

УДК 634.7: 551.5

UDC 634.7: 551.5

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ СОРТОВ  
ACTINIDIA DELICIOSA В УСЛОВИЯХ  
ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКОВ РОССИИ**

**ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE  
INTRODUCED CULTIVARS OF ACTINIDIA  
DELICIOSA IN RUSSIAN HUMID SUBTROPICS**

Беседина Тина Давидовна  
д.с.-х.н.

Besedina Tina Davidovna  
Dr.Sci.Agr.

Тутберидзе Циала Владимировна  
к.с.-х.н., доцент

Tutberidze Tsiala Vladimirovna  
Cand.Agr.Sci, associate professor

Добежина Светлана Владимировна  
к.б.н.  
*Государственное Научное Учреждение  
Всероссийский научно-исследовательский  
институт цветоводства и субтропических наук  
Россельхозакадемии, Сочи, Россия*  
354002 г. Сочи, ул. Яна Фабрициуса 2/28  
e- mail: subplod@mail.ru  
e- mail: SvetlanaDob@yandex.ru

Dobezhina Svetlana Vladimirovna  
Cand.Biol.Sci  
*State Research Institution All-Russian Scientific and  
Research Institute of Floriculture and Subtropical  
Crops of the Russian Academy of Agricultural  
Sciences, Sochi, Russia*  
354002, Sochi, Yana Fabritsiusa str., 2/28  
e- mail: subplod@mail.ru  
e- mail: SvetlanaDob@yandex.ru

Основными критериями в оценке адаптивного потенциала *Actinidia deliciosa* (киви), возделываемой в субтропиках России, взяты урожай интродуцированных сортов, экологические (стабильность и экологическая пластичность) и биологические (устойчивость и периодичность плодоношения) показатели. Изученный характер реакции сортов актинидии на постоянно изменяющиеся погодные условия в период 1998-2011 годы поможет оптимизировать размещение культуры в субтропической зоне, рационально использовать природные ресурсы уникальной по своим климатическим свойствам территории России

The main criteria in assessing the adaptive capacity of *Actinidia deliciosa* (kiwi), cultivated in Russian subtropics were yield of the introduced cultivars, as well as ecological (stability and periodicity of fruiting) and biological indicators (resistance and periodicity of fruiting). The studied nature of the way *Actinidia* cultivars react to the constantly changing weather conditions during the period from 1998 to 2011 will help to optimize the placement of the crop in subtropical zone, and use natural resources for its unique climatic properties of Russian territory in a sustainable way

Ключевые слова: АКТИНИДИЯ  
ДЕЛИКАТЕСНАЯ, АДАПТИВНЫЙ  
ПОТЕНЦИАЛ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ  
ПЛАСТИЧНОСТЬ, СОРТ, ВЛАЖНЫЕ  
СУБТРОПИКИ

Keywords: ACTINIDIA DELICIOSA, ADAPTIVE  
CAPACITY, ECOLOGICAL PLASTICITY,  
CULTIVARS, HUMIDSUBTROPICS

По почвенно-экологическим условиям влажно-субтропическая зона России отнесена к первой природно-хозяйственной группе (Карманов, Булгаков, 2005). Главным критерием выделения группы явилась возможность рационального использования ее под плодовую и чаеводческую отрасли, включая предгорную и низкогорную части региона. В течение XX века здесь получили свое развитие субтропические и южные плодовые культуры, в том числе и чай, тогда как *Actinidia deliciosa*

(*Kiwifruit*) стали культивировать с 1988 г. (Тарасенко, 1999). За данный период преимущество производства её плодов в мире перешло от Новой Зеландии к странам юга Европы. Промышленное развитие ценной, как в лечебном, так и в диетическом отношении культуры сдерживается в российских субтропиках не только отсутствием знаний о ее агроэкологии, но и социально-экономическим использованием уникальных природных ресурсов региона. Узкая приморская полоса субтропиков все больше занимается под санаторно-курортное и туристическое предпринимательство, а сельскохозяйственное - передвигается на склоновые земли горной части региона. Горный рельеф существенно перераспределяет тепловые и водные ресурсы территории, тем самым влияя на продуктивность субтропических культур. Раскрытие экологических особенностей сортов актинидии позволит наиболее эффективно управлять их продукционным потенциалом и средообразующими свойствами.

Адаптивный потенциал культуры, определяющий величину и качество урожая, характеризуется потенциальной продуктивностью и экологической устойчивостью. Последний показатель ориентирует на эффективность продуктивности сорта при улучшении условий внешней среды и его способности противостоять действию абиотических и биотических стрессоров (Жученко, 2008).

Цель данной работы состоит в определении адаптивного потенциала интродуцированных сортов *Actinidia deliciosa* для оптимального размещения во влажно-субтропической зоне России.

### **Объекты и методы исследований**

Объектом исследований послужили женские сорта *Actinidia deliciosa* Ново-Зеландской селекции различного срока созревания: раннеспелые – Эллисон и Эббот, среднеспелые - Монти и Бруно, позднеспелые -

Хейворд и группа Хейвордов К, а также Кивальди. Данные сорта различаются не только по срокам созревания, но и по массе ягод, что определяет сроки поступления продукции и ее качество. Ранне - и среднеспелые сорта имеют массу плодов от 60 до 72 г, позднеспелые – 62–121г, вследствие чего последние получили наибольшее распространение.

Полевые опыты по изучению агроэкологических требований актинидии были размещены в Адлерском районе города Сочи на аллювиальных луговых почвах, расположенных в приморской части зоны. Учеты урожая и фенологические наблюдения проведены в течение 1998-2011 г.г. согласно «Программы и методики сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (1999).

Одним из важных хозяйственных признаков в оценке сорта является его продуктивность, которая характеризуется не только величиной урожая, но и регулярностью и устойчивостью плодоношения.

Оценка периодичности плодоношения проводилась сопоставлением урожайности по годам по каждому сорту изучаемой культуры – по следующей формуле (Кашин, 1995):

$$Пп = \frac{|a_1 - a_2| + |a_2 - a_3| + |a_3 - a_4| + \dots + |a_{n-1} - a_n|}{(a_1 \cdot 2) + (a_2 \cdot 2) + (a_3 \cdot 2) + \dots + (a_{n-1} \cdot 2) - a_1 - a_{n-1}} \cdot 100\%$$

где Пп – периодичность плодоношения, %;

$a_1, a_2, a_3, a_{n-1}, a_n$  – урожаи исследуемых лет, кг/куст

Эта формула позволяет рассчитывать периодичность плодоношения за любое количество лет.

В зависимости от колебания урожаев по годам коэффициент периодичности изменяется от 0 (ежегодно плодоносящие сорта) до 100% (сорта с резкими колебаниями урожаев). В результате расчета коэффициента периодичности плодоношения сорта разделяются на 3

группы: 1 – ежегодно плодоносящие сорта ( $P_n < 40\%$ ); 2 – нерегулярно плодоносящие сорта ( $P_n 40 - 75\%$ ); 3 - резко-периодично плодоносящие сорта ( $P_n > 75\%$ ).

Для более точной оценки регулярности и стабильности плодоношения был также проведен расчет коэффициента устойчивости плодоношения (Кашин, 1995):

$$u_n = 1 - \frac{\sum |P_f - \bar{P}|}{\sum P_f}$$

где  $U_n$  – коэффициент устойчивости плодоношения, изменяющийся от  $-1$  до  $+1$ ;  $P_f$  – фактическая годовая продуктивность за время наблюдений;  $(P_f - \bar{P})$  – сумма абсолютных (без учета знака) значений отклонений среднегодовой продуктивности от фактической продуктивности сорта в каждый из годов наблюдений;  $\sum P_f$  – суммарная продуктивность сорта за весь период наблюдений.

Выделяют четыре группы по характеру устойчивости плодоношения: с высокой устойчивостью  $U_n > 0,75$ ; среднеустойчивые  $U_n = 0,40-0,75$ , низкоустойчивые  $U_n = 0-0,40$ , абсолютно неустойчивые  $U_n < 0$  (Гутиев, 2002).

Для оптимального размещения сортов *Actinidia deliciosa* в условиях российских субтропиков наряду с оценкой воздействия лимитирующих факторов окружающей среды необходимо изучить их экологическую пластичность. Количественные методы оценки экологической пластичности сортов сельскохозяйственных растений в системе «сорт-среда-урожай» разработаны Eberhart S.A., Russel W.A. (1966, 1969).

Природа адаптивного потенциала культурных растений по А.А. Жученко (2008) зависит от функционирования двух генетических систем

онтогенетической (индивидуальной) и филогенетической (популяционной).

В процессе роста и развития в постоянно изменяющихся условиях среды эти системы одновременно влияют на изменчивость адаптивных реакций растений при их взаимодействии, а также играют роль автономности. В структуре потенциала онтогенетической адаптации культивируемых растений выделяют потенциальную продуктивность и экологическую устойчивость, определяющих величину и качество урожая.

Знание специфики адаптации каждого сорта помогает установить возможность его выращивания в определенных почвенно-климатических зонах, что особенно актуально для культуры – интродуцента.

Метод Эберхарта и Рассела позволяет рассчитывать два параметра: коэффициент линейной регрессии –  $b_i$  и дисперсии –  $S^2 d_i$ . Коэффициент линейной регрессии показывает реакцию сорта на улучшение условий выращивания, коэффициент дисперсии – стабильность сорта в различных средах. Оба компонента определяют при помощи регрессионного анализа.

Дисперсионный анализ выявляет доли генотипической и экологической вариабельности и их взаимодействия.

А.А.Жученко (2008), рассматривая методы анализа в системе «генотип – среда», заключает, что метод линейной регрессии, несмотря на свое несовершенство, отличается простотой и позволяет выделить главное – параметры экологичности генотипа.

### **Результаты исследований**

Оценка адаптации интродуцированных сортов *Actinidia deliciosa* в условиях внешней среды влажных субтропиков по показателям урожая за 14-летний период изучения с помощью дисперсионного и регрессионного анализов показала различия сортов, как по уровню признака, так и по их реакции на погодные условия.

Для определения доли влияния генотипической и экологической вариабельности и их взаимодействия на адаптивный потенциал сортов *Actinidia deliciosa* использован дисперсионный анализ, результаты которого представлены в табл. 1.

Таблица 1.–Результаты дисперсионного анализа урожая сортов *A.deliciosa* за 1998 – 2011 гг., посадка 1988 г.

Виды варьирования	Число степеней свободы	Сумма квадратов	Дисперсия	F	
				Фактическое	05
Общее	167	24535,48			
Сортов	11	3067,63	278,87	11,22	2,40
Лет исследований	13	16073,59	1236,43	49,75	2,21
Взаимодействие год - сорт	11	2113,41	192,13	7,73	2,40
Остаточное	132	3280,85	24,85		

Данные табл. 1 показывают, что различия между сортами, экологическими условиями и их взаимодействием статистически достоверны. Однако дисперсия лет исследований превалирует (50,4% от общего варьирования), что свидетельствует о значительной существенной изменчивости, более связанной с экологическими условиями, чем с сортовыми свойствами. Взаимодействия системы «сорт – среда» в общей изменчивости также существенны.

Данные статистически среднего многолетнего урожая сортов актинидии, экологические и биологические параметры плодоношения отображены в табл. 2.

В связи с отсутствием районированных сортов в качестве контроля взят средний урожай по опыту, равный 25,1 кг с куста.

Наименьшая существенная разность при 5% уровне значимости составила 5,97 кг/куст, в этом случае урожай с растений среднеспелых сортов существенно отличается от величины урожая сортов раннего и позднего сроков созревания.

Коэффициент вариабельности урожая всех сортов колеблется в пределах 38,7-57,5%. Значительная изменчивость подтверждается широкой амплитудой показателя урожая с куста от минимального до максимального значения.

Параметры пластичности (коэффициент регрессии) и стабильности (среднеквадратическое отклонение от линии регрессии), предложенные Eberhart S.A. и W.A. Russell (1966) позволяют учитывать реакцию сорта на изменения внешней среды.

Сорта у которых коэффициент регрессии выше единицы ( $b_i = 1,03-1,53$ ), относятся к интенсивному типу. Они отзываются на улучшения условий выращивания, но в неблагоприятные погодные условия, и на низком агротехническом уровне их урожай резко снижается. К таким сортам актинидии можно причислить Монти, Бруно, Хейворд К-10 и Кивальди.

Таблица 2.–Данные среднего многолетнего урожая (кг/куст) *Actinidia deliciosa*, экологических характеристик сортов, устойчивости их плодоношения во влажных субтропиках России, 1998-2011 гг.

Сорта	Группа спелости	Средний многолетний урожай, кг/куст	Коэффициент вариации %	Лимиты урожая, кг/куст	Экологические параметры		Коэффициенты плодоношения	
					пластичность, $b_i$	стабильность, $S^2 d_i$	периодичность плодоношения, $P_n$	устойчивость плодоношения $U_n$
Эллисон	ранние	23,4+2,4	38,7	0 – 32,7	0,84	9,2	53	0,73
Эббот	ранние	21,0+2,9	50,9	0 – 40,2	0,95	23,9	36	0,66
Монти	средние	36,2+4,2	42,8	0 - 52,0	1,42	48,1	25	0,68
Бруно	средние	31,6+4,9	57,5	0 - 58,2	1,53	111,7	35	0,50
Хейворд	поздние	24,7+2,9	43,7	2,4-32,6	0,93	30,9	28	0,66
Хейворд К	поздние	21,4+2,2	39,6	3,5-33,6	0,74	14,8	24	0,73
Хейворд К 8	поздние	22,7+2,7	43,7	3,0-42,0	0,84	26,7	30	0,68
Хейворд К 10	поздние	24,9+3,0	45,1	2,6-35,8	1,03	19,9	30	0,67
Хейворд К 12	поздние	23,0+2,8	45,8	4,0-37,1	0,94	28,0	30	0,65
Хейворд К 16	поздние	23,0+5,7	40,9	3,7-36,0	0,81	22,7	24	0,70
Хейворд К 17	поздние	23,2+3,0	47,7	4,5-40,0	0,73	41,7	28	0,65
Кивальди	поздние	26,7+3,3	46,1	2,8-47,5	1,05	50,9	29	0,67

Примечание: средний урожай по данным дисперсионного анализа равен 25,1 кг/куст;  $НСР_{05} = 5,97$  кг/куст.

Сорта, у которых коэффициент регрессии равен 1 или очень близок к ней ( $b_i=0,93-0,95$ ) характеризуются высокой экологической пластичностью.

К ним относятся Эббот, Эллисон, Хейворд, Хейворд К-8, Хейворд К 12, Хейворд К-16. Их продуктивность соответствует изменению условий: при интенсивном уходе за растениями урожай повышается, на низком агрофоне снижается менее значительно, чем у интенсивных сортов.

Остальные сорта (Хейворд К и Хейворд К-17) по показателю экологической пластичности равному 0,73-0,74 можно отнести к нейтральному типу, поскольку они обладают низкой экологической пластичностью. Их достоинство в том, что при плохих условиях среды урожай у них снижается меньше, чем у интенсивных и высокопластичных сортов. Данные сорта менее подвержены влиянию погодных условий на их продуктивность.

Наглядное представление о влиянии погодных условий на потенциальную продуктивность сортов актинидии дает рис. 1.

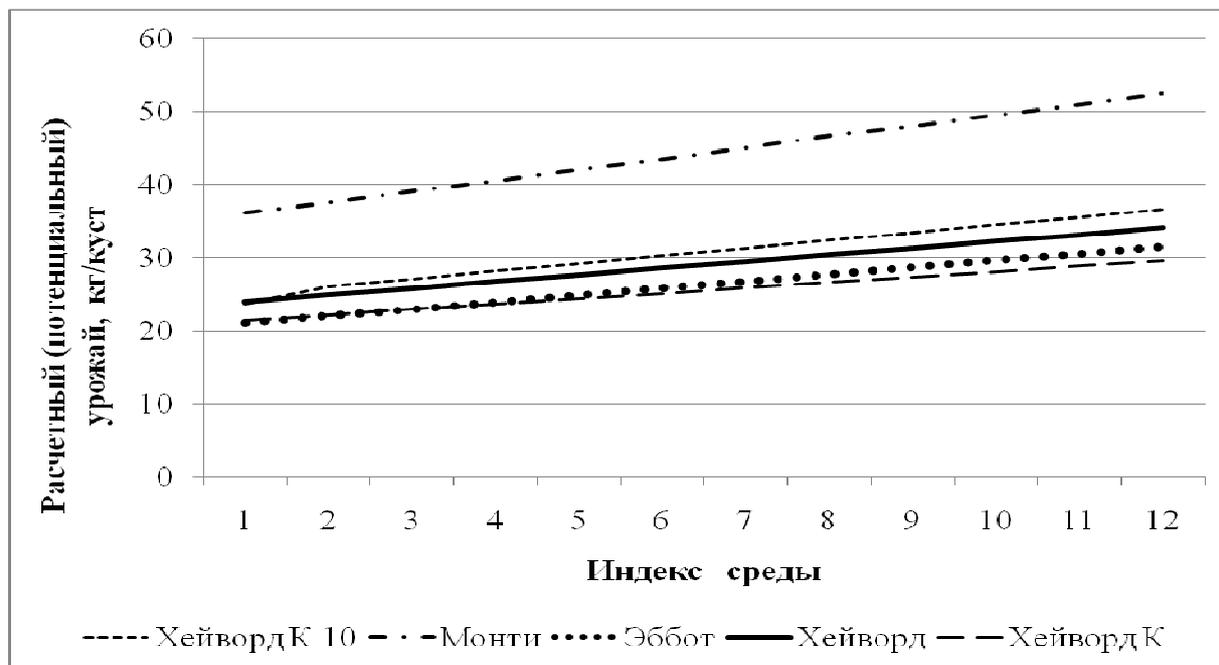


Рис.1.– Влияние погодных условий (индекса условий среды) за период 1998-2011 гг. на потенциальный урожай сортов *Actinidia deliciosa*

На котором по линии абсцисс откладываются индексы условий среды, а по линии ординат - теоретически рассчитанные показатели урожая в кг/куст.

Индексы условий среды представляют собой отношение среднего урожая по сортам в конкретный год испытания от среднего урожая по сортам за все годы испытаний.

Наибольший урожай плодов, прогнозируемый в годы с лучшим индексом, у интенсивных сортов Монти и Хейворд К-10. Низкопластичные сорта такие как Хейворд К и Хейворд К-17 менее активно повышает урожай при улучшении условий среды. Если Хейворд К-10 и Кивальди могут повысить урожай до 37,6 кг/куст, то Хейворд К и Хейворд К-17 до 30,6 кг/куст (в пересчете на га соответственно 169,2 ц/га против 131,7). Высокопластичные сорта могут дать потенциально урожай до 33 кг/куст, в пересчете на га 148,5 ц.

Коэффициенты стабильности сортов ( $S^2 di$ ), определенные по методу Eberhart, Russel (1966), свидетельствует о значительной вариабельности показателя урожая в зависимости от изменений условий погоды. По всем показателям изменчивости урожая сорт Бруно отличается значительно большей вариабельностью (табл.2).

Основываясь на параметрах плодоношения культуры за ряд лет исследований можно утверждать, что все изучаемые сорта кроме Эллисона относятся к ежегодно плодоносящим, так как их коэффициент периодичности ( $P_n$ ) меньше 40% и достигают значений от 24 до 36% (табл.2). У сорта Эллисон  $P_n = 53\%$ , что характеризует его как нерегулярно плодоносящий сорт ( $P_n = 40-75\%$ ). Устойчивость плодоношения культуры в целом в условиях влажных субтропиков в среднем по сортам составила 0,66, что свидетельствует о средней устойчивости продуктивности ( $Y_{n=0,40-0,75}$ ) растений актинидии.

## ВЫВОДЫ

Анализ многолетних данных урожая интродуцированных сортов *Actinidia deliciosa* по комплексу показателей адаптации растений к условиям приморской территории зоны влажных субтропиков (высотные отметки до 200 м над у.м.) показал следующее:

- статистическую достоверность различий показателей урожая в зависимости от особенностей сорта, экологических условий и взаимодействий – «год – сорт»;

- продуктивность сортов среднего срока созревания Монти и Бруно существенно выше, чем у остальных сортов, она в среднем за 1998-2011 годы составила 31,6-36,2 кг/куст, тогда как у раннеспелых сортов – 21,0-23,4 кг/куст, у позднеспелых сортов – 21,4-26,7 кг/куст;

- интродуцированные сорта *Actinidia deliciosa* обладают различной экологической пластичностью. Так по коэффициенту экологической пластичности сорта Монти, Бруно, Хейворд К 10 и Кивальди можно отнести к интенсивным сортам ( $b_i=1,03-1,53$ ), которые адекватно реагируют на улучшение внешней среды, достигая потенциального урожая до 37,6 кг/куст (169,2 ц/га).

В группу высокопластичных сортов ( $b_i = 0,81 - 0,95$ ) отнесены сорта раннего срока созревания Эллисон, Эббот, а также сорта позднего срока созревания Хейворд, Хейворд К8, Хейворд К12, Хейворд К16. Их потенциальный урожай составляет 31,8 – 35,3 кг/куст (143,1 – 158,8 ц/га).

Низкопластичные сорта обладают коэффициентом экологической пластичности равному 0,73-0,74. К ним можно включить сорта Хейворд К и Хейворд К17, в среднем потенциальный урожай которых достигает 30,6 кг/куст (137,7 ц/га).

- по данным коэффициента вариации урожая, коэффициента стабильности и периодичности плодоношения все сорта характеризуются

значительной изменчивостью, которая видна также из преимущественной дисперсии на фактор «годы исследований».

Все представленные экологические характеристики сортов *Actinidia deliciosa* дают возможность оптимизации размещения культуры в сложных рельефных условиях влажных субтропиков России.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гутиев Р.И. Устойчивость плодоношения и реализация биологических ресурсов плодовых культур Краснодарского края: Дисс. ... к. с.-х. наук. Москва, 2002. 109 с.
2. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. В трех томах. М.: Изд-во Агрорус, 2008. Т.1. 814 с.
3. Кашин В.И. Устойчивость садоводства России: Дисс. ... д-ра с.-х. наук в виде научн. доклада. Мичуринск, 1995. 102 с.
4. Карманов И.И. Природно-хозяйственная группировка земель России на почвенно-экологической основе/ И.И. Карманов, Д.С. Булгаков// Почвоведение, 2005. № 10. С. 1165-1173.
5. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур /Под ред. акад. РАСХН Е.Н. Седова и д-ра с.-х.н. Т.П. Огольцовой. Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. 608 с.
6. Тарасенко В.С. Возделывание киви в России./ Под ред. д-ра биол. наук М.Н. Плехановой. СПб.: ВИР, 1999. 44 с.
7. Eberhart S.A. Stability parameters for comparing varieties/ S.A. Eberhart, W.A. Russell// Скшцз.Csi. 1966. №6. P.45.

### References

1. Gutiev R.I. Ustojchivost' plodonoshenija i realizacija biologicheskikh resursov plodovyh kul'tur Krasnodarskogo kraja: Diss. ... k. s.-h. nauk. Moskva, 2002. 109 s.
2. Zhuchenko A.A. Adaptivnoe rastenievodstvo (jekologo-geneticheskie osnovy). Teorija i praktika. V treh tomah. M.: Izd-vo Agrorus, 2008. T.1. 814 s.
3. Kashin V.I. Ustojchivost' sadovodstva Rossii: Diss. ... d-ra s.-h. nauk v vide nauchn. doklada. Michurinsk, 1995. 102 s.
4. Karmanov I.I. Prirodno-hozjajstvennaja gruppirovka zemel' Rossii na pochvenno-jekologicheskoj osnove/ I.I. Karmanov, D.S. Bulgakov// Pochvovedenie, 2005. № 10. S. 1165-1173.
5. Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur /Pod red. akad. RASHN E.N. Sedova i d-ra s.-h.n. T.P. Ogol'covaj. Orel: Izd-vo VNIISPK, 1999. 608 s.
6. Tarasenko V.S. Vozdelyvanie kivi v Rossii./ Pod red. d-ra biol. nauk M.N. Plehanovoj. SPb.: VIR, 1999. 44 s.
7. Eberhart S.A. Stability parameters for comparing varieties/ S.A. Eberhart, W.A. Russell// Skshhz.Csi. 1966. №6. P.45.