**Подходы к созданию метода быстрой оценки адаптивных различий моноподиальных хвойных деревьев в естественных популяциях**

**В.А. Драгавцев**

*ФГБНУ**Агрофизический институт, Санкт-Петербург*

**The possibility of fast estimation of adaptive polymorphism in natural**

**populations of monopodial coniferous trees**

**Victor A. Dragavtsev**

*Agrophysical institute,* *Saint-Petersburg*

e.mail <dravial@mail.ru>

XXI век многие биологи называют веком эпигенетики. «Даже самая отличная генетика может вовсе не реализоваться, если эпигенетика будет неблагополучной» (Ванюшин, 2004). В конце ХХ века генетикам были известны такие эпигенетические механизмы, как метилирование ДНК и ацетилирование гистонов, приводящие к эпигенетическому (без изменения генов) наследованию новых форм – феномен генотрофов (Durrant, 1962), феномен никотинотрофов (Богданова, Махмудова, 2012) и др. Были известны и другие эпигенетические феномены: дифференциальная активность генов в онтогенезе (Корочкин, 2002), длительные модификации (Драгавцев, Сахаров, 1972), генетическая ассимиляция (Уоддингтон, 1964), миксоплоидия (Юданова, 2004), парамутации (Шабанов, 2006), родительский импринтинг, эпигенетическая детерминация пола, инактивация Х-хромосомы (Голубовский, 2000), прионы (Инге-Вечтомов, 2000), «сигнальная наследственность» (Лобашев, 1967). В 2004 г. были открыты эпигенетические механизмы яровизации (Bastow R., Mylue J.S., Lister C., Lippman Z., и др. 2004; Sung S. Amasino R.M., 2004), в 2012 г. – эпигенетические механизмы моногамии степных полевок (Поиск, 2013).

Еще в 1984 г. группой исследователей был обнаружен новый эпигенетический феномен – смена спектра и числа генов, детерминирующих один и тот же количественный признак, при смене лимитирующего фактора внешней среды (Драгавцев, Цильке и др., 1984; Драгавцев, Литун и др., 1984). В период 1984-2014 на основе тщательного изучения этого феномена была создана Теория эколого-генетической организации количественных признаков (ТЭГОКП) и развиты 24 новых, селекционно важных следствия из нее (Драгавцев, 1998, Кочерина, Драгавцев, 2008, Драгавцев, 2008, Чесноков, Почепня, Бёрнер и др. 2008, Драгавцев, 2012). Кроме того, были созданы 9 мощных Ноу-Хау, позволяющих существенно повысить скорость и эффективность селекционного процесса ( Драгавцев, 2013).

Главное положение ТЭГОКП: при смене лимитирующего рост и развитие фактора внешней среды меняются спектр и число генов, детерминирующих один и тот же количественный признак (КП). Показано, что признаки «интенсивность транспирации» и «интенсивность фотосинтеза» в течение суток детерминируются поочередно двумя и тремя разными спектрами генов соответственно (Драгавцев, 2005).

Г. Кэксер [1963] в докладе на симпозиуме в Бристольском университете в 1959 г. подчеркнул: «Я, конечно, знаю, что вся генетика основана на предположении о высокой точности и воспроизводимости действия генов. Такое ложное предположение могло возникнуть из-за того, что нет никаких доказательств, подтверждающих, что в генетических экспериментах измеряется именно первичное действие генов… Результаты развития могут определяться не генами, а кинетической структурой системы (С.61). И далее: «В процессе индивидуального развития (а свойства продуктивности не наследуются, а развиваются в онтогенезе, ВД) гены следует рассматривать не как диктаторов, а скорее как государственных служащих, выполняющих свою работу в рамках определенных традиций (С.63).

ТЭГОКП подтвердила позицию Кэксера. Клетку растения можно, образно говоря, сравнить с осажденной крепостью, в которой работают бригады скромных оружейных мастеров (генов). Одна бригада делает винтовки, другая – пулеметы, третья пушки, четвертая – пули и снаряды. Но какие продукты этих оружейников будут применены при обороне крепости – это определяет противник (конкретный лим-фактор среды). Если на крепость наступает пехота – стреляют винтовки, если конница – пулеметы, если танки – то пушки. Блоки генов (бригады оружейников) – это не генералы, отдающие жесткие приказы о том, какой величины должен быть признак продуктивности, а скромные мастера, делающие свой оружейный продукт, который либо «выходит» на борьбу с противником (лим-фактором среды), либо – нет. Это определяется только спецификой противника, т.е. спецификой лим-фактора среды.

Главные следствия из ТЭГОКП: возникли гипотезы о механизмах многих феноменов и появились подходы к прогнозированию многих параметров популяций, которые ранее на базе традиционной геноцентрической парадигмы в принципе невозможно было прогнозировать. Рассмотрим природу феномена «взаимодействие генотип-среда» (ВГС). Этот феномен обнаруживает себя только на совокупности генотипов. Если у нас один генотип, то мы можем описывать только феномен модификации в разных средах (природа модификаций до сих пор неясна). ВГС – это смена рангов генотипов в наборе генотипов в разных средах. Если ранги продуктивности сохранились в разных средах, значит ВГС равно нулю. Если ранги сменились, то чем меньше коэффициент ранговой корреляции от одной среды к другой, тем сильнее эффект ВГС.

Традиционная (менделевская), биометрическая и молекулярная ветви генетики в настоящее время не имеют ни одной гипотезы о природе и механизмах ВГС.

С позиций ТЭГОКП механизм ВГС – это смена спектров генов, детерминирующих признак, при смене лим-фактора внешней среды. Пусть мы имеем четыре сорта пшеницы – два были созданы в Саратове на фоне засухи, два в Швеции, на фоне холода. При выращивании этих четырех сортов в Саратове саратовские сорта выйдут на первое место по продуктивности, шведы «просядут». Но в Тюмени (холодный климат) шведы выйдут на первое место, а саратовские резко снизят продуктивность. Т.е. если мы знаем адаптивные свойства сортов (для этого достаточно знать лим-факторы той зоны, где эти сорта создавались), то мы легко (пока на качественном уровне) можем прогнозировать возникновение феномена ВГС для любой зоны, куда мы собираемся интродуцировать наш набор сортов, надо только знать типичную динамику лим-факторов в этой зоне. За 15 лет наших экспериментов с пшеницей мы сделали десятки таких прогнозов и ни разу не ошиблись.

ТЭГОКП расшифровала природу трансгрессий и создала научные методы подбора родительских пар для гибридизации, установила механизм экологически зависимого гетерозиса, объяснила причины смены знаков и величин генотипических корреляций в разных средах и создала методы прогноза корреляций от среды к среде. Установила природу сдвигов доминирования количественных признаков, гомеостаза продуктивности (пластичности сорта). Создала методы управления амплитудой генотипической изменчивости КП и числом генов, «выходящих» на КП.

ТЭГОКП показала, что эколого-генетическая природа сложного, экономически важного КП не может быть описана языками менделевской, биометрической и молекулярной ветвей генетики. Только язык ТЭГОКП строго описывает поведение сложных КП в эволюции и селекции (Драгавцев, 2012).

Элементы ТЭГОКП включены в Международную энциклопедию “Basic Life Science”, New York – Boston-London, а общая суть теории опубликована в Толковом словаре по общей и молекулярной биологии, общей и прикладной генетике, ДНК-технологии и биоинформатике, 2008. М. «Академкнига», М. «Медкнига», Т. 2. С. 308.(Драгавцев, 2008)

Рассмотрим с позиций вытекающей из ТЭГОКП гипотезы о природе феномена ВГС – смене спектров генов под тем же признаком при смене лим-фактора среды – общеизвестное явление изменчивости линейных приростов по годам у любого хвойного дерева. В пределах ствола приросты варьируют по длине от года к году. Однако и между деревьями в дикой популяции приросты за один и тот же год также варьируют очень сильно. Очевидно, что изменчивость длин приростов в пределах ствола определяется различием лет – холодный год, теплый год, влажный год, сухой год и т.д. А вот различие в приростах между деревьями в один и тот же год, с позиций ТЭГОКП, должно определяться наследственными факторами, например, засухоустойчивости в сухой год, или холодостойкости в холодный год. Если два дерева имеют одинаковую засухоустойчивость, то приросты у них в сухой год должны быть одинаковыми. Если они отличаются по наследственным факторам засухоустойчивости – приросты будут разными.

Хвойные растения не имеют интеркалярных (вставочных) меристем, поэтому величина каждого годичного прироста (в длину или в толщину) фиксируется навсегда и не меняется за всю долгую жизнь дерева. Тогда, утверждает ТЭГОКП, если особь дала в холодный год длинный линейный прирост, это значит, что она несет полигены холодостойкости, которые в холодный год вышли на прирост. Если другая особь дала в засушливый год большой прирост, то она обладает полигенами засухоустойчивости. Для идентификации генетически отличающихся деревьев по разным генетико-физиологическим системам адаптивности достаточно в ряду лет (10 лет, 20 или более) определить по метеоданным, например, самый засушливый и самый холодный годы. Затем приехать в лес, отсчитать от самого верхнего прироста последнего года нужное число приростов до прироста самого сухого года, и найти деревья, у которых прирост в высоту в сухой год оказался самым длинным. Это - засухоустойчивые генотипы. Этот же алгоритм позволяет найти самые холодостойкие деревья (конечно, работу надо вести при однородной полноте насаждения.).

Изменчивость линейных приростов одного года у деревьев естественной популяции отражает генотипическую изменчивость адаптивности между деревьями. Здесь работает «принцип усиления» слабого генетического преимущества по адаптивности к конкретному году (сухой и теплый или влажный и холодный годы). Принцип усиления впервые сформулирован Н.В. Тимофеевым-Ресовским [1959]: малейшее генотипическое преимущество (или малейший генотипический эффект), незаметные на фенотипе одной клетки, пройдя через десятки тысяч клеточных делений в процессе роста, становятся очень выраженными на уровне фенотипа особи (в частности на линейном годичном приросте сосны).

Для экспериментальной проверки этого подхода чрезвычайно ценны клоновые прививочные плантации сосны, созданные проф. В.В. Таракановым с сотрудниками.

**Литература**

1. Ванюшин Б.Ф. Материализация эпигенетики или небольшие изменения с большими последствиями. // Химия и жизнь – XXI век. 2004. № 2. с. 32-37.

2. Durrant A. The environmental induction of heritable chsnge in Linum. // Heredity. 1962. V. 17. No 1; p. 27-61.

3. Богданова Е.Д., Махмудова К.Х. Эпигенетика мягкой пшеницы. Алматы; 2012. 106 с.

4. Корочкин Л.И. Биология индивидуального развития. М. Изд. МГУ; 2002. 264 с. (с. 63-64).

5. Драгавцев В.А., Сахаров В.И. К методике статистического анализа длительных модификаций в растительных популчциях. // Журнал общей биологии. 1972. № 6. с. 733-739.

6. Уоддингтон К.Х. Морфогенез и генетика. М. Мир. 1964.

7. Юданова С.С. Миксоплоидия клеточных популяций сахарной свеклы и ее связь с репродуктивными признаками. // Дисс. канд. биол. наук. 2004. ВИР. СПб. 126 с.

8. Шабанов Д. Парамутациями не ограничимся. // Журнал «Компьютерра». 2006. № 23. От 22 июня.

9.Голубовский М.Д. Век генетики: эволюция идей и понятий. СПб; Borey Art. 2000. 262 с.

10. Инге-Вечтомов С.Г. // Вестник РАН. 2000. Т. 70. № 4. с. 299-306.

11. Лобашев М.Е. Генетика. 1967. Изд. 2-е. Л. Изд.ЛГУ

12. Bastow R., Mylue J.S., Lister C., Lippman Z., Martienssen R.A., Dean C. Vernalization requires epigenetic silencing of FLC by histon methylation. // Nature. 2004. V. 427. P. 164-167.

13. Sung S., Amasino R.M. Vernalization and epigenetics: how plants remember winter. // Curr. Opin. Plant Biol. 2004. V. 7. P. 4-10.

14. Химия верности. // Газета «Поиск» № 24. 14 июня 2013. С. 23.

15. Драгавцев В.А., Цильке Р.А., Рейтер Б.Г. и др. Генетика признаков продуктивности яровых пшениц в Западной Сибири. 1984. Изд. «Наука» СО АН. Новосибирск. 230 с.

16. Драгавцев В.А., Литун П.П., Шкель Н.М. и др. Модель эколого-генетического конт роля количественных признаков растений. // Доклады АН СССР. 1984. Т. 274. № 3. с. 720-723.

17. Драгавцев В.А. Эколого-генетический скрининг генофонда и методы конструирования сортов с/х растений по урожайности, устойчивости и качеству. СПб. Изд. ВИР. 1998. 52 с.

18. Кочерина Н.В., Драгавцев В.А. Введение в теорию эколого-генетической организации полигенных признаков растений и теорию селекционных индексов. СПб. Изд. «Дон Боско». 2008. 86 с.

19. Драгавцев В.А. Теория эколого-генетической организации количественных признаков. // Толковый словарь по общей и молекулярной биологии, общей и прикладной генетике, ДНК-технологии и биоинформатике. М. «Академкнига». М. «Медкнига». 2008. Т. 2. С.308.

20. Чесноков Ю.В., Почепня Н.В., Бёрнер А., Ловассер У., Гончарова Э.А. Драгавцев В.А. Эколого-генетическая организация количественных признаков растений и картирование локусов, определяющих агрономически важные признаки у мягкой пшеницы. // Доклады РАН. 2008. Т. 418. № 5. С. 1-4.

21. Драгавцев В.А. Уроки эволюции генетики растений. // Журнал «Биосфера», СПб, 2012. Т. 4. № 3. С. 251-262.

22. Драгавцев В.А. Как помочь накормить человечество. // Журнал «Биосфера». СПб. 2013. Т. 5. № 3. С. 279-290.

23. Драгавцев В.А. Новый метод генетического анализа полигенных количественных признаков растений. // В кН. «Идентифицированный генофонд растений и селекция». ВИР. СПб. 2005. С. 20-35.

24. Кэксер Г. Кинетические модели развития и наследственности. В сб. «Моделирование в биологии». ИЛ-М. 1963. С. 42-64.

25. Тимофеев-Ресовский Н.В., Ромпе Р.Р. О статистичности и принципе усилителя в биологии. // Проблемы кибернетики. 1959. Т. 2. С. 213-228.

**Hypothesis of the “genotype-environment interaction” phenomenon’s nature and possibility of a fast estimation of adaptive polymorphism in populations of the monopodial coniferous woody plants**.

**V.A. Dragavtsev**

*FSBSE Agrophysical institute, St.- Petersburg, <dravial@mail.ru>*

The XXI century many biologists call an century of an epigenetics. "Even the most excellent genetics can not be realized at all if the epigenetics is unsuccessful (Vanyushin, 2004). At the end of the XX century to geneticists such epigenetic mechanisms as the methylation of DNA and acetylations of histones leading to epigenetic (without change of genes) inheritance of new forms – a phenomenon of genotrophs (Durrant, 1962), a phenomenon of nicotinotrophs (Bogdanova, Makhmudova, 2012), etc. were known. Also other epigenetic phenomena were known: differential activity of genes in ontogenesis (Korochkin, 2002), long modifications (Dragavtsev, Sakharov, 1972), genetic assimilation (Waddington, 1964), a mixoploidy (Yudanova, 2004), paramutations (Shabanov, 2006), a parental imprinting, epigenetic determination of a sex, the X-chromosome inactivation (Golubovsky, 2000), priona (Inge-Vechtomov, 2000), "alarm heredity" (Lobashev, 1967). In 2004 epigenetic mechanisms of a vernalization were open, (Bastow R., Mylue J.S., Lister C., Lippman Z., etc. 2004; Sung S. Amasino R.M., 2004), in 2012 – epigenetic mechanisms of a monogamy of field-mouses (Poisk, 2013).

In 1984 the group of researchers found a new epigenetic phenomenon – change of a spectrum and number of the genes determining the same quantitative trait, at change of the limiting environment factor (Dragavtsev, Tsilke, etc., 1984; Dragavtsev, Litun, etc., 1984). In the period of 1984-2014 on the basis of careful studying of this phenomenon the Theory of the Eco-Genetic Organization of Quantitative Character (TEGOQC) was created and 24 new, important for breeding, consequences from it are developed, (Dragavtsev, 1998; Kocherina, Dragavtsev, 2008; Dragavtsev, 2008; Chesnokov, Pochepnya, Byorner, Dragavtsev etc. 2008; Dragavtsev, 2012). Besides, 9 powerful Know-How allowing to increase significantly the speed and efficiency of breeding process were created (Dragavtsev, 2013).

Main results TEGOQC: at change of limiting growth and development a factor of environment the spectrum and number of the genes determining the same quantitative character (QC) change. It is shown that characters "intensity of a transpiration" and "intensity of photosynthesis" are within a day determined serially by two and three different spectrums of genes respectively (Dragavtsev, 2005).

G. Kekser [1963] in the report on a symposium in University of Bristol in 1959 emphasized: "I, of course, know that all genetics is based on the assumption of high precision and reproducibility of action of genes. Such false assumption could arise because there are no proofs confirming that primary action of genes is measured in genetic experiments … Results of development can be defined not by genes, but kinetic structure of system (Page 61). And further: "In the course of individual development (and properties of productivity aren't inherited, and develop in ontogenesis, VD) genes should be considered not as dictators, and it is rather as the public servants performing the work within certain traditions (Page 63). TEGOQC confirmed Kekser's position. A cell of a plant it is possible, figuratively speaking, to compare with the besieged fortress in which crews of modest weapon masters (genes) work. One crew does rifles, another – machine guns, the third guns, the fourth – bullets and shells. But what products of these armorers will be applied at defense of fortress is the opponent defines (a concrete lim-factor of the environment). If on fortress there steps the infantry – rifles, if a cavalry – machine guns, if tanks – that guns shoot. Blocks of genes (team of armorers) is not the generals giving tough orders on what size there has to be an efficiency character, and the modest masters doing the weapon product which or "comes" for fight against the opponent (an environment lim-factor), or - no. It is defined only by specifics of the opponent, i.e. specifics of a lim-factor of the environment.

The main consequences from TEGOKP: there were hypotheses of mechanisms of many phenomena and there were approaches to forecasting of many parameters of populations which on the basis of a traditional genocentric paradigm in principle couldn't be predicted earlier. We will consider the nature of phenomenon "genotype-environment interaction” (GEI). This phenomenon finds itself only on set of genotypes. If we have one genotype, we can describe only phenomenon of modification in different environments (the nature of modifications is still not clear). GCI is a change of ranks of genotypes in a set of genotypes in different environments. If ranks of efficiency remained in different environments, GCI equally in zero means. If ranks were replaced, and coefficient of rank correlation from one environment to another it is less of 1 - the effect of GCI is stronger.

Traditional (mendelian), biometric and molecular genetics branches have no hypothesis of the nature and GCI mechanisms now.

From TEGOQC positions the GEI mechanism is a change of spectrums of the genes determining a character at change of a lim-factor of environment. Let us have four varieties of wheat – two were created in Saratov against a drought, two in Sweden, against cold. At cultivation of these four varieties the Saratov varieties will come out in Saratov on top on efficiency, Swedes "will give". But in Tyumen (frigid climate) Swedes will come out on top, and Saratov will sharply reduce efficiency. I.e. if we know adaptive properties of varieties (for this purpose enough to know lim-factors of that zone where these varieties were created), we easily (so far at the qualitative level) we can predict emergence of a phenomenon of GEI for any zone where we are going to introduce our set of varieties, it is only necessary to know typical dynamics of lim-factors in this zone. In 15 years of our experiments with wheat we made tens such forecasts and were never mistaken.

TEGOQC deciphered the nature of transgressions and created scientific methods of selection of parents for hybridization, installed the mechanism of ecologically dependent heterosis, explained the reasons of change of signs and levels of the genotypic of correlations in different environments and created methods of the forecast of correlations from environment to environment. TEGOQC established the nature of shifts of domination of quantitative characters, an homeostasis of efficiency (plasticity of a variety), created methods of management by amplitude of genotypic variability of QC and number of the genes "coming" to QC.

TEGOQC showed that the eco-genetic nature of complicated, economically important QC can't be described by languages of mendelian, biometric and molecular branches of genetics. Only the TEGOQC language strictly describes behavior of complicated QC in evolution and breeding (Dragavtsev, 2012).

The TEGOQC elements are included in the International encyclopaedia "Basic Life Science", New York – Boston-London, and the general essence of the theory is published in the Explanatory dictionary in the general and molecular biology, the general and applied genetics,breeding, DNA-technology and bioinformatics, 2008. M. "Akademkniga", M. "Medkniga", T. 2. Page 308. (Dragavtsev, 2008)

We will consider from positions of the hypothesis of GEI phenomenon’s nature following from TEGOQC – change of spectrums of genes under the same character at change of a lim-factor of the environment – the well-known phenomenon of variability of linear accretion by years at any coniferous tree. Within a trunk a accretions vary on length year by year. However and between trees in wild population accretions for the same year also vary very strongly. It is obvious that variability of lengths of accretions within a trunk is defined by distinction of years – cold year, warm year, damp year, dry year, etc. And here distinction in the accretions between trees in the same year, from TEGOQC positions, has to be defined by hereditary factors, for example, of drought resistance in dry year, or cold constancy in cold year. If two trees have identical drought resistance, they in dry year must to have identical accretions. If they differ on hereditary factors of drought resistance – accretions will be different.

Coniferous plants have no the intercalar (inserted) meristems therefore the size of each year accretion (in length or thickness) is fixed forever and doesn't change for all long life of a tree. Then, approves TEGOQC, if the individual gave a long linear accretion in cold year, it means that it bears cold resistance polygenes which in cold year came to accretion. If other individual gave a large increase in droughty year, she possesses drought resistance polygenes. For identification of genetically different trees on different genetic-physiological systems of adaptability it is enough among years (10 years, 20 or more) to determine by meteodata, for example, the most droughty and coldest years. Then to arrive to the wood, to count from the most top accretion of the last year the necessary number of accretions to accretion of the driest year, and to find trees at which the accretion in height in dry year appeared the longest. These are drought-resistant genotypes. The same algorithm allows to find the most cold-resistant trees (of course, work should be conducted at uniform fullness of forest.).

Variability of linear accretions of one year at trees of natural population reflects genotypic variability of adaptability between trees. Here "the principle of strengthening" of weak genetic advantage on adaptability by concrete year (dry and warm or damp and cold years) works. The principle of strengthening is for the first time formulated by N. V. Timofeev-Resovsky [1959]: the slightest genotypic advantage (or the slightest genotypic effect), imperceptible on a phenotype of one cell, having passed through tens of thousands of cellular divisions in the course of growth, become very expressed at the level of a phenotype of an individual (in particular on a linear year accretion of a pine).

The clonal serving as a graft plantations of a pine created by the prof. V. V. Tarakanov with co-workers are extremely valuable to experimental check of this approach.

Literature

1. Vanyushin B. F. Materialization of an epigenetics or little changes with big consequences.//Chemistry and life – the XXI century. 2004. No. 2. page 32-37

2. Durrant A. The environmental induction of heritable change in Linum.//Heredity. 1962. V. 17. No 1; p. 27-61.

3. Bogdanova E.D., Makhmudova K.H. Epigenetics of soft wheat. Almaty; 2012. 106 pages.

4. Korochkin L.I. Biology of individual development. M. Ed. MSU; 2002. 264 pages (page 63-64).

5. Dragavtsev V.A., V. I. K Sakharov, To a technique of the statistical analysis of long modifications in plants populations.//Magazine of the general biology. 1972. No. 6. page 733-739.

6. Waddington K.H. Morphogenesis and genetics. M. Mir. 1964.

7. Yudanova S. S. Mixoploidy of cellular populations of sugar beet and its communication with reproductive characters.//Yew. Cand.Biol.Sci. 2004. VIR. SPb. 126 pages.

8. Shabanov D. We won't be limited to Paramutations.//Kompyyuterra magazine. 2006. No. 23. June 22.

9. Golubovsky M. D. Century of genetics: evolution of ideas and concepts. SPb; Borey Art. 2000. 262 pages.

10. Inge-Vechtomov S.G.//Bulletin of the Russian Academy of Sciences. 2000. T. 70. No. 4. page 299-306.

11. Lobashev M. E. Genetics. 1967. The 2nd.ed. L. Prod. LSY.

12. Bastow R., Mylue J.S., Lister C., Lippman Z., Martienssen R.A., Dean C. Vernalization requires epigenetic silencing of FLC by histon methylation.//Nature. 2004. V. 427. P. 164-167.

13. Sung S., Amasino R.M. Vernalization and epigenetics: how plants remember winter.//Curr. Opin. Plant Biol. 2004. V. 7. P. 4-10.

14. Fidelity chemistry.//”Poisk” № 24 newspaper. June 14, 2013. Page 23.

15. Dragavtsev V.A., Tsilke R. A., B.G. Reuters, etc. Genetics of characters of efficiency of spring-wheat in Western Siberia. 1984. Ed. "Science" SB AN. Novosibirsk. 230 pages.

16. Dragavtsev V.A., Litun P.P., Shkel N. M., etc. Model of eco-genetic control of quantitative characters of plants.//Reports of Academy of Sciences of the USSR. 1984. T. 274. No. 3. page 720-723.

17. Dragavtsev V.A. Eco-genetic screening of a gene-pool and methods of designing of varieties of agricultural plants on productivity, stability and quality. SPb. Ed. VIR. 1998. 52 pages.

18. Kocherina N. V., Dragavtsev VA. Introduction to the theory of the eco-genetic organization of polygenic traits of plants and theory of selection indexes. SPb. Ed. "Don Bosko". 2008. 86 pages.

19. Dragavtsev V.A. Theory of the eco-genetic organization of quantitative traits//The explanatory dictionary in the general and molecular biology, the general and applied genetics, breeding, DNA- technology and bioinformatics. M."Akademkniga". M. "Medkniga". 2008. T. 2. Page 308.

20. Chesnokov Yu.V., Pochepnya N. V., Byorner A., Lovasser U., Goncharova E.A. Dragavtsev V.A. Eco-genetic organization of quantitative characters of plants and mapping of the loci defining agronomical important characters at soft wheat.//Reports of the Russian Academy of Sciences. 2008. T. 418. No. 5. Page 1-4.

21. Dragavtsev V.A. Lessons of plants genetics evolution.//Biosphera magazine, SPb, 2012. T. 4. No. 3. Page 251-262.

22. Dragavtsev V.A. How to aid in sating the humanity.//Biosphera magazine. SPb. 2013. T. 5. No. 3. Page 279-290.

23. Dragavtsev V.A. New method of the genetic analysis of polygenic quantitative traits of plants.//In book: "The identified gene-pool of plants and breeding". VIR. SPb. 2005. Page 20-35.

24. Kekser G. Kinetic models of development and heredity. In book: "Modeling in biology". FL-M. 1963. Page 42-64.

25. Timofeev-Resovsky N. V., Rompe R. R. About statistical approach and the principle of the strengthening in biology.//Cybernetics problems. 1959. T. 2. Page 213-228.