

УДК 502.654

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Николай В. Кожевников^{1, @1}, Александра В. Заушинцева^{1, @2}

¹ Кемеровский государственный университет, Россия, 650000, г. Кемерово, ул. Красная, 6

@1 Koghevnikov_NV@mail.ru

@2 alexaz58@yandex.ru

Поступила в редакцию 14.09.2016.

Принята к печати 10.11.2016.

Ключевые слова: нарушенные земли, биологическая рекультивация, охрана окружающей среды.

Аннотация: Горнодобывающая промышленность оказывает негативное воздействие на все компоненты окружающей природной среды, вызывая нежелательные их изменения. Нарушенные земли становятся очагами загрязнения атмосферы, воды и почв, прилегающих угодий, ухудшают санитарно-гигиенические условия жизни населения. Для восстановления экологической целостности нарушенных территорий необходимо выполнять рекультивационные работы. В статье представлен обзор литературы отечественного и зарубежного опыта рекультивации нарушенных земель. Авторами рассмотрены основные виды биологической рекультивации нарушенных земель. В работе дана комплексная характеристика существующих приемов восстановления природных систем в России и зарубежных странах.

Для цитирования: Кожевников Н. В., Заушинцева А. В. Отечественный и зарубежный опыт биологической рекультивации нарушенных земель // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле. 2017. № 1. С. 43 – 47.

Термин «рекультивация» получил широкое употребление в последние десятилетия XX в. с развитием и распространением работ по восстановлению плодородия земель, полностью или частично разрушенных в результате деятельности горнодобывающей промышленности.

Несмотря на то, что практика рекультивации сформирована недавно, восстановление нарушенных ландшафтов не является чем-то новым. Впервые мероприятия по восстановлению горных выработок упоминаются в Венгрии. В пятнадцатом столетии Король Сигизмунд приказал восстановить лесные массивы, разрушенные горными работами [1].

Разработка полезных ископаемых открытым способом изначально велась преимущественно вручную или с применением примитивной техники. Выработки были неглубокими, неравномерными и не вносили значительных изменений в природные ландшафты. Мероприятия по восстановлению нарушенных земель сводились к небольшим агротехническим мероприятиям, обеспечивающим возможность дальнейшего хозяйственного использования.

Первые крупные работы по рекультивации промышленных ландшафтов выполнены в Германии. В 1766 г. в провинции Рейланд проведена посадка древесных пород на отвалах горнорудных предприятий. До нашего времени сохранились культуры дуба красного, созданные в 1907 г. [2]. В 1923 г. было облесено ольхой черной, сосной обыкновенной и акацией белой 242 га отвалов Рейнского бурого угольного бассейна. К 1943 г. общая площадь лесонасаждений составляла 1700 га [3].

В Великобритании рекультивационные работы проводят с конца XIX в. Одной из первых экологических организаций в Великобритании занимающаяся рекультивацией являлась The Midland Reafforesting Association (MRA) [4].

MRA была создана в Черной стране (каменноугольный и железообрабатывающий район Стаффордшира и Уорикшира). Ассоциация была официально учреждена на встрече с общественностью города Бирмингема 12 февраля 1903 г. Каждый год этой организацией проводились Arbor Day – весенние праздники древонасаждения [5]. За первую четверть XX в. в Великобритании облесено 33 га нарушенных территорий [4]. Но, несмотря на очевидные успехи, MRA была распущена в 1925 г.

В Министерстве внутренних дел США в 1902 г. была учреждена Служба рекультивации (Бюро рекультивации). Под руководством Службы рекультивации разработано и осуществлено множество федеральных проектов. В 1918 г. в штате Огайо отвалы угольных разработок засеяны клевером. В штате Индиана высажены лесные культуры и создан фруктовый сад [6].

Быстрое развитие горнодобывающей промышленности в начале XX в. привело к значительной деградации компонентов природной среды. С ростом интенсивности преобразующего воздействия промышленности возникла необходимость восстановления природных комплексов и возвращения в хозяйственный оборот нарушенных земель.

Начиная с середины прошлого столетия, происходит интенсивный рост масштабов добычи полезных ископаемых. К настоящему времени в США площадь земель, нарушенных открытыми горными работами, превышает 2 млн га, ежегодно возрастая на 80 тыс. га.

В Великобритании в результате добычи полезных ископаемых ежегодно нарушается 20 тыс. га плодородных земель. Общая площадь территорий, нарушенных разработками каменного угля, составляет более 80 тыс. га [7].

Наиболее сильное антропогенное воздействие в Германии происходит в районе Нижнерейнского бурого

угольного бассейна. Площадь нарушенных земель составляет не менее 20 тыс. га. Добычей угля в Германии ежегодно нарушается 7 – 10 тыс. га [8].

В Китае, где уголь является энергетической основой и имеет большое значение в энергетической стратегии, в провинции Шаньси нарушено 1060 тыс. га лесных земель и 263 тыс. га пахотных угодий [9].

Значительное увеличение ущерба, наносимого промышленностью природным и хозяйственным ландшафтам, потребовало более основательного решения этого вопроса. В этот период в развитых странах разработаны и приняты законопроекты и постановления, содержащие юридические основы, порядок проектирования, организации и практического осуществления рекультивационных работ; источники финансирования рекультивации и возмещения убытков, нанесенных производственной деятельностью; мероприятия по оздоровлению техногенных ландшафтов [10].

В СССР рекультивационные работы в производственных масштабах начали развиваться с 60-х гг. XX в. Их развитию в значительной мере способствовало международное сотрудничество. Особую роль сыграло сотрудничество стран – членов Совета Экономической Взаимопомощи (СЭВ). До распада СССР и СЭВ было проведено 18 научно-координационных совещаний и 8 международных симпозиумов посвященных рекультивации [11].

С 60-х гг. в связи с общим сокращением в большинстве стран сельскохозяйственных угодий наибольшее значение приобретает сельскохозяйственное направление рекультивации. Совершенствование методов рекультивации позволило получать на восстановленных землях не менее высокие урожаи сельскохозяйственных культур, чем на зональных почвах, а иногда и более высокие. Наибольшее развитие сельскохозяйственное направление получило в странах зарубежной Европы [12].

В Чехии и Словакии в начале 60-х годов для восстановления природных ландшафтов и улучшения санитарной обстановки в промышленных районах создавались лесонасаждения.

В Болгарии, Венгрии, Румынии разработаны методы сельскохозяйственной рекультивации с применением потенциально плодородных вскрышных породах. В настоящее время в этих странах на сотнях гектаров восстановленных земель получают высокие урожаи пропашных и зерновых культур.

В Швейцарии, Италии, Австрии, Швеции и Финляндии на местах открытой добычи строительных материалов создаются зоны отдыха, водоемы для спорта и рыболовства [13].

В Китае согласно Административным законам, нарушенные земли рекультивируются преимущественно для сельского хозяйства [9].

При восстановлении территорий в Австралии предпочтение отдается возвращению к естественным экосистемам или пастбищам [14].

В США для сельскохозяйственных целей используются преимущественно отвалы с благоприятными по свойствам породами. Освоение ведется преимущественно под сенокосы и пастбища с использованием отвалов как кормовой базы для животноводческих ферм [15].

В Великобритании правительство призывает избегать восстанавливать нарушенные земли в пахотные угодья, и поощряют лесонасаждения [16].

В Советском Союзе преимущественное распространение получило лесохозяйственное направление рекультивации с широким использованием механизации лесопосадочных и лесокультурных работ. Облесение поверхности техногенных ландшафтов на месторождениях нашей страны является наиболее перспективным способом биологической рекультивации, с точки зрения затрат на ее проведение и рекреационного значения [17].

В настоящее время наиболее значительные работы ведутся по традиционным способом рекультивации с нанесением плодородного и потенциально плодородного почвенного слоя и внесением удобрений, извести, золы и различных отходов промышленности, с последующим посевом многолетних трав [13].

В Англии при рекультивации шахтных отвалов на их поверхность наносится почвенный слой мощностью 1,5 – 2 м. В Чехии для сельскохозяйственного использования создается почвенный слой мощностью до 50 см. Однако в связи с дефицитом почвенного слоя и большими затратами на транспортирование изучается возможность применения для сельскохозяйственных целей отвальных грунтов без нанесения почвы, с одновременным внесением минеральных удобрений для активизации микрофлоры и улучшения агрохимических свойств [8].

В Германии для создания ландшафта, максимально приближенного к природному, в рекультивационный горизонт вносят удобрения с посевом многолетних трав для последующей заправки их в качестве сидератов [18].

В США особое внимание восстановлению нарушенных земель уделяется с 70-х гг. прошлого века. Для достижения состава почв, близкого к естественному, производят селективную укладку породы в отвал с нанесением натуральных почв или создания композиции с добавлением почв для землевания [7].

По данным американских ученых, установлена ведущая роль почвенных микроорганизмов при биологической рекультивации территорий, нарушенных открытыми горными работами. В практике восстановления земель используются подбор определенных бактериальных культур и обработка ими нарушенных земель, что позволяет резко улучшить условия для роста растительности. С целью стимулирования развития микроорганизмов применяют органические добавки. Практикуется внесение азотфиксирующих микроорганизмов, способствующих стабилизации структуры восстанавливаемых почв. Для ускорения рекультивации нарушенных земель при выращивании древесных пород практикуется использование грибной микрофлоры [7].

В настоящее время в рекультивации нарушенных земель широкое применение находит технология гидропосева многолетних трав. В практику рекультивации метод гидропосева, разработанный изначально во Всесоюзном научно-исследовательском институте транспортного строительства для закрепления откосов транспортных магистралей, начал внедряться с 1970 г. как химико-биологический метод биологической рекультивации откосов, испытанный и давший положительные результаты, как на зарубежных, так и на отечественных карьерах [19].

От обычного посева гидропосев отличается способом распределения посевного материала, при котором равномерное распределение семян по укрепляемой поверхности производится струей специальной эмульсионной смеси. Распределенная эмульсия образует защитный слой, создающий благоприятные условия для прорастания семян, способствует сохранению в грунте тепла и влаги, улучшают водно-тепловой режим для растений. Мульчирующие материалы, сгнивая, дают дополнительную питательную среду, а образующая пленка предотвращает эрозию [20].

В состав эмульсионной смеси входят: мульчирующий материал, битумная эмульсия, семена трав и минеральные удобрения. В зарубежной практике в качестве мульчи применяют прелую солому, сено, опилки, опавшие листья, хвою, стебли сои и т. п. Для активации процессов почвообразования в состав гидросмеси вводят бактериальные препараты, содержащие комплексы микроорганизмов, участвующих в превращениях фосфора и азота и в накоплении органических веществ [7].

Широкое применение в мировой практике получили биологические препараты Biobert и Agrobiol. Препарат Biobert разработан во Франции и готовится на основе торфа, стабилизаторов, удобрений, бактерий и семян. Препарат Agrobiol разработан в Германии, применяется в Австрии и Испании. Основной характеристикой этого метода является применение мицелия (*Penicillium*), который дает большое количество органического вещества [21].

В современной практике развития угледобывающих стран особое внимание уделяется поискам новых решений. Перспективным является применение современных рекультивационных технологий, основанных на использовании нетрадиционных мелиорантов. Использование нетрадиционных мелиорантов позволяет повысить производительность

рекультивационных работ и заметно снизить затраты на создание питательного слоя [22].

Впервые работы с использованием компонентов осадка сточных вод выполнены в Польше. Использование нетрадиционных мелиорантов позволяет повысить эффективность рекультивации и значительно снизить затраты на создание плодородного слоя. Исследования подтвердили положительное влияние ОСВ на биомассу растений и накопление в почве органического вещества [23].

В Венгрии методом биологического инъецирования с применением ОСВ рекультивировано 2000 га. На рекультивированных участках успешно выращивают овощи, зерновые и кустарниково-древесные культуры [8].

Перспективным способом рекультивации является применение органоминеральных удобрений. Использование органоминеральных удобрений на основе торфа низинного типа запускает активизацию биологических процессов, обеспечивает корнеобитаемый слой доступным для растений и микроорганизмов органическим веществом и элементами минерального питания, стимулирует развитие и рост растений [24].

Таким образом, более чем за столетний период промышленных работ накоплен значительный опыт и научные знания по восстановлению и реконструкции нарушенных ландшафтов. Для восстановления экологической целостности нарушенных территорий широкое применение получили традиционные методы рекультивации с созданием рекультивационного слоя. В настоящее время разработаны и успешно внедряются прогрессивные методы рекультивации. Применение современных рекультивационных технологий, основанных на использовании осадка сточных вод и активной почвенной микрофлоры, позволяют при минимальных затратах ускорить восстановление нарушенных земель в несколько раз.

Литература

1. Haigh M. J. Surface Mining and the Environment in Europe // International Journal of Surface Mining, Reclamation, and Environment. 1993. № 7. P. 91 – 104.
2. Silburn D. M., Crow F. R. Soil properties of surface mined land // Trans. ASAE. 1984. V. 27. № 3. P. 827 – 832.
3. Bruning E., Sbornik J. Zur Frage der Rekultivierbarkeit Braunkohlentagebaus // Internatioales Symposium, Leipzig. 1962. S. 325 – 359.
4. Wise M. J. The Midland Reafforesting Association: 1903–1924 and the Reclamation of Derelict Land in the Black Country // Journal of the Institute of Landscape Architects. 1962. Issue 57. P. 13 – 18.
5. Webber J. Greening the Black Country: The Work of the Midland Reafforesting Association in the Early Twentieth Century // Arboricultural Journal. 2008. Vol. 31. P. 45 – 62.
6. Lowry G. L., Brokan F. S., Breeding G. H. Alder for reforestation coal spoils in Ohio // Journal of forestry. 1962. № 3. S. 196 – 199.
7. Каплунов Ю. В., Климов С. Л., Красавин А. П. Экология угольной промышленности России на рубеже XXI века. М.: Академии горных наук, 2001. 295 с.
8. Малышенко В. С., Каплунов Ю. В., Красавин А. П., Харионовский А. А. Совершенствование природоохранных работ в угольной промышленности. М.: ЦНИЭИуголь, 1992. 142 с.
9. Groninger J., Skousen J., Angel P., Barton C., Burger J., Zipper C. Mine Reclamation Practices to Enhance Forest Development through Natural Succession // Forest Reclamation Advisory. 2007. № 5.
10. Моторина Л. В., Савич А. М. Экологические основы рекультивации земель. М.: Наука, 1985. 183 с.
11. Моторина Л. В., Панков Я. В., Стифеев А. И., Федотов В. И. Сотрудничество СССР и стран членов СЭВ по рекультивации техногенных земель // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2009. № 2. С. 132 – 136.
12. Моторина Л. В. Опыт рекультивации нарушенных промышленностью ландшафтов в СССР и зарубежных странах. М.: ВНИИТЭИСХ, 1975. 84 с.
13. Моторина Л. В., Овчинников В. А. Промышленность и рекультивация земель. М.: Мысль, 1975. 237 с.

14. Osbourne J. M., Brearley D. R. Completion criteria – Case studies considering bond relinquishment and mine decommissioning: Western Australia // *International Journal of Surface Mining, Reclamation, and Environment*, 2000. №14, P. 193 – 204.
15. Reiss I. H. Strip mine reclamation-challenges, planning and concepts // *Mining Congr. J.* 1973. V. 59. № 4. P. 41 – 45.
16. McMahon D. J. Habitat Creation in the Restoration and Aftercare of Mineral Workings and Landfill Sites – the Influence of Local Authorities Through the Planning Process. Dissertation, University of Manchester, UK, 1994.
17. Бессонова Е. А. Экономическая оценка различных видов биологической рекультивации нарушенных земель // *Вестник Орловского государственного аграрного университета*. 2011. № 1 (28). С. 97 – 99.
18. Engels H. Planung und Stand der Rekultivierung im Rheinischen Braunkohlengebiet // *Das internationale Symposium über Rekultivierungen der durch den Bergbau beschädigten Flächen. Referatensammlung*: Praga, 1967. S. 213 – 220.
19. Чайкина Г. М., Обьедкова В. А. Рекультивация нарушенных земель в горнорудных районах Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 267 с.
20. Методические указания по технологии укрепления земляного полотна гидропосевом многолетних трав. ЦНИИС. М., 1971.
21. Красавин А. П., Катаева И. В. Ускоренная рекультивация нарушенных горными работами земель с использованием бактериальных препаратов // *Уголь*. 1998. № 9. С. 53 – 58.
22. Daniels W. L., Stuczynski T., Pantuck K., Pistelok F., Szymborski A. Restoration of mining wastes with sewage sludge in upper Silesia // *Poland*, 1995. P. 115 – 124.
23. Skousen J., Clinger C. Sewage sludge land application program in west Virginia // *Soil and Water Conserv.* 1993. 48. № 2. P. 145 – 151.
24. Середина В. П., Андроханов В. А., Алексеева Т. П., Сысоева Л. Н., Бурмистрова Т. И., Трунова Н. М. Экологические аспекты биологической рекультивации почв техногенных экосистем Кузбасса // *Вестник Томского государственного университета. Биология*. 2008. № 2. С. 61 – 72.

DOMESTIC AND FOREIGN EXPERIENCE IN BIOLOGICAL RECLAMATION OF DISTURBED LANDS

Nikolay V. Koghevnikov^{1, @1}, Alexandra V. Zaushintsena^{1, @2}

¹ Kemerovo State University, 6, Krasnaya street, Kemerovo, Russia, 650000

@1 Koghevnikov_NV@mail.ru

@2 alexaz58@yandex.ru

Received 14.09.2016.

Accepted 10.11.2016.

Keywords: disturbed soil, biological reclamation, environmental protection.

Abstract: Mining has a significant negative impact on all components of the environment, causing their unwanted alteration. Disturbed soils become pollution hotspots for the atmospheric air, water, fertile soil and agricultural holdings. In addition, they worsen population's hygiene and sanitary conditions. Reclamation has to be carried out to improve the environment and restore the productivity and national economic value of disturbed soils. The article presents a literature review of domestic and foreign experience in biological reclamation of disturbed soils. The author describes the main types of biological reclamation of degraded mined land. The article features complex characteristics of the existing methods of natural systems' restoration in Russia and abroad.

For citation: Koghevnikov N. V., Zaushintsena A. V. Otechestvennyi i zarubezhnyi opyt biologicheskoi rekultivatsii naru-shennykh zemel' [The domestic and foreign experience of the biological reclamation of disturbed lands]. *Bulletin of Kemerovo State University. Series: Biological, Engineering and Earth Sciences*, no. 1 (2017): 43 – 47.

References

1. Haigh M. J. Surface Mining and the Environment in Europe. *International Journal of Surface Mining, Reclamation, and Environment*, no. 7 (1993): 91 – 104.
2. Silburn D. M., Crow F. R. Soil properties of surface mined land. *Trans. ASAE*, 27, no. 3 (1984): 827 – 832.
3. Bruning E., Sbornik J. Zur Frage der Rekultivierbarkeit Braunkohlentagebaus. *Internatioales Symposium*. Leipzig, 1962, 325 – 359.
4. Wise M. J. The Midland Reafforesting Association: 1903–1924 and the Reclamation of Derelict Land in the Black Country. *Journal of the Institute of Landscape Architects*, Iss. 57 (1962): 13 – 18.
5. Webber J. Greening the Black Country: The Work of the Midland Reafforesting Association in the Early Twentieth Century. *Arboricultural Journal*, vol. 31 (2008): 45 – 62.
6. Lowry G. L., Brokan F. S., Breeding G. H. Alder for reforesting coal spoils in Ohio. *Journal of forestry*, no. 3 (1962): 196 – 199.

7. Kaplunov Iu. V., Klimov S. L., Krasavin A. P. *Ekologiya ugol'noi promyshlennosti Rossii na rubezhe XXI veka* [Ecology of the Russian coal industry at the turn of the XXI century]. Moscow: Akademii gornyykh nauk, 2001, 295.
8. Malyschenko V. S., Kaplunov Iu. V., Krasavin A. P., Kharionovskii A. A. *Sovershenstvovanie prirodookhrannykh rabot v ugol'noi promyshlennosti* [Improvement of environmental work in the coal industry]. Moscow: TsNIEIugol', 1992, 142.
9. Groninger J., Skousen J., Angel P., Barton C., Burger J., Zipper C. Mine Reclamation Practices to Enhance Forest Development through Natural Succession. *Forest Reclamation Advisory*, no. 5 (2007).
10. Motorina L. V., Savich A. M. *Ekologicheskie osnovy rekul'tivatsii zemel'* [Ecological basis of land reclamation]. Moscow: Nauka, 1985, 183.
11. Motorina L. V., Pankov Ia. V., Stifeev A. I., Fedotov V. I. Sotrudnichestvo SSSR i stran chlenov SEV po rekul'tivatsii tekhnogennykh zemel' [The cooperation of the USSR and of the CMEA on recultivation of technogenic lands]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya = Herald of the Voronezh state University. Series: Geography. Geoecology*, no. 2 (2009): 132 – 136.
12. Motorina L. V. *Opyt rekul'tivatsii narushennykh promyshlennost'iu landshaftov v SSSR i zarubezhnykh stranakh* [Experience the reclamation of disturbed landscapes industry in the USSR and foreign countries]. Moscow: VNIITEISKh, 1975, 84.
13. Motorina L. V., Ovchinnikov V. A. *Promyshlennost' i rekul'tivatsiia zemel'* [Industry and land reclamation]. Moscow: Mysl', 1975, 237.
14. Osbourne J. M., Brearley D. R. Completion criteria – Case studies considering bond relinquishment and mine decommissioning: Western Australia. *International Journal of Surface Mining, Reclamation, and Environment*, no 14 (2000): 193 – 204.
15. Reiss I. H. Strip mine reclamation-challenges, planning and concepts. *Mining Congr. J.*, 59, no. 4 (1973): 41 – 45.
16. McMahon D. J. *Habitat Creation in the Restoration and Aftercare of Mineral Workings and Landfill Sites – the Influence of Local Authorities Through the Planning Process*. Dissertation, University of Manchester, UK, 1994.
17. Bessonova E. A. Ekonomicheskaya otsenka razlichnykh vidov biologicheskoi rekul'tivatsii narushennykh zemel' [Economic evaluation of different kinds of biological recultivation of disturbed lands]. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Orel state agrarian University*, no. 1(28) (2011): 97 – 99.
18. Engels H. Planung und Stand der Rekultivierung im Rheinischen Braunkohlengebiet. *Das internationale Symposium uber Rekultivierungen der durch den Bergbau beschadigten Flachen*. Referatensammlung: Praga, 1967, 213 – 220.
19. Chaikina G. M., Ob'edkova V. A. *Rekul'tivatsiia narushennykh zemel' v gornorudnykh raionakh Urala* [Reclamation of disturbed lands in the mining districts of the Urals]. Ekaterinburg: UrO RAN, 2003, 267.
20. *Metodicheskie ukazaniya po tekhnologii ukrepleniia zemliannogo polotna gidroposevom mnogoletnikh trav* [Methodological instructions on technologies of strengthening of subgrade by hydroseeding of perennial grasses]. TsNIIS. Moscow, 1971.
21. Krasavin A. P., Kataeva I. V. Uskorennaya rekul'tivatsiia narushennykh gornymi rabotami zemel' s ispol'zovaniem bakterial'nykh preparatov [Accelerated reclamation of disturbed mining lands with the use of bacterial preparations]. *Ugol' = Coal*, no. 9 (1998): 53 – 58.
22. Daniels W. L., Stuczynski T., Pantuck K., Pistelok F., Szymborski A. Restoration of mining wastes with sewage sludge in upper Silesia. *Poland*, 1995, 115 – 124.
23. Skousen J., Clinger C. Sewage sludge land application program in west Virginia. *Soil and Water Conserv*, 48, no. 2 (1993): 145 – 151.
24. Seredina V. P., Androkhonov V. A., Alekseeva T. P., Sysoeva L. N., Burmistrova T. I., Trunova N. M. Ekologicheskie aspekty biologicheskoi rekul'tivatsii pochv tekhnogennykh ekosistem Kuzbassa [Ecological aspects of biological recultivation of soils of technogenic ecosystems of the Kuznetsk basin]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Bulletin of the Tomsk state University. Biology*, no. 2 (2008): 61 – 72.