

А. И. АТАБЕКОВА

## О ВЕГЕТАТИВНЫХ МУТАЦИЯХ

Между вегетативными и генеративными мутациями принципиальных различий не существует. В целом мутационная изменчивость является одним из основных свойств наследственности, без чего немыслима была бы эволюция организмов.

Дарвин из оснований изучения большого фактического материала пришел к выводу о возникновении различной частоты вегетативных мутаций в пределах некоторых групп дикой и культурной флоры. Основную причину появления „почковых видоизменений“ Дарвин видел в длительном возделывании культурных растений, являющихся продуктом многократной и разнохарактерной гибридизации [10, 11].

Несомненно, гетерозиготная природа организмов способствует проявлению всевозможных наследственных изменений в вегетативных тканях мутирующих растений.

Чаще всего вегетативные мутации появляются в материнском организме в виде химер различного типа—секториальных, периклиналильных или мозаичных. Это обстоятельство в значительной степени и осложняет возможность изучения и практического использования полученных в природе новообразований.

Мутирующая ткань с самого начала своего возникновения окружена тканью материнского организма, из которой может высвободиться в виде химерных побегов, цветков, клубней и т. п. образований.

Изучение естественных химер, как и экспериментальное их получение, показало, что химеры выявляются лишь при условии образования из мутирующей ткани быстро растущей точки роста.

Большой материал, полученный по вегетативным мутациям, говорит о том, что мутирование меняет не только морфологические, но и физиологические качества растений, примером чего является возникновение быстрорастущих форм люпина (Lamberts [41]). Однако наиболее заметными бывают изменения, полученные по окраске, форме и величине органов растений—листьев, побегов, цветков, плодов и семян. Так, в Ботаническом саду Тимирязевской сельскохозяйственной академии весной 1953 г. среди обычного ассортимента тюльпанов было обнаружено одно резко отличающееся белоцветковое растение. Оно имело значительно более крупные размеры листьев, околоцветника и пыльников (рис. 1 и 2).

Тюльпаны, произрастающие в Ботаническом саду ТСХА, размножаются исключительно вегетативным путем. Семенное размножение тюльпана протекает крайне медленно, поэтому этот способ у нас не

применяется. Полученное новообразование возникло вегетативным путем из луковицы, которая у тюльпана возобновляется ежегодно.

Процесс вегетативного воспроизведения тюльпанов следующий.

Летом, в период вегетации растений, в материнской луковице закладывается почка (будущая луковица). С начала вегетации сле-

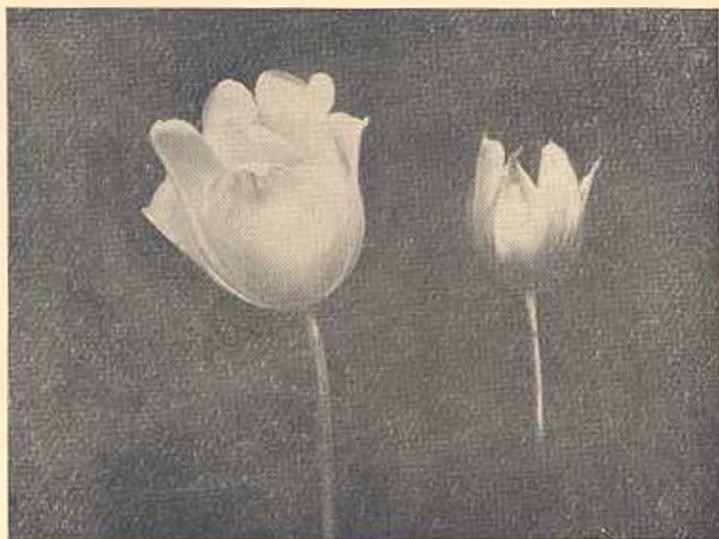


Рис. 1. Слева—тетраплоидный тюльпан, справа — диплоидный.

дующего года эта почка, питаясь за счет материнского растения, значительно разрастается. Таким образом, материнская луковица, постепенно истощаясь, тратит свои питательные вещества на построение цветочного побега и формирование новой луковицы, которая к концу вегетационного периода становится вполне самостоятельной.



Рис. 2. Слева пылинки из тетраплоидного тюльпана, справа — из диплоидного.

Возникновение тетраплоидного тюльпана из диплоидного растения произошло при злождении почки, т. е. при формировании дочерних луковиц. Материнская луковица содержала в своих клетках двойной набор хромосом — 24 (2n). Среди этих клеток под воздействием внешних условий спонтанно возникла тетраплоидная клетка — 48 (4n) хромосомная или даже сектор подобных тетраплоидных клеток (химера).

Такие новообразования возможно получать у растений и чисто экспериментальным путем (А. И. Атабекова [3]). Так, стимулирующие дозы рентгена вызывают образование некоторого количества полиплоидных клеток, полиплоидных химер и полиплоидных растений. Как

нами неоднократно наблюдалось, последнее явление имеет место не только при непосредственном облучении растений, но и во второй генерации. Для более точного учета местарасположения полиплоидных клеток нами были детально исследованы все последовательные срезы у интересующих нас растений. Изучение срезов показало, что полиплоидные клетки образуют в растениях вертикальные тяжи или секториальные химеры. При воздействии стимулирующих доз рентгена полиплоидные клетки возникали в условиях быстрого деления, поскольку клетка не успевала разделиться вслед за поделившимся ядром и плазмой.

Как уже было отмечено на примере тюльпана, подобные явления возникают без какого-либо воздействия искусственных стимуляторов (облучение, химикалии). Эти полиплоиды, как и другие мутационные изменения, могут возникать под воздействием тех или иных факторов внешней среды в дикой природе, а тем более среди растений, уже введенных в культуру.

Значительный материал по изучению вегетативных мутаций собран в обстоятельной монографии А. И. Лусса [16], где приводятся названия растений „непрерывно мутирующих“ (eversporting), а также группы растений (по семействам), у которых мутации встречаются чаще, чем у остальных представителей растительного мира. Среди перечисленных названий семейство Leguminosae не упоминается, а из филогенетически близкородственных групп названо семейство Rosaceae. Последнее, через подсемейства Caesalpinoideae и Mimosoideae, эволюционно связано с подсемейством Papilionaceae, у представителей которого также были обнаружены различные случаи вегетативных мутаций.

В дополнение к имеющимся уже материалам считаем весьма полезным привести данные, характеризующие образование вегетативных мутаций в этой группе растений.

Следует отметить, что число „непрерывно мутирующих“ видов подсемейства Papilionaceae далеко не велико. В настоящее время их список, по литературным источникам и данным наших исследований, может быть несколько пополнен. Сюда входят всевозможные мутационные изменения по форме и окраске листа, окраске цветка, околоплодника и кожуре семени.

Из вегетативных мутаций, обнаруженных в семействе бобовых, назовем следующие.

1. По мутированию окраски листа—*Phaseolus vulgaris* (Johannsen [36]), *Pisum sativum* (Fruwirth [31, 32]), *Lupinus luteus*, *Lupinus angustifolius* (Troll [50], Hackbarth a. Troll [35]), *Lupinus ornatus* (А. И. Атабекова [4]).

2. По мутации формы листа—*Pisum sativum* (Bateson a. Pelew [25, 26, 27], Brotherton [28], Nilsson-Leissner [42], *Lupinus angustifolius* (Атабекова [4]).

3. По мутации окраски цветка—*Phaseolus multiflorus* (Reinke

[44], *Vicia* (Fruwirth [32]), *Lathyrus odoratus* (Bateson [24], Kraus [40]), *Pisum sativum* (Fruwirth [31], Hann [34]), *Lupinus apricus* (Burlingame, 1924), *Lupinus nanus* (Burlingame [29], Атабекова [4]), *Lupinus hybridus* (Атабекова [4]).

4. По мутированию окраски околоплодника—*Pisum arvense* (Fruwirth [3]).

5. По мутированию окраски кожуры семени—*Phaseolus vulgaris* (Kajanus [39], Tschermak [51], Декаприлевич [12]), *Phaseolus multiflorus* (Tjebbes [51]), *Pisum sativum* (Wellensieki [55], *Vicia sativa* (Fruwirth [31]), *Lens esculenta* (Е. И. Барулина [5, 6]), *Soja hispida* (Fruwirth [30], Piper и Morse [43], Буйлин [8]), *Lupinus angustifolius* (Fruwirth [31], Roemer [45, 46], Sypniewski [48, 49], Hackbarth а. Troll [35]), *Lupinus luteus* (Fruwirth [30], Hackbarth а. Troll [35], Атабекова [4]), *Lupinus hybridus* (Атабекова [4]).

Как можно судить по данным приведенного списка, вегетативные мутации возникают не только среди родственных видов, принадлежащих к одному и тому же роду (например, *Lupinus*), но и в пределах разных родов подсемейства *Papilionaceae* (*Lens*, *Vicia*, *Soya*, *Pisum*, *Phaseolus*) и даже разных секций (как, например, *Vicese* и *Phaseoleae*).

Можно не сомневаться, что в природе и в культуре число вегетативных мутаций в подсемействе *Papilionaceae* несравненно больше, чем в приведенном нами перечне. Поэтому нельзя не согласиться с А. Н. Луссом и том, что вегетативные мутации открыты лишь у хорошо исследованных растений, вследствие чего количество выявленных мутаций „находится в прямой зависимости от детальности и объема исследований. Вместе с тем сейчас уже не остается никакого сомнения, что разные растительные (равно как и животные) формы значительно различаются по частоте мутирования, хотя бы по некоторым признакам“. В этом смысле большой интерес представляет изучение рода *Lupinus*, богатого своей мутационной изменчивостью. Возможно, что этот род лишь недавно вышел из периода мутации (Burlingame, [29]). Кроме того, преобладающее число видов люпина являются перекрестноопыляющимися, т. е. гетерозиготными растениями, легко образующими всевозможные мутации.

**Вегетативные органы.** Мутирование тканей вегетативных органов растений (как напр., изменение формы и окраски листьев, карликовость, высокорослость и прочее) несомненно относится к случаям явных, заметных мутаций. Из числа этих изменений наиболее частыми и резкими являются изученные у гороха особого рода наследственные отклонения, описанные под названием „rogues“ (Bateson а. Pellew [25]). Возникновение „rogues“ в посевах гороха не остается незамеченным, поскольку эти растения отличаются от нормальных форм гороха несколько меньшими размерами листьев, прилистников и лепестков венчика, а также своеобразной клювовидно-изогнутой формой боба. Уклоняющиеся растения появляются среди различных форм го-

роха и по природе своей константы. Скрещивание их между собой дает исключительно лишь „rogues“.

Сходные отклонения от нормальных форм обнаружены среди посева гороха также и другим автором [Nilsson-Liessner [42]]. Отмеченные растения имели более светлую окраску вегетативных органов и более узкие и заостренные листья и прилистники. Дальнейшие исследования показали, что мутирующие формы совершенно стерильны, несмотря на внешне нормальное развитие тычинок.

Можно полагать, что *Pisum sativum* является весьма благодарным объектом для изучения вегетативных мутаций (Fruwirth [31, 32], Brotherton [28]). В период многолетних исследований [1931—1940] по изучению воздействия рентгена на семена и проростки семян мне неоднократно приходилось наблюдать случаи возникновения „rogues“. Время от времени эти растения появлялись в контрольных посевах гороха. По морфологическим признакам и характеру наследственности они полностью соответствовали описаниям, данным ранее Бэтсоном.

Гораздо реже возникают мутации по форме и окраске листа у различных представителей рода *Lupinus*. Некоторые указания по данному вопросу имеются в работах зарубежных авторов (Troll [50], Hackbarth a. Troll [35]).

Исследования коллекции люпинов Тимирязевской сельскохозяйственной академии, включающей большое число гомозиготных и гетерозиготных форм, выявили своеобразные, до того не описанные у люпина мутации. Так, нами было получено совершенно светло-зеленое растение *L. ornatus*. Эта форма оказалась полностью константной. При самоопылении  $F_1$  давало исключительно светло-зеленое потомство. В связи с перекрестным характером опыления размножение данной формы приходилось вести в условиях пространственной изоляции. Потомство светло-зеленого растения, спонтанно возникшего на питомнике ТСХА в 1947 г., ежегодно репродуцируется нами и до настоящего времени. Салатная окраска листьев и стеблей этого растения представляет интерес для декоративного цветоводства.

Не менее замечателен случай возникновения пестролистной формы в посевах *L. ornatus*; судя по известным литературным источникам, подобная форма также обнаружена нами впервые.

Пестролистный мутант был отмечен в очень ранний период своего развития. Дальнейшие наблюдения выявили неравномерный рост нормальных и обесцвеченных тканей, в результате чего пестролистные сектора или даже целые листочки, лишенные хлорофилла, заметно отставали в своем развитии. Из пазух пестрых листьев возникали пестролистные побеги. Некоторые листочки были полностью обесцвечены, другие были зелеными в различной степени, до целиком зеленых. Пестролистность мутируемого растения характеризовалась наличием резких границ между зелеными и обесцвеченными секторами.

К сожалению, пестролистный мутант оказался стерильным. Кроме того, нами были обнаружены мутации по форме листовой пластин-

ки у *L. angustifolius*, что отчетливо видно на приведенном фотоснимке (рис. 3).

Во всех известных нам случаях мутации возникали только у гетерозиготных форм люпина.

**Цветок.** Для изучения измененных тканей венчика люпина является особо благоприятным объектом.

Исследования особенностей окраски цветков у некоторых видов люпина, произрастающих в западном полушарии, сделаны были еще Бурлингеймом [29]. Им были выделены среди видов *L. apricus* и *L. palus* формы, отличающиеся полосатым характером венчика — синим



Рис. 3. Мутации по форме листовой пластинки у *L. angustifolius*.

со светло-синими или белыми полосками. В последующих поколениях эти гетерозиготные формы давали экземпляры синие, белые и снова полосатые, т. е. синие с белыми полосками. Однако Бурлингейм в центре своего внимания ставил наследование окраски цветков у изучаемых им видов, а не вопросы мутирования растений.

Между тем, проявление на венчике люпина мозаичной окраски позволяет обнаружить химерное растение еще на корню, в период его цветения. Так, среди исследованного материала нами были обнаружены химерные растения люпина, у которых мутируемая ткань распространялась на различные части венчика — изруса крыльев и лодочки или даже на целые цветки соцветия.

Таким образом, соматическая мутация могла охватить лишь небольшую, едва заметный участок венчика, целый цветок или даже несколько цветков в соцветии. Как показали исследования, размеры участка мутируемой ткани находились в прямой зависимости от времени ее возникновения на растении. Эти наблюдения полностью подтвердили существующее представление о том, что только ранняя му-

тация способна образовать большой сектор измененной ткани, на которой в дальнейшем может возникнуть целый побег или цветок.

Впервые мутирование окраски цветка было отмечено нами среди гетерозиготных форм *L. hybridus*. На химерных растениях распускались цветки двух окрасок. Одни из них были синие с ярко-желтым пятном в основании пазуха, другие—светло-голубые с чисто белым пятном (мутирующая ткань). Кроме того, химерные растения выделялись особой мозаичной окраской венчика, главным образом его крыльев. Исследования окраски кожуры семян, собранных с этих растений, лишь подтверждают их химерную природу, о чем мы будем говорить ниже.

Из других видов люпина химерные растения были нами обнаружены у вида *L. paupis*, где они возникли среди опять-таки гетерозиготных растений, полученных от скрещивания синецветковых и белоцветковых форм. В первом поколении гибридные растения имели промежуточную окраску цветков—голубую. Во втором поколении появились химерные растения, у которых среди светло-голубых соцветий отчетливо вырисовывались ярко-синие цветки. Некоторые экземпляры из этих растений отличались полосатостью венчика—по светлому фону цветка проходили синие полоски различной ширины измененной ткани.

По наблюдениям Бурлигейма, полосатые венчики *L. paupis* представляли обратную картину: по темно-синему фону венчика проходили голубые и белые полоски.

В нашем материале попадались цветки, у которых одна сторона пазуха, одно крыло и соответствующая сторона лодочки были синими, тогда как противоположная половина была светлой. У некоторых растений среди светлоокрашенных соцветий имелись соцветия синецветковые.

Таким образом, *L. paupis*, как *L. hybridus*, могут быть ценными объектами при изучении химерообразовательных процессов в семействе бобовых. Более детальное исследование наблюдаемых нами явлений показало, что мы имеем перед собой случаи возникновения переклинирных химер, свойственных также роду *Phaseolus* (Т. Н. Бельская [7]).

Однако преимущество люпина, как объекта исследования, перед другими бобовыми заключается в том, что химеры этого растения можно распознавать не только по семенам, но и по цветкам, т. е. в более ранний период развития.

В семействе бобовых крайне редки случаи мутирования окраски венчика, на что указывал еще Рёмер [46], отмечая, что мутирование окраски цветка, описанное Фрувиртом у *Vicia villosa* при скрещивании белоцветковых и фиолетово-цветковых форм, следует причислить к единичным фактам.

**Плод и семя.** Образование химер по типу *obscuratum*—*Phaseolus* широко распространено среди гетерозиготных растений из семейства

бобовых (Kajanus [39]). При этом явлении бобы содержат разнородно окрашенные семена, кожура которых бывает пигментирована лишь частично или полностью. Мутирование распространяется на отдельные кусты или отдельные бобы, в которых наряду с пестроокрашенными семенами, имеющими бледный фон и темный рисунок, попадаются семена, отличающиеся темным фоном и светлым рисунком. Каянус предполагает, что измененные семена несут на себе следы прежнего основного фона, с чем согласен и Л. Л. Декапривевич [12].

Иной точки зрения придерживается Тьеббес [52], отметивший на измененных семенах особую, от прежней мозаики непосредственно не зависящую окраску.

Тщательное изучение местоположения измененных семян окончательно выявляет периклиальный характер химер *obscuratum* (Бельская [7]). По ее данным, явление это наследственно, при учете потомства индивидуумов в целом, а не отдельных семян.

В настоящее время химерные бобы обнаружены у многих представителей семейства бобовых (Roemer [46], Е. И. Барулина [6], Д. Буйлин [8] и др.).

Первые наблюдения по мутированию окраски кожуры семян у люпина сделаны были еще Гарцем (Hartz, 1885), описавшим белосеменные—синцеветковые формы у *L. angustifolius*. Однако наиболее полные материалы по мутациям и исследованию признаков у этого вида приведены в работе Рёмера [46]. Позже полученные данные были дополнены и подтверждены также и другими авторами (Syrniewsky [48, 49], Hackbarth a. Troll [35]).

В наших исследованиях раньше всего были обнаружены мутации кожуры семян у *L. luteus*. Химерные растения легко распознавались по семенам, отличавшимся различной пигментацией: мозаично-пестрые с полоской посередине и одноцветно-темные, также с полоской. У некоторых семян этого типа только одна сторона была пестрой, другая—одноцветной, темной или светлой.

Более детальное исследование измененной ткани кожуры семян показало, что в большинстве случаев наблюдаемое явление полностью соответствует понятию *obscuratum*, поскольку имеется распространение бывших мелких пятен на мозаику семян. Реже измененные семена отличаются особой, от мозаики не зависящей окраской.

Еще более выражено мутирование ткани на семенах *L. hybridus*. Здесь можно наблюдать возникновение совершенно новой окраски семян, а не распространение пигментации в понимании Каянуса. Исследование материала показало, что местоположение разнородно окрашенных семян в химерных бобах повторяет комбинации, полученные Бельской у *Phaseolus*.

Описанные химеры у *L. luteus* и *L. hybridus* неоднократно обнаруживались на питомнике ТСХА. Как мы уже отмечали, химерные растения с разносеменными бобами возникали спонтанно лишь среди гетерозиготного материала (рис. 4 и 5).

Работы по люпину открывают широкие перспективы для экспериментальных исследований в области изучения вегетативных мутаций, чему способствуют частота их возникновения и резкость прояв-

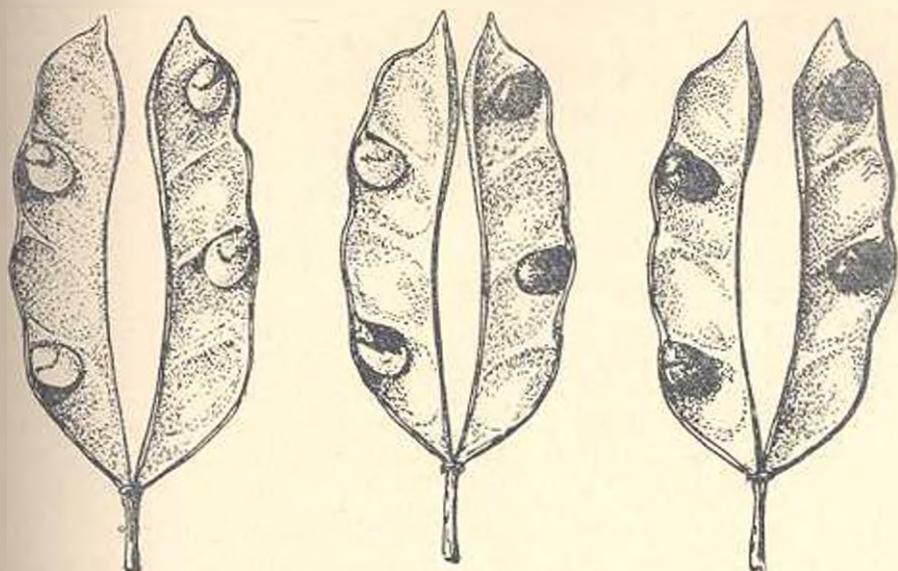


Рис. 1. Бобы с одного растения *L. hybridus*.

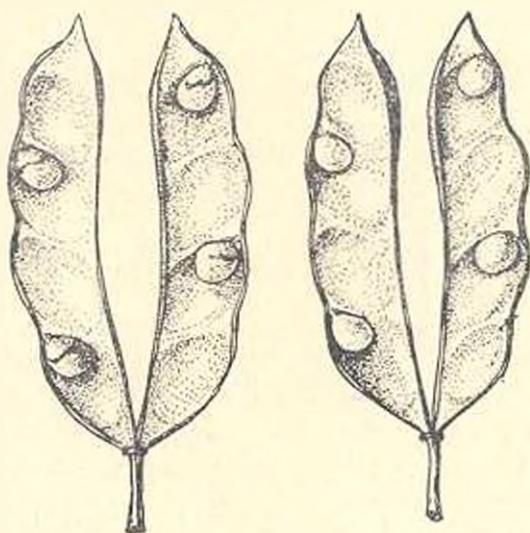


Рис. 5. Бобы с другого растения *L. hybridus*.

ления. Лишь анализ разнородного и обширного материала может осветить вопросы общебиологического порядка, к которым и относится проблема появления вегетативных мутаций у различных растительных организмов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ассеева Т. В. Вегетативные мутации у картофеля. Тр. Всес. съезда по генет., селекции, семеновод. и племен. животноводству в Ленинграде, т. II, 1929.
2. Ассеева Т. В. Вегетативные мутации у картофеля. Труды по прикладн. ботан. и селекции, том XXVII, 4, 1931.
3. Атабекова А. И. О механизме образования соматических дубликций. Изв. АН СССР, серия биол., 4, 1939.
4. Атабекова А. И. Явление полиплоидии у тюльпана. Сб. работ кафедры ботаники ГСХА т. 1, 1958.
5. Барулина Е. И. Чечелица Афганистана. Тр. по прикладн. ботан. и селекции, том XIX, вып. 2, 1928.
6. Барулина Е. И. Чечелица СССР и других стран. Приложение № 40 к Тр. по прикладн. ботан., генет. и селекц. 1930.
7. Бельская Т. П. Исследование и онтогенетическое распределение семян измененной окраски у фасоли *Phaseolus vulgaris* (L.) v. *phaeolus hematocarpus* Savt. (Marj). Феногенетическая изменчивость, т. II, 1933.
8. Буйалин Д. О питательности соевых бобов. Семеноводство, 1930, 11, 12 июня, 1931.
9. Вавилов Н. И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Теоретические основы селекции растений, т. 1, 1935.
10. Дарвин Ч. Полное собрание сочинений, т. III, кн. 1 и 2, Госиздат, 1928.
11. Дарвин Ч. Действие перекрестного опыления и самоопыления в растительном мире. Серия Классики естествознания, 1939.
12. Декабридзе Л. Л. Сорты фасоли (*Phaseolus vulgaris* Savt.), возделываемые в Грузии. Зап. Научно-прикладн. отд. Тифлисского бот. сада, вып. IV, Тифлис, 1925.
13. Крейке Н. П. Хирургия растений. Изд-во Новая деревня, 1928.
14. Крейке Н. П. Химеры растений. Изд-во Акад. наук СССР, 1947.
15. Леницкий Г. А. Рефераты работ Ватсона 1926 г. и других авторов. Тр. по прикладн. ботан. и селекции, том XVI, вып. 5, 1926.
16. Луис А. И. Вегетативные мутации. Теоретические основы селекции растений т. 1, ВАСХНИЛ, ВИР, 1935.
17. Лутков А. И. Мутации и их значение для селекции. Теоретические основы селекции растений, т. 1, ВАСХНИЛ, ВИР, 1935.
18. Навашин М. С. и Герасимова Е. Н. Природа и причины мутаций. I. О природе и значении хромосомных мутаций, возникающих в клетках покоящихся растительных зародышей в результате старения последних. Генетический журнал, т. 4, 1935.
19. Рыжков В. А. Проблема пестротности в новейшей литературе. Тр. по прикладн. ботан., генет. и селекции, т. XXII, 1929—1930.
20. Рыжков В. А. Химеры и гистологическая у растений. Успехи современной биологии, т. XIII, 1940.
21. Agardh. Synopsis generis Lupini. Lund, 1835.
22. Atabekova A. Die Wirkung der Röntgenbestrahlung ruhender und keimender Samen. Protokoll-Verh., Band XXV, Heft 2, 1936.
23. Atabekova A. Über die Bildung Polyploider Sätze in somatischen Zellen. Genetica, 1/3, 1937.
24. Bateson W. Mendel's principles of heredity, 1901.
25. Bateson W. and Pellew C. on the genetics of "rogues" among culinary peas (*Pisum sativum*). Journ. Genetics, vol. 5, 1915.
26. Bateson W. Root cuttings, chimeras, and "spots". Journ. Genetics, vol. VI, 1916, vol. VIII, 1919; vol. XI, 1921.
27. Bateson W. Segregation. Journ. Genetics, vol. XVI, 2, 1926.
28. Brotherton W. The heredity of "rogue" type in garden peas (*Pisum sativum*). Mich. Acad. Sci. Ann. Rpt., vol. 21, 1920.

29. Burlingame L. Variation and Heredity in *Lupinus*. The Americ. Natur., vol. LV, Nr. 640, 1921.
30. Fruwirth C. Versuche zur Wirkung der Auslese. Zeitschr. f. Pflanzenz. B. III, H. 2, 1915.
31. Fruwirth C. Landwirtschaftliche wichtige Hulsenfruchter. Heft. 2, Berlin, 1919.
32. Fruwirth C. Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. Band I—V, 1922—1923.
33. Fruwirth C. Ein auffallende Linsenwickenbastardierung. Genetica. Band V, 1923.
34. Haan H. Contribution to the genetics of *Pisum*. Genetica, Bd. XII, 1931.
35. Hackbarth L. und Troll H. Einige Spontanmutationen von *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius*. Zeitsch. f. Pflanzenzüchtung. Bd. 31, 1955.
36. Johannsen W. Ueber Knospenmutation bei *Phaseolus*. Zichr. f. indukt. Abst.— und Vererbungslehre, 1909.
37. Kajanus B. Sammenrassen bei *Lupinus angustifolius* und *Lupinus luteus*. Zeitschr f. Abst. und Vererb. lehre. Ba. 7, 1912.
38. Kajanus B. Ueber die kontinuierlich violezten Samen von *Pisum arvense*. Fuhl landw. Ztg. 62, 1913.
39. Kajanus B. Zur Genetik der Samen von *Phaseolus vulgaris*. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, Bd. 11, 1914.
40. Kraus E. Somatic segregation. Journ. Hered. 1916.
41. Lamberts, H. A new type with a rapid youth growth in yellow lupins (*Lupinus luteus*). Euphytica, 2, 1953.
42. Nilsson-Leissner G. Ueber eine aberrante Form von Wintererbsen—*Pisum sativum*. Hereditas B. Y, H, 5, 1924.
43. Piper C. and Morse W. The soybean. N. Y. and London. McCraw-Hill. Book Co, 1923.
44. Reinke Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, 23, 1915.
45. Roemer, Th. Partielle Variationen bei *Lupinus angustifolius*. Zischr. f. ind. Abst. u. Vererbh. Bd. 30, 1923.
46. Roemer Th. Vererbungsstudien mit Lupinen. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung. Bd IX, Heit 4, 1924.
47. Sengbusch R. Die Auffindung einer neuer weihsamigen Mutante in Süs lupinenstamm. 8. Züchter, Bd. 12, H. 1, 1940.
48. Sypniewski I. O odmianach i rasach *Lupinus angustifolius* L. Gzesc I, Pamietnik P. I. N. G. W., Krakow, 1928.
49. Sypniewski J. O odmianach i rasach *Lupinus angustifolius* L. Gzesc, 11, Pamietnik P. I. N. G. W., Krakow, 1930.
50. Troll H. Anthozyan-Mutanten bei *Lupinus angustifolius*. Züchter. Bd. 15, 1943.
51. Tschermak E. Zischr. f. Abst. u. Vererbh. lehre, 21, 1919.
52. Tjebbes K. Ganzfarbige Samen bei getleckten Bohnenrassen. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Bd. XLI, H. 5, 1923.
53. Tjebbes K. Die Zeichnung der Samenschale von *Phaseolus multiflorus*. Hereditas, Bd. VII, 1925.
54. Vries H. de—Die Mutationstheorie, Bd. 2, 1903.
55. Wellensiek S. Genetic monograph on *Pisum*. Bibliographia Genetica, II, 1925.
56. Wellensiek S. *Pisum* crosses. Genetica, VII, 1925.
57. Woodworth C. and Cole L. Mottling of soybeans. Journ. of Heredity. XV, 1921.