



- сахаридов бактерий рода *Azospirillum* // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2009. Т. 9, вып. 1. С. 36–41.
13. Бойко А. С., Смолькина О. Н., Федоненко Ю. П., Здоровенко Э. Л., Качала В. В., Коннова С. А., Игнатов В. В. Особенности структуры О-полисахаридов азоспирилл серогруппы I // Микробиология. 2010. Т. 79, № 2. С. 219–227.
14. Fedonenko Yu. P., Konnova O. N., Zdrovenko E. L., Konnova S. A., Zatonksy G. V., Shashkov A. S., Ignatov V. V., Knirel Y. A. Structural analysis of the O-polysaccharide from the lipopolysaccharide of *Azospirillum brasilense* S17 // Carbohydr. Res. 2008. Vol. 343. P. 810–816.
15. Алиева Д. Р., Бабаев Г. Г., Азизов И. В. Активность и изоферментный состав пероксидазы // Вісн. Дніпропетров. Ун-ту. Біологія. Медицина. 2010. Вип. 1, т. 1. С. 16–21.
16. Андреева В. А. Фермент пероксидаза : Участие в защитном механизме растений. М. : Наука, 1988. 128 с.
17. Хайруллин Р. М., Юсупова З. Р., Максимов И. В. Защитные реакции пшеницы при инфицировании грибными патогенами. 1. Взаимодействие анионных пероксидаз пшеницы с хитином и телиоспорами *Tilletia caries* // Физиология растений. 2000. Т. 47, № 1. С. 108–113.

УДК 616.9:616-07

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИММУНОДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В ЛАБОРАТОРНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ЧУМЫ И ТУЛЯРЕМИИ

О. А. Волох<sup>1</sup>, Е. М. Кузнецова<sup>1</sup>, А. А. Щербаков<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Российский научно-исследовательский институт «Микроб», Саратов

<sup>2</sup>Саратовский государственный аграрный университет



В работе представлены результаты анализа эффективности экспериментальных антителных диагностических препаратов для детекции чумного и туляремийного микробов методами иммунодиагностики. Экспериментальные диагностикумы получены на основе ряда антигенов внешней мембраны туляремийного (протективный антигенный комплекс) и чумного (солюбилизованные белки внешней мембраны и S-белок) микробов. Показано, что сконструированные иммуноглобулиновые чумные диагностикумы позволяют выявлять штаммы *Y.pestis* не зависимо от температуры культивирования и плазмидного профиля. Экспериментальные туляремийные диагностикумы позволяют выявлять бескапсульные штаммы *F.tularensis* и обладают высокой чувствительностью и специфичностью. Полученные данные свидетельствуют о перспективности использования разработанных экспериментальных диагностических препаратов.

**Ключевые слова:** *Yersinia pestis*, *Francisella tularensis*, антигены внешней мембраны, иммунодиагностические препараты.

### Assessment of Possibility of Use of the Experimental Immunodiagnostic Preparations in Laboratory Diagnostics of Plague and Tularemia

О. А. Voloh, Е. М. Kuznetsova, А. А. Shcherbakov

In work results of the analysis of efficiency experimental the antitelnykh of diagnostic preparations for detection of plague and tularemia my microbes by immunodiagnosics methods are presented. Experimental diagnosticum are received on the basis of a number of anti-genes of an external membrane of tularemia my (a protective anti-gene complex) and plague (solyubilizirovanny proteins of an external membrane and S-squirrels) microbes. It is shown that designed immunoglobulinovy plague diagnosticum allow to reveal strains of *Y.pestis* it isn't dependent

on temperature of cultivation and a plazmidny profile. Experimental tularemia my diagnosticum allow to reveal acapsular strains of *F.tularensis* and possess high sensitivity and specificity. The obtained data testify to prospects of use of the developed experimental diagnostic preparations.

**Key words:** *Yersinia pestis*, *Francisella tularensis*, anti-genes of an external membrane, immunodiagnostic preparations.

Разработка новых высокоспецифичных препаратов и эффективных методических подходов для диагностики чумы и туляремии является актуальной научно-практической задачей в связи с высокой эпидемической значимостью этих природно-очаговых инфекций.

У возбудителя чумы нельзя исключать возможность элиминации плазмид и, соответственно, изменения антигенного состава, а также сохранение атипичными штаммами способности вызывать инфекционный процесс, что снижает диагностическую ценность имеющихся препаратов, основанных на детекции видоспецифических, детерминируемых плазмидами антигенов чумного микроба. Кроме того, выращенные при 28°C клетки типичных штаммов чумного микроба не выявляются с помощью иммуноглобулиновых препаратов, полученных к капсульному антигену F1, поэтому требуется дополнительное время для культивирования подозрительных на чуму колоний при 37°C. В связи с этим остается актуальной проблема разработки



новых диагностических средств, основанных на имеющих хромосомную детерминацию антигенах чумного микроба, которыми являются такие поверхностные антигены, как мембранные белки и S-слой. Мембранные антигены могут стать весьма перспективными маркерами специфичности чумного микроба [1, 2]. Локализация мембранных антигенов клеточной стенки, выявленная на ультраструктурном уровне с помощью иммуноэлектронно-микроскопических методов, показала высокую степень концентрации данных антигенов в составе возбудителя чумы (как на цитоплазматической мембране, так и на внешней поверхности клеточной стенки) [3]. В состав структуры S-слоя у чумного микроба входит гликопротеид (S-белок), обладающий высокой иммунобиологической активностью [4].

Несмотря на интенсивное изучение комплексных антигенов внешней мембраны (ВМ) *Francisella tularensis*, последние 20 лет интерес к ним не ослабевает [5, 6]. Поверхностное расположение и иммунохимическая активность подобных антигенных комплексов обуславливает перспективность создания на их основе иммунодиагностических тест-систем для детекции возбудителя туляремии и специфических антител [7]. Перспективным для практического применения в иммунодиагностике туляремии является протективный антигенный комплекс (ПАК), который представляет собой белково-липидно-полисахаридный комплекс ВМ клеток возбудителя туляремии, на 65% состоящий из белка [8]. Простота получения, локализация на поверхности бактериальной клетки, антигенная активность данного комплекса позволяют рассматривать его в качестве основы для создания специфичных препаратов для иммунодиагностики туляремии.

Учитывая актуальность совершенствования имеющихся и разработки новых препаратов для экспресс-диагностики возбудителей особо опасных инфекций, нами была проведена оценка возможности использования ПАК туляремийного микроба, солюбилизованных белков внешней мембраны (сБВМ) и S-белка чумного микроба для конструирования на их основе экспериментальных диагностических препаратов.

#### Материалы и методы

В работе использовали препарат протективного антигенного комплекса, полученный из клеток штамма *F. tularensis* 15 НИИЭГ [8]. Поликлональные антительные препараты – иммуноглобулины к ПАК (Ig «ПАК») – получали по описанной ранее методике [9] и использовали для конструирования экспериментальной

иммуноферментной тест-системы, латексного диагностикума и получения ФИТЦ-конъюгатов иммуноглобулинов для метода флуоресцирующих антител (МФА).

Способ получения белка S-слоя чумного микроба был представлен ранее [10]. На основе препарата S-белка, полученного из бесплазмидного штамма *Y. pestis* KM218, и высокоактивных кроличьих иммуноглобулинов к нему были сконструированы экспериментальные диагностикумы для дот-иммуноанализа (ДИА) и иммуносупензионного анализа (РЛА на стекле и в микропланшетах).

Солюбилизованные белки внешней мембраны (сБВМ) получали из штамма *Y. pestis* EV по описанной ранее методике [2]. На основе препарата сБВМ и специфических поликлональных кроличьих сывороток к нему были получены экспериментальные серии чумного эритроцитарного диагностикума для РПГА и люминесцирующих иммуноглобулинов для МФА. Методики получения эритроцитарных диагностикумов и люминесцирующих иммуноглобулинов описаны ранее [11–13].

Экспериментальная гипериммунная сыворотка к S-белку использовалась для постановки реакции слайд-агглютинации. Носителями для латексного диагностикума были отечественные полистирольные латексы марки М100 с карбоксильными группами и размером частиц 1,0 мкм, концентрация активного компонента (иммуноглобулинов) в системе составила 100 мкг/мл. Иммуносупензионные диагностикумы консервировали мертиолятом натрия и хранили при +4 °С.

Флуоресцентную метку экспериментальных поликлональных иммуноглобулинов к антигенам чумного или туляремийного микробов осуществляли по методу J. D. Marshall et. al [14]. Рабочее разведение экспериментальных препаратов, которое обеспечивает специфическое свечение детектируемого возбудителя (*F. tularensis* или *Y. pestis*) интенсивностью не менее чем на 3 креста, подбирали опытным путём.

#### Результаты и их обсуждение

Нами были получены экспериментальные иммуноглобулиновые диагностикумы для детекции чумного и туляремийного микробов, проведен анализ их чувствительности и специфичности.

#### *Экспериментальные иммунодиагностикумы для детекции чумного микроба*

Поликлональные гипериммунные кроличьи сыворотки к препаратам мембранных белков



не содержали антител к капсульному антигену F1, характеризовались высокими значениями титра антител к гомологичному антигену, достигающим в РПГА от  $1:1,2 \cdot 10^4$  до  $1:2,5 \cdot 10^5$  в постановке реакции с экспериментальным диагностиком эритроцитарным антигенным на основе мембранных белков чумного микроба и  $1:128$  в реакции двойной иммунодиффузии по Оухтерлони. Экспериментальные серии диагностикума чумного эритроцитарного антигенного обладали специфической активностью в РПГА с поликлональными сыворотками к сБВМ в титрах от  $1:16000$  до  $1:128000$ , с коммерческими сыворотками к чумному микробу – в пределах от  $1:1600$  до  $1:4000$ . Диагностикум не выявлял антитела в гетерологичных сыворотках (туляремиальных, сальмонеллезных, к кишечной палочке). Однако определялись антитела в сыворотках ко II и V сероварам псевдотуберкулезного микроба в разведении  $1:200$ .

Экспериментальный диагностикум эритроцитарный иммуноглобулиновый на основе поликлональных антител к солюбилизованным белкам внешней мембраны выявлял в РПГА культуры штаммов чумного микроба, выращенные при  $37^\circ\text{C}$  и  $28^\circ\text{C}$  в разных концентрациях. Эта закономерность была подтверждена при постановке серологических реакций на 38 штаммах чумного микроба. Чувствительность диагностикума для  $28^\circ\text{C}$  культур чумного микроба составляла  $3,1\text{--}6,2 \cdot 10^7$  м.к./мл. В таких же концентрациях определялись и 10 исследованных штаммов, выращенных при  $37^\circ\text{C}$ , остальные культуры (28 штаммов) выявлялись в более высоких концентрациях от  $1,2 \cdot 10^8$  до  $9,6 \cdot 10^8$  м.к./мл. Аналогичные результаты были получены при использовании в ИФА экспериментальных пероксидазных конъюгатов иммуноглобулинов к сБВМ. В частности, при постановке ИФА на модели 30 штаммов *Y. pestis* было установлено, что культуры, выращенные при  $28^\circ\text{C}$ , выявлялись в концентрациях от  $3 \cdot 10^5$  до  $6,0 \cdot 10^6$  м.к./мл, а  $37^\circ\text{C}$  культуры – в концентрациях от  $1,2 \cdot 10^6$  до  $7,0 \cdot 10^7$  м.к./мл. Это снижение чувствительности экспериментальных диагностиков может быть связано с экранированием мембранных белков капсульным антигеном F1 чумного микроба, который синтезируется при  $37^\circ\text{C}$ . Специфичность экспериментальных иммуноглобулиновых диагностиков (эритроцитарного и иммуноферментного) составляла 100% при концентрации  $10^9$  м.к./мл для штаммов *Shigella sonnei*, *Salmonella typhi abdominalis*, *Eshcherichia coli*, *Vibrio cholerae*, *Y. enterocolitica*, для

штаммов *Y. pseudotuberculosis* II и V сероваров – при концентрации  $10^8$  м.к./мл.

Было установлено, что штаммы чумного микроба выявлялись методом флуоресцирующих антител экспериментальными ФИТЦ-конъюгатами на основе иммуноглобулинов к сБВМ вне зависимости от температуры выращивания и наличия собственных плазмид. Данные препараты не выявляли штаммы сальмонелл, шигелл, холерных вибрионов, кишечной палочки и других представителей семейства энтеробактерий, кроме штаммов II и V сероваров псевдотуберкулезного микроба. В последнем случае отмечалось менее интенсивное свечение (на 2 «+») по сравнению с реакцией на клетки чумного микроба (3–4 «+»).

Чувствительность экспериментального диагностикума на основе поликлональных кроличьих иммуноглобулинов к белку S-слоя чумного микроба для ДИА (рабочее разведение  $1:10000$ ) составила  $10^4$  м.к./мл клеток *Y. pestis* независимо от их плазмидного профиля. Специфичность составляла 100 % при концентрации *Y. pseudotuberculosis*  $10^8$  м.к./мл, а для клеток *Y. enterocolitica* и других видов семейства Enterobacteriaceae (*Klebsiella pneumoniae*, *Shigella sonnei*, *Sh. flexneri*, *Salmonella typhi abdominalis*, *S. paratyphi*, *Eshcherichia coli*) –  $10^9$  м.к./мл и выше.

При разработке иммуносуспензионного диагностикума на основе поликлональной сыворотки к S-белку на первом этапе проводили реакцию слайд-агглютинации на стекле. Была отмечена специфическая положительная реакция (на 3–4 «+») сыворотки в рабочем разведении  $1:100$  через 2–4 мин при анализе колоний изогенной системы штаммов чумного микроба, полученной на основе вакцинного, а также колоний *Y. pestis* EV 11M, характеризующегося S-формой ЛПС. Температура культивирования исследуемых штаммов не влияла на эффективность реакции агглютинации. На следующем этапе был получен экспериментальный латексный диагностикум на основе иммуноглобулинов к S-белку чумного микроба. Проведенный анализ специфической активности показал, что при постановке РЛА на стекле клетки чумного микроба (эмульгированная в капле 0,86% раствора NaCl колония) агглютинировались через 2–3 мин, агглютинация клеток *Y. pseudotuberculosis* происходила через 6–7 мин и была менее интенсивной (на 2–3 «+»), клетки *Y. enterocolitica* не агглютинировались. Экспериментальный антительный латексный диагностикум в РЛА микрометодом выявлял



клетки *Y. pestis* в концентрации  $10^5$  м.к./мл, клетки *Y. pseudotuberculosis* I–III серотипов в концентрации  $10^8$  м.к./мл, а IV–VI серотипов –  $10^9$  м.к./мл, клетки *Y. enterocolitica* не агглютинировались.

#### **Экспериментальные иммунодиагностикумы для детекции туляремийного микроба**

Использование экспериментального туляремийного латексного диагностикума в реакции агглютинации на стекле позволило выявлять штаммы с  $\text{Cap}^+$ -фенотипом (*F. tularensis* 15 НИИЭГ, 503/840, А-61, В399 А`Cole, Miura) и бескапсульные штаммы (*F. tularensis* КМ9 и LVS  $\text{Cap}^-$ ). Последние не взаимодействовали с туляремийными диагностикумами в системе РНГА и РНАт, что согласуется с литературными данными [15]. Чувствительность РЛА микрометодом для  $\text{Cap}^+$  штаммов *F. tularensis* составила в среднем  $5 \times 10^6$  м.к./мл, для  $\text{Cap}^-$  штаммов –  $10^7$  м.к./мл. Учет результатов реакции латекс-агглютинации микрометодом и на стекле проводился в течение 1–3 мин.

Для детекции возбудителя туляремии методом иммуноферментного анализа была сконструирована экспериментальная тест-система на основе Ig «ПАК» для постановки ИФА (при количестве проб больше 20) и ДИА (при количестве проб меньше 20). Ее чувствительность анализировали на расширенной панели штаммов *F. tularensis* разных подвидов и биоваров (50 штаммов): *F. tularensis* subsp. *holarctica* (28 штаммов), в том числе бескапсульных штаммов (LVS  $\text{Cap}^-$  и КМ9  $\text{Cap}^-$ ); *F. tularensis* subsp. *nearctica* (9 штаммов); *F. tularensis* subsp. *mediasiatica* (11 штаммов); *F. tularensis* subsp. *novicida* (2 штамма). В среднем этот показатель составил в ИФА  $(3,2 \pm 0,3) \times 10^5$  м.к./мл, в ДИА –  $(6,5 \pm 0,4) \times 10^5$  м.к./мл. В качестве препарата сравнения был использован набор реагентов экспериментальной тест-системы диагностической для выявления возбудителя туляремии в иммуноферментном анализе производства ФКУЗ СтавНИПЧИ Роспотребнадзора «ИФА-Тул-СтавНИПЧИ» (серия 8–10). Специфическая активность препарата сравнения «ИФА-Тул-СтавНИПЧИ» составила  $5,0 \times 10^6$  м.к./мл при заявленной чувствительности  $1,0 \times 10^6$  м.к./мл.

Специфичность разработанной экспериментальной ИФА (ДИА) тест-системы составила 100% при концентрации гетерологичных штаммов  $10^8$  м.к./мл (*Y. pestis* – 8 штаммов, *Y. pseudotuberculosis* – 7 штаммов, *Y. enterocolitica* – 2 штамма, *Sh. flexneri* – 2 штамма, *E. coli* – 2 штамма, *S. typhi abdominalis*, *S. paratyphi*, *Brucella abortus* 19ВА). Специфичность

коммерческой тест-системы составила 100% при концентрации гетерологичных штаммов  $1,0 \times 10^8$  м.к./мл, что соответствует заявленному производителем показателю.

Нами были получены ФИТЦ-конъюгаты на основе антительных препаратов к ПАК туляремийного микроба. При постановке МФА с использованием экспериментальных препаратов было отмечено специфическое свечение возбудителя в мазках-отпечатках органов зараженных вирулентными штаммами *F. tularensis* разных подвидов белых мышей на 3 креста. Была выявлена высокая активность данных экспериментальных флуорохромных конъюгатов, сравнивая с коммерческим диагностикумом (ИДТЛ, производство НИИЭМ им. Н. Ф. Гамалеи).

Экспериментальные иммуноферментные иммуноглобулиновые тест-системы (чумная и туляремийная) применялись также для определения динамики синтеза соответствующих антигенов (S-белка и ПАК) при культивировании штаммов-продуцентов на этапах выделения, очистки и концентрирования, что может в дальнейшем использоваться в биотехнологической схеме получения и контроля свойств этих антигенов.

Таким образом, проведенные исследования чувствительности и специфичности экспериментальных диагностических препаратов для детекции чумного и туляремийного микробов показали перспективность использования поверхностных антигенов – ПАК туляремийного микроба, солюбилизированных белков внешней мембраны и S-белка чумного микроба, и специфических антител к ним для конструирования диагностических препаратов. Адсорбция сывороток к антигенам чумного микроба (сБВМ, S-белок) клетками *Y. pseudotuberculosis* позволит повысить специфичность экспериментальных иммуноглобулинов и конструируемых на их основе диагностикумов. Представленные в работе экспериментальные антительные диагностикумы к поверхностным антигенам чумного и туляремийного микробов могут использоваться для детекции возбудителей этих инфекций. Вопрос о перспективах внедрения сконструированных диагностических препаратов в практику должен быть решен после проведения расширенных испытаний и с участием специалистов эпидемиологического профиля.

#### **Список литературы**

1. Тихомирова Е. И., Заднова С. П., Волох О. А., Карпунина Л. В., Щербаков А. А. Лектин вакцинного штамма *Y. pestis* EV и изучение его иммунобиологических



- свойств // Журн. микробиол. эпидемиол. и иммунобиол. 2003. № 1. С. 51–55.
- Щербаков А. А., Кондрашин Ю. И., Анисимов П. И. Антигенная активность белков внешней мембраны *Yersinia pestis* EV // Журн. микробиол. эпидемиол. и иммунобиол. 1983. № 3. С. 21–24.
  - Кутырев В. В., Коннов Н. П., Волков Ю. П. Возбудитель чумы : ультраструктура и локализация в переносчике. М., 2007. 224 с.
  - Antonova O. A., Dyatlov I. A., Konnov N. P., Anisimov A. P. Isolation and characterization of the novel surface glycoprotein from *Yersinia pestis* // *Medische Microbiologie : 7<sup>th</sup> Intern. Congr. on Yersinia, Nijmegen*. 1998. Vol. 6. Suppl. II. S. 30.
  - Хлебников В. С., Головлев И. Р., Кулевацкий Д. П., Аверин С. Ф., Пишиков С. Ю., Тохтамышева Н. В., Жемчугов В. Е., Сафонова Л. А., Герасимов В. Н., Чугунов А. М., Ветчинин С. С., Галактионов В. Г., Афанасьев С. С. Изучение биохимических, антигенных и протективных свойств внешней мембраны возбудителя туляремии // Молекулярная генетика, микробиол. и вирусол. 1991. № 7. С. 15–20.
  - Kilmury S. L., Twine S. M. The *Francisella tularensis* proteome and its recognition by antibodies // *Frontiers in Microbiology*. 2011. Vol. 1, art. 143. P. 1–22.
  - Splettstoesser W. D., Tomaso H., Dahouk S. Al., Neubaue H., Schuff-Werner P. Diagnostic procedures in tularemia with special focus on molecular and immunological techniques // *J. Vet. Med.* 2005. Vol. 52. P. 249–261.
  - Кузнецова Е. М., Волох О. А., Смолькова Е. А., Щуковская Т. Н., Шепелёв И. А., Авдеева Н. Г., Кравцов А. Л., Никифоров А. К. Иммунобиологические свойства антигенных комплексов туляремийного микроба // Проблемы особо опасных инфекций. 2011. Вып. 3(109). С. 46–49.
  - Храмкова (Кузнецова) Е. М., Волох О. А., Шепелёв И. А., Еремин С. А., Дятлов И. А. Использование «С»-комплекса туляремийного микроба для создания диагностических тест-систем // Биотехнология. 2007. № 2. С. 72–77.
  - Дятлов И. А., Волох О. А. Получение S-слоя чумного микроба и возможности его применения // Биотехнология. 2004. № 1. С. 20–25.
  - Анисимов П. И., Щербаков А. А., Веренков М. С., Кокушкин А. М., Коннов Н. П., Девдариани З. Л. Люминесцирующие иммуноглобулины к мембранным белкам чумного микроба // Вопросы генетики, молекулярной биологии и микробиологии чумы и холеры. Саратов, 1985. С. 49–53.
  - Щербаков А. А., Анисимов П. И., Кондрашин Ю. И., Солодовникова Т. Н. Диагностический эритроцитарный антигенный на основе мембранных белков чумного микроба // Генетика и микробиология природноочаговых инфекций. Саратов, 1984. С. 22–27.
  - Щербаков А. А., Анисимов П. И., Солодовников Н. С., Топорков В. П., Заднова С. П. О возможности использования иммуноглобулинов к мембранным белкам для обнаружения чумного микроба // Вопросы природной очаговости и эпидемиологии особо опасных инфекций. Саратов, 1985. С. 9–16.
  - Marshall J. D., Eveland W. C., Smith C. W. Superiority of fluorescein isothiocyanate (Riggs) for fluorescent-antibody technic with a modification of its application // *Proc. Soc. Exp. Biol. and Med.* 1958. Vol. 98, № 4. P. 898–900.
  - Павлович Н. В., Мишанькин Б. Н., Данилевская Г. И., Ходова В. А., Рыжкова В. В., Цимбалистова М. И., Сухарь В. В. Получение бескапсульных вариантов *Francisella tularensis* // Журн. микробиол. эпидемиол. и иммунобиол. 1993. № 2. С. 7–11.

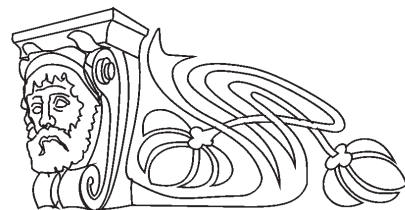
УДК 581.93

## ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ФЛОРЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ БАСЕЙНА РЕКИ ТОМИ

С. А. Шереметова

Институт экологии человека Сибирского отделения РАН, Кемерово  
E-mail: ssheremetova@rambler.ru

На основе анализа ареалов видов сосудистых растений приводится схема географической структуры флоры бассейна реки Томи. Показано, что флора бассейна реки Томи гетерогенна и образована элементами различного географического происхождения. В составе флоры преобладают виды, ареалы которых не выходят за пределы Евразии, а эндемичные и субэндемичные виды представлены незначительным количеством (51 вид из 1322). Проведён сравнительный анализ флор 22 модельных бассейнов, притоков реки Томи. Отмечены особенности географических связей флоры исследуемой территории.



**Ключевые слова:** флора, географический анализ, ареалы, хорология, элементы, эндемичные виды, река Томь.

### Geographical Structure of the Flora of Vascular Plants of River Tom Basin

S. A. Sheremetova

On the basis of the analysis of areas of species of vascular plants the scheme of geographical structure of flora of a river basin of