

УДК 635.9:712.4

Г.М. МУЗИЧУК¹, В.М. ПРОКОПЧУК²

¹ Міністерство освіти і науки України
Україна, 01135 м. Київ, пр. Перемоги, 10

² Ботанічний сад "Поділля" Вінницького державного аграрного університету
Україна, 21036 м. Вінниця, вул. Сонячна, 3

СВІТОВИЙ АСОРТИМЕНТ КУЛЬТИВАРІВ КВІТНИКОВО-ДЕКОРАТИВНИХ РОСЛИН РОДИНИ РАННИКОВИХ (SCROPHULARIACEAE JUSS.) ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ІНТРОДУКЦІЇ В УКРАЇНУ

За результатами вивчення сортового різноманіття квітникових культур родини ранникових (*Scrophulariaceae* Juss.) наведено перелік видів, з якими ведеться селекційна робота та визначено кількість сортів для кожного із них. Установлено, що для 119 видів цієї родини, залучених у селекційний процес, створено в цілому близько 1,0 тис. сортів (без урахування культиварів *Antirrhinum majus* L. – однієї з провідних квітникових рослин – цей показник становить 734 сорти). Виділено 10 найперспективніших культур, представлених багатьма сортами, для першочергової інтродукції. Дано пропозиції щодо використання культиварів родини *Scrophulariaceae* як високоцінного джерела для поліпшення якісно-кількісної структури вітчизняного асортименту рослин для оформлення квітників.

Сучасний етап розвитку інтродукції декоративних рослин та вирішення актуальних для вітчизняного садівництва практичних завдань потребує цілеспрямованих обґрунтованих дій. Це особливо актуально для робіт із залучення нових видів та сортів квітnikово-декоративних культур [7, 8], оскільки їх наявний асортимент нараховує в цілому понад сто тисяч зразків [15]. Такий підхід необхідно застосовувати як при вирішенні завдань щодо безпосереднього використання декоративних рослин у масовому та індивідуальному озелененні, так і при розв'язанні проблем, пов'язаних з формуванням колекційних фондів. Найактуальнішим це питання є насамперед для кількох десятків провідних культур, для яких створені сотні, а в окремих випадках тисячі або навіть десятки тисяч сортів. Однак не менш важливі постановка та здійснення

таких робіт і для тих родин, які особливо повно (за кількістю родів та видів) представлені в світовому садівництві. До них належить і родина ранникових (*Scrophulariaceae* Juss.), яка посідає одне з головних місць за кількістю видів, що набули широкого використання в культурі саме як об'єкти для задоволення естетичних потреб. Популярність цих рослин у садівництві та масштаби інтродукційної роботи з ними особливо різко зросли в останнє десятиліття минулого століття. Серед основних причин цього, з одного боку, їх висока декоративність, оригінальність, багатство розмірів і форм, а з другого – швидко прогресуюча тенденція до дедалі ширшого використання в садово-парковому будівництві декоративного оформлення, яке імітує природні ландшафти або створює багатобарвні квітучі композиції за типом природних рослинних угруповань (наприклад дуже популярні нині "Ruins", "Wild Garden").

Серед представників родини Scrophulariaceae є значна кількість таких, що придатні для використання в різних варіантах сучасного квітничкового оформлення. За нашими попередніми підрахунками, проведеними на основі літературних даних [10, 14–16], станом на 1997 р. частка цієї родини у світовому садівництві становила понад 600 видів, які належали до 76 родів.

Відомо, що не лише з найбільш поширеною і знаною культурою родини – *Antirrhinum majus* L., для якої створено понад 200 сортів, а й з багатьма іншими видами ведеться інтенсивна селекційна робота. Відомості про культивари представників цієї родини містяться в численних довідкових та інших виданнях, включаючи і вищенаведені джерела. Однак повна зведена інформація щодо їх кількості як для окремих видів, так і для родів та родини в цілому, відсутня. Такі відомості мали б не лише науково-пізнавальне значення, а й створили б необхідний фундамент для подальшого обґрунтування масштабів і напрямів інтродукційної та селекційної роботи, визначення черговості і рівня значущості залучення та вивчення тих чи тих об'єктів для цілеспрямованого збагачення асортименту декоративних культур. Тому вирішення цієї проблеми як одного з аспектів широкого кола досліджень квітничково-декоративних рослин родини Scrophulariaceae стало темою нашої роботи.

Мета дослідження – створення блоку систематизованих узагальнених даних щодо наявності та кількості культиварів у садових видів родини Scrophulariaceae.

Об'єкт, методи та умови досліджень. Об'єктом є світовий асортимент культиварів квітничково-декоративних рослин родини ранникових.

Робота виконана з використанням методу аналізу та синтезу інформації. Обсяг

родини та її родів, а також номенклатуру видів прийнято відповідно до системи рослин, розробленої професором R.K. Brummitt [11], яка використовується Королівським товариством садівництва (Велика Британія) та спеціалістами з садівництва більшості провідних країн світу.

Що ж до власне сортів представників родини, то в окремих випадках вони мають складне гібридне походження або настільки відрізняються від вихідних батьківських варіантів, що нині встановити їх видову приналежність без спеціальних досліджень важко. Багатьох із них, як це прийнято для рослин культивованої флори, об'єднують у збірні садові види. Але такі види наявні не для всіх культур. Окрім того, провідні фахівці-систематики, що працюють з об'єктами культурної флори, оспорюють необхідність виділення видів, пропонуючи натомість використовувати нелатинізовані назви, що складаються з назви роду та слова "hybrids" [15]. Вживання останніх набуло в спеціалізованій літературі таких масштабів, що часто поширюється і на культури, для яких існують загальноприйняті латинські назви. В нашій роботі, для уникнення нелатинізованих варіантів у переліку видів, сорти, віднесення яких до того чи іншого виду утруднене і (або) для сукупності яких ще немає загальноприйнятої назви (гібридного садового чи збірного виду), представлені за родовою назвою із символом sp.

Ряд сортосерій, в яких не встановлена точна кількість сортів (оскільки нині вони широко використовуються в комерційному садівництві переважно або виключно у вигляді суміші кольорів) розглядаються в цій роботі як один зразок.

Результати дослідження. За даними аналізу та узагальнення інформації [9, 10, 12–17] щодо результатів селекційної роботи з різними видами садово-цінних рослин родини Scrophulariaceae, встановлено,

Перелік видів родини *Scrophulariaceae*, залучених у селекційний процес та кількісна характеристика їх сортового різноманіття

Назва видів	Культивари		
	Висота рослин см	Кількість	
		сортів	у т. ч. серій ¹
Alonsoa linearis (Jacq.) Ruiz et Pav.	80–100	1	0
A. meridionalis (L.f.) Kuntze	70–100	10	0
A. warscewiczii Reg.	90–100	3	0
Angelonia angustifolia Benth.	30–45	21	0
A. salicariifolia Humb. et Bonpl.	60–70	1	0
Antirrhinum hispanicum Chav.	20–60	2	0
A. majus L.	15–200	>20	0
Asarina antirrhinifolia (Humb. et Bonpl)	300 (л.) ²	0	0
A. erubescens (D. Don.) Penn.	300 (л.)	2	0
A. procumbens Mill.	300 (л.)	1	0
A. purpusii (Brandege) Pennell	300 (л.)	1	0
A. scandens (Cav.) Penn.	300 (л.)	1	0
A. wislizenii (A. Grey) Pennell	300 (л.)	9	0
Calceolaria biflora Lam.	10–30	1	0
C. darwinii Benth. in DC	20–30	5	1
C. fruticogibrida Voss.	20–30	1	0
C. grandiflora Pennell	30–60	3	1
C. integrifolia (A. Dietr) Vossin Vilm.	60–90	1	0
Chaenorrhinum origanifolium (L.) Kostel	10–15	6	0
Chelone glabra L.	50–60	4	0
C. obliqua L.	50–60	1	0
Collinsia bicolor Benth.	30–40	2	0
C. tinctoria Hartweg.	25–30	9	0
Cymbalaria aequitriloba (Viv.) A. Chev.	5	1	0
C. muralis P. Gaertn.	5	1	0
Diascia barberae Hook. f.	25–30	5	0
D. × hybrida hort.	30–40	9	0
D. repens	40–50	56	0
D. integerrima Benth.	50–60	1	0
D. rigescens Hilliard et B.L. Burtt.	30–50	4	0
D. vigilis Hilliard et B.L. Burtt.	100–120	2	0
Digitalis ferruginea L.	90–120	2	0
D. grandiflora Mill.	60–90	2	0
D. lanata Ehrh.	45–60	3	0
D. lutea L.	45–90	1	0
D. purpurea L.	60–200	1	3
Digitalis sp.	30–50	20	1
Erinus alpinus l.	5–10	5	0
Linaria alpina (L.) Mill.	5–25	9	0
L. aeruginea (Gonon) Cav.	15–30	2	0

Продовження

Назва видів	Культивари		
	Висота рослин, см	Кількість	
		сортів	у т. ч. серій ¹
Linaria anticaria Boiss et Reut	15–20	1	0
L. bipartita (Vent.) Willd.	20–30	1	0
L. heterophylla Desf.	30–40	2	0
L. maroccana Hook. f.	15–60	3	2
L. purpurea (L.) Mill.	20–60	18	0
L. repens (L.) Mill.	30–120	2	0
L. reticulata (Sm.) Desf.	60–120	1	0
L. triornithophora (L.) Willd.	60–90	3	2
Linaria sp.	30–40	1	2
Mazus pumilio R.Br.	2–3	2	0
M. reptans N.E.Br.	2–3	1	0
Mimulus aurantiacus Curtis.	45–90	1	0
M. cardinalis Douglas	40–120	2	0
M. × hybridus hort. Ex Siebert et Voss	15–25	4	6
M. luteus L.	20–30	41	0
Nemesia caerulea Hiernin Dyer	30–60	1	0
N. × hybrida hort. (N. strumosa Benth. in Hook, N. versicolor E. Mey ex Benth.)	15–60	12	6
N. fruticans Benth.	30–60	69	0
Ourisia × hybrida hort.	10–20	9	0
Parahebe × bidvillii (Hook. f.) W. Oliv.	12–15	3	0
P. cataractae (Forst.f.) W. Oliv.	15–30	2	0
P. linifolia (Hook. f.) W. Oliv.	10–12	5	0
P. lyallii (Hook. f.) W. Oliv.	15–20	1	0
Penstemon barbatus (Cav.) Roth.	90–100	1	2
P. clutei A. Nels.	60–140	14	0
P. davidsonii Green.	10	1	0
P. digitalis Nutt.	15	2	0
P. eatonii Grey.	45–60	4	0
P. eriantherus Pursh.	10–30	1	0
P. fruticosus (Pursh.) Green.	30–40	1	0
P. gentianoides (HBK)	60–120	2	0
P. glaber Pursh.	50–65	1	0
P. grandiflorus Nutt.	45–100	1	0
P. hartwegii Benth.	30–45	2	1
P. haydenii S.Wats.	20–45	8	0
P. heterophyllus Lindl.	30–50	2	0
P. hirsutus (L.) Willd.	40–80	5	0
P. humilis Nutt. Ex Gray	10–30	5	0
P. menziesii Hook.	8–10	1	0
P. × mexicali	30–45	1	0
P. pinifolius Greene.	15–45	2	0
P. rupicola (Piper) Howell.	8–10	3	0
P. sculeri Lindl.	10–40	4	0

Назва видів	Закінчення		
	Культивари		
	Висота рослин, см	Кількість	
сортів		у т. ч. серій ¹	
<i>Penstemon serrulatus</i> Menz.	30–70	3	0
<i>P. strictus</i> Pennel.	60–90	1	0
<i>P. virgatus</i> Crosswh.	25–80	1	0
<i>Penstemon</i> sp.	30–70	1	3
<i>Scrophularia</i> × <i>hybrida</i> hort.	50–70	68	0
<i>S. auriculata</i> L.	50–100	1	0
<i>Sibthorpia europea</i> L.	30–40	1	0
<i>Sutera cordata</i> Kuntze	15–30	1	0
<i>S. × hybrida</i> hort.	15–100	2	0
<i>Torenia furnieri</i> Lindl ex Foarn.	15–20	8	0
<i>Verbascum blattaria</i> L.	160–180	35	0
<i>V. bombyciferum</i> Boiss.	180–200	2	0
<i>V. chaixii</i> Vill.	90–100	3	0
<i>V. densiflorum</i> Bertol.	90–120	3	0
<i>V. nigrum</i> L.	90–100	1	0
<i>V. phoeniceum</i> L.	60–90	1	0
<i>Verbascum</i> sp.	30–180	7	1
<i>Veronica alpina</i> L.	10–15	45	0
<i>V. austriaca</i> L.	30–45	2	0
<i>V. chamedrys</i> L.	20–25	8	0
<i>V. cuneifolia</i> D. Don.	6–8	1	0
<i>V. gentianoides</i> Vahl.	30–80	1	0
<i>V. incana</i> L.	45–60	4	0
<i>V. longifolia</i> L.	40–120	18	0
<i>V. pectinata</i> L.	7–15	11	0
<i>V. peduncularis</i> Bieb.	45–60	1	0
<i>V. pinnata</i> L.	45–60	2	0
<i>V. prostrata</i> L.	15–30	1	0
<i>V. spicata</i> L.	30–60	14	0
<i>V. rupestris</i> Tardent	12–15	26	0
<i>Veronicastrum virginicum</i> Moench.	60–180	1	0
<i>Wulfenia carinthiaca</i> Jack.	25–30	3	0
<i>Zaluzianskya capensis</i> Walp.	25–50	2	0
<i>Z. ovata</i> (Benth.) Walp.	25–30	1	0
Усього	–	734	30

Примітки: ¹ Серії з невстановленою кількістю сортів (забарвлені). ² л. – Ліана.

що станом на 2004 р. у цей процес залучено 119 видів. Кількість сортів у більшості видів (без урахування *Antirrhinum majus*) варіює від 1–2 до 7–9. Для семи видів, а

саме – *Alonsoa meridionalis* (L.f.) Kuntze, *Digitalis purpurea* L., *Linaria maroccana* Hook.f., *Nemesia coerulea* Hiernin Dyer, *Penstemon barbatus* (Cav.) Roth., *Veronica incana* L., *V. prostrata* L., створено від 10 до 20 сортів (відповідно 10, 20, 18, 12, 14, 18 і 14). У восьми видів, таких як *Angelonia angustifolia* Benth., *Diascia × hybrida* hort., *Mimulus × hybridus* hort. ex Siebert et Voss, *Nemesia × hybrida* hort. (разом із *N. strumosa* Benth. in Hook, *N. versicolor* E.Mey ex Benth.), *Penstemon* sp., *Torenia furnieri* Lindl. ex Foarn., *Verbascum* sp., *Veronica spicata* L. нараховується від 21 до майже 70 культиварів (відповідно 21, 56, 41, 69, 68, 35, 45, 26). Загальна ж кількість сортів, створених у межах родини *Scrophulariaceae* становить 734 одиниці (без урахування сортів *Antirrhinum majus*). Перелік видів, з якими здійснюється селекційна робота, та дані щодо кількості сортів, створених для кожного з них, наведено в таблиці.

Обговорення результатів.

Значна кількість видів *Scrophulariaceae* (119), що опинилися в центрі уваги селекціонерів квітничкових культур, є свідченням великого інтересу в сучасному садівництві до рослин цієї родини. Слід зазначити, що в провідних установах України, де формуються основні колекційні фонди і через які ведеться впровадження квітничкових рослин, наявні лише близько 20 видів ранникових і майже стільки ж культиварів [5, 6]. Згідно з даними Державного реєстру сортів рослин України, як об'єкти насінництва культивувалися кілька сортів лише одного виду – *Antirrhinum majus*. Причому за останні роки їх кількість зменшилася від семи (1997 р.) та двох (2003 р.) до нуля (2004 р.) [2–4]. Близько десяти сортів цього виду трапляється в асортименті точок роздрібної торгівлі насінням. Тобто досі у вітчизняному садівництві було відомо менше 4% світової колекції культиварів родини *Scrophu-*

lariaceae. Селекційна ж робота з її видами в Україні взагалі не велася.

Показник кількості створених сортів для тієї чи тієї садової культури значною мірою відображає рівень її популярності та масштаби використання. З цього погляду до числа провідних культур слід віднести такі: ангелонія (*Angelonia angustifolia*), діасція (*Diascia × hybrida hort.*), наперстянка пурпурова (*Digitalis purpurea*), льон марокканський (*Linaria maroccana*), губастик гібридний (*Mimulus × hybridus*), немезія (*Nemesia Vent.*), для п'яти видів якої створено 90 сортів, пенстемон (*Penstemon*), для видів якого створено 134 сорти, торенія Фурн'є (*Torenia furnieri*), коров'як (*Verbascum L.*) з 62 сортами для семи видів та види вероніки (насамперед *Veronica incana*, *V. spicata*, а також *V. longifolia*, *V. prostrata*).

Враховуючи це, ми вважаємо, що саме сорти наведених вище культур досліджуваної родини мають стати першочерговими для інтродукції аби на початкових її етапах забезпечити доступ місцевому споживачеві до ознайомлення з наявним сортовим різноманіттям найбільш популярних у світі рослин родини *Scrophulariaceae* і його використання.

Зважаючи на вражаючу бідність вітчизняного асортименту щодо культиварів цієї родини та величезне багатство світового, питання щодо їх інтродукції має першочергове значення поряд з планово здійснюваним залученням видів.

Слід наголосити на ще одному важливому практичному аспекті, який відкриває перед галуззю садівництва залучення сортів декоративно цінних видів родини *Scrophulariaceae*. Окрім безпосереднього впровадження у практику зеленого будівництва, вони можуть стати основою оригінального експозиційного масиву чи комплексу, створеного на базі ботанічного саду чи іншої установи відповідного профілю. Такий родинний комплекс, організований за сис-

тематичним принципом, мав би не лише велике пізнавальне і практичне значення, а й становив би інтерес для відвідувачів, сприяючи розвитку вітчизняного квітництва та діяльності установи щодо експонування і реалізації рослин. Такий комплекс, за наявності відповідних фахівців, став би важливим центром інтродукційної роботи, місцем проведення інтродукційних експериментів з використанням насамперед методу родових комплексів [1] та інших існуючих методичних розробок.

Висновки та пропозиції.

У сучасному садівництві декоративних рослин родина *Scrophulariaceae* характеризується не лише великим видовим, а й багатим сортовим різноманіттям, що становить близько 1,0 тис. зразків (без урахування *Antirrhinum majus* – понад 730 сортів).

Велике сортове різноманіття родини *Scrophulariaceae* – перспективне джерело поліпшення якісно-кількісної структури асортименту квітничково-декоративних рослин України, де в колекціях та комерційному обігу нараховується менше 4% культиварів (переважно *Antirrhinum majus*) світової колекції сортів видів цієї родини.

Формування масштабної колекції старовинних та сучасних сортів різних культур родини *Scrophulariaceae* є важливим завданням для одного чи кількох ботанічних садів нашої країни. Такий колекційний фонд міг би стати основою унікального експозиційного комплексу, а відповідна установа – спеціалізованим центром інтродукції, селекції, експонування та впровадження цих рослин, що сприятиме як розвитку декоративного садівництва, так і значному підвищенню ролі і привабливості для широкого кола відвідувачів самої установи.

Подальший розвиток досліджень культиварів родини *Scrophulariaceae* вбачається у проведенні робіт з попереднього детального вивчення та оцінки перспективності інтродукції їх груп і окремих зразків, з

урахуванням поряд з еколого-біологічними аспектами й потенційної економічної та культурно-пізнавальної значущості, а також у залученні сортів та всебічному їх дослідженні в процесі первинного інтродукційного експерименту. Наступним кроком має стати використання цих рослин у селекційній роботі, а також в освітній і просвітницькій діяльності, оскільки не лише населення, а й фахівці в Україні надзвичайно мало обізнані з сортовим багатством родини Scrophulariaceae.

1. *Базилевская Н.А.* Теории и методы интродукции растений. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1964. – 129 с.

2. *Державний реєстр сортів рослин України на 1997 (ч. 5).* – К.: Мінагропром, Державна комісія України з охорони сортів рослин, 1997. – 36 с.

3. *Державний реєстр сортів рослин України на 2002.* – К.: Мінагрополітики, Державна комісія України з охорони сортів рослин, 2002. – 162 с.

4. *Державний реєстр гібридогенного садового чи збірного виду сортів рослин України на 2004.* – К.: Мінагрополітики, Державна комісія України з охорони сортів рослин, 2004. – 230 с.

5. *Каталог растений Центрального ботанического сада им. Н.Н. Гришко / Е.В. Афанасьева, П.Е. Булах, А.Ф. Галицкая и др.* – К.: Наук. думка, 1997. – 435 с.

6. *Каталог цветочно-декоративных травянистых растений ботанических садов СНГ и стран Балтии.* – Минск: Изд-во ЭС. Гальперина, 1997. – 476 с.

7. *Музычук Г.М.* Критерії добору зразків до колекційного фонду квітничково-декоративних рослин // Проблеми експериментальної ботаніки та екології рослин. – К.: Наук. думка, 1997. – С. 42–44.

8. *Музычук Г.М.* Аналіз структури, принципи класифікації і оцінки колекційних фондів культурних рослин // Інтродукція і акліматизація рослин. – 1999. – № 3–4. – С. 3–7.

9. *Цветочно-декоративные травянистые растения.* – М.: Наука, 1983. – 272 с.

10. *A-Z Encyclopedia of Garden Plants / Ed. E. C. Brickell.* – London; New York; Stuttgart; Moscow: Dorling Kindersley, 1996. – 1080 p.

11. *Brummitt R.K.* Vascular plant Families and Genera. – Kew: Royal Botanical Garden, 1992. – 350 p.

12. *B&T World Seeds* (electron resoursses). – www.ces.ncsu.edu/depts/hort/.

13. *Catalog des Graines Thompson and Morgan en ligne* (electron resoursses). – www.wholesale-thompson-morgan.com.

14. *Grunert Christian.* Garten Blumen von A bis Z. – Leipzig: Neumann Verlag, 1972. – 620 S.

15. *Index of Garden Plants / Ed. M. Griffiths.* – Portland: Timber Press, 1994. – 1234 p.

16. *New Encyclopedia of Plants and Flowers / E. C. Brickell.* – London, New York, Sydney, Moscow: Dorling Kindersley, 1999. – 744 p.

17. *Plants Database* (electron resoursses). – Plantsdatabase.com.

Рекомендував до друку В.Ф. Горобець

*Г.М. Музычук*¹, *В.М. Прокопчук*²

¹ Міністерство освіти і науки України, Україна, г. Київ

² Ботанический сад "Подолье" Винницкого государственного аграрного университета, Украина, г. Винница

МИРОВОЙ АССОРТИМЕНТ КУЛЬТИВАРОВ ЦВЕТОЧНО-ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА НОРИЧНИКОВЫХ (SCROPHULARIACEAE JUSS.) И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИНТРОДУКЦИИ В УКРАИНУ

По результатам изучения сортового разнообразия цветочных культур семейства норичниковых (Scrophulariaceae Juss.) составлен перечень видов, с которыми ведется селекционная работа и определено количество сортов для каждого из них. Установлено, что для 119 видов этого семейства, вовлеченных в селекционный процесс, создано в целом около 1,0 тыс. сортов (без учета *Antirrhinum majus* L. – одной из ведущих цветочных культур – этот показатель составляет 734 сорта). Выделены 10 наиболее перспективных культур, представленных многими сортами, для первоочередной интродукции. Даны предложения относительно использования культиваров семейства Scrophulariaceae как высокоценного источника для улучшения качественно-количественной структуры отечественного ассортимента растений для оформления цветников.

G.M. Muzychuk¹, V.M. Prokopchuk²

¹ Ministry of Education and Science of Ukraine,
Ukraine, Kyiv

² Botanical Garden "Podillya" of Vinnitsa State
Agricultural University, Ukraine, Vinnitsa

WORLD ASSORTMENT OF CULTIVARS
OF FLOWER-ORNAMENTAL PLANTS
OF SCROPHULARIACEAE JUSS. FAMILY
AND PERSPECTIVES FOR THEIR
INTRODUCTION INTO UKRAINE

In result of the Figwort Family's (Scrophulariaceae
Juss.) plants world assortment study the list of
species that are draw in selection process is worked

out and the number of sort are determined for
everyone. It have been fixed, that 1,0 thousand
kinds (without *Antirrhinum majus* L. this number is
734) for 119 the Family's species are selected. Ten
the most perspective plants for their cultivars
introduction were picked out. The propositions of
Scrophulariaceae Family sorts using for Ukrainian
assortment decorative plants' quantity and quality
structure improvement were worked out.