENDER, D. P.: Early growth and drought avoidance in Douglas-Fir seedlings. *Res. Pap.*, For. Res. Lab., Oregon State Univ. Nr. 14, 7 pp. (1972). — Kisi, Z.: Differences in shoot desiccation resistance among five cultivars of *Cryptomeria japonica*. *J. Jap. For. Soc.* **59**, 94–97, (1977). — KOTOV, M. M. and KOTOVA, L. I.: Estimation of the drought resistance of trees by the response of needles to drought. *Biol. Bull.* **9**, 533–538, (1983). — KRAMER, P. J.: Plant and soil water relationships. McGraw-Hill Book Co. Inc., 482 pp., (1969). — KULIKOV, G. V.: Xeromorphism and xerophytism of evergreen woody plants in relation to their introduction on the South coast of the Crimea. *Trudy Gosudarstvennogo Nikitskogo Botanicheskogo Sada* **55**, 43–87, (1972). — LÉVY, G.: Influence of soil water-logging in spring and drought in summer on the behaviour of young plants of Norway Spruce. *Ann. Sci. For.* **28**, 403–23, (1971). — MUTTIAR, S.: Initial observations on the introduction of *Pinus caribaea* in Ceylon and certain rooting, transpiration and mycorrhizal studies on seedlings for two provenances of this species under controlled conditions. *Ceylon For.* **9**, 98–141, (1970). — SHIBATA, M.: Breeding on the drought resistance in Sugi (*Cryptomeria japonica* D. DON), (3) Difference in root-exposure tolerance among 61 open-pollinated families, (4) Differences in root-exposure resistance among open-pollinated progeny from the tolerant individuals screened by the method of stopping the irrigation. *Techn. Note, Oj. Inst. For. Tree Impr.*, Nr. 113, (1972). — SIVORI y COL.: Fisiología Vegetal. Hemisferio Sur. 681 S., (1980). — SUDNITSYN, I. I., SHEIN, E. V. and GAEL, A. G.: Effects on the concentration of Scots Pine roots on the absorption of soil moisture. *Lesovedenie*, Nr. 4, 9–17, (1976). Zit.: *For. Abstr.* 1977, vol. 38, Nr. 1215. — VENATOR, C. R.: Natural selection for drought resistance in *Pinus caribaea*. *Moreletia* **26** (4), 381–387, (1976).