БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

BIOLOGICAL SCIENCES

УДК 633.64:581.132+581.5
ББК 28.592
Ч 49

Чернявская И.В.
Адыгейский государственный университет, Майкоп, Россия, chernyav.iv@mail.ru
Домрачева Н.А.
Адыгейский государственный университет, Майкоп, Россия, nada_01@mail.ru
Толстикова Т.Н.
Адыгейский государственный университет, Майкоп, Россия, mekedaherb@inbox.ru

Влияние городской среды на концентрацию фотосинтетических пигментов и интенсивность фотосинтеза растений рода *Acer* L.

(Рецензирована)

Аннотация. *Приведены результаты физиологических исследований представителей рода Acer L., наиболее широко представленные в озеленении г. Майкопа. Определено влияние городской среды на концентрацию фотосинтетических пигментов (хлорофилла а, б и каротиноидов) и интенсивность фотосинтеза растений Acer pseudoplatanus и Acer saccharinum в сравнении с местным видом Acer campestre. Выявлены адаптационные способности интродуцируемых видов.*

Ключевые слова: *Acer, интенсивность фотосинтеза, концентрация фотосинтетических пигментов, хлорофилл а, б и каротиноиды*

Chernyavskaya I.V.
Adyghe State University, Maikop, Russia, chernyav.iv@mail.ru
Domracheva N.A.
Adyghe State University, Maikop, Russia, nada_01@mail.ru
Tolstikova T.N.
Adyghe State University, Maikop, Russia, mekedaherb@inbox.ru

Influence of the urban environment on the concentration of photosynthetic pigments and the intensity of photosynthesis of plants of the genus *Acer* L.

Abstract: *The article presents the results of physiological studies of representatives of the genus Acer L. the most widely represented in the landscaping of Maikop. The influence of the urban environment on the concentration of photosynthetic pigments (chlorophyll a, b and carotenoids) and the intensity of photosynthesis of Acer pseudoplatanus and Acer saccharinum plants in comparison with the local species of Acer campestre was determined. The adaptive abilities of the introduced species were revealed.*

Keywords: *Acer, intensity of photosynthesis, concentration of photosynthetic pigments, chlorophyll a, b and carotenoids*

Древесные растения, как наиболее крупные и долговечные, являются основой различных типов насаждений. Значительный практический интерес для озеленения представляют интродуцированные виды *Acer* L., характеризующиеся высокой декоративностью.

Основные экологические факторы в городах существенно отличаются от тех, которые влияют на растения в естественной обстановке. Совокупность факторов городской среды оказывает влияние на самые разнообразные звенья обмена веществ растений: нарушается водный режим растений, снижается оводненность тканей, падает содержание связанной воды, изменяются показатели фотосинтеза. Растения вынуждены адаптироваться к таким условиям для того, чтобы поддерживать свой внутренний го-

меостаз, проявляя адаптивную пластичность, обеспечивающую постепенную выработку определенных признаков, помогающих успешно расти и развиваться.

К настоящему времени проведено достаточное количество исследований в России и за рубежом, направленных на изучение влияния городской среды на эколого-физиологические особенности определенных видов растений [1–3]. Изучались функции адаптации растений к негативной среде, а также касались вопроса использования растений в качестве биоиндикаторов городской среды [4–8]. Ведутся дискуссии об уникальной способности растений обезвреживать загрязняющие соединения [9, 10].

Несмотря на широкое распространение в насаждениях г. Майкопа различных представителей рода *Acer* L., их эколого-физиологические особенности изучены еще достаточно мало и не в полной мере. Проведены анатомо-морфологические исследования, определены некоторые показатели водного режима интродуцированных видов рода *Acer* L. Однако отсутствуют данные о влиянии городской среды на пигментный комплекс и интенсивность фотосинтеза. Определение данных показателей является важным инструментом для оценки воздействия загрязнителей воздуха на растения и позволит получить информацию о физиологическом состоянии представителей рода *Acer* L.

Цели исследования: определить влияние городской среды (на примере, г. Майкопа) на концентрацию фотосинтетических пигментов (хлорофилла *а*, *б* и каротиноидов) и интенсивность фотосинтеза растений рода *Acer* L.

Задачи:

– изучить особенности пигментного комплекса у представителей рода *Acer* L. в условиях городской среды (содержание хлорофиллов и каротиноидов);

– определить интенсивность фотосинтеза у представителей рода *Acer* L., произрастающих в условиях урбанизированной среды.

Материалы и методы исследований

Исследование проводилось с 2018 по 2020 год в осенний (сентябрь–октябрь) и весенне-летний (май–июнь) периоды на двух контрастных площадках, одна из которых типичная зона городской среды с повышенным негативным антропогенным воздействием – район ЦКЗ города Майкопа, другая – Ботанический сад АГУ (контроль), находящийся в экологически чистом районе, минимально подверженный отрицательным воздействиям человека.

В качестве объектов исследования были взяты: клен полевой (*Acer campestre* L.), клен ложноплатановый (*Acer pseudoplatanus* L.) и клен серебристый (*Acer saccharinum* L.), наиболее широко представленные в озеленении г. Майкопа.

Род кленовые (*Acer* L.) входит в семейство сапиндовые (*Sapindaceae*) и включает в себя 128 видов, большинство которых родиной из Азии, Европы, Северной Африки и Северной Америки [11].

Клен полевой (*A. campestre*) – листопадное, плотное и округлое дерево высотой до 15 м (на Кавказе до 25 м). Листья супротивные, простые, 5–10 см, с 3–5 округлыми цельными лопастями, сверху темно-зеленые. Осенью листья становятся желтыми или золотистыми. Цветки мелкие, зеленоватые, расположенные в прямостоячих мелких, опушенных гроздьях. Плод (крылатка) длиной 5 см, крылышки раскидистые горизонтально. Успешно используется в городском озеленении. Аборигенный вид.

Клен серебристый (*A. saccharinum*) получил свое название за наличие серебристой окраски на нижней стороне листьев. Относительно быстрорастущее лиственное дерево, обычно достигающее в высоту 15–25 м, в исключительных случаях – 35 м. Полигамные зеленовато-желтые цветы распускаются гроздьями ранней весной (март) до появления листвы. Цветки сменяются парными крылатками (до 12 мм в длину), созре-

вающими в конце весны.

Клен ложноплатановый (*A. pseudoplatanus*) имеет также названия: клен белый; клен псевдоплатановый; явор. Может вырастать до 35 м в высоту. Имеет серую, гладкую кору в молодом возрасте, которая постепенно становится грубее и отслаивается чешуйками. Листья большие, пальчатые с пятью расходящимися лопастями, расположены на длинных черешках. Цветки зеленовато-желтые, находящиеся в метелках, которые привлекательны для насекомых, так как производят обильное количество пыльцы и нектара. Плод – крылатки [11, 12].

В Республике Адыгея основным источником загрязнения атмосферного воздуха является автотранспорт. По данным адыгейского социально-гигиенического мониторинга атмосферного воздуха, содержание губительных частиц и веществ за последние годаы (2018–2019) превышает в 1,1–2,0 раза предельно допустимые концентрации (ПДК) по следуюшим показателям: диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы, углеводороды, взвешенные мелкодисперсные ($PM_{2,5}$, PM_{10}) и ультрадисперсные частицы, бензапирен, акролеин, серная кислота, фосфорный ангидрид. Загрязнения почвы тяжелыми металлами и радиоактивными веществами не обнаружено. Актуальной проблемой остается загрязнение бытовыми отходами, которые изменяют химический состав воздушной среды (аммиак, сероводород, метан, индол, скатол), загрязняют открытые водоемы и грунтовые воды, а также поверхности территории населенных пунктов. Погодные условия отличаются аномально теплыми зимами и жарким летом [13].

Для изучения фотосинтетических показателей использовались традиционные методы: спектрофотометрический метод исследования пигментного комплекса; определение интенсивности фотосинтеза методом половинок по Саксу [14]. Для опыта брали здоровые деревья, приблизительно одинакового среднего возраста. Отбор проб проводился в первой половине дня, с утра, со среднего листового яруса, преимущественно расположенного на южной стороне. Листья срывались случайным образом, одинакового размера, с разных веток. Образцы брались в трех повторностях, каждого вида растений. В качестве стандарта взят местный вид *A. campestre.* Математическую обработку данных проводили с использованием программного пакета Microsoft Office Excel. Статистическая обработка выполнена по Б.А. Доспехову [15].

Результаты исследований

Отрицательные факторы антропогенной среды оказывают непосредственное влияние на концентрацию фотосинтетических пигментов растений. Осаждение большого количества взвешенных твердых частиц на поверхности листа провоцирует закупорку устьиц и увеличение внутренней температуры листа, что, в свою очередь, подавляет работу синтеза хлорофилла и вызывает снижение его концентрации. Этот факт был подтвержден многими исследовательскими работами как зарубежными [3, 16], так и отечественными [17, 18].

В результате наших исследований было установлено изменение концентраций пигментов в сезонной динамике в условиях города и Ботанического сада (табл. 1). Анализ данных показал, что содержание хлорофиллов *а* и *б* у всех исследуемых видов рода Acer снижается в осенний период, а содержание каротиноидов повышается как в городе, так и в зоне контроля, что связано с процессом старения листьев, понижением температуры и сокращением светового дня.

Урбанизированная среда оказывает влияние на концентрацию пигментов в листьях растений рода *Acer*. Негативные факторы городской среды вызывали уменьшение концентраций хлорофиллов *а* и *б* по сравнению с контролем (табл. 1), но при этом отмечалось повышенное содержание каротиноидов, что объясняется повышением за-

щитной функции последних. Эти данные согласуются с работами [19–21].

Причину снижения синтеза пигментов некоторые ученые связывают с действием SO_2 и NO_2, входящих в состав автомобильных выхлопных газов, которые стимулируют увеличение активности фермента хлорофиллазы, регулирующего концентрацию хлорофилла в растениях [12, 13]. При этом хлорофилл *а* разрушается до феофитина в результате замены ионов Mg^{+2} в молекулах, а хлорофилле *б* преобразуется в хлорофиллид *б* за счет удаления фитольной группы молекулы [14, 15].

Сравнительный анализ пигментного состава у аборигенного (*A. campestre*) и интродуцированных видов (*A. saccharinum, A. pseudoplatanus*) показал колебания в содержании хлорофиллов *а*, *б* и каротиноидов (табл. 1). Наиболее подвержен загрязнениям *A. pseudoplatanus,* у которого отмечались существенные снижения концентрации пигментов под действием факторов урбанизированной среды по сравнению с Ботаническим садом АГУ: хлорофилл *а* – 1,72 мг/г±0,65 и 2,11 мг/г±0,58; хлорофилл *б* – 0,97 мг/г±0,31 и 1,32 мг/г±0,39 соответственно. Это связано с разной степенью их адаптации, так как аборигенные виды имеют преимущество, обитая долгое время в определенных условиях. Данная особенность прослеживается как на контрольном участке, так и на экспериментальной площадке.

Таблица 1

Концентрация пигментов в листьях представителей рода *Acer* L. в сезонной динамике, на контрольном участке (БС АГУ) и в городе (Майкоп), мг/г

Исследуемые виды	Ботанический сад АГУ			Город			Ботанический сад АГУ			Город		
	Осень			Осень			Весна			Весна		
	Хл. а	*Хл. б*	*Кар.*	*Хл. а*	*Хл. б*	*Кар.*	*Хл. а*	*Хл. б*	*Кар.*	*Хл. а*	*Хл. б*	*Кар.*
A. campestre	2,19 ± 0,08	1,64 ± 0,34	1,7 ± 0,45	2,01 ± 0,23	1,07 ± 0,85	1,91 ± 0,22	2,47 ± 0,66	1,99 ± 0,58	1,34 ± 0,46	2,21 ± 0,8	1,73 ± 0,56	1,46 ± 0,01
A. pseudoplatanus	2,11 ± 0,58	1,32 ± 0,39	1,46 ± 0,19	1,72 ± 0,65	0,97 ± 0,31	1,67 ± 0,47	2,32 ± 0,72	1,81 ± 0,93	1,2 ± 0,06	1,96 ± 0,06	1,37 ± 0,59	1,38 ± 0,03
A. saccharinum	2,04 ± 0,15	1,06 ± 0,73	1,26 ± 1,27	1,51 ± 0,54	0,79 ± 0,16	1,41 ± 0,13	2,28 ± 0,95	1,65 ± 0,32	1,02 ± 0,02	1,82 ± 0,07	1,01 ± 0,56	1,29 ± 0,68

Фотосинтез в значительной мере контролируется процессами, происходящими в растении, и факторами внешней среды. Изменение интенсивности фотосинтеза (ИФ) является одной из ответных реакций растений на влияние атмосферного загрязнения окружающей среды и может служить диагностическим признаком состояния древесных растений.

В городе интенсивность фотосинтеза у исследуемых видов ниже, чем в зоне контроля (между зонами есть достоверная разница) (табл. 2). Очевидно, снижение данного показателя обусловлено осаждением пыли на листовых пластинках, изменением спектрального состава света, уменьшением содержания хлорофилла *а*, *б*, водным стрессом и др. Так, у запыленных растений на 5–14% меньше поглощение наиболее активных для фотосинтетической деятельности лучей спектра, а не участвующих в фотосинтезе лучей на 25–33% больше ([22]). Наибольшее снижение ИФ в техногенной зоне отмечалось у *A. saccharinum.*

Анализ данных показал сильную корреляцию между концентрацией пигментов в листьях и интенсивностью фотосинтеза (r=0,97….0,99), то есть чем меньше концентрация пигментов в листьях, тем ниже интенсивность фотосинтеза.

Существенное влияние на ИФ оказывают сроки вегетации. У *A. campestre, A. pseudoplatanus, A. saccharinum* наблюдались сезонные изменения скорости фотосин-

теза: весной выше, чем осенью, вследствие старения листьев и затухания синтетических процессов к концу вегетации. Минимальные значения ИФ отмечались у *A. saccharinum* по сравнению с местным видом *A. campestre.*

Таблица 2

Интенсивность фотосинтеза исследуемых видов рода *Acer* L. , произрастающих на контрольном участке (БС АГУ) и в городской среде (г. Майкоп) в сезонной динамике, мг CO_2/см^2·ч

Исследуемые виды	Ботанический сад АГУ	Город	Ботанический сад АГУ	Город
	Осень	Осень	Весна	Весна
	Интенсивность фотосинтеза, мг/см^2·час			
A. campestre	24,06 ± 1,12	20,88 ± 0,56	30,84 ± 0,84	28,4 ± 1,11
A. pseudoplatanus	19,39 ± 1,67	15,79 ± 0,28	28,19 ± 1,12	26,23 ± 2,51
A. saccharinum	19,18 ± 0,28	12,21 ± 1,95	27,21 ± 1,81	24,27 ± 1,12

Таким образом, условия городской среды подавляют интенсивность фотосинтеза, что связано со многими факторами, в том числе со снижением концентраций хлорофиллов *а* и *б*. Между интенсивностью фотосинтеза и концентрациями хлорофиллов *а* и *б* обнаружена сильная корреляционная зависимость. Концентрация каротиноидов в неблагоприятных условиях возрастает, что связано с их защитной функцией. Кроме того, концентрация каротиноидов выше в осенний период на всех площадках, что обусловлено сезонными изменениями в листьях. В весенний период концентрация фотосинтетических пигментов (хлорофиллов *а* и *б*) выше, чем в осенний, на всех площадках, но при этом в городе концентрации всегда ниже, чем в Ботаническом саду АГУ.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что исследуемые растения способны приспособиться к агрессивным условиям городской среды благодаря заложенным генетическим механизмам адаптации. Наиболее подвержены загрязнениям интродуцированные виды: *A. saccharinum* и *A. pseudoplatanus* по сравнению с контролем *A. campestre.* Среди интродуцированных видов *A. pseudoplatanus* показал большую степень устойчивости.

Список литературы:

1. Бикмуллин Р.Х. Сравнительный анализ состояния древостоев сосны обыкновенной (pinus sylvestris l.) и березы повислой (betula pendula roth) в условиях казанского промышленного центра: автореф. дис. … канд. биол. наук. Тольятти, 2012. 153 с.
2. Скобельцина А.В. Биоэкологические особенности адаптации древесных растений в условиях урбанизированных территорий: на примере г. Чита: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Улан-Удэ, 2011. 17 с.
3. Joshi P.C., Abhishek S. Air pollution induced changes in the photosynthetic pigments of selected plant species // Journal of Environmental Biology. 2009. No. 30 (2). P. 295–298. URL: www.researchgate.net (дата обращения: 02.10.2020).
4. Бухарина И.Л., Кузьмина П.А., Кузьмин А.М. Особенности содержания танинов в листьях древесных растений в техногенной среде // Химия растительного сырья. 2015. № 4. С. 71–76. URL: https://cyberleninka.ru (дата обращения: 22.09.2020).

References:

1. Bikmullin R.Kh. Comparative analysis of the state of Scots pine (pinus sylvestris l.) stands and silver birch (betula pendula roth) in the conditions of Kazan industrial center: Diss. abstract for the Cand. of Biology degree. Togliatti, 2012. 153 p.
2. Skobeltsina A.V. Bioecological peculiarities of adaptation of woody plants in the conditions of urbanized territories: based on the city of Chita: Diss. abstract for the Cand. of Biology degree. Ulan-Ude, 2011. 17 p.
3. Joshi P.C., Abhishek S. Air pollution induced changes in the photosynthetic pigments of selected plant species // Journal of Environmental Biology. 2009. No. 30 (2). P. 295–298. URL: www.researchgate.net (access date: 02.10.2020).
4. Bukharina I.L., Kuzmina P.A., Kuzmin A.M. Features of the content of tannins in the leaves of woody plants in a technogenic environment // Chemistry of plant raw materials. 2015. No. 4. P. 71–76. URL: https://cyberleninka.ru (access date: 22.09.2020).

5. Hutchinson T.C. Adaptation of Plants to Atmospheric Pollutants // Ciba Foundation Symposium: Origins and Development of Adaptation. 2008. P. 52–72. URL: https://researchgate.net (дата обращения: 29.09.2020).
6. Сафонов А.И. Фитоиндикационный мониторинг в Донецке // Наука. Мысль: электронный периодический журнал. 2016. № 4. С. 59–71. URL: https://cyberleninka.ru (дата обращения: 29.09.2020).
7. Черных Н.А., Сидоренко С.Н. Экологический мониторинг токсикантов в биосфере: сб. статей. Москва: Изд-во РУНД, 2003. 430 с.
8. Butnariu M. Vegetable bioindicators or adaptation of plants to environmental conditions. Israel: Israel Institute of Technology, 2019. 70 p. URL: https://researchgate.net (дата обращения: 01.10.2020).
9. Abdollahi K.K. Quantifying the Relative Ability of Tree Species in Intercepting and Removing Particle Pollution. Baton Rouge, 2000. 10 p. URL: https://researchgate.net (дата обращения: 01.06.2020).
10. Dineva S. Deposition of Calcium Oxalate Crystals and Tolerance of Deciduous Trees to Pollution // Journal of Applied Forest Ecology. 2019. Vol. 7, No. 1. P. 8–13. URL: www.researchgate.net (дата обращения: 13.04.2020).
11. Тахтаджян А.Л., Жилин С.Г. Жизнь растений: в 6 т. Т. 5: Цветковые растения. Москва: Просвещение, 1981. С. 264–266.
12. Толстикова Т.Н. Древесные растения Майкопа. Майкоп, 2012. 242 с.
13. Доклад об экологической ситуации в Республики Адыгея за 2018–2020 гг.: официальный сайт исполнительных органов государственной власти. URL: http://www.adygheya.ru (дата обращения: 08.09.2020).
14. Читао С.И., Чернявская И.В. Изучение лабораторных и полевых методов физиологии растений: методические разработки по специальной практике. Майкоп: Глобус, 2008. 39 с.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат. 1985. 351 с.
16. Thmislav B., Ledic A. Change of pigments content in needles of Pinus hallpensis Mill // Acta Biologica. 1992. No. 34. P. 71–77. URL: www.researchgate.net (дата обращения: 23.08.2020).
17. Костюченко Р.Н. Эколого-физиологические механизмы адаптации растений рода Salix в различных условиях обитания среднетаежной подзоны: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Омск, 2009. 22 с.
18. Воскресенская О.Л., Старикова Е.А. Сезонная динамика содержания фотосинтетических пигментов у хвойных // Естественные науки. 2020. № 2 (30). С. 32–42. URL: https://cyberleninka.ru (дата обращения:

5. Hutchinson T.C. Adaptation of Plants to Atmospheric Pollutants // Ciba Foundation Symposium: Origins and Development of Adaptation. 2008. P. 52–72. URL: https://researchgate.net (access date: 29.09.2020).
6. Safonov A.I. Phytoindication monitoring in Donetsk // Science. Thought: Electronic Periodical Journal. 2016. No. 4. P. 59–71. URL: https://cyberleninka.ru (access date: 29.09.2020).
7. Chernykh N.A., Sidorenko S.N. Environmental monitoring of toxicants in the biosphere: collection of articles. Moscow: RUDN Publishing House, 2003. 430 p.
8. Butnariu M. Vegetable bioindicators or adaptation of plants to environmental conditions. Israel: Israel Institute of Technology, 2019. 70 p. URL: https://researchgate.net (access date: 01.10.2020).
9. Abdollahi K.K. Quantifying the Relative Ability of Tree Species in Intercepting and Removing Particle Pollution. Baton Rouge, 2000. 10 p. URL: https://researchgate.net (access date:01.06.2020).
10. Dineva S. Deposition of Calcium Oxalate Crystals and Tolerance of Deciduous Trees to Pollution // Journal of Applied Forest Ecology. 2019. Vol. 7, No. 1. P. 8–13. URL: www.researchgate.net (access date:13.04.2020).
11. Takhtadzhyan A.L., Zhilin S.G. Plant life: in 6 vol. Vol. 5: Flowering plants. Moscow: Prosveshchenie, 1981. P. 264–266.
12. Tolstikova T.N. Woody plants of Maikop. Maikop, 2012. 242 p.
13. Report on the environmental situation in the Republic of Adyghea for 2018–2020: the official website of the executive bodies of state power. URL: http://www.adygheya.ru (access date: 08.09.2020).
14. Chitao S.I., Chernyavskaya I.V. Study of laboratory and field methods of plant physiology: methodological developments in special practice. Maikop: Globus, 2008. 39 p.
15. Dospekhov B.A. Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results). 5th ed., enlarged and revised. Moscow: Agropromizdat. 1985. 351 p.
16. Thmislav B., Ledic A. Change of pigments content in needles of Pinus hallpensis Mill // Acta Biologica. 1992. No. 34. P. 71–77. URL: www.researchgate.net (access date: 23.08.2020).
17. Kostyuchenko R.N. Ecological and physiological mechanisms of adaptation of plants of the genus Salix in different habitat conditions of the middle taiga subzone: Diss. abstract for the Cand. of Biology degree. Omsk, 2009. 22 p.
18. Voskresenskaya O.L., Starikova E.A. Seasonal dynamics of the content of photosynthetic pigments in conifers // Natural Sciences. 2020. No. 2 (30). P. 32–42. URL: https://cyberleninka.ru (access date: 18.09. 2020).

18.09.2020).

19. Савинцева Л.С. Экологический анализ адаптивных механизмов растений в урбанизированной среде: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2015. 23 с.
20. Майдебура И.С. Влияние загрязнения воздушного бассейна города Калининграда на анатомо-морфологические и биохимические показатели древесных растений: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Калининград, 2006. 22 с.
21. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск: Наука, 1979. 280 с.
22. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. Киев: Наукова думка, 1978. 247 с.

19. Savintseva L.S. Ecological analysis of adaptive mechanisms of plants in the urbanized environment: Diss. abstract for the Cand. of Biology degree. Petrozavodsk, 2015. 23 p.
20. Maydebura I.S. The influence of air pollution in the city of Kaliningrad on the anatomical, morphological and biochemical parameters of woody plants: Diss. abstract for the Cand. of Biology degree. Kaliningrad, 2006. 22 p.
21. Nikolaevsky V.S. Biological bases of plant gas resistance. Novosibirsk: Nauka, 1979. 280 p.
22. Ilkun G.M. Air pollutants and plants. Kiev: Naukova Dumka, 1978. 247 p.