

**ЦИТОГЕНЕТИК, ДОКТОР БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК  
АНТОНИНА ИВАНОВНА ЩАПОВА:  
К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ  
И К 60-ЛЕТИЮ НАЧАЛА ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**



Доктор биологических наук Антонина Ивановна Щапова – известный специалист в области цитогенетики злаков.

Щапова (Негодяева) Антонина Ивановна родилась 1 ноября 1930 г. в селе Ново-Тырышкино Колыванского района Новосибирской области. Ее отец Иван Андреевич родился в 1907 г. в селе Ново-Тырышкино, куда его прадед Негодяев Порфирий Петрович приехал в 1890 г. из г. Грязи Липецкой области с пятью сыновьями и одной дочерью. Порфирий Петрович прожил очень долгую жизнь – 114 лет. Выбор данного места жительства был обоснован тем, что через это село проходил Московский тракт на город Томск, а в 20 километрах от этого села находилось крупное купеческое село Колывань. Большинство первых поселенцев с. Ново-Тырышкино были также из Липецкой области. Отец Антонины Ивановны вначале работал разнорабочим, а после окончания техникума механизации в с. Колывань был направлен заведующим мастерской на Ново-Тырышкин-

ской машино-тракторной станции (МТС). Мать Антонины Ивановны, Феоктиста Гавриловна, была домохозяйкой. В 1943 г. отец был призван в армию и направлен на фронт. Он погиб, защищая город Киев. Его родной брат и многие сродные братья (внуки Порфирия Петровича) и два брата Феоктисты Гавриловны также не вернулись с фронта.

Больная, нетрудоспособная мать одна воспитывала Антонину и ее младшего брата Александра. Материальной помощи было ждать не от кого. После окончания семилетней школы брат поступил учиться в железнодорожное училище г. Новосибирска, а Антонина – в Новосибирскую трехгодичную агрономическую школу в с. Колывань. После ее окончания в 1951 г. она продолжила учиться в Новосибирском сельскохозяйственном институте, в 1953 г. перешла на заочное отделение этого института и была направлена на работу в Кауракскую МТС Тогучинского района агрономом в одно из очень крупных хозяйств Новосибирской



Родители А.И. Шаповой: мать Феокиста Гавриловна, отец Иван Андреевич. Брат Александр Иванович.

области – колхоз «Гигант». В 1956 г. она окончила институт и была направлена на работу в Барывскую МТС Новосибирского сельского района агрономом колхоза им. Свердлова. Со строительством новосибирского Академгородка земли этого хозяйства были отданы под застройку Сибирского отделения АН СССР.

В 1958 г. Антонину Ивановну приняли на работу в Институт цитологии и генетики АН СССР в лабораторию экспериментального мутагенеза. Вначале она работала в должности рабочего, препаратора, младшего лаборанта. В 1965 г. Петр Климентьевич Шкварников, заведующий лабораторией экспериментального мутагенеза ИЦиГ СО АН СССР, посоветовал ей поступить на очное отделение аспирантуры

Института и согласился быть руководителем ее аспирантской работы, посвященной кариологии видов пшеницы. В 1966 г. П.К. Шкварников принимает приглашение Академии наук УССР и переезжает в Киев, и в этот же год из Москвы в Новосибирск переезжает Вера Вениаминовна Хвостова, которая по просьбе Петра Климентьевича дает согласие быть научным руководителем Антонины Ивановны. После окончания аспирантуры и защиты в 1969 г. кандидатской диссертации «Морфология хромосом некоторых видов пшеницы» Антонина Ивановна в 1970 г. была принята на должность младшего научного сотрудника в лабораторию цитогенетики ИЦиГ СО АН СССР, которой руководила В.В. Хвостова.

Формировалось основное направление исследований лаборатории цитогенетики: цитогенетика отдаленных гибридов злаков с целью разработки новых, более перспективных, методов передачи генетической информации в геном гексаплоидной мягкой пшеницы от близкородственных видов злаков. Антонине Ивановне было предложено изучить пшенично-ржаные гибриды для разработки метода замещения отдельных хромосом пшеницы хромосомами ржи. Для проведения исследования такого типа необходимо было разработать цитологический метод, позволяющий идентифицировать каждую хромосому ржи. Известные в тот период методы дифференциального окрашивания, разработанные для идентификации хромосом человека и разных видов животных, были не пригодны для растений. А.И. Шаповой впервые был разработан С-метод дифференциального окрашивания хромосом злаков, позволяющий по рисунку линейной исчерченности иденти-



Студенты агрошколы, с. Колывань, 1949 г.

Слева направо: 1-й ряд – Негодяева (Шапова) Тоня, Русакова Лена; 2-й ряд – Быковская Маша.



Защита кандидатской диссертации в ИЦиГ СО АН СССР, 1969 г.

фицировать хромосомы ржи. В последующие десятилетия многие сотрудники из разных научных организаций и вузов нашей страны прошли стажировку по освоению С-метода дифференциального окрашивания хромосом растений у А.И. Щаповой. За разработку данного цитологического метода идентификации хромосом ржи и исследования с помощью его всех видов рода *Secale* L. в 1979 г. Антонине Ивановне было

присвоено ученое звание старшего научного сотрудника. Результаты этого исследования были также высоко оценены научной общественностью и включены в материалы международного совещания по принятию единой номенклатуры хромосом ржи (Нидерланды, 1983 г.).

С помощью С-метода окрашивания А.И. Щаповой в соавторстве с сотрудниками руководимой ею группы Л.А. Кравцовой, Т.А. Потаповой (Баутиной), О.Г. Силковой и аспиранткой З. Зариповой был детально изучен процесс стабилизации кариотипов различных гибридных комбинаций пшенично-ржаных и пшенично-пырейных гибридов. Результаты проведенных исследований позволили решить ряд принципиальных задач, связанных с разработкой теории селекции пшеницы при использовании методов хромосомной инженерии, выяснить возможность более эффективного применения метода чужеродного замещения хромосом у важнейшей зерновой культуры – гексаплоидной мягкой пшеницы.

В процессе цитогенетических исследований были вскрыты закономерности становления кариотипов межродовых полиплоидных гибридов злаков, представляющие интерес для выяснения путей эволюционных преобразований геномных структур высших растений. Было показано, что ключевым этапом, определяющим процесс стабилизации кариотипов межродовых гибридов



Визит профессора L. Kimber (Англия) в ИЦиГ СО АН СССР, 1971 г.

1-й ряд: В.В. Хвостова, проф. Kimber L., О.И. Майстренко, В.К. Шумный; 2-й ряд: Ф.М. Шкутина, И.И. Кикнадзе, А.И. Щапова, Е.Б. Будашкина.

и характер межгеномного замещения их хромосом, является формирование гамет гибридов  $F_1$ . Было установлено, что на этот важнейший этап стабилизации кариотипов гибридов оказывают существенное влияние структура генома исходного гибрида, а также тип деления и расхождения унивалентных хромосом в первом делении мейоза. На основании полученных результатов А.И. Щаповой были предложены схемы возможных преобразований геномных структур полиплоидных межродовых гибридов и различные схемы получения форм с замещением отдельных хромосом пшеницы хромосомами ржи и пырея. Благодаря этим работам в ИЦиГ СО АН СССР была создана уникальная коллекция пшенично-ржаных замещенных линий по разным хромосомам ржи и пшеницы.

Использование в цитогенетических исследованиях в качестве модельного объекта пшенично-ржаных замещенных линий позволило А.И. Щаповой в соавторстве с сотрудниками руководимой ею группы внести также существенный вклад в решение важной биологической проблемы – преодоления стерильности у межродовых гибридов. Были получены экспериментальные доказательства генетической обусловленности мейотической реституции, в результате которой образуются жизнеспособные гаметы с нередуцированным числом хромосом у полигаплоидов.

На основании полученных результатов Антониной Ивановной были сформулированы теоретические основы реконструкции генома пшеницы методом хромосомной инженерии, и в 1986 г. она защитила докторскую диссертацию «Закономерности межгеномного замещения хромосом пшенично-ржаных гибридов».

Пшенично-ржаные замещенные линии до сих пор широко и успешно используются в исследованиях по выяснению роли индивидуальных хромосом ржи и пшеницы в генетическом контроле мейоза и других признаков.

Следует отметить еще одно направление исследований А.И. Щаповой, которое внесло существенный вклад в решение проблемы пространственной организации клеточного ядра. Проблема изучения архитектоники клеточного ядра возникла еще в конце 19-го столетия. Литература по выяснению пространственной упорядоченности хромосом в ядре эукариот

весьма обширна и противоречива; на протяжении многих десятилетий господствовало представление о беспорядочном расположении хромосом в ядре, несмотря на многочисленные экспериментальные доказательства в пользу упорядоченного их расположения.

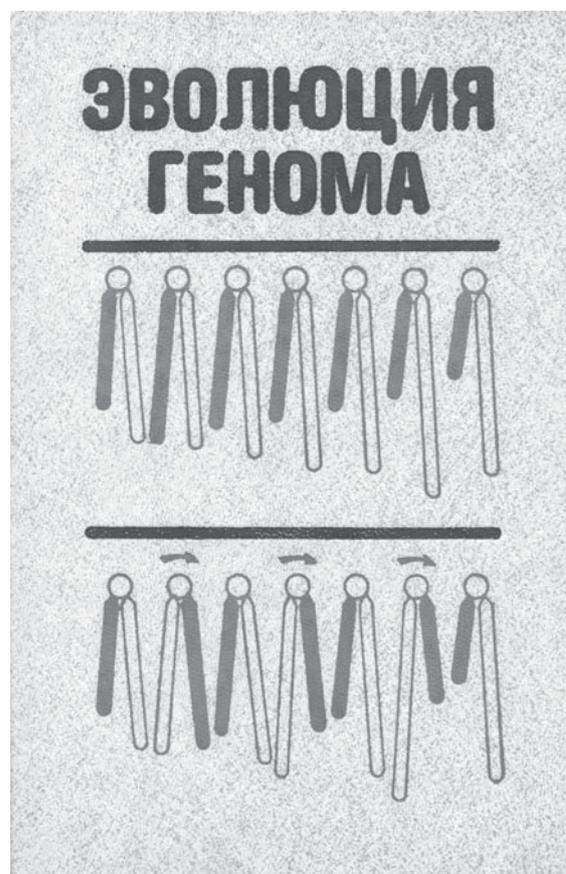
При кариологическом изучении видов пшеницы, различающихся по числу хромосом и геномной структуре, А.И. Щаповой было замечено, что суммарная длина коротких плеч по отношению к общей длине хромосом набора у всех исследованных ею видов одинакова и составляет около 42 %. На основании этих данных ею было сделано предположение о существовании фактора, с помощью которого поддерживается определенное соотношение длин плеч хромосом в пределах кариотипа. При более детальном анализе 5 разных видов пшеницы ею было обнаружено, что разнообразие длин плеч хромосом гаплоидного набора этих видов представляет собой равномерно убывающий ряд. Каждое последующее плечо отличается от предыдущего примерно на одну и ту же величину. Подобное разнообразие длин плеч хромосом было обнаружено ею и в кариотипах других видов злаков, которые так же, как и виды пшеницы, имеют только метацентрические и субметацентрические хромосомы с числом плеч хромосом гаплоидного генома, равным 14. Оказалось, что не только виды одного рода, но и виды разных родов злаков, содержащих одинаковое число плеч хромосом, имеют сходные относительные размеры плеч. Кроме этого было замечено, что разнообразие длин плеч индивидуальных хромосом их гаплоидных наборов неслучайно. Среди проанализированных видов не встречались такие случаи, чтобы самое длинное и самое короткое плечи принадлежали одной хромосоме.

Обнаруженные закономерности в разнообразии длин плеч хромосом указывали на то, что эволюционные преобразования размеров плеч индивидуальных хромосом гаплоидного генома находятся под контролем всего генома. А.И. Щаповой впервые было сделано заключение, что одним из факторов, определяющих эволюцию размеров плеч хромосом, является упорядоченное пространственное расположение их в ядре (Щапова, 1971). На основании имеющихся в то время результатов цитологических исследований пространственного расположения

хромосом в профазе митоза, а также обнаруженных закономерностей в разнообразии длин плеч хромосом гаплоидных наборов А.И. Щаповой был выдвинут постулат о том, что основной единицей пространственной организации интерфазного ядра является гаплоидный набор хромосом с упорядоченным последовательным расположением плеч хромосом. Также предполагалось, что хромосомы каждого гаплоидного генома образуют отдельную цепь посредством ассоциации плеч хромосом «теломер к теломеру». Гомологичные цепи в диплоидном ядре расположены параллельно друг другу, гомологичные хромосомы находятся рядом, «бок о бок». Хромосомы располагаются по внутренней оболочке ядра, центромеры всех хромосом локализованы на одном полюсе, а суммарная длина каждой пары рядом расположенных плеч хромосом одинакова. На примере диплоидного вида ржи *Secale cereale* L. была предложена схема последовательного расположения хромосом гаплоидного генома согласно комплементарности длин плеч.

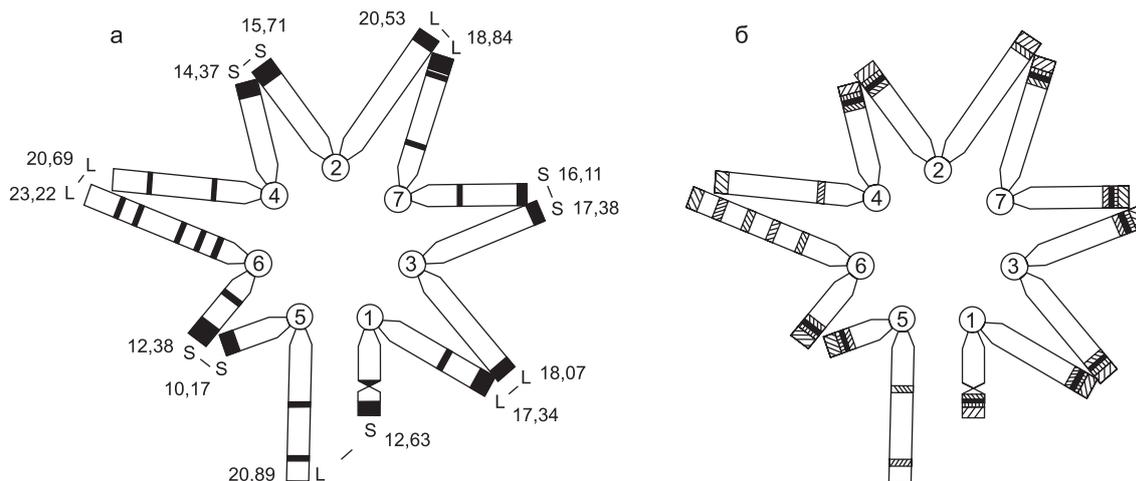
В 1982 г. профессор М.Д. Беннетт (Plant Breeding Institute, Cambridge, England) в докладе «Нуклеотипическая основа пространственной упорядоченности хромосом эукариот и ее значение для эволюции генома и фенотипической изменчивости» на симпозиуме по эволюции генома изложил результаты А.И. Щаповой по пространственному расположению хромосом и предложенную ею схему по расположению хромосом гаплоидного набора ржи, построенную согласно комплементарности плеч хромосом, а также результаты собственных исследований, полученных на основе компьютерной ранжировки хромосом по подобию длин плеч рядом расположенных хромосом в метафазах митоза ржи с использованием для идентификации С-метода дифференциального окрашивания. В основу компьютерной ранжировки первоначально была взята модель А.И. Щаповой. На основании полученных результатов М.Д. Беннетт пришел к заключению, что рядом расположенные плечи хромосом имеют сходную длину. Предложенная им схема последовательного расположения хромосом гаплоидного набора ржи была составлена по принципу подобию длин плеч. Обе эти схемы представлены на обложке книги «Genome Evolution», изданной в 1982 г., в которой описаны

материалы Симпозиума по эволюции генома и которая была в 1986 г. переведена на русский язык (Эволюция генома. М.: Мир, 1986. С. 234–256). Удивительным оказалось то, что порядок расположения хромосом гаплоидного генома ржи на этих двух разных моделях одинаков. На основании полученных результатов М.Д. Беннетт экспериментально подтвердил, что, во-первых, расположение хромосом в клеточном ядре высоко упорядочено и, во-вторых, основной структурной единицей упорядоченного пространственного расположения хромосом в клеточном ядре у диплоидов является гаплоидный геном, внутри которого индивидуальные хромосомы располагаются строго определенным образом относительно друг друга. Он так-



Обложка перевода книги «Genome Evolution» (Ed. G.A. Dover, R.B. Flavell). Academic Press, 1982, изданной на русском языке (Москва: Мир, 1986 г.).

На обложке: семь хромосом гаплоидного генома *S. cereale*, сорт UC 90, расположенных в соответствии с моделью Щаповой (вверху) и с моделью Беннетта (внизу)



Гаплоидный набор хромосом *S. cereale* (указаны основные С-полосы).

а – хромосомы расположены в соответствии с моделью Беннета; б – распределение основных сайтов для четырех семейств повторяющихся последовательностей ДНК (цит. по: Hutchinson *et al.*, 1981). Цифры около плеч хромосом (а) представляют собой их относительные длины в условных единицах (цит. по: J.P. Gustafson, личное сообщение).

же пришел к заключению, что предложенные модели с учетом длин плеч хромосом способны предсказывать архитектуру ядра. Эта история для Антонины Ивановны стала не только свидетельством признания приоритета ее модели в разработке пространственной упорядоченности хромосом, но и примером высокой научной этики профессора Беннета.

В дальнейшем благодаря применению С-метода дифференциальной окраски хромосом А.И. Щаповой было изучено пространственное расположение хромосом ржи у диплоидного вида *Secale cereale* L., тритикале, пшенично-ржаных полигаплоидов, а также у пшенично-ржаных замещенных и анеуплоидных форм. В результате этого цикла исследований были подтверждены ранее высказанные ею положения, что основной единицей пространственной организации хромосом в ядре является гаплоидный набор хромосом, гомологичные наборы хромосом разных гаплоидных наборов располагаются параллельно, центромеры всех хромосом у исследованных ею растений расположены на одном полюсе ядра, а теломеры ориентированы к противоположному полюсу.

А.И. Щапова полагает, что дальнейшее более детальное изучение пространственного расположения индивидуальных хромосом в интерфазном ядре у ржи и других видов растений позволит начать исследования по картографии и

эффекту генов в трехмерном пространстве ядра. На основании полученных и суммированных ею данных она также полагает, что упорядоченное последовательное пространственное расположение хромосом гаплоидных геномов является одним из существенных факторов не только в эволюционных преобразованиях размеров плеч хромосом, но и в стабилизации кариотипов отдаленных гибридов и эволюции гаплоидного числа хромосом.

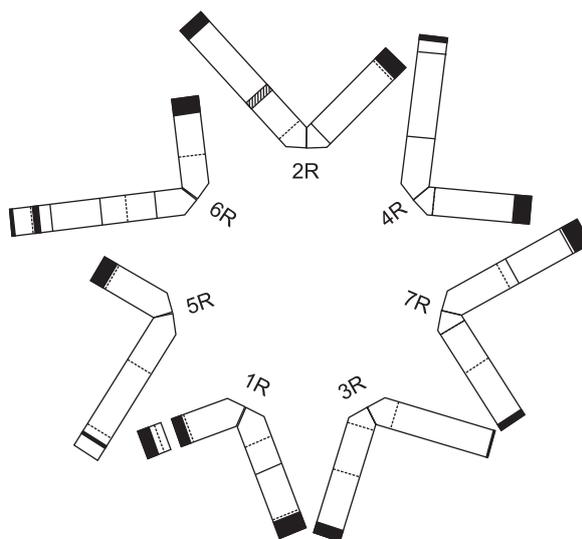


Схема расположения хромосом гаплоидного набора ржи *Secale cereale* L. в соответствии с моделью А.И. Щаповой.



А.И. Шапова с учениками, 2000 г.

Л.А. Кравцова, М.Ф. Санамьян (г. Ташкент), А.И. Шапова, М.Х. Коробейникова.

Под научным руководством Антонины Ивановны защищено 10 дипломных работ и 4 кандидатские диссертации. По итогам Всесоюзного конкурса 1975–1976 учебного года за успешную подготовку дипломных работ студентов НГУ Антонина Ивановна была награждена дипломом. С 1997 г. и по настоящее время она – член квалификационного совета по защите докторских диссертаций в ИЦиГ СО РАН.

В 1985 г. Антонине Ивановне присваивается звание «Заслуженный ветеран Сибирского отделения СО АН СССР» с вручением Почетного знака. За большой личный вклад в развитие научно-технического потенциала Новосибирской области, многолетний плодотворный труд и в связи с 50-летием со дня образования ИЦиГ СО РАН в 2007 г. Антонина Ивановна награждена Почетной грамотой, а в 2003 г. – Памятным зна-



Коллектив сектора цитогенетики злаков, 2010 г.

А. И. Шапова (в центре), 2-й ряд: О.Г. Силкова, Н.М. Красилова, Г.Г. Силкина, Л.Г. Барсук, Л.И. Сумина



Семья. 1-й ряд: А.И. Щапова, Н.С. Щапов (муж); 2-й ряд: Ирина (внучка), Евгений (сын), Мария (внучка).

ком в честь 110-летия со дня основания города Новосибирска. За большой вклад в развитие академической науки и производительных сил Сибири, достигнутые успехи в научной и производственной деятельности и в связи с 50-летием Сибирского отделения РАН в 2007 г. она награждена Почетной грамотой Российской академии наук и Профсоюза работников РАН.

За достигнутые успехи в исследовании межродовых гибридов злаков А.И. Щапова награждена серебряной медалью ВДНХ (1984 г.), а за создание солеустойчивой пшенично-ржаной замещенной формы ею получен патент. Она автор и соавтор 112 научных работ, в том числе 3 монографий.

Антонина Ивановна и ее супруг, Николай Семенович Щапов, имеют сына Евгения и двух внучек – Марию и Ирину. Николай Семенович многие десятилетия работал в лаборатории экспериментального мутагенеза в Институте цитологии и генетики СО РАН – прошел путь от лаборанта до старшего научного сотрудника. В результате проведенных им селекционных работ и цитогенетических исследований была создана уникальная коллекция сортов облепихи.

В настоящее время Антонина Ивановна Щапова работает в должности главного научного сотрудника-консультанта ИЦиГ СО РАН. Как всегда, она спокойна и доброжелательна, полна сил и энергии.

### Избранные научные труды А.И. Щаповой

- Щапова А.И. О структуре кариотипа и порядке расположения хромосом в интерфазном ядре // Цитология. 1971. Т. 13. № 9. С. 1157–1164.
- Щапова А.И. Кариотипы пшеницы // Цитогенетика пшеницы и ее гибридов. М.: Наука, 1971. С. 30–56.
- Щапова А.И. Дифференциальная окраска хромосом растений. I. *Secale cereale* // Цитология. 1974. Т. 16. № 3. С. 370–372.
- Хвостова В.В., Щапова А.И. Дифференциальная окраска хромосом ржи и ее значение в цитогенетике тритикале // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. наук. 1974. Вып. 3. № 15. С. 70–74.
- Щапова А.И. Дифференциальная окраска хромосом по Гимза и перспективы использования этого метода в цитогенетике растений // Цитогенетика гибридов, мутаций и эволюция кариотипа. Новосибирск: Наука, 1977. С. 213–231.
- Зарипова З., Щапова А.И. Характеристика гибридов первого и второго поколений гексаплоидного тритикале с гексаплоидной пшеницей // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. наук. 1979. Вып. 3. С. 40–44.
- Щапова А.И., Кравцова Л.А. Создание пшенично-ржаных замещенных линий с использованием метода дифференциальной окраски хромосом // Изв. Сиб. отд. АН СССР. Сер. биол. наук. 1981. Вып. 2. С. 82–87.
- Shchapova A.I., Potapova T.A., Kravtsova L.A., Numerova O.M. Karyotype stabilization in intergenetic hybrids of the subtribe Triticinae. I. The effect of genome structure // Theor. Appl. Genet. 1984. № 68. P. 289–296.
- Щапова А.И., Кравцова Л.А., Потапова Т.А. Закономерности преобразований геномной структуры

- пшенично-ржаных полигаплоидов ABDR // Генетика. 1987. Т. 23. № 2. С. 295–302.
- Щапова А.И., Потапова Т.А., Кравцова Л.А. Генетическая обусловленность нерасхождения хромосом в мейозе пшенично-ржаных полигаплоидов // Генетика. 1987. Т. 23. № 3. С. 473–481.
- Щапова А.И., Кравцова Л.А. Цитогенетика пшенично-ржаных гибридов. Новосибирск: Наука, 1990. 162 с.
- Щапова А.И., Силкова О.Г., Кравцова Л.А. Роль хромосом пятой гомеологичной группы пшеницы и ржи в регуляции эквационного деления унивалентов // Генетика. 1995. Т. 31. № 3. С. 390–395.
- Силкова О.Г., Щапова А.И., Кравцова Л.А. Механизмы мейотической реституции и их генетическая регуляция у пшенично-ржаных полигаплоидов // Генетика. 2003. Т. 38. № 11. С. 1514–1523.
- Силкова О.Г., Щапова А.И., Шумный В.К. Роль хромосомы ржи 2R пшенично-ржаной замещенной линии 2R(2D)<sub>1</sub> (*T. aestivum* L. сорт Саратовская 29/*S. cereale* L., сорт Онохойская) в генетической регуляции мейотической реституции у пшенично-ржаных полигаплоидов // Генетика. 2007. Т. 43. № 7. С. 971–981.
- Силкова О.Г., Добровольская О.Б., Щапова А.И., Шумный В.К. Особенности регуляции мейотической реституции у андрогенных гаплоидов пшенично-ржаных замещенных линий 2R(2D)<sub>1</sub>, 2R(2D)<sub>3</sub>, 6R(6A) (*Triticum aestivum* L., сорт Саратовская 29/*Secale cereale* L., сорт Онохойская) // Генетика. 2009. Т. 45. № 9. С. 1211–1216.
- Пат. № 2138156 Способ создания солеустойчивых форм мягкой пшеницы 27.09.1999 г. Щапова А.И., Кравцова Л.А.

**И.К. Захаров, В.К. Шумный**

Учреждение Российской академии наук  
Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск