

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE SAMENKEIMUNG BEI *ANGELICA ARCHANGELICA L.*

Martin KEUL¹, Dana BATHORY¹, Anca Butiuc-Keul¹, Dan VÂRBAN²

¹ Institutul de Cercetări Biologice, str. Republicii, nr. 48, RO-400015 Cluj-Napoca

² Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară, Calea Mănăștur, nr. 3, RO-400372 Cluj-Napoca

Abstract: *Studies on seed germination in Angelica archangelica L.* The germination rate of angelica seeds from wild type populations (Retezat Mountains) and cultivated plants (experimental field) was studied after different storage duration in different germination conditions in continuous light or in darkness, after stratification at low temperature and on different substrates (alluvial soil, wetted filter paper, concentrated and diluted soil extracts, or distilled water). The results show marked differences in the germination rate of seeds from wild plants as compared with those harvested from cultivated plants after increasing storage duration. The germination rate of the seeds from cultivated plants decreased rapidly after harvesting, whereas that of the seeds from wild plants increased with storage duration up to about 80% after 5 months. Elder seeds lost their germination after more than one year of storage. Continuous light is necessary to ensure high germination rates. Seeds kept in the dark or in the soil did not germinate or germinate very slow only to a few percent. A cold pretreatment of moist seeds (2 weeks, 4° C) had, generally, a promoting effect on germination, but during a relative short time after harvesting (5 month), seed germination was also high after exposing moist seeds at room temperature for 2 weeks under continuous light. The nature of the substrate had no noticeable effects on the germination rate, if the seeds were exposed to continuous light. Thus, light seems to be the main factor for the induction of seed germination in *Angelica archangelica*.

Einleitung

Pflanzen sind dank ihres mannigfaltigen Gehaltes an Produkten des sekundären Stoffwechsels eine wertvolle natürliche Quelle an verschiedenen Wirk- und Aromastoffen (ätherische Öle, Glykoside, Alkaloide, Pigmente u.a.) und vom Menschen seit uralten Zeiten empirisch als Heil- und Gewürzpflanzen genutzt worden. Trotz beachtlicher Erfolge der modernen Chemie durch die Synthese hochwirksamer Therapeutika besteht heute ein zunehmendes Interesse an der pharmazeutischen Verwertung traditioneller Heilpflanzen zur Herstellung verschiedener Arzneimittel [7]. Obwohl spontane Heil- und Gewürzpflanzen regenerierbare Ressourcen darstellen, sind die natürlichen Bestände vieler dieser Pflanzen in weiten Teilen Europas durch anthropische Einflüsse, darunter auch durch übermäßiges Einsammeln, stark zurückgegangen und in ihrer Existenz gefährdet. Zahlreiche wertvolle Heilpflanzen wurden deshalb in vielen Ländern Europas in Rote Listen als seltene und bedrohte Arten aufgenommen oder sind durch besondere nationale Gesetze geschützt [3, 11, 15]. Heilpflanzen sollten demnach in kontrollierten Kulturen angebaut werden [15], wobei dadurch auch die Forderung für die Sicherung der Qualität der Pflanzendrogen und die Standardisierung von Phytopharmaka sichergestellt wären [16].

Die Engelwurz oder Angelika (*Angelica archangelica L.*) ist in Rumänien eine seltene und gesetzlich geschützte Pflanze. Im Hinblick auf ihre Bedeutung als Gemüse-, Heil- und aromatische Pflanze [4, 5, 10, 14] wird die Engelwurz in Westeuropa seit dem 16 Jh. angebaut (zitiert nach [14]). In Rumänien hat es in den letzten Jahren wiederholt erfolgreiche Ansätze mit praktischen Hinweisen zum Anbau dieser Heil- und Gewürzpflanze gegeben [9, 10, 12]. Trotzdem sind die Kenntnisse zur Physiologie der Samenkeimung, der Wachstums- und Entwicklungsprozesse und der ökologischen Bedürfnisse dieser Pflanzenart in vieler Hinsicht noch ziemlich lückenhaft [14]. Im Hinblick auf das steigende Interesse für die

naturheilkundliche, pharmazeutische und kulinarische Verwertung von Heilpflanzen aus Kulturen sind genaue Kenntnisse der optimalen Bedingungen für die Samenlagerung und Samenkeimung von besonderer Bedeutung [13]. Die vorliegende Arbeit ist ein Beitrag zur Problematik der Samenkeimung bei der Engelwurz.

Material und Arbeitsmethoden

Die „Samen“ (eigentlich Achänen) von *Angelica archangelica* L. stammen aus der spontanen Flora (Retezat-Gebirge, Ernte September 2003) bzw. aus Kulturen (Versuchsfeld der Universität für Landwirtschaft, Cluj-Napoca, Ernte Mitte Juli 2003). Die Samen wurden nach der Ernte bei Zimmertemperatur 2 Wochen hindurch zur Trocknung auf einer Papierunterlage ausgebreitet.

Die Untersuchung der Keimfähigkeit wurde mit Samen unterschiedlichen Alters nach der Ernte in Abhängigkeit von den Keimbedingungen, insbesondere von der Natur des Substrates und den Faktoren Temperatur und Licht in mehreren Versuchsvarianten durchgeführt.

Der Einfluss des Samenalters auf die Keimrate der Samen wurde über einen Zeitraum von mehreren Monate nach der Ernte periodisch getestet. Keimversuche wurden auch mit 1-3 Jahre alten Samen (Ernten 2000-2002) derselben Herkunft unternommen. Die Abhängigkeit der Samenkeimung von einer Temperaturvorbehandlung wurde in Stratifikationsversuchen untersucht. Dazu wurden die Samen in Petri-Schalen unter Gaze mit einer Schicht angefeuchtetem und gewaschenem Fluss-Sand bedeckt und vor der Aussaat 2 Wochen niederen Temperaturen (4° C) ausgesetzt. Parallel wurden Samen ohne Kältevorbehandlung vor der Aussaat 2 Wochen bei Zimmertemperatur (20-22° C) auf destilliertem Wasser vorgequollen. Zur Untersuchung des Lichteinflusses auf die Samenkeimung wurden die Samen entweder im Dunkeln auf destilliertem Wasser bzw. in 1-2 cm Tiefe in den Boden ausgesät oder auf dem Substrat der direkten Lichtwirkung (natürliche tagesperiodische Lichtverhältnisse mit zusätzlicher Dauerbelichtung unter Fluoreszenzlampen) zur Keimung angesetzt. Die Quantenstromdichte betrug 100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (Porometer AP4).

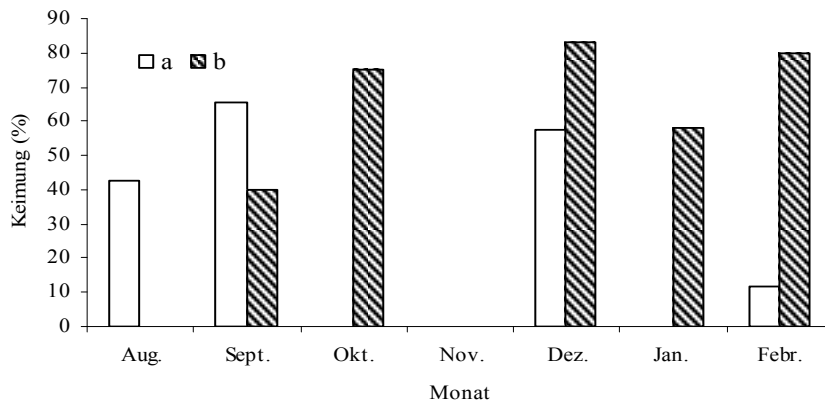
Als Substrate wurden verwendet: 1. destilliertes Wasser mit oder ohne Filterpapier-Unterlage; 2. Illuvialboden (Botanischer Garten Cluj-Napoca); 3. autoklavierte und nicht autoklavierte Gesamt- bzw. auf $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$ verdünnte Illuvialboden-Extrakte; 4. Boden-Rückstand nach der Extraktion.

Nach der Stratifikation wurden je 30 Samen in Linhardt-Schalen auf Filterpapier mit destilliertem Wasser bzw. mit Bodenextrakten verschiedener Konzentration bei Raumtemperatur gekeimt. In den Versuchen mit Boden als Substrat wurden Blumentöpfe verwendet. Während der Versuche wurden die Ansätze regelmäßig mit Wasser versorgt. Die Keimraten wurden in Abständen von mehreren Tagen verfolgt. Die Ergebnisse wurden statistisch verarbeitet.

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen zeigen erhebliche Schwankungen der Keimrate der Samen von *Angelica archangelica* je nach ihrer Herkunft von spontanen bzw. kultivierten Pflanzen, sowie in Abhängigkeit von der Dauer der Aufbewahrung nach der Ernte, dem Substrat und den Licht- und Temperaturbedingungen vor und während der Keimung.

In Abb. 1 sind die Keimergebnisse bei Samen von spontanen und kultivierten Pflanzen mit zunehmender Dauer nach der Ernte vergleichend dargestellt. Bei den ersten, im August und September im Gewächshaus unter normalem tagesperiodischem Temperaturwechsel angesetzten Testversuchen wurden die Samen in Blumentöpfe in Gartenerde in 1-2 cm Tiefe ausgesät. Unter diesen Bedingungen dauerte das Erscheinen der Kotyledonen über 30 Tage. In Parallelversuchen



**Abb. 1: Die Keimfähigkeit der *Angelica archangelica*-Samen verschiedenen Alters
a) Samen kultivierter Pflanzen b) Samen spontaner Pflanzen**

mit auf den Boden bei Dauerlicht (Tages- und Fluoreszenzlampe) und relativ konstanter Zimmertemperatur (20-22° C) ausgesäten Samen konnte die Keimdauer bis auf 15-20 Tage reduziert werden, so dass die nachfolgenden Keimprüfungen unter Dauerlicht durchgeführt wurden.

Die Ergebnisse der Keimtests zeigen, dass sich die Keimraten der Samen je nach ihrer Herkunft von spontanen oder kultivierten Pflanzen in Abhängigkeit von der Lagerdauer deutlich voneinander unterscheiden. Allerdings muss vermerkt werden, dass die Samen aus dem Retezat-Gebirge später reifen und daher gegenüber den Samen aus Kulturen (Mitte Juli) 2 Monate später eingesammelt wurden (Mitte September). Bei Samen kultivierter Pflanzen erreicht die Keimrate in den ersten Monaten nach der Ernte maximal 65% und nimmt bei längerer Lagerdauer bis auf etwa 10% nach sieben Monaten ab. Samen von Wildpflanzen zeigen einen Monat nach der Ernte eine Keimrate von ca. 40%, die bei längerer Lagerdauer trotz einiger Schwankungen jedoch bis auf etwa 80% zunimmt. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Samenkeimung neben optimalen Keimbedingungen auch vom Genotyp [13] abhängt und wahrscheinlich auch durch den Einfluss der Umweltfaktoren während der Samenreife mitbestimmt wird [1].

Die Abhängigkeit der Samenkeimung von der Natur des Substrates bei unterschiedlicher Temperaturvorbehandlung und Dauerbelichtung wurde in zahlreichen Versuchsvarianten bei Zimmertemperatur (20-22° C) untersucht. Dazu wurden als Substrate destilliertes Wasser (Kontrolle), Illuvialboden, autoklavierte und nicht autoklavierte konzentrierte bzw. verdünnte Bodenextrakte, sowie der nach der Extraktion verbliebene Rückstand verwendet. Parallel wurde eine Kontrolle auf destilliertem Wasser im Dunkeln zur Keimung angesetzt. Im Falle der Verwendung von Boden und Bodenrückstand wurde ein Teil der Samen in 1-2 cm Tiefe ausgesät, sonst aber auf dem Substrat einer Dauerbelichtung ausgesetzt. Die Versuche mit Bodenextrakten sollten klären, ob eine chemische Bodenkomponente für die Keimung von Bedeutung ist.

Der zeitliche Ablauf der Samenkeimung auf verschiedenen Substraten ohne Stratifikation bei Dauerbelichtung ist in Abb. 2 in Keimprozenten dargestellt. Aus den erzielten Ergebnissen ist ersichtlich, dass die Keimung nach einer Vorquellung der Samen von 2 Wochen bei Zimmertemperatur schon relativ kurze Zeit nach der Ernte auch ohne Stratifikation (in einigen Varianten schon nach 17 Tagen) nach der Aussaat einsetzt und innerhalb von 3 Monaten stetig zunimmt. Wegen der langen Keimdauer kommt es bei einigen der Varianten zu einem betonten Pilzbefall der Samen und wohl zu einer Schädigung der Embryonen, wodurch die Ergebnisse beeinflusst werden können [10, 13].

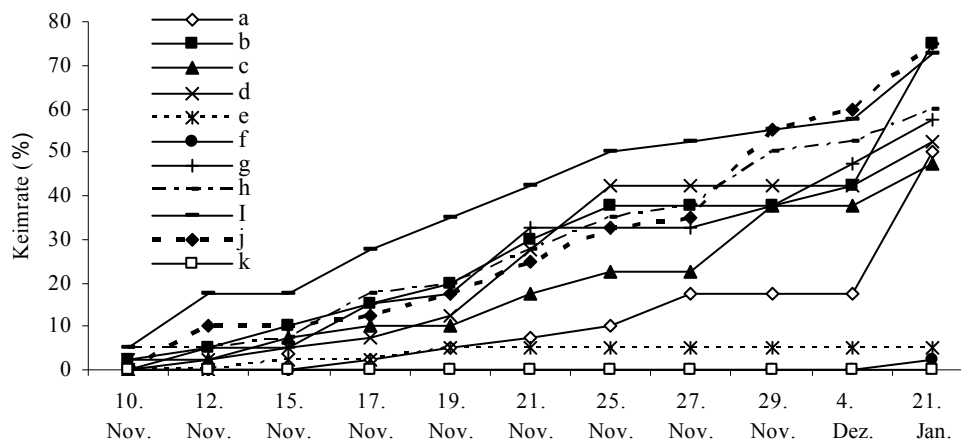


Abb. 2: Der Ablauf der Samenkeimung bei *Angelica archangelica* ohne Stratifikation.

a) Kontrolle (destilliertes Wasser); b) Bodenextrakt, nicht autoklaviert; c) Bodenextrakt, verdünnt 1/2; d) Bodenextrakt, verdünnt 1/4; e) Bodenrückstand+Bodenextrakt; f) Illuvialboden; g) Bodenextrakt, autoklaviert; h) Bodenextrakt, verdünnt 1/2, autoklaviert; i) Bodenextrakt, verdünnt 1/4, autoklaviert; j) Illuvialboden, Samen auf der Bodenoberfläche; k) Samen im Dunkeln auf dest. Wasser

Die Induktionsdauer für die Samenkeimung und die Keimrate zeigen große Schwankungen in Abhängigkeit vom Substrat. Für die Induktion der Samenkeimung ist die Anwesenheit von Licht jedoch der wichtigste Faktor. Im Dunkeln auf destilliertem Wasser bzw. bei den in den Boden bzw. den Bodenrückstand ausgesäten Samen unterbleibt die Keimung vollständig. Eine hohe Keimrate zeigen dagegen sowohl die Kontrolle auf destilliertem Wasser (50%), als auch die auf den Boden bzw. auf konzentrierten Bodenextrakt (75%) unter Dauerlicht ausgesäten Samen. Die Versuche mit autoklavierten und nicht autoklavierten Bodenextrakten verschiedener Konzentrationen ergaben allgemein gute Keimergebnisse, die bei autoklavierten Bodenextrakten teilweise mit einer Reduzierung des Pilzbefalls und daher mit höheren Keimraten korreliert werden können. Auf verdünnten Bodenextrakte erreichen die Keimraten ähnliche Werte wie auf destilliertem Wasser (um ca. 50%).

In Abb. 3 sind die Ergebnisse einiger Varianten nach einer Stratifikation der Samen für die Dauer von 2 Wochen bei 4° C dargestellt. Die Samen keimen auf allen verwendeten Substraten, soweit die Samen nach der Stratifikation bei Zimmertemperatur ins Licht gestellt wurden. Bei niederen Temperaturen um 4° C und im Dunkeln quellen die Samen, die Keimung unterbleibt jedoch innerhalb mehrerer Monate. Eine Kältevorbehandlung von 2 Wochen begünstigt die Induktion der Keimung (14 Tage) bei einigen Varianten bei Dauerlicht und Zimmertemperatur, wobei die besten Keimergebnisse nach 3 Monaten auf destilliertem Wasser (50%), konzentriertem Bodenextrakt (67,5%) und auf Bodenrückstand (70%) im Vergleich von nur 42,5 % bei den auf den Boden ausgesäten Samen erzielt wurden.

Die vorliegenden Untersuchungen zur Samenkeimung bei *Angelica archangelica* bestätigen die Befunde anderer Autoren [8, 10, 13], wonach die Einleitung der Keimprozesse bei dieser Art erheblich länger dauert als bei anderen kultivierten Heilpflanzen und von der Herkunft, dem Samenalter, dem Substrat und den Licht- und Temperaturbedingungen vor und während der Keimung abhängig ist. Die physiologischen Grundlagen der Samenkeimung bei *Angelica archangelica* sind trotz einiger eingehender Untersuchungen [2, 10, 13, 17] noch nicht endgültig geklärt. Es ist allgemein bekannt, dass die Keimfähigkeit und die Lebensdauer der *Angelica*-Samen nach der Reife rasch abnehmen, weshalb die meisten Autoren empfehlen, die

optimale Keimfähigkeit nach der Ernte der Samen durch ihre Aussaat noch im Herbst desselben Jahres vor dem Eintreten der Keimruhe zu nutzen [12, 14, 18]. Bei entsprechend kühler Lagerung der Samen unter Luftabschluss bleibt die Keimfähigkeit der Samen jedoch einige Monate ohne Verlust erhalten [2, 18], wobei die Keimung bei älterem Samengut durch eine Kältevorbehandlung zur Brechung der Samenruhe vor der Aussaat begünstigt wird. Für die günstigste Wirkung einer Stratifikation bei niederen Temperaturen (4-10° C) werden von verschiedenen Autoren unterschiedliche Stratifikationsdauern angegeben, die von 6 Stunden [6], über 1-4 Wochen [10, 18] bis zu maximal 14 Wochen [14] reichen. Allerdings scheint die günstigste Dauer der Stratifikation vom Genotyp [13] und den Temperaturbedingungen während der Reife der Samen [1] und anderen Faktoren abzuhängen. Nach den vorliegenden Ergebnissen wird die Samenkeimung nach relativ kurzer Lagerungsdauer von maximal 5-7 Monaten schon nach einer Vorquellung der Samen bei Zimmertemperatur ohne Kältevorbehandlung im Dauerlicht induziert. Eine Kältevorbehandlung beschleunigt und fördert die Samenkeimung bei einigen Varianten, wobei jedoch Licht der verantwortliche Faktor für die Induktion der Samenkeimung zu sein scheint.

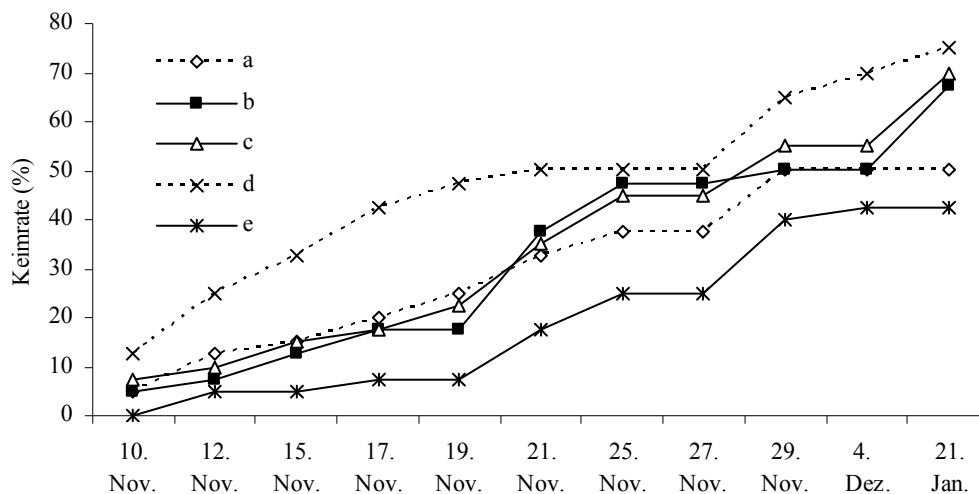


Abb. 3: Der Ablauf der Samenkeimung bei *Angelica archangelica* unter Dauerlicht nach einer Stratifikation von 2 Wochen bei 4°C. a) Kontrolle (dest. Wasser); b) Bodenextrakt; c) Bodenrückstand; d) nach einer Vorquellung von 2 Wochen bei Zimmertemperatur; e) Illuvialboden.

Schlussfolgerungen

Der zeitliche Ablauf der Keimfähigkeit von *Angelica archangelica*-Samen ist je nach ihrer Herkunft von spontanen (Retezat-Gebirge) und kultivierten Pflanzen (Versuchsfeld) mit zunehmenden Lagerdauern verschieden. Die Keimfähigkeit der Samen kultivierter Pflanzen nimmt nach der Ernte rasch ab, während die Keimrate der Samen von spontanen Pflanzen bis auf 80% nach 5 Monaten zunimmt. Über ein Jahr alte Samen verlieren ihre Keimfähigkeit. Hohe Keimraten werden unter Dauerlicht erzielt. Im Dunkeln zur Keimung angesetzt oder in den Boden ausgesäte Samen keimen nicht oder zeigen erst nach langer Keimdauer eine schwache Keimung. Eine Kältevorbehandlung von 2 Wochen bei 4° C fördert die Keimung unter Dauerlicht. Hohe Keimraten werden relativ kurze Zeit nach der Ernte (5 Monate) auch nach einer Vorquellung der Samen von 2 Wochen bei Zimmertemperatur unter Dauerlicht erzielt. Die Natur des Substrates (destilliertes Wasser, Illuvialboden, Bodenextrakte, Bodenrückstand nach der Extraktion) haben nur einen geringen Einfluss auf die Keimung, wenn die Samen bei

Dauerlicht keimen. Die Versuchsergebnisse zeigen, dass die Induktion der Samenkeimung bei *Angelica archangelica* wesentlich durch Licht bedingt wird.

LITERATUR

1. Barton, L. V., 1965, Seed dormancy: General survey of dormancy types in seeds, and dormancy imposed by external agents, In Ruhland, W. (ed.), "Encyclopedia of Plant Physiology", XV/2, Springer, Berlin-Heidelberg-New York: 699-720.
2. Bomme, U., Fuchs, H., Hecht, H., 1982, Einfluss von Lagerdauer, Aufbewahrungstemperatur, Blaugel und Vakuum auf die Keimfähigkeit von Angelika (*Angelica archangelica* L.)-Samen, *Gartenbauwissenschaft*, **47**: 110-113.
3. Boșcaiu, N., Coldea, Gh., Horeanu, C., 1994, Lista Roșie a plantelor vasculare dispărute și rare din flora României, *Ocrot. Nat. Med. Înconj.*, **38**, (1): 35-56.
4. Ciulei, I. S., Grigorescu, Em., Stănescu, U., 1993, *Plante medicinale. Fitochimie și fitoterapie I*, Ed. Med., București.
5. Coiciu, E., Racz, G., 1962, *Plante medicinale și aromatice*, Ed. Acad. R.P.R., București.
6. Cseresnyes, Z., Băleanu, M., 1986, Evaluation of methods for germinating coriander (*Coriandrum sativum*), horned poppy (*Glaucium flavum*) and angelica (*Angelica archangelica*) seeds, *Herba Romanica*, **6**: 17-25.
7. Duke, J. A., 1993, Medicinal plants and the pharmaceutical industry, In Janick, J., Simon, J. E. (eds), „*New Crops*”, Wiley, New York: 664-669.
8. Keul, M., Bathory, D. Vârban, D., Bemerkungen über die Samenkeimung und das vegetative Wachstum bei *Angelica archangelica* L., *Stud. Cercet., Biol.*, Muz. Bistrița-Năsăud (im Druck).
9. Laza, A., Heltmann, H., 1970, Contribuții la introducerea în cultură a speciei *Angelica archangelica* L., *Anal. ICCPT-Fundulea*, XXXVI, Seria C, **36**: 409-415.
10. Lazurca, D., 1995, *Cercetări privind influența unor factori bioecologici și tehnologici asupra producției și calității la Angelica archangelica L.*, (Teză de doctorat), Universitatea de Științe Agricole Cluj-Napoca, Fac. de Agricultură.
11. McNeely, J. A., Thorsele, J. W., 1991, *Enhancing the role of protected Areas in Conserving Medicinal Plants. The Conservation of Medicinal Plants*, CUP, Cambridge.
12. Mihalea, A., 1986, *Tratat de plante medicinale și aromatice*, vol. I., Ed. Acad., București.
13. Ojala, A., 1985, Seed dormancy and germination in *Angelica archangelica* subsp. *archangelica* (Apiaceae). *Ann. Bot. Fennici*, **22**: 53-62.
14. Păun, E., Mihalea, A., Dumitrescu, A., Verzea, M., Coșocariu O., 1988, *Tratat de plante medicinale și aromatice cultivate*, Vol. II, Ed. Acad. R.S.R.
15. Rácz, G., Rácz, E. I., 1975, Conservarea florei medicinale din Carpații Românești, *Ocrot. nat. med. înconj.*, **19**, (1): 23-28.
16. Reichling, J., 1994, Bewertung von Phytopharmaka aus pharmazeutischer Sicht, *Acta Phytoterapica Romanica*, **1**, (1): 12-17.
17. Taylor, M., 1949, Observations on the storage and germination characteristics of *Angelica* seeds, *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **52**: 471-473.
18. *** 2001, Kulturanleitung für Engelwurz, *Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau*, 4. Aufl., Freising.

CERCETĂRI ASUPRA GERMINAȚIEI SEMINTELOR DE *ANGELICA ARCHANGELICA* L.

(Rezumat)

Germinația semințelor (achenelor) de *Angelica archangelica* colectate din populații spontane (Munții Retezat, septembrie 2003) și de la plante cultivate (câmp experimental, Cluj-Napoca, iulie 2003) a fost urmărită lunar la intervale crescânde de la recoltare și în diferite condiții, în dependență de regimul luminos (lumină continuă sau întuneric), de un pretratament termic de 2 săptămâni aplicat prin stratificarea semințelor umețate la 4° C comparativ cu imbibitia semințelor la temperatura camerei (20-22°) și în funcție de natura substratului de germinare (apă distilată, sol iluvial, extract de sol integral sau diluat și reziduu de sol după extracție). Evoluția proceselor de germinație se diferențiază după diferite durate de stocare în funcție de proveniența materialului semincer din populații naturale sau din câmpul experimental. Capacitatea germinativă a semințelor provenite de la plante cultivate descrește rapid după recoltare comparativ cu cea a semințelor obținute de la plante din populațiile spontane, la care

procentele de germinație cresc după recoltare până la cca. 80% după 5 luni de stocare. Semințele mai vechi de un an își pierd capacitatea germinativă. Rezultatele obținute denotă că lumina continuă este necesară pentru asigurarea unui procent înalt de germinație. Semințele puse la germinat la întuneric sau cele însămânțate în sol nu germinează sau germinează după o perioadă îndelungată de timp într-un procent redus. Pretratamentul semințelor umectate la temperaturi scăzute (4° C) exercită, în general, efecte de stimulare asupra germinației, dar după intervale relativ scurte de la recoltare (5 luni), s-au obținut procente mari de germinare chiar fără stratificare, după o perioadă de imbibiție de 2 săptămâni la temperatura camerei. În condițiile expunerii semințelor la lumină continuă, natura substratului exercită influențe reduse asupra germinației. Din cercetările noastre rezultă că lumina este factorul principal care condiționează inducerea germinației semințelor la *Angelica archangelica*.