
**DIE ENTWICKLUNG DES RHIZOMS UND DER POPULATIONEN VON
CYPRIPEDIUM CALCEOLUS L. IM BEZIRK TWER (KALININ) IN
ZENTRALRUSSLAND**

ILONA BLINOWA

Bearbeitet von J.H. Willems und D.W. Kapteyn den Boumeester

Samenvatting

In het district Twer (Kalinin) ten noordwesten van Moskou wordt de populatiedynamiek van *Cypripedium calceolus* bestudeerd. In dit artikel worden de eerste resultaten gepubliceerd, waarbij vooral de bouw van het rhizoom gedetailleerd wordt beschreven en afgebeeld. Gebleken is, dat de wortelstokken 20 tot 25 jaar oud kunnen zijn. Gehoopt wordt, dat het onderzoek op de lange duur inzicht zal geven in de maatregelen, die genomen moeten worden om het voortbestaan van deze zeldzame orchidee te verzekeren.

Summary

In the district Twer (Kalinin) north-west of Moscow the population dynamics of *Cypripedium calceolus* are studied. In this article the first results are published, and especially the structure of the rhizome is described and pictured in detail. It appeared that the rhizomes can be 20 to 25 years old. It is hoped that the research on the long term will give an insight into the measures that should be taken to ensure the survival of this rare species.

Einführung

In der botanischen Literatur gibt es viele Artikel, die über *Cypripedium calceolus* L. handeln. In der letzten Zeit wird an den Fundorten dieser seltenen Art auch die Populationsentwicklung studiert. Die Art ist in die Roten Listen der UdSSR, der RSFSR und der regionalen Floren eingetragen (Krasnaja kniga SSSR, 1984; Krasnaja kniga BASSR, 1984; Krasnaja kniga Kareliji, 1988; Ameltschenko u.a., 1986; Krasnaja kniga RSFSR, 1988; Andrejewa u.a., 1990).

Die Erforschung der Populationsdynamik ermöglicht es, die Entwicklung einer Population als System zu fassen und ihr Verhalten in einer veränderlichen Umwelt vorauszusagen. Bei einer besseren Einsicht in die demographischen Prozesse in den verschiedenen Populationen von *Cypripedium calceolus* könnte man z.B. Maßnahmen treffen, wenn eine Population auszusterben droht. In der Literatur findet man eine große Zahl von Artikeln, die der Populationsdynamik von Orchideen gewidmet sind (Wells, 1981; Wachramejewa u.a., 1987; Kull, 1987, 1991; Wachramejewa, Denissowa, 1988; Willems, 1989). Für den Bezirk Twer liegt mit diesem Artikel aber die erste Veröffentlichung vor.

Die Morphologie der Art wurde analysiert, die Entwicklung des Rhizoms wurde ausführlich untersucht ebenso wie die Phänologie und die jährliche Entwicklung der individuellen Exemplare an den Fundorten. Auf diese Weise gewinnt man eine Einsicht in die Entwicklung der Art sowohl auf der Ebene der individuellen Pflanze als auch auf der Ebene einer Population. Eine genaue Analyse aller Daten steht aber noch bevor. In dieser Arbeit werden nur die ersten Ergebnisse der Untersuchungen vorgelegt.

Das Gebiet

Unsere Untersuchungen wurden in der Umgebung des Dorfes Iljinskoje Wyschnewolozkij im Bezirk Twer (Kalinin), nordwestlich von Moskau, durchgeführt (Abb.1). Das Gebiet liegt auf dem Wyschnewolozko-Nowotorschkijs-Höhenrücken, der Teil einer Moränenkette ist und Gestein aus dem Karbon enthält. Das Relief wurde durch Dauerfrost gebildet (Kalmykowa, 1960).

Das Klima ist gemäßigt-kontinental. Westwinde herrschen vor. Die durchschnittliche Januartemperatur ist $-9,5^{\circ}\text{C}$, die durchschnittliche Julitemperatur $+17,5^{\circ}\text{C}$ und der Jahresmittelwert ist $+3,6^{\circ}\text{C}$. Die jährliche Niederschlagsmenge beträgt 584 mm, die größte Menge in der Sommersaison fällt im Mai-Juni in der Form von Regen (Schirokowa, 1960).

Der Boden ist ein Rasenpodsol, halbsümpfig und sümpfig, und mit Lehm durchsetzt. Der Untergrund ist ein oft basischer Geschiebelehm, stellenweise durch Sand überdeckt (Gawemann, 1960).

Die Gipfel und Abhänge der Hügel sind mit jungem, lockerem Kiefernwald bewachsen. An einigen Stellen gibt es Gebüsche mit *Alnus incana* und *Juniperus communis*. Die Moosschicht fehlt fast vollständig, die Krautschicht ist sehr artenreich und ungewöhnlich für die Wälder im Bezirk Twer (Newskij, 1956). In diesem Bezirk kommen 17 Vertreter der Familie der Orchidaceae vor (Dementjeva, 1989).

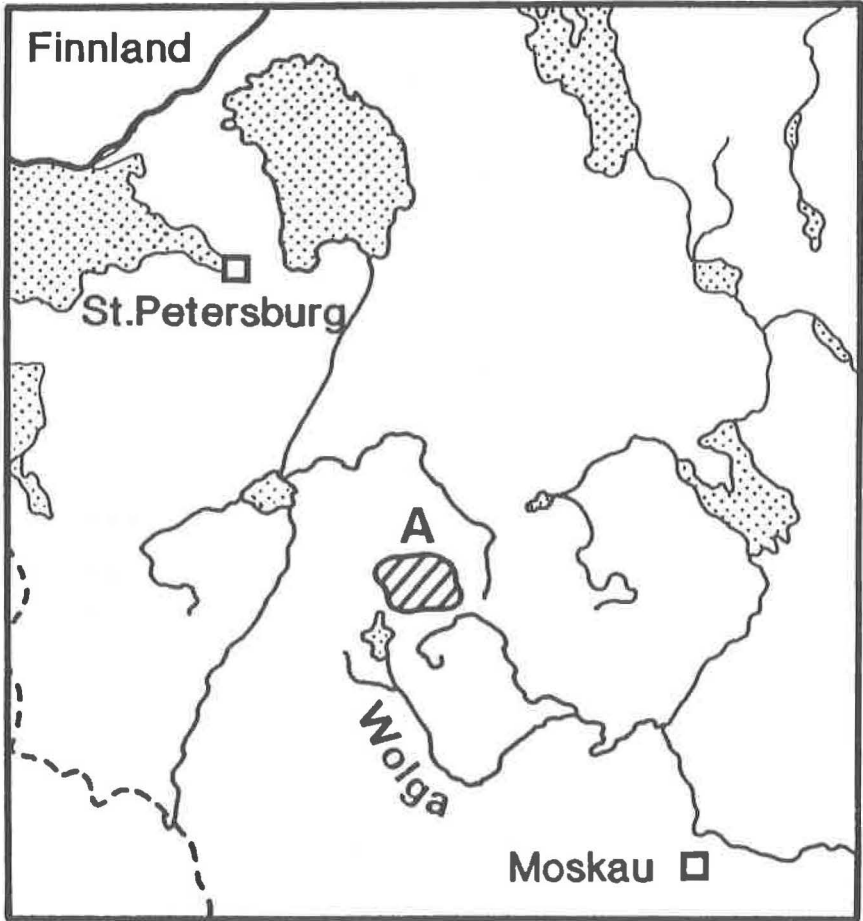


Abb. 1: Das Gebiet der Untersuchungen (A) im Bezirk Twer

Methodik

Als Material wurden lebende Exemplare von *Cypripedium calceolus* mit vegetativen und generativen Sprossen benutzt. Die Ausgrabungen wurden zu Beginn der Vegetationsperiode und während der Hauptblütezeit durchgeführt. Es wurden die Länge und Dicke des Rhizoms und die Länge der Rhizomsegmente gemessen, die Zahl der ruhenden Regenerationsknospen wurde ermittelt und das Narbenmuster des Rhizoms wurde gezeichnet. Nach der Beobachtung wurde das Rhizom wieder mit Erde zugedeckt.

Für die Populationsuntersuchungen wurden feste Probeflächen gewählt. Auf diesen Flächen wurde die Populationsstruktur untersucht, wurden die Triebe gezählt und ihre Abmessungen festgestellt.

Die Standorte

Cypripedium calceolus wurde auf festen Probeflächen in den Gemeinschaften von *Pinus sylvestris-Juniperus communis* und von *Pinus sylvestris-Calamagrostis arundinacea* beschrieben. Bei der Analyse des Rasenpodsoles zeigte sich eine alkalische Reaktion und wurde ein hoher Gehalt an Humus gefunden. Auch wurden die Nährstoffe ermittelt (Tabelle 1).

Die Beleuchtung in der *Pinus-Juniperus*-Gemeinschaft ist schwächer als in der *Pinus-Calamagrostis*-Gemeinschaft. Angaben über die Präsenz der Arten finden sich in Tabelle 2.

Tabelle 1

Bodencharakteristiken der Vegetationstypen, in denen *Cypripedium calceolus* wächst.

	<i>Pinus-Juniperus</i> - Gemeinschaft	<i>Pinus-Calamagrostis</i> - Gemeinschaft
pH	7,4	7,3
Humusgehalt (%)	8,22	7,03
NO ₃ ⁻ (mg/100 g)	2,1	1,2
P ₂ O ₅ (id.)	4,0	4,3
K ₂ O (id.)	20,3	18,2
Ca ²⁺ (id.)	20,0	18,0
Mg ²⁺ (id.)	3,6	1,2

Tabelle 2

Frequenzkoeffizient der Arten und Charakteristiken der Vegetation

	<i>Pinus-Juniperus-</i> Gemeinschaft	<i>Pinus-Calamagrostis-</i> Gemeinschaft
Krautschicht, allgemein (%)	50	40
Krautschicht der Probeflächen (%)	11	3
Baumschicht (%)	60	30
Arten:		
<i>Fragaria vesca</i>	1,0	-
<i>Potentilla erecta</i>	0,67	-
<i>Galium boreale</i>	0,33	-
<i>Alchemilla presina</i>	0,33	-
<i>Rubus saxatilis</i>	0,33	-
<i>Primula officinalis</i>	0,25	-
<i>Galium mollugo</i>	0,25	-
<i>Paris quadrifolia</i>	0,17	-
<i>Convallaria majalis</i>	0,17	-
<i>Ranunculus acris</i>	0,17	-
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	0,17	-
<i>Platanthera bifolia</i>	0,08	-
<i>Cypripedium calceolus</i>	0,92	0,92
<i>Inula salicina</i>	0,92	0,5
<i>Polygala comosa</i>	0,68	0,17
<i>Solidago virgaurea</i>	0,67	0,5
<i>Origanum vulgare</i>	0,5	0,5
<i>Orthilia secunda</i>	0,5	0,67
<i>Anemone ranunculoides</i>	0,42	0,17
<i>Epipactis atrorubens</i>	0,33	0,83
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	0,25	1,0
<i>Carex digitata</i>	0,25	0,5
<i>Vicia sepium</i>	0,17	0,83
<i>Veronica chamaedrys</i>	0,17	1,0
<i>Trifolium pratense</i>	0,08	0,17
<i>Pimpinella saxifraga</i>	0,08	1,0
<i>Antennaria dioica</i>	-	0,83
<i>Briza media</i>	-	0,33
<i>Achyrophorus maculatus</i>	-	0,33
<i>Trifolium aureum</i>	-	0,33
<i>Trifolium montanum</i>	-	0,17
<i>Taraxacum officinale</i>	-	0,17
<i>Leucanthemum vulgare</i>	-	0,17
<i>Listera ovata</i>	-	0,17
<i>Melica nutans</i>	-	0,17
<i>Achillea millefolium</i>	-	0,17

Beschreibung der Wuchs- und Lebensform

(die Hinweise mit Buchstaben und Ziffern beziehen sich auf Abb. 2)

Cypripedium calceolus ist ein krautiger Mesophyt, eine polykarpische (= mehrmals blühende), sympodiale, überdauernde Pflanze mit jährlicher Neubildung der Blätter (A). Es ist eine Rhizompflanze mit Sprossen, deren Internodien unterschiedlicher Größe sind (Smirnowa, 1990).

Der Wurzelstock von *Cypripedium calceolus*, im Durchmesser 7-9 mm, besteht aus Jahresabschnitten, die 6-9 mm lang sind (H3). Jeder Jahresabschnitt besteht aus 3 Segmenten verschiedener Größe. Das erste und das zweite Segment tragen die Regenerationsknospen in den Schuppenblattachseln (F,G,H 1,2). Vorzugsweise entwickelt sich die Regenerationsknospe des ersten Segments. In der Regel verjüngt sich das Rhizom nur durch eine Knospe (Monochasium), aber manchmal entwickeln sich beide Knospen (Dichasium) (Kull & Kull, 1991).

Ende April-Anfang Mai sprießen die neuen Triebe aus dem Boden hervor. Der Unterschied zwischen den vegetativen und generativen Sprossen ist deutlich zu sehen. Ein vegetativer Sproß besteht aus 7 Segmenten: 3 mit Schuppenblättern (dem Jahresabschnitt des Rhizoms), 1 mit einem Scheidenblatt und 3 mit Mittelblättern (D,E). Ein generativer Sproß besteht aus 10 Segmenten: 3 mit Schuppenblättern, 2 mit Scheidenblättern und 5 mit Mittelblättern (B,C). Die Segmente mit den Schuppenblättern gehören später zum überdauernden Teil der Pflanze, d.h. dem Rhizom. Die Größe dieser Segmente ändert sich während des Wachstums der Triebe (zu Anfang des Frühlings) nicht mehr. Das Rhizom von *Cypripedium calceolus* kann alt werden. Blühende Exemplare können 20-25jährige Wurzelstöcke haben. Die Wurzeln sind langlebend, aber jährlich verringert sich die Zahl der Wurzeln an einem Segment etwa um die Hälfte. Nach dem Absterben des Sprosses bleibt eine gut erkennbare, kreisförmige Narbe auf dem Segment zurück (G1,H2).

Abb. 2: *Cypripedium calceolus* L. →

A: Habitus - B: Generativer Trieb im Frühling; 1: Schuppenblätter; 2: Scheidenblatt; 3: Regenerationsknospen - C: Generativer Trieb nach Entfernung der Blätter; 1: Regenerationsknospen; 2: das 1. Segment; 3: das 2. Segment; 4: Blüte; 5: Fruchtknoten - D: Vegetativer Trieb im Frühling; 1: Schuppenblätter; 2: Scheidenblatt - E: Vegetativer Trieb nach Entfernung der Blätter; 1: Regenerationsknospen; 2: das 1. Segment; 3: das 2. Segment - F: Teil des Rhizoms von unten, nach Entfernung der Wurzeln und der Schuppenblätter; 1: das 1. Segment eines Jahresabschnitts; 2: das 2. Segment - G: Teil des Rhizoms von oben, nach Entfernung der Wurzeln und der Schuppenblätter; 1: das 1. Segment eines Jahresabschnitts mit der Narbe des Sprosses; 2: das 2. Segment mit der Regenerationsknospe - H: Teil des Rhizoms in Seitenansicht, nach Entfernung der Wurzeln und der Schuppenblätter; 1: die ruhende Regenerationsknospe des 2. Segments; 2: die Narbe des Sprosses am 1. Segment; 3: die drei Segmente eines Jahresabschnitts.

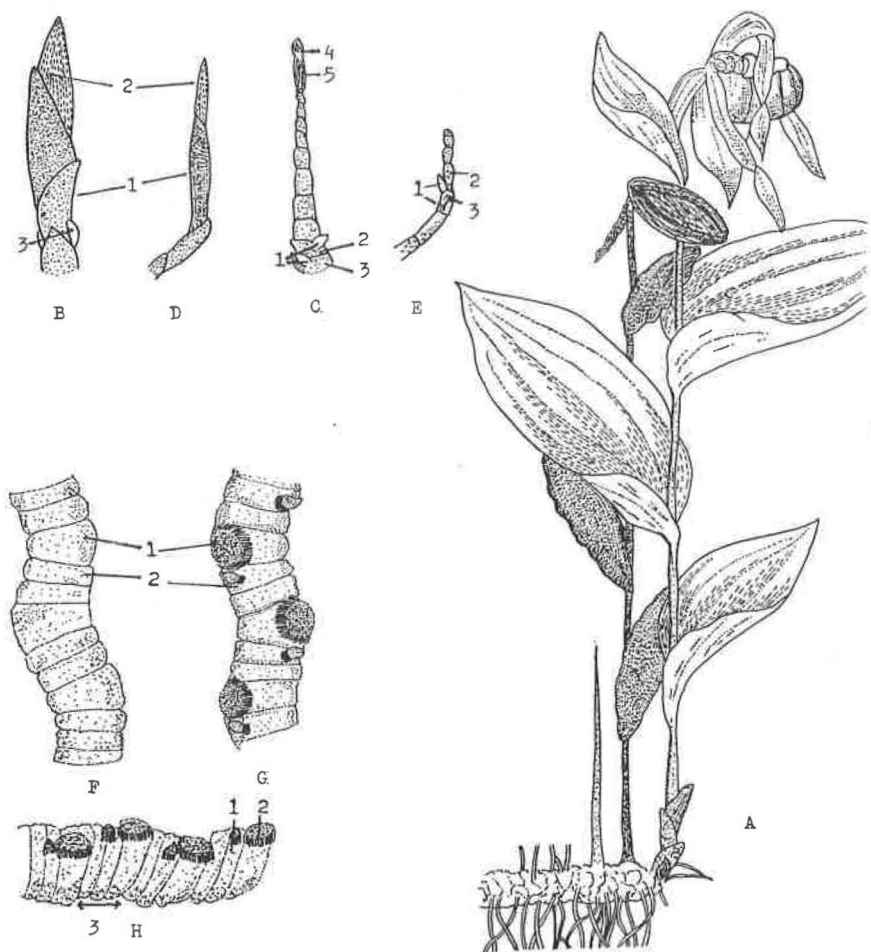


Abb. 2: *Cyripedium calceolus* L.

Der Sproß entwickelt sich, wie gesagt, meistens aus der Regenerationsknospe des ersten Segments, die Knospe des zweiten Segments ist eine ruhende Knospe (G2,H1). Die beiden Knospen stehen in einem Winkel zu einander. Das Segment mit dem Trieb (besonders mit einem generativen Trieb) wächst ungleichmäßig aus. Das Rhizom macht jedes Jahr eine Drehung, so daß es eine Zickzackform erhält (F,G).

Die Länge der Jahresabschnitte mit generativen und derer mit vegetativen Trieben ist verschieden. Der Jahresabschnitt ist wichtig für die Bestimmung des Alters, weil der Habitus bei jungen und alten nicht-blühenden Pflanzen nicht sehr verschieden ist. Das Rhizom einer jungen Pflanze hat aber nicht die großen, kreisförmigen Narben, die die generativen Sprosse zurücklassen. Auch sind die Jahresabschnitte des Rhizoms einer jungen Pflanze relativ kurz. Bei alten nicht-blühenden Pflanzen gibt es am hinteren (älteren) Teil des Rhizoms noch die großen Narben der generativen Sprosse und am (jüngeren) Ende, wo die Neutriebe gebildet werden, kleine Narben der vegetativen Sprosse. Dementsprechend ändert sich auch die Länge der Jahresabschnitte.

Das Sproßsystem von *Cypripedium calceolus* besteht also aus den mehrjährigen, horizontal wachsenden Teilen des unterirdischen Wurzelstocks und den einjährigen, vertikalen Trieben. Der Wurzelstock wird von den basalen Teilen der Triebe gebildet, die aus je drei Segmenten mit Schuppenblättern und zwei Regenerationsknospen bestehen.

Populationsdynamik

Die Untersuchung der Populationsdynamik von *Cypripedium calceolus* in der Periode 1988-1990 fand auf zwei Ebenen statt:

Auf der Ebene des Individuums wurde die mehrjährige Entwicklung der Rhizome untersucht und auf der Ebene der Population wurden Änderungen in der Populationsdichte und im Verhältnis der generativen und vegetativen Sprosse untersucht.

In der *Pinus-Juniperus*-Gemeinschaft ist die Populationsdichte von *Cypripedium calceolus* im Durchschnitt höher als in der *Pinus-Calamagrostis*-Gemeinschaft (Abb. 3). Auch gibt es mehr generative als vegetative Sprosse, während sich dieses Verhältnis in der letzteren Gemeinschaft mehr im Gleichgewicht zu befinden scheint. Die jährlichen Schwankungen in sowohl den vegetativen als auch den generativen Sprossen in der *Pinus-Juniperus*-Gemeinschaft sind erheblich größer als in der *Pinus-Calamagrostis*-Gemeinschaft. Die Zahl der generativen Sprosse in der *Pinus-Juniperus*-Gemeinschaft zeigt in der dreijährigen Beobachtungsperiode eine deutlich sinkende Tendenz. Nach der Meinung von Uranow (1977) widerspiegeln die Schwankungen der Zahlen eine Wellenbewegung, die von der Raum-Zeit-Dynamik der Vegetation verursacht wird.

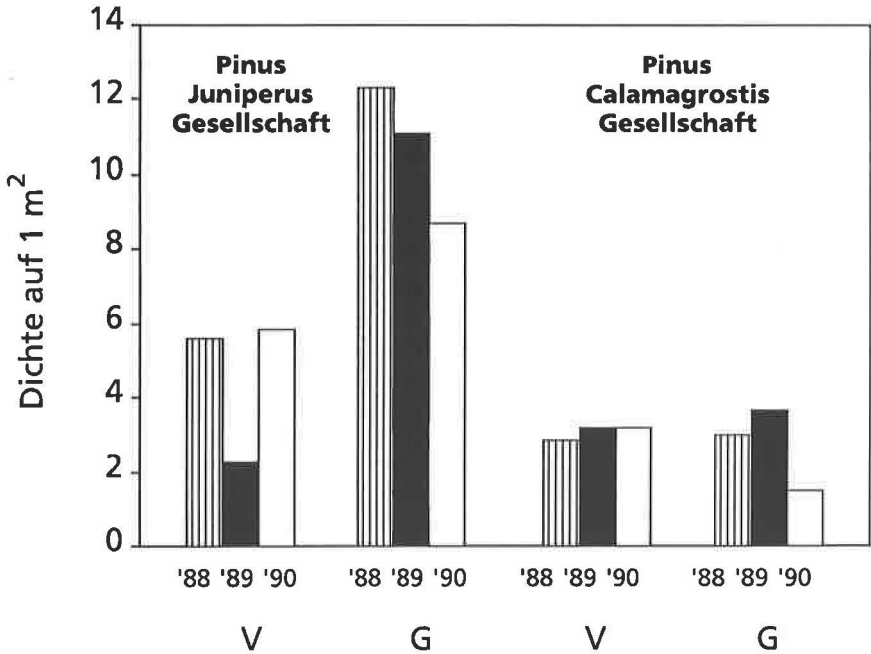


Abb. 3: Durchschnittliche Zahl pro m² der vegetativen (V) und generativen (G) Sprosse von *Cypripedium calceolus* auf den Probeflächen in den beiden Pflanzengemeinschaften in den Jahren 1988-1990

Dabei kann man an die jährlich wechselnden Unterschiede in der Vegetationsstruktur denken, die das Mikroklima beeinflussen können. Auch die jährlichen Fluktuationen im Wetter in bestimmten, für die Entwicklung von *Cypripedium calceolus* wichtigen Perioden könnten von entscheidender Bedeutung sein. Das gilt sowohl für die Gesamtzahl der Triebe, die zur Entwicklung kommen, als auch für den Anteil der blühenden Sprosse daran (Wells, 1981; Willems, 1989).

Vielleicht spielt der Unterschied in der überirdischen Struktur der beiden Pflanzengemeinschaften (Tab. 2) auch eine Rolle in den demographischen Prozessen, die das Schicksal der Populationen auf längere Sicht bestimmen.

Die Fortsetzung des Studiums der Populationsdynamik von *Cypripedium calceolus* auf den Probeflächen in den beiden Vegetationstypen wird darüber mehr Klarheit schaffen müssen. Wenn man dann die Ergebnisse mit den Einsichten in das Funktionieren des unterirdischen Rhizomsystems verbindet, lassen sich die auf lange Sicht zu erwartenden Entwicklungen der Population vielleicht voraussagen. Auch sind dann Pflegemaßnahmen möglich, die den Fortbestand dieser Art, die auf vielen Roten Listen vorkommt, sichern können.

Dankwort

Für die Hilfe bei der Arbeit an diesem Artikel bin ich den Kollegen Wachramejeva Marija Georgijewna, Dementjewa Swetlana Michajlowna, Harinskaja Tamara Iwanowna, Koroljewa Natalija Ewgenjewna, Petuchowa Ljudmila Wladimirowna, Pochilko Anna Antonowna und Tschilimowa Larissa Petrowna sehr dankbar.

Literatur

- Ameltschenko, W.P., N.A. Ignatenko, G.I. Agafonowa, N.A. Polynzewa, L.D. Utjomowa, 1986. Baschmatschok nastojschtschij - *Cypripedium calceolus* L. in: Biologitscheskije ossobennosti rastenij Sibiri, nushdajuschtschijesja w ochrane, Nowosibirsk, S. 18-33.
- Andrejewna, W.N., I.M. Antonowa, O.A. Belkina, A.W. Dombrowskaja, N.A. Konstantinowa, W.A. Kostina, A.J. Lichatschew, A.A. Pochilko, L.N. Filipowa, W.T. Zarjewa, R.N. Schljakow, 1990. Rastenija. in: Redkije i nushdajuschtschijesja w ochrane rastenija i shiwotnyje Murmanskoj oblasti, Murmansk, S. 8-90.
- Dementjewa, S.M., 1989. Ossobennosti rasprostraneniya widow rastenij semejstwa orchidnyje w rajone Wyschnewolozko-Nowotorshskogo walla. in: Flora i rastitelnost jushnoj tajgi, Murmansk, S. 6-13.
- Dinamika zenopopulazij rastenij, 1985, Moskau.
- Flora Europaea, 1964, 1968, 1972, 1976, 1980. Vol. 1-5, Cambridge.
- Gawemann, A.W., 1960. Potschwy Kalininskoj oblasti. in: Priroda i chosjajstwo Kalininskoj oblasti. Kalinin.
- Krasnaja kniga SSSR. Rastenija, 1984. T.2, Moskau.
- Krasnaja kniga BASSR, 1984. Ufa.
- Krasnaja kniga Kareliji, 1985. Petrosawodsk.
- Krasnaja kniga RSFSR. Rastenija, 1988. T.2, Moskau.
- Kull, T., 1987. Population ecology of *Cypripedium calceolus* L. in: The plant Cover of the Estonian SSR. Flora, Vegetation and Ecology, Valgus, Tallinn, p. 77-83.

- Kull, T. & K. Kull, 1991. Preliminary results from a study of populations of *Cypripedium calceolus* in Estonia. in: Population ecology of terrestrial orchids, The Hague, p. 69-76.
- Kalmykowa, W.G., 1960. Reljef Kalininskoj oblasti. in: Priroda i chosjajstwo Kalininskoj oblasti. Kalinin.
- Newskij, M.L., 1956. O nektorom swojeobrasiji flory i rastitelnosti Wyschnewolozkogo rajona Kalininskoj oblasti. in: Utschjen.sap.Kalinin.gos.ped.in-t. T.20, Kalinin, S. 5-46.
- Rabotnow, T.A., 1950. Shisnennyj zikl mnogoletnich trawjanistych rastenij w lugowych zenosach. in: Trudy bot.in-ta AN SSSR. T.6, Leningrad.
- Rabotnow, T.A., 1950. Woprossy isutschenija sostawa populazij dlja zelej phitozenologii. in: Problemy Botaniki, T.1, Leningrad.
- Schirokowa, N.S., 1960. Klimat Kalininskoj oblasti. in: Priroda i chosjajstwo Kalininskoj oblasti. Kalinin.
- Tichonowa, M.N., 1972. Strojenije i formirowanije pobegow nekotorych predstavitelej semejstwa orchidnych. Awtoref.dis.na soisk.st.kand.biol.nauk. Leningrad.
- Uranow, A.A., 1977. Woprossy isutschenija struktury fitozenosow i widow zenopopulaznij. in: Zenopopulaziji rastenij, Moskau, S. 8-20.
- Wachramejewa, M.G., L.W. Denissowa & S.W. Nikitina, 1987. Ossodennosti struktury zenopopulaznij semejstwa orchidnych, Moskau, S. 147-153.
- Wachramejewa, M.G. & L.W. Denissowa, 1988. Biologija i dinamika zenopopulazij dwuch widow roda *Platanthera*. in: Bjull.MOIP Otd.biol.Wyp. 3, S. 87-92.
- Wells, T.S.E., 1981. Population ecology of terrestrial orchids. in: H. Synge (ed.), The Biological Aspects of Rare Plant Conservation. Wiley, Chichester, p. 281-295.
- Willems, J.H., 1989. Population dynamics of *Spiranthes spiralis* in South-Limburg, The Netherlands. Mém.Soc.Roy.Bot.Belg. 11, p. 115-121.
- Zenopopulaziji rastenij, 1976. Moskau.
- Zenopopulaziji rastenij, 1988. Moskau.

Ilona Blinowa
 Hortus Botanicus Arcto-Alpinus
 184230 Kirovsk-6
 Rayon Murmansk
 Rußland