



Игорь Степанович Кулаев

30 октября 2013 г. на 84-м году жизни после тяжелой болезни ушел из жизни Игорь Степанович Кулаев, член-корреспондент РАН, профессор кафедры молекулярной биологии биологического факультета МГУ, создатель и многолетний руководитель лаборатории регуляции биохимических процессов Института биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрябина РАН.

Игорь Степанович родился в Москве, окончил в 1953 г. Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, кафедру биохимии растений (с 1972 г. – кафедра молекулярной биологии), возглавляемую его учителем академиком А.Н. Белозерским, потом и аспирантуру этой кафедры, а затем стал профессором этой кафедры. С 1956 г. Игорь Степанович работал в Институте биохимии РАН им. А.Н. Баха, позже в Институте биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрябина РАН. В декабре 1987 г. он был избран членом-корреспондентом РАН по специальности «биохимия».

Игорь Степанович стоял у истоков развития биохимии и молекулярной биологии микроор-

ганизмов в нашей стране. Его работы в этой области получили широкое признание в нашей стране и за рубежом. Созданная им лаборатория регуляции биохимических процессов в ИБФМ РАН в Пушкино работает уже более сорока лет. И.С. Кулаев был создателем и признанным лидером одной из крупных научных школ биохимиков России, сложившейся в 60–70-е годы прошлого столетия, когда студенты и аспиранты МГУ, выполнявшие свои научные работы под руководством И.С. Кулаева, продолжали затем свои исследования в двух крупнейших научных центрах России – на кафедре молекулярной биологии МГУ и в Институте биохимии и физиологии микроорганизмов Пушкинского центра биологических исследований РАН.

В своих исследованиях И.С. Кулаев сохранял и развивал традиции, заложенные в Московском университете основателями российской биохимии и молекулярной биологии – академиками А.И. Опаринным и А.Н. Белозерским: эволюционный подход к проблемам жизнедеятельности клетки и оценка биохимических явлений с точки зрения приспособления организмов к

постоянно изменяющимся условиям окружающей среды. Вопросы эволюционной биохимии, происхождения жизни и эндосимбиотической теории происхождения эукариотических клеток всегда находились в русле научных интересов И.С. Кулаева.

Приоритетный цикл работ Игоря Степановича и руководимого им коллектива выполнен по локализации, метаболизму и физиологической роли неорганических полифосфатов у микроорганизмов, находящихся на разных стадиях эволюционного развития. В результате были сформулированы крупные обобщения по эволюции биоэнергетических систем. Открыты новые пути биосинтеза и использования энергии полифосфатов в клетках микроорганизмов, выделены и охарактеризованы ранее неизвестные ферменты обмена полифосфатов, занесенные в Международную номенклатуру ферментов, установлена регуляторная роль полифосфатов в биосинтезе гликопротеинов, антибиотиков и алкалоидов.

Фундаментальные исследования по биогенезу и деградации отдельных компонентов клеточной стенки грибов и дрожжей позволили разработать биотехнологию промышленного получения целлюлаз, ксиланаз, пектиназ, инвертазы. У бактерий рода *Lysobacter* открыт новый мультиферментный комплекс, обладающий бактериолитической активностью, и получен ферментный препарат лизоамидаза, не имеющий аналогов ни в России, ни за рубежом. Этот бактерицидный препарат эффективно действует против устойчивых к антибиотикам патогенных бактерий и успешно применяется в медицинской

практике для лечения ран, ожогов, стоматологических и гинекологических заболеваний.

Работы И.С. Кулаева получили широкое международное признание. Лауреат Нобелевской премии А. Корнберг (Стенфордский университет, США) писал, что труды И.С. Кулаева по полифосфатам обеспечили расцвет этой области исследований.

Труды И.С. Кулаева внесли большой вклад и стимулировали развитие в мировой науке таких направлений, как исследование функций и метаболизма полифосфатов, участие белков в молекулярной организации и биогенезе клеточной стенки дрожжей, использование бактериолитических ферментов в медицине и ветеринарии.

Широкую известность среди специалистов получила монография И.С. Кулаева «Биохимия неорганических полифосфатов» (изд. МГУ, 1975), которая также была опубликована на английском языке в 1979 г. издательством Wiley & Sons, а затем переиздана в 2004 г. в этом же издательстве и в 2005 г. — на русском языке.

Игорь Степанович обладал большой доброжелательностью и добротой. Эти качества, а также большое личное обаяние привлекали к нему людей. Он очень тепло и заботливо относился ко всем окружающим, и они отвечали ему тем же. Его высочайшая эрудиция, широта научного поиска, его уроки настоящего отношения к науке навсегда останутся в памяти учеников и коллег.

Уход Игоря Степановича из жизни является огромной утратой для всех, кто его знал и любил, и большой потерей для отечественной науки.

Сотрудники ИБФМ РАН и кафедры молекулярной биологии биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, ученики

Книги и обзоры

1. И.С. Кулаев, Биохимия высокомолекулярных полифосфатов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1975.
2. I.S. Kulaev, Biochemistry of Inorganic Polyphosphates. Reviews of physiology biochemistry and pharmacology 73, 131-158 (1975).
3. I.S. Kulaev, V.M. Vagabov, T.V. Kulakovskaya, The Biochemistry of Inorganic Polyphosphates. Chichester, Wiley, 1979; 2004.
4. Kulaev, IS; Vagabov, VM, Polyphosphate Metabolism in Microorganisms. Advances in microbial physiology 24, 83-171 (1983).
5. I.S. Kulaev, T.V. Kulakovskaya, N.A. Andreeva, L.P. Lichko, Metabolism and Function of Polyphosphates in Bacteria and Yeast. In: Inorganic Polyphosphates (Eds. H.C. Schröder, W.E.G. Müller), Progress in Molecular and Subcellular Biology, Berlin, Heidelberg: Springer, 23, 27-43 (1999).
6. I. Kulaev, V. Vagabov, T. Kulakovskaya, New aspects of inorganic polyphosphate metabolism and function. Journal of bioscience and bioengineering 88(2), 111-129 (1999).
7. I. Kulaev, T. Kulakovskaya, Polyphosphate and phosphate pump. ANNUAL REVIEW OF MICROBIOLOGY 54, 709-734 (2000).
8. И.С. Кулаев, В.М. Вагабов, Т.В. Кулаковская, Высокомолекулярные неорганические полифосфаты: биохимия, клеточная биология, биотехнология. М.: Науч. мир, 2005

Наиболее цитируемые статьи

1. KULAEV, IS; BELOZERSKII, AN.
IZUCHENIEPRIPOMOSHCHIP32 FIZIOLOGICHESKOIROLIPOLIFOSFATOVVPROTSESSERAZVITIIA ASPERGILLUS NIGER.
BIOKIMIYA (MOSCOW, RUSSIA) 22(3), 587 (1957)
2. BELOZERSKII, A N; KULAEV, I S.
POLIFOSFATYIIKHZNACHENIEDLIAPROTSESSOVRAZVITIIA ASPERGILLUS NIGER.[POLYPHOSPHATES AND THEIR SIGNIFICANCE IN THE DEVELOPMENT OF ASPERGILLUS NIGER]
BIOKIMIYA (MOSCOW, RUSSIA) 22(1-2), 29 (1957) [BIOCHEMISTRY-MOSCOW 22(1-2), 27 (1957)]
3. KULAEV, IS; BELOZERSKII, AN; KRITSKII, MS; KOKURINA, NA.
POLYPHOSPHATES IN THE THALLI OF CHAMPIGNONS AND MORELS
DOKLADY AKADEMII NAUK SSSR 130(3), 667 (1960)
4. KULAEV, IS; OSTROVSKII, DN; BELOZERSKII, AN.
STUDY OF ACID-SOLUBLE PHOSPHORUS COMPOUNDS OF PENICILLIUM CHRYSOGENUM Q-176 WHEN CULTIVATED IN DIFFERENT CONDITIONS
BIOCHEMISTRY-MOSCOW 26(1), 164 (1961)
5. KULAEV, I. S.; KRASHENINNIKOV, I. A.; KOKURINA, N. K..
O LOKALIZATSIINEORGANICHESKIKHPOLIFOSFATOVINUKLEOTIDOV V MITSELIINEUROSPORACRASSA [ON LOCALIZATION OF INORGANIC POLYPHOSPHATES AND NUCLEOTIDES IN MYCELIUM OF NEUROSPORA CRASSA]
BIOKIMIYA 31((4)), 850 (1966) [BIOCHEMISTRY-MOSCOW 31(8), 732 (1966)]
6. KULAEV I S; SHIMONA O; BOBYK M A.
BIOSYNTHESIS OF INORGANIC POLY PHOSPHATES IN NEUROSPORA-CRASSA ADP ATP ENZ ALDOLASE ENZ DEHYDROGENASE
BIOKIMIYA 33(3), 419 (1968)
7. KULAEV, IS; BOBYK, MA; NIKOLAEV, NN; SERGEEV, NS; URYSON, SO.
POLYPHOSPHATE-SYNTHESIZING ENZYMES OF SOME FUNGI AND BACTERIA
BIOKIMIYA 36(5), 943 (1971)

8. KULAEV, IS; KONOSHEN.GI.
DEMONSTRATION AND SOME PROPERTIES OF POLYPHOSPHATASES OF NEUROSPORA-CRASSA
HYDROLIZING INORGANIC POLYPHOSPHATES TO ORTHOPHOSPHATES
BIOKHIMIYA 36(6), 1175 (1971)
9. KULAEV, IS; KONOSHEN.GI; UMNOV, AM.
LOCALIZATION OF POLYPHOSPHATASES HYDROLYZING POLYPHOSPHATES TO ORTHOPHOSPHATES IN
SUBCELLULAR STRUCTURES NEUROSPORA-CRASSA
BIOKHIMIYA 37(1), 227 (1972)
10. NESMEYANOVA, MA; DMITRIEV, AD; KULAEV, IS.
HIGH MOLECULAR POLYPHOSPHATES AND ENZYMES OF POLYPHOSPHATE METABOLISM DURING
GROWTH OF ESCHERICHIA-COLI
MIKROBIOLOGIYA 42(2), 213 (1973)
11. NESMEYANOVA, MA; DMITRIEV, AD; KULAEV, IS.
REGULATION OF ENZYMES OF PHOSPHORUS-METABOLISM AND POLYPHOSPHATE LEVEL BY
EXOGENOUS ORTHOPHOSPHATE IN ESCHERICHIA-COLI K-12
MIKROBIOLOGIYA 43(2), 227 (1974)
12. MANSUROVA, SE; SHAKHOV, YA; BELYAKOVA, TN; KULAEV, IS.
SYNTHESIS OF INORGANIC PYROPHOSPHATE BY ANIMAL TISSUE MITOCHONDRIA
FEBS LETTERS 55(1), 94 (1975)
13. OKOROKOV, LA; LICHKO, LP; KADOMTSEVA, VM; KHOLODENKO, VP; TITOVSKY, VT; KULAEV, IS.
ENERGY-DEPENDENT TRANSPORT OF MANGANESE INTO YEAST-CELLS AND DISTRIBUTION OF
ACCUMULATED IONS
EUROPEAN JOURNAL OF BIOCHEMISTRY 75(2), 373 (1977)
14. MANSUROVA, SE; SHAKHOV, YA; KULAEV, IS.
MITOCHONDRIAL PYROPHOSPHATASE IS A COUPLING FACTOR OF RESPIRATION AND PYROPHOSPHATE
SYNTHESIS
FEBS LETTERS 74(1), 31 (1977)
15. LICHKO, LP; OKOROKOV, LA; KULAEV, IS.
ROLE OF VACUOLAR ION POOL IN SACCHAROMYCES-CARLSBERGENSIS - POTASSIUM EFFLUX FROM
VACUOLES IS COUPLED WITH MANGANESE OR MAGNESIUM INFLUX
JOURNAL OF BACTERIOLOGY 144(2), 666-671 (1980)
16. OKOROKOV, LA; LICHKO, LP; KULAEV, IS.
VACUOLES - MAIN COMPARTMENTS OF POTASSIUM, MAGNESIUM, AND PHOSPHATE IONS IN
SACCHAROMYCES-CARLSBERGENSIS CELLS
JOURNAL OF BACTERIOLOGY 144(2), 661-665 (1980)
17. ERMAKOVA, SA; MANSUROVA, SE; KALEBINA, TS; LOBAKOVA, ES; SELYACH, IO; KULAEV, IS.
ACCUMULATION OF PYROPHOSPHATE AND OTHER ENERGY-RICH PHOSPHORUS-COMPOUNDS UNDER
VARIOUS CONDITIONS OF YEAST GROWTH
ARCHIVES OF MICROBIOLOGY 128(4), 394-397 (1981)
18. NESMEYANOVA, MA; MOTLOKH, OB; KOLOT, MN; KULAEV, IS.
MULTIPLE FORMS OF ALKALINE-PHOSPHATASE FROM ESCHERICHIA-COLI-CELLS WITH REPRESSED AND
DEREPRESSED BIOSYNTHESIS OF THE ENZYME
JOURNAL OF BACTERIOLOGY 146(2), 453-459 (1981)
19. OKOROKOV, LA; KULAKOVSKAYA, TV; KULAEV, IS.
SOLUBILIZATION AND PARTIAL-PURIFICATION OF VACUOLAR ATPASE OF YEAST SACCHAROMYCES-
CARLSBERGENSIS
FEBS LETTERS 145(1), 160-162 (1982)

20. LICHKO, LP; OKOROKOV, LA; KULAEV, IS.
PARTICIPATION OF VACUOLES IN REGULATION OF LEVELS OF K⁺, MG²⁺ AND ORTHO-PHOSPHATE IONS
IN CYTOPLASM OF THE YEAST SACCHAROMYCES-CARLSBERGENSIS
ARCHIVES OF MICROBIOLOGY 132(3), 289-293 (1982)
21. STEPNAJA O A; SEVERIN A I; KULAEV I S.
SOME PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF LYTIC PROTEINASE L-2 OF THE ENZYMATIC PREPARATION OF
BACTERIAL LYSOAMIDASE PSEUDOMONADACEAE
BIOKHEMIYA 51(6), 909 (1986) [BIOCHEMISTRY-MOSCOW 51(6), 777-783 (1986)]
22. STEPNAJA O A; SEVERIN A I; KULAEV I S.
BACTERIOLYTIC ENZYMES FROM THE PREPARATION OF LYSOAMIDASE ISOLATED FROM BACTERIA OF
THE PSEUDOMONADACEAE FAMILY
BIOKHEMIYA 51(7), 1117 (1986) [BIOCHEMISTRY-MOSCOW 51(7), 954-960 (1986)]
23. LUPASHIN, VV; KONONOVA, SV; RATNER, YN; TSIOMENKO, AB; KULAEV, IS.
IDENTIFICATION OF A NOVEL SECRETED GLYCOPROTEIN OF THE YEAST SACCHAROMYCES-CEREVISIAE
STIMULATED BY HEAT-SHOCK
YEAST 8(3), 157-169 (1992)
24. LORENZ, B; MULLER, WEG; KULAEV, IS; SCHRODER, HC.
PURIFICATION AND CHARACTERIZATION OF AN EXOPOLYPHOSPHATASE FROM SACCHAROMYCES-
CEREVISIAE
JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY 269(35), 22198-22204 (1994)
25. ANDREEVA, NA; KULAKOVSKAYA, TV; KULAEV, IS.
PURIFICATION AND PROPERTIES OF EXOPOLYPHOSPHATASE ISOLATED FROM SACCHAROMYCES
CEREVISIAE VACUOLES
FEBS LETTERS 429(2), 194-196 (1998)
26. LICHKO, L; KULAKOVSKAYA, T; KULAEV, I.
MEMBRANE-BOUND AND SOLUBLE POLYPHOSPHATASES OF MITOCHONDRIA OF SACCHAROMYCES
CEREVISIAE: IDENTIFICATION AND COMPARATIVE CHARACTERIZATION
BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA-BIOMEMBRANES 1372(2), 153-162 (1998)
27. KULAKOVSKAYA, TV; ANDREEVA, NA; KARPOV, AV; SIDOROV, IA; KULAEV, IS.
HYDROLYSIS OF TRIPOLYPHOSPHATE BY PURIFIED EXOPOLYPHOSPHATASE FROM SACCHAROMYCES
CEREVISIAE CYTOSOL: KINETIC MODEL
BIOCHEMISTRY-MOSCOW 64(9), 990-993 (1999)
28. VAGABOV, VM; TRILISENKO, LV; KULAEV, IS.
DEPENDENCE OF INORGANIC POLYPHOSPHATE CHAIN LENGTH ON THE ORTHOPHOSPHATE CONTENT
IN THE CULTURE MEDIUM OF THE YEAST SACCHAROMYCES CEREVISIAE
BIOCHEMISTRY-MOSCOW 65(3), 349-354 (2000)
29. KULAEV, IS; VAGABOV, VM; KULAKOVSKAYA, TV; LICHKO, LP; ANDREEVA, NA; TRILISENKO, LV.
THE DEVELOPMENT OF A. N. BELOZERSKY'S IDEAS IN POLYPHOSPHATE BIOCHEMISTRY
BIOCHEMISTRY-MOSCOW 65(3), 271-278 (2000)
30. ANDREEVA, NA; KULAKOVSKAYA, TV; KULAEV, IS.
TWO EXOPOLYPHOSPHATASES OF THE CYTOSOL OF THE YEAST S-CEREVISIAE: COMPARATIVE
CHARACTERISTICS
BIOCHEMISTRY-MOSCOW 66(2), 147-153 (2001)
31. TRILISENKO, LV; VAGABOV, VM; KULAEV, IS.
THE CONTENT AND CHAIN LENGTH OF POLYPHOSPHATES FROM VACUOLES OF SACCHAROMYCES
CEREVISIAE VKM Y-1173
BIOCHEMISTRY-MOSCOW 67(5), 592-596 (2002)

32. KALEBINA, TS; FARKAS, V; LAURINAVICHUTE, DK; GORLOVOY, PM; FOMINOV, GV; BARTEK, P; KULAEV, IS.
DELETION OF BGL2 RESULTS IN AN INCREASED CHITIN LEVEL IN THE CELL WALL OF SACCHAROMYCES CEREVISIAE
ANTONIE VAN LEEUWENHOEK INTERNATIONAL JOURNAL OF GENERAL AND MOLECULAR MICROBIOLOGY 84(3), 179-184 (2003)
33. LICHKO, LP; ANDREEVA, NA; KULAKOVSKAYA, TV; KULAEV, IS.
EXOPOLYPHOSPHATASES OF THE YEAST SACCHAROMYCES CEREVISIAE
FEMS YEAST RESEARCH 3(3), 233-238 (2003)
34. PESTOV, NA; KULAKOVSKAYA, TV; KULAEV, IS.
INORGANIC POLYPHOSPHATE IN MITOCHONDRIA OF SACCHAROMYCES CEREVISIAE AT PHOSPHATE LIMITATION AND PHOSPHATE EXCESS
FEMS YEAST RESEARCH 4(6), 643-648 (2004)
35. LICHKO, L; KULAKOVSKAYA, T; KULAEV, I.
INACTIVATION OF ENDOPOLYPHOSPHATASE GENE PPN1 RESULTS IN INHIBITION OF EXPRESSION OF EXOPOLYPHOSPHATASE PPX1 AND HIGH-MOLECULAR-MASS EXOPOLYPHOSPHATASE NOT ENCODED BY PPX1 IN SACCHAROMYCES CEREVISIAE
BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA-GENERAL SUBJECTS 1674(1), 98-102 (2004)
36. RYAZANOVA, LP; STEPNAJA, OA; SUZINA, NE; KULAEV, IS.
ANTIFUNGAL ACTION OF THE LYTIC ENZYME COMPLEX FROM LYSOBACTERSP XL1
PROCESS BIOCHEMISTRY 40(2), 557-564 (2005)
37. SMIRNOV, A; SUZINA, N; CHUDINOVA, N; KULAKOVSKAYA, T; KULAEV, I.
FORMATION OF INSOLUBLE MAGNESIUM PHOSPHATES DURING GROWTH OF THE ARCHAEA HALORUBRUMDISTRIBUTUMAND HALOBACTERIUMSALINARIUM AND THE BACTERIUM BREVIBACTERIUMANTIQUUM
FEMS MICROBIOLOGY ECOLOGY 52(1), 129-137 (2005)
38. PESTOV, NA; KULAKOVSKAYA, TV; KULAEV, IS.
EFFECTS OF INACTIVATION OF THE PPN1 GENE ON EXOPOLYPHOSPHATASES, INORGANIC POLYPHOSPHATES AND FUNCTION OF MITOCHONDRIA IN THE YEAST SACCHAROMYCES CEREVISIAE
FEMS YEAST RESEARCH 5(9), 823-828 (2005)
39. LICHKO, L; KULAKOVSKAYA, T; PESTOV, N; KULAEV, I.
INORGANIC POLYPHOSPHATES AND EXOPOLYPHOSPHATASES IN CELL COMPARTMENTS OF THE YEAST SACCHAROMYCES CEREVISIAE UNDER INACTIVATION OF PPX1 AND PPN1 GENES
BIOSCIENCE REPORTS 26(1), 45-54 (2006)
40. KALEBINA, TS; PLOTNIKOVA, TA; GORKOVSKII, AA; SELYAKH, IO; GALZITSKAYA, OV; BEZSONOV, EE; GELLISSEN, G; KULAEV, IS.
AMYLOID-LIKE PROPERTIES OF SACCHAROMYCES CEREVISIAE CELL WALL GLUCANTRANSFERASE BGL2P
PREDICTION AND EXPERIMENTAL EVIDENCES
PRION 2(2), 91-96 (2008)
41. VASILYEVA, NV; TSFASMAN, IM; SUZINA, NE; STEPNAJA, OA; KULAEV, IS.
SECRETION OF BACTERIOLYTIC ENDOPEPTIDASE L5 OF LYSOBACTERSP XL1 INTO THE MEDIUM BY MEANS OF OUTER MEMBRANE VESICLES
FEBS JOURNAL 275(15), 3827-3835 (2008)
42. VAGABOV, VM; TRILISENKO, LV; KULAKOVSKAYA, TV; KULAEV, IS.
EFFECT OF A CARBON SOURCE ON POLYPHOSPHATE ACCUMULATION IN SACCHAROMYCES CEREVISIAE
FEMS YEAST RESEARCH 8(6), 877-882 (2008)

43. KULAKOVSKAYA, TV; VAGABOV, VM; KULAEV, IS.
INORGANIC POLYPHOSPHATE IN INDUSTRY, AGRICULTURE AND MEDICINE: MODERN STATE AND
OUTLOOK
PROCESS BIOCHEMISTRY 47(1), 1-10 (2012)
44. BREUS, NA; RYAZANOVA, LP; DMITRIEV, VV; KULAKOVSKAYA, TV; KULAEV, IS.
ACCUMULATION OF PHOSPHATE AND POLYPHOSPHATE BY CRYPTOCOCCUS HUMICOLA AND
SACCHAROMYCES CEREVISIAE IN THE ABSENCE OF NITROGEN
FEMS YEAST RESEARCH 12(6), 617-624 (2012)
45. EL DAROV, MA; BARANOV, MV; DUMINA, MV; SHGUN, AA; ANDREEVA, NA; TRILISENKO, LV;
KULAKOVSKAYA, TV; RYASANOVA, LP; KULAEV, IS.
POLYPHOSPHATES AND EXOPOLYPHOSPHATASE ACTIVITIES IN THE YEAST SACCHAROMYCES
CEREVISIAE UNDER OVEREXPRESSION OF HOMOLOGOUS AND HETEROLOGOUS PPN1 GENES
BIOCHEMISTRY-MOSCOW 78(8), 946-953 (2013)
46. ANDREEVA, N; RYAZANOVA, L; DMITRIEV, V; KULAKOVSKAYA, T; KULAEV, I.
ADAPTATION OF SACCHAROMYCES CEREVISIAE TO TOXIC MANGANESE CONCENTRATION TRIGGERS
CHANGES IN INORGANIC POLYPHOSPHATES
FEMS YEAST RESEARCH 13(5), 463-470 (2013)
47. VASILYEVA, NV; SHISHKOVA, NA; MARININ, LI; LEDOVA, LA; TSFASMAN, IM; MURANOVA, TA;
STEPNAYA, OA; KULAEV, IS.
LYTIC PEPTIDASE L5 OF LYSOBACTER SP XL1 WITH BROAD ANTIMICROBIAL SPECTRUM
JOURNAL OF MOLECULAR MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY 24(1), 59-66 (2014)