

вую форму цветка типов Едо и Хиго с высокой генеративной продуктивностью. Успех получен благодаря географически отдаленным скрещиваниям сортов из Японии, США и из Владивостока с местными сортами.

Сорта Японского ириса сибирской селекции позволяют расширить ассортимент для посадки у водоемов, на низких увлажненных затопляемых местах в скверах и парках Сибири.

Библиографический список

1. Shimizu H. Nagai Type of Japanese Iris. 1997. Электронный источник: available at http://www.japan-iris.org/English/Nagai_type.html.
2. Ewen Mc. Japanese Iris. University Press of New England. – 1990. – 153 p.
3. Родионенко Г.И. Ирисы. – СПб.: ООО «Диамант»; Агропромиздат, 2002. – 192 с.
4. Миронова Л.Н. Японские ирисы. – Владивосток, 2008. – 110 с.
5. Дацюк Е. И. Коллекция ирисов Ботанического сада МГУ им. М.В. Ломоносова. – М.: ПЕНТА, 2016. – 80 с.
6. Dolganova Z.V. Japanese Iris (*Iris ensata* Thunb.) in Southern Siberia // Russian Journal of Genetic. – 2014. – Vol. 4. – No. 6. – P. 606-613.
7. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1990. – 226 с.

8. Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур. Декоративные культуры. – М.: Колос, 1968. – Вып. 6. – 223 с.

9. Shidara H. Iris species and cultivars in the World. 2005, The Japan Iris Society. P. 247.

References

1. Shimizu H. Nagai Type of Japanese Iris. 1997. Elektronnyy istochnik: available at http://www.japan-iris.org/English/Nagai_type.html.
2. Ewen Mc. Japanese Iris. University Press of New England, 1990. 153 p.
3. Rodionenko G.I. Iriy. – SPb.: ООО «Диамант», Agropromizdat, 2002. – 192 s.
4. Mironova L.N. Yaponskie irisy. – Vladivostok, 2008. – 110 s.
5. Datsyuk Ye.I. Kolleksiya irisov Botanicheskogo sada MGU im. M.V. Lomonosova. – M.: «PENTA», 2016. – 80 s.
6. Dolganova Z.V. Japanese Iris (*Iris ensata* Thunb.) in Southern Siberia // Russian Journal of Genetic. – 2014. – Vol. 4. – No. 6. – P. 606-613.
7. Zaytsev G.N. Matematika v eksperimentalnoy botanike. – M.: Nauka, 1990. – 226 s.
8. Metodika gosudarstvennogo ispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kultur. Dekorativnye kultury. – M.: Kolos, 1968. – Vyp. 6. – 223 s.
9. Shidara H. Iris species and cultivars in the World. 2005, The Japan Iris Society. P. 247.



УДК 635.939.43:581.17

Г.Н. Пищева, О.В. Мочалова
G.N. Pishcheva, O.V. Mochalova

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ МИКРОРАСТЕНИЙ ФЛОКСА МЕТЕЛЬЧАТОГО

THE INFLUENCE OF NUTRIENT MEDIUM MINERAL COMPOSITION ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF PHLOX PANICLATA MICROPLANTS

Ключевые слова: клональное микроразмножение растений, флокс метельчатый, культура *in vitro*, питательная среда.

Keywords: microclonal propagation of plants, *Phlox paniculata*, *in vitro* culture, nutrient medium.

Изучено влияние минерального состава питательных сред на рост и развитие флокса метельчатого (*Phlox paniculata* L.) на этапе собственно микроразмножения для дальнейшей оптимизации технологии микроклонального размножения. В качестве объектов использовали два сорта и гибрид флокса метельчатого из коллекции Федерального Алтайского научного центра агробιοтехнологий (ФГБНУ ФАНЦА). Питательные среды готовили по прописи Мурасиге и Скуга (МС), Вуди Планта Медиум (WPM) и Гамборга (B5) с добавлением 30 г/л сахарозы и регуляторов роста – β-индолил-3-масляной кислоты (ИМК), 6-бензиламинопурина (6-БАП). Наблюдения проводили в течение трех пассажей, где продолжительность каждого составила 40 дней. В начале каждого нового пассажа отбирали апикальные побеги размером 5 мм. В конце пассажа измеряли высоту растения, подсчитывали коэффициент размножения, количество листьев и корней. Из трех изученных сред наибольший коэффициент размножения выявлен на среде МС у сорта Уральские сказы (4,8 шт/эксплант) и гибрида Ф-1-12 (5,1 шт/эксплант). К 40-му дню пассажа 30-50% микрорастений сорта Уральские сказы на среде МС имели хорошо развитые корни разной длины. Каллус в основании побега отсутствовал. У сорта Feelings на всех трех питательных средах разница в коэффициенте размножения и в высоте растений оказалась несущественной. Морфологически правильный вид имели микрорастения сорта Feelings на питательной среде МС. Листья были окрашены в насыщенный зеленый цвет, а на питательной среде WPM приобретали фиолетово-зеленый оттенок. Рост и развитие микропобегов останавливались. Процессы ризогенеза у микрорастений отсутствовали.

The influence of the mineral composition of nutrient media on the growth and development of garden phlox (*Phlox paniculata* L.) at actually micropropagation stage was studied to further optimize the microclonal propagation technology. Two varieties and a hybrid from the collection of the Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies (FASCA) were used as research targets. Nutrient media were prepared according to Murashige-Skoog (MSO), Woody Plant Medium (WPM) and Gamborg B5 medium (B5) formulations with the addition of 30 g L sucrose, IAA (indol-3-acetic acid) and BAP (6-benzylamoniapurin) growth regulators. The observations were made during three passages of 40 days each. At the beginning of each new passage, apical shoots of 5 mm in size were selected. At the end of each passage, the height of the plant was measured, the multiplication factor was calculated, and the leaves and roots were counted. Of the three media studied, the highest multiplication coefficient was found on the MSO in the variety Uralskiye skazy (4.8 pcs. per explant) and in the F-1-12 hybrid (5.1 pcs. per explant). By the 40th day of the passage, about 30-50% of the Uralskiye skazy micro-plants on MSO medium had well-developed roots of different lengths. There was no callus on the base of the shoot. As for the Fillings variety, the difference in the multiplication factor and shoot height was not significant on all three nutrient media studied. The micro-plants of the Feelings variety had morphologically correct appearance on MSO medium. The leaves were of rich green color, but on WPM they acquired a violet-green tint. The micro-plant growth and development stopped. Rhizogenetic process in micro-plants was not observed.

Пищева Галина Николаевна, н.с., Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий, г. Барнаул. Тел.: (3852) 68-45-75. E-mail: pisheva_galina@mail.ru.

Мочалова Ольга Владимировна, д.б.н., зав. лаб. биотехнологии и цитологии, Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий, г. Барнаул. Тел.: (3852) 68-45-75. E-mail: mochalov.olga@yandex.ru.

Pishcheva Galina Nikolayevna, Staff Scientist, Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, Barnaul. Ph.: (3852) 68-45-75. E-mail: pisheva_galina@mail.ru.

Mochalova Olga Vladimirovna, Dr. Bio. Sci., Head, Biotechnology and Cytology Lab., Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, Barnaul. Ph.: (3852) 68-45-75. E-mail: mochalov.olga@yandex.ru.

Введение

Флокс метельчатый (*Phlox paniculata* L.) – относится к семейству Синюховые (*Polemoniaceae*). Это корневищное растение, которое отличается богатством и продолжительностью цветения, разнообразием и привлекательностью окраски цветков, сравнительной зимостойкостью. Произрастает во влажных лесах, расположенных вдоль речных долин. Разнообразие сортов флоксов по высоте, окраске цветков, срокам цветения позволяет широко использовать их в условиях Западной Сибири при озеленении населенных пунктов в ландшафтных композициях. В настоящее время в связи со значительными успехами в селекции по-

лучено огромное разнообразие высокодекоративных сортов, практически не изученных в условиях Сибири [1-4].

При классическом вегетативном размножении в растениях накапливаются вирусы, нематоды, грибные и бактериальные болезни, которые вызывают исчезновение из существующих коллекций ценных генотипов. С данными болезнями трудно бороться обычными методами защиты растений. В связи с этим наилучшим способом для получения свободного от внутренней инфекции материала, его быстрого размножения и сохранения является технология клонального микроразмножения [3].

Практически все исследователи, работающие в области клонального микроразмножения, указывают на значительные видовые и сортовые различия растений по потребностям к минеральному, гормональному составу среды и другим условиям культивирования. Длительное воздействие не удачно подобранных компонентов технологии размножения ставит под угрозу жизнеспособность микрорастений [5].

Для культивирования декоративно-цветочных растений преимущественно используется минеральная основа питательной среды Мурасиге и Скуга (МС) в сочетании с агаром и регуляторами роста. При микроклональном размножении флокса метельчатого применяют питательные среды на минеральной основе МС, Вуди Планта Медиум (WPM) и Кайт и Кляйн (К) [3, 6, 7]. У некоторых садовых культур наблюдается генетическая специфичность по отношению к минеральному составу питательной среды [8].

Размножение *in vitro* представителей вида, успешно интродуцированных в условия Западной Сибири, осложнено индивидуальными особенностями, разными морфогенными реакциями на всех этапах клонального микроразмножения. Поэтому оптимизация состава питательных сред имеет не только практическое значение (получение высококачественного посадочного материала и сохранение коллекции), но и позволит выявить специфические особенности реакций генотипа на составные компоненты питательных сред.

Цель исследований – изучить влияние минерального состава разных питательных сред на рост и развитие флокса метельчатого в условиях *in vitro* на этапе собственно микроразмножения для дальнейшей оптимизации технологии микроклонального размножения.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований служили 2 сорта и гибрид флокса метельчатого из коллекции Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий (ФГБНУ ФАНЦА).

Работу проводили в лаборатории биотехнологии и цитологии отдела НИИ садоводства Сибири ФГБНУ ФАНЦА по общепринятым методикам культуры тканей и органов *in vitro* [9, 10]. Для проведения работ с культурами растительных тканей

применяли стандартное оборудование и реактивы. Питательные среды готовили по прописи МС, WPM и Гамборга (В5) с добавлением 30 г/л сахарозы и регуляторов роста β -индолил-3-масляной кислоты (ИМК) и 6-бензиламинопурина (6-БАП) в равной концентрации. Культивирование осуществлялось в режиме 16-часового дня при освещенности 2,5-3,5 клк и температуре $24 \pm 2^\circ\text{C}$.

Наблюдения проводили в течение трех пассажей, продолжительность каждого составляла 40 дней. В начале каждого нового пассажа отбирали апикальные побеги размером 5 мм. В конце пассажа измеряли высоту растения, подсчитывали коэффициент размножения и количество листьев.

Статистическую обработку данных проводили по Б.А. Доспехову [11] с использованием программы Microsoft Excel 2007. В таблице представлены средние арифметические величины с ошибкой средней. Достоверность оцениваемых показателей принимали на уровне значимости $P < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

На этапе собственно микроразмножения основной задачей является повышение уровня регенерационной способности культивируемых эксплантов и их качества посредством последовательных субкультивирований на свежую питательную среду определенного минерального и гормонального состава [12].

Из всех изученных сред наибольший коэффициент размножения флокса наблюдали на среде МС. Так, у сорта Уральские сказы получен средний коэффициент размножения 1:4,8 и у гибрида Ф-1-12 – 1:5,1 (табл.). Формировались нормально развитые побеги, выровненные по высоте (рис.).

О влиянии минерального состава питательной среды на процессы органогенеза растения может так же свидетельствовать наличие или отсутствие каллуса и корней. К 40-му дню пассажа 30-50% микрорастений сорта Уральские сказы на среде МС имели хорошо развитые корни разной длины, каллус в основании побега отсутствовал. Выявленная особенность позволяет исключить этап укоренения и сразу же высадить микрорастения на адаптацию к условиям *ex vitro*.

Высокие показатели роста и развития регенерантов сорта Уральские сказы и гибрида были

получены также на питательной среде с минеральным составом по прописи WPM. Коэффициент размножения ко второму пассажиру в среднем увеличивался в 1,5 раза за счет образования адвентивных побегов. Высота растений и количество морфологически правильно сформировавшихся побегов оставались без изменения. К третьему пассажиру у микрорастений на данной среде наблюдалась гипергидратация тканей, листья приобретали фиолетово-зеленый оттенок, рост и развитие останавливались. В некоторых случаях к концу пассажа наблюдались усыхание листовой пластинки и гибель апекса побега.

У сорта Feelings на всех трех питательных средах разница в коэффициенте размножения и

высоте растений была незначительной. Морфологически правильный вид имели микрорастения на питательной среде MC. Листья были окрашены в насыщенный зеленый цвет, в то время как на питательной среде WPM они приобретали фиолетово-зеленый оттенок и также останавливались в росте. Процессы ризогенеза у растений отсутствовали на всех трех испытанных минеральных средах питательных сред. Для стимуляции корнеобразовательных процессов у побегов этого сорта необходимо проведение этапа укоренения на специальных питательных средах, дополненных регуляторами роста ауксинового ряда.

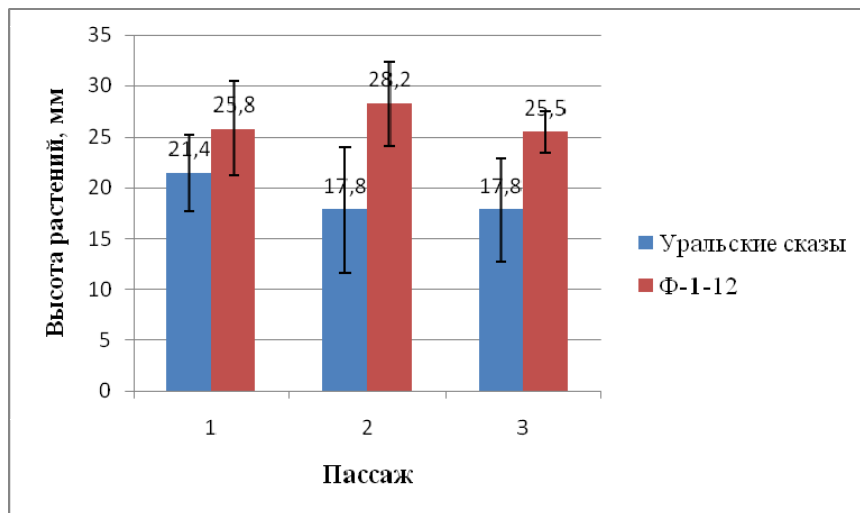


Рис. Влияние минерального состава питательной среды на высоту растений флокса метельчатого

Таблица

Влияние минерального состава питательной среды на рост и развитие микрорастений флокса метельчатого

Сорт	Среда	Коэффициент размножения, шт/эксплант	Высота растений в конце пассажа, мм	Количество листьев, шт.
Уральские сказы	MC	4,8±0,8	19,0±2,7	14,3±1,9
	B5	1,4±0,2	10,4±0,7	7,3±1,8
	WPM	3,0±0,5	13,5±1,8	8,4±1,2
Ф-1-12	MC	5,1±0,9	26,5±1,9	14,1±2,2
	B5	1,7±0,4	11,2±1,1	7,7±1,3
	WPM	3,0±0,6	12,9±1,3	6,8±1,1
Feelings	MC	3,5±0,8	20,3±3,4	20,2±2,1
	B5	3,4±1,1	13,5±1,5	9,7±2,1
	WPM	2,6±0,6	14,2±1,7	10,4±1,6

Выводы

Установлено, что оптимальной питательной средой для продолжительного культивирования на этапе собственно микроразмножения флокса метельчатого является среда МС, так как она способствует получению морфологически правильно сформированных растений при высоком коэффициенте размножения (4,8-5,1 шт/эксплант).

Выявлена генетическая специфичность среди растений флокса метельчатого. На питательной среде МС сорт Уральские сказы и гибрид Ф-1-12 активно формируют корневую систему, что позволяет исключить этап укоренения из технологии и этим ускорить процесс. Для активации процессов ризогенеза у микрорастений сорта Feelings необходимо проведение отдельного этапа укоренения.

Библиографический список

1. Гаганов П.Г. Флоксы многолетние. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 208 с.
2. Мельникова М.Н., Бондаренко Н.А., Степанов А.Ф., Смирнова О.С. О декоративной оценке различных сортов флокса метельчатого // Состояние и перспективы развития садоводства в Сибири: матер. II национальной науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию плодового сада Омского ГАУ им. проф. А.Д. Кизюрина. – 2016. – С. 193-196.
3. Шарафова О.Ф., Поляков А.В., Лебедева Н.Н. Оптимизированная технология клонального микроразмножения флокса метельчатого (*Phlox paniculata* L.). – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/16_NPRT_2013/Agricole/5_138916.doc.htm.
4. Бутенкова А.Н. Биологические особенности видов и сортов рода флокс (*Phlox* L., *polemoniaceae*) в подзоне южной тайги Западной Сибири: дис. ... канд. биол. наук. – Томск, 2014. – 185 с.
5. Муратова С.А., Янковская М.Б., Шорников Д.Г. Генотипические особенности растений при культивировании *in vitro*. – Режим доступа: <http://www.botanicblog.ru/public/biotech-2008>.
6. Fraga M., Alonso M., Borja M. Shoot Regeneration Rates of Perennial Phlox are Depend on Culvar and Explant Type // Hort. Science. – 2004. – Vol. 39 (6). – P. 1373-1377.

7. Миронова О.Ю. Разработка технологии клонального микроразмножения глоксиний и флоксов *in vitro*. – Режим доступа: http://blogrider.ru/blogs/166154/posts/id/4156212/razrabotka_tekhnologii_klonalnogo_mikrorazmnozheniya_gloksiniy_i_floksov_in_vitro.php (13.06.2011).

8. Матушкин С.А. Влияние минерального состава питательной среды на регенерацию изолированных эксплантов смородины черной и крыжовника *in vitro* // Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. работ. – М., 2016. – Т. XXXIV. – С. 192-196.

9. Калинин Ф.А., Сарнацкая В.В., Полищук В.Е. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений. – Киев, 1980. – 488 с.

10. Войнов Н.А., Волова Т.Г., Зобова Н.В. Современные проблемы и методы биотехнологии: электрон. учеб. пособие. – Электрон. дан. (12 Мб). – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – 1 электрон. опт. диск (DVD).

11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., 1973. – 415 с.

12. Матушкина О.В., Пронина И.Н. Особенности размножения садовых культур *in vitro* // Инновационные основы развития садоводства России: тр. Всероссийского научно-исследовательского института садоводства им. И.В. Мичурина 80 лет со дня основания. – Воронеж: Мичуринск-Наукоград РФ, 2011. – С. 181-188.

References

1. Gaganov P.G. Floksy mnogoletnie. – M.: Selkhozizdat, 1963. – 208 s.
2. Melnikova M.N., Bondarenko N.A., Stepanov A.F., Smirnova O.S. O dekorativnoy otsenke razlichnykh sortov floksa metelchatogo // Sostoyanie i perspektivy razvitiya sadovodstva v Sibiri: materialy II Natsionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii posvyashchennoy 85-letiyu plodovogo sada Omskogo GAU imeni professora A.D. Kizyurina. – Omsk, 2016. – S. 193-196.
3. Sharafova O.F., Polyakov A.V., Lebedeva N.N. Optimizirovannaya tekhnologiya klonalnogo mikrorazmnozheniya floksa metelchatogo (*Phlox paniculata* L.) [Elektronnyy resurs] Rezhim dostupa: http://www.rusnauka.com/16_NPRT_2013/Agricole/5_138916.doc.htm.

4. Butenkova A.N. Biologicheskie osobennosti vidov i sortov roda floks (*Phlox* L., *polemoniaceae*) v podzone yuzhnoy taygi Zapadnoy Sibiri: dis. ... kand. biol. nauk. – Tomsk, 2014. – 185 s.
5. Muratova S.A., Yankovskaya M.B., Shornikov D.G. Genotipicheskie osobennosti rasteniy pri kultivirovaniy *in vitro* [Elektronnyy resurs] Rezhim dostupa: <http://www.botanicblog.ru> <<http://botanicblog.ru/>>/public/biotech-2008.
6. Fraga M., Alonso M., Borja M. Shoot Regeneration Rates of Perennial Phlox are Dependant on Culvar and Explant Type // Hort. Science. – 2004. – Vol. 39 (6). – P. 1373-1377.
7. Mironova O.Yu. Razrabotka tekhnologii klonalnogo mikrorazmnozheniya gloksiniy i floksov *in vitro* [Elektronnyy resurs] Rezhim dostupa: http://blogrider.ru/blogs/166154/posts/id/4156212/razrabotka_tekhnologii_klonalnogo_mikrorazmnozheniya_gloksiniy_i_floksov_in_vitro.php (13.06.2011).
8. Matushkin S.A. Vliyanie mineralnogo sostava pitatelnoy sredy na regeneratsiyu izolirovannykh eksplantov smorodiny chernoy i kryzhovnika *in vitro* // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. Sbornik nauchnykh rabot. T. XXXIV. – M., 2016. – S. 192-196.
9. Kalinin F.A., Sarnatskaya V.V., Polishchuk V.Ye. Metody kultury tkaney v fiziologii i biokhimii rasteniy. – Kiev, 1980. – 488 s.
10. Voynov N.A., Volova T.G., Zobova N.V. Sovremennye problemy i metody biotekhnologii [Elektronnyy resurs]: elektron. ucheb. posobie. – Elektron. dan. (12 Mb). – Krasnoyarsk: IPK SFU, 2009. – 1 elektron. opt. disk (DVD).
11. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M., 1973. – 415 s.
12. Matushkina O.V., Pronina I.N. Osobennosti razmnozheniya sadovykh kultur *in vitro* // Innovatsionnye osnovy razvitiya sadovodstva Rossii. Trudy Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sadovodstva imeni I.V. Michurina 80 let so dnya osnovaniya. – Voronezh: Michurinsk-Naukograd RF, 2011. – S. 181-188.



УДК 631.5

**В.И. Беляев, Т. Майнель, Л.Х. Грюнвальд,
М. Хамман, Д.П. Ананин, Л.В. Соколова
V.I. Belyayev, T. Meinel, L.-C. Grunwald,
M. Hamman, D.P. Ananin, L.V. Sokolova**

**СОВРЕМЕННЫЕ АГРОТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В СЕВЕРНОЙ АМЕРИКЕ,
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИЙ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ**

**MODERN CROP PRODUCTION TECHNOLOGIES IN NORTH AMERICA AND POSSIBILITIES
OF APPLICATION OF INNOVATIONS IN THE ALTAI REGION**

Ключевые слова: современные агротехнологии, сельскохозяйственные культуры, технические и технологические инновации.

В 2011-2016 гг. в Алтайском крае реализован Международный междисциплинарный научно-исследовательский проект «КУЛУНДА», в рамках которого изучались возможности наиболее устойчивого и наиболее использования земельных ресурсов степной зоны края. Для изучения опыта применения технических и техноло-

гических новаций в хозяйствах Северной Америки участники подпроекта «Системы земледелия и сельскохозяйственная техника» совершили 2-недельную научную экспедицию осенью 2016 г. Маршрут следования пролегал от засушливых районов Высоких равнин (штаты Колорадо и Канзас) на запад. Во время поездки участники группы провели встречи с фермерами всех регионов Равнин, посетили научно-исследовательские опытные растениеводческие станции в Эйкроне (штат Колорадо) и Свифт Керрент (провинция Саскачеван). Другие встречи были с