Рис. 6. Ненагруженные ДК + МНК

Примечание: МНК – мононуклеарные клетки; CMV – цитомегаловирус; pp65 – белок CMV; ДК – дендритные клетки; CTL – специализированная среда.

Рис. 7. Нагруженные ДК + МНК

Таким образом, на основании проведенного исследования мы выяснили, что использование дендритных клеток приводит к значительному росту Т-клеточного иммунного ответа в отношении pp65 CMV. Проведена оценка генерации CMV специфичных Т-клеток методом ELISPOT. Результаты полученные по окончании работы показали очевидный рост количества клеток при их инкубации с нагруженными дендритными клетками.

1. Выдумкина С.П., Зазимко Л.А., Кузенкова А.В. Частота острой цитомегаловирусной инфекции среди лиц разновозрастных групп // Вопросы вирусологии. 1999. № 1. С. 19-21.
2. Kholodnova N.V. A modern view of the problem of congenital cytomegalovirus infection: diagnosis, treatment and prevention / N.V. Kholodnova, L.N. Mazankova, A.A. Volter, I.E. Turina // Detskiye Infektsii Children's Infections. 2019; 18(4):56-63
3. Sergeeva O.V. mRNABased Therapeutics – Advances and Perspectives / O. V. Sergeeva, V. E. Koteliansky, T. S. Zatsepin // BIOCHEMISTRY (Moscow), 2016, Vol. 8, No. 7, pp. 709-722.
4. Tortorella D. Viral subversion of the immun-system / Tortorella D., Gewurz B.E., Furman M.H. // Ann. Rev. Immunol. 2000 Vol. 18 № 1 P. 861-926.

Гринько Н.Н.

Полиморфизм фенотипических признаков сортов фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris* L.), сокультивируемых в малообъемной гидропонике с семенными салатами (*Lactuca sativa* L.) из генофонда ВИР

*Адлерская опытная станция–филиал ФГБНУ ФИЦ ВИГРР им. Н.И.Вавилова
(ВИР)
(Россия, Сочи)*

doi: 10.18411/lj-03-2021-19

idsp: ljjournal-03-2021-19

Аннотация

Определена изменчивость фенотипических признаков сортов фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris* L.), сокультивируемых с семенными салатами (*Lactuca sativa* L.) из генофонда ВИР в малообъемной гидропонике. Отобраны сорта с ценными фенотипическими признаками – раннеспелость, высота растения, число бобов/растения, длина боба, ширина боба, масса боба, число семян/боб, масса 100 шт семян.

Ключевые слова: фасоль овощная (*Phaseolus vulgaris* L.), ценные фенотипические признаки, раннеспелость, высота растения, число бобов/ растения, длина боба, ширина боба, масса боба, число семян / боб, масса 100 шт семян, сокультивирование, генофонд салатов (*Lactuca sativa* L.) ВИР, малообъемная гидропоника.

Abstract

The variability of the phenotypic traits of vegetable bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L.) co-cultivated with seed lettuce (*Lactuca sativa* L.) from the VIR gene pool in low-volume hydroponics was determined. Varieties with valuable phenotypic traits were selected - early maturity, plant height, number of beans / plant, bean length, bean width, bean weight, number of seeds / bean, weight of 100 seeds.

Key words: vegetable beans (*Phaseolus vulgaris* L.), valuable phenotypic traits, early maturity, plant height, number of beans / plant, bean length, bean width, bean weight, number of seeds / bean, weight of 100 seeds, co-cultivation, lettuce gene pool (*Lactuca sativa* L.) VIR, low-volume hydroponics.

Введение

Характерная для Черноморского побережья Краснодарского края высокая интенсивность солнечной инсоляции – важнейшая компонента среди абиотических факторов внешней среды, существенно влияющих на семенную продуктивность салатов (*Lactuca sativa* L.) из мирового генофонда ВИР (УНУ, регистрационный USU_505851), размножаемых в малообъемной гидропонике на экспериментальной базе Адлерской ОС – филиал ВИР. В культивационном сооружении, покрытом поликарбонатом с бетонным основанием пола, температура в летний период достигает +40...45°C. Ограждение по периметру белым укрывным материалом, равно и многократные поливы пола водой, лишь частично снижают температуру. Поскольку, под воздействием прямых солнечных лучей, равно и в отсутствие оптимального воздухообмена, нагреваются металлоемкие конструкции теплицы. В экстремальных условиях окружающей среды, несмотря на способность листьев отражать избыток света и, как следствие, регулировать интенсивность транспирации и продуктивность фотосинтеза, нарушается нормальный ход обменных процессов в растениях [3]. Фиксируются термические ожоги салатов и эпифитотийное развитие экономически значимых болезней, торможение ростовых процессов и увеличение продолжительности межфазных периодов, существенное снижение числа репродуктивных органов, количества и качества семян [5, 6].

Предыдущими исследованиями, для ограничения доступа избыточной солнечной инсоляции к растениям, нами впервые разработаны регламенты размножения салатов под ярусом лиановидных вегетативных органов фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris* L.) [1, 2]. Вместе с тем, закономерная изменчивость солнечной активности в течение вегетационного периода семенных салатов, обуславливает необходимость подбора сортов фасоли, адаптированных к экстремальным условиям малообъемной гидропонике.

Цель исследований – дифференцировать сорта фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris* L.) по ценным фенотипическим признакам и отобрать пригодные для сокультивирования в малообъемной гидропонике с семенными салатами (*Lactuca sativa* L.) из мирового генофонда ВИР (УНУ, регистрационный USU_505851). Работа выполнена в рамках государственного задания ВИР № 0662-2019-0003.

Материалы и методы

В 2019–2020гг. в малообъемной гидропонике на экспериментальной базе Адлерской ОС – филиал ВИР анализировали фенотипические признаки 5 сортов фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris* L.): старопоместные вьющиеся – Сочинская золотистая, Сочинская меланжевая, Сочинская рубиновая и кустовые – Супернано (ООО «Агрофирма Аэлита») и Харьковчанка (Украина), сокультивируемых с семенными салатами [5, 6, 11]. В торфосубстрат, в фазу начало технической спелости салатов, высевали семена фасоли (5...10 шт/пог. м.) рендомизированно. Агротехнический уход за растениями салатов и фасоли осуществляли общепринятыми методами: полив, подкормки, удаление отмерших и пораженных листьев, подвязывание к шпалере. Фенотипические признаки сортов фасоли оценивали стандартными методами, объем выборки – 20 растений [7]. Экспериментальные данные ранжировали в баллах по модифицированным нами шкалам – «период всходы/техническая спелость» (сут. = *pdg/tr*): 35...40 (раннеспелые) = 3–2,1; 41...45 (среднеспелые) = 2–1,1; 46...55

(позднеспелые) = 1–0,1; «высота растения» (см = *hp*): 200...250 = 0,1–1; 260 ... 300 = 1,1–2; 310...350 = 2,1–3; 360...400 = 3,1–4; «число бобов/растения» (шт = *nb/p*): 20...30 = 0,1–1; 31...40 = 1,1–2; 41...50 = 2,1–3; 51...60 = 3,1–4; «длина боба» (см = *lb*): 6...10 = 0,1–1; 11...15 = 1,1–2; 16...20 = 2,1–3; 21...25 = 3,1–4; «ширина боба» (см = *wb*): 0,9...1,1 = 0,1–1; 1,2...1,5 = 1,1–2; 1,6...1,8 = 2,1–3; 1,9...2,1 = 3,1–4; «масса боба» (г = *mb*): 6...10 = 0,1–1; 11...15 = 1,1–2; 16...20 = 2,1–3; 21...24 = 3,1–4; «число семян/боб» (шт = *ns/b*): 4...5 = 0,1–1; 6...7 = 1,1–2; 8...10 = 2,1–3; «масса 100 шт семян» (г = *ws*): 35...40 = 0,1–1; 41...45 = 1,1–2; 46...50 = 2,1–3; 51...55 = 3,1–4. Обобщенный индекс фенотипических признаков сортов фасоли рассчитывали арифметическим усреднением показателей (*Iphr* = балл): низкий – 0...1, средний – 1,1...2, высокий – 2,1...3. Для статистической обработки данных использовали пакеты программ Excel и STATISTICA 8.0.

Результаты и обсуждение

Обоснован значительный внутри – и межсортовой полиморфизм фенотипических признаков фасоли овощной в малообъемной гидропонике.

По признаку «период всходы/техническая спелость *pdg/tr*» определена существенная изменчивость сортов ($pdg/tr_{min-max}=0,73-2,97\pm0,07$; $Cv=35,2\%$), подтвержденная высокой корреляционной связью ($Cr = 0,85\pm0,12$; $P < 0,001$) между средним показателем ($pdg/tr_s = 2,10\pm0,07$) и стандартным отклонением ($\sigma=0,74$). Сорта градируют по показателю признака *pdg/tr*: минимальный – Супернано ($pdg/tr_{min-max}=0,73 - 0,98\pm0,02$; $pdg/tr_s = 0,88\pm0,02$; $\sigma=0,09$; $Cr = 0,85\pm0,12$; $P < 0,001$); средний – Сочинская меланжевая ($pdg/tr_{min-max}=1,42 - 1,95\pm0,03$; $pdg/tr_s = 1,71\pm0,03$; $\sigma=0,16$; $Cr = 0,85\pm0,12$; $P < 0,001$); максимальный – Сочинская рубиновая ($pdg/tr_{min-max}=2,24 - 2,91\pm0,03$; $pdg/tr_s = 2,68\pm0,03$; $\sigma=0,14$; $Cr = 0,88\pm0,11$; $P < 0,001$), Харьковчанка ($pdg/tr_{min-max}=2,37 - 2,97\pm0,04$; $pdg/tr_s = 2,65\pm0,04$; $\sigma=0,17$; $Cr = 0,91\pm0,09$; $P < 0,001$), Сочинская золотистая ($pdg/tr_{min-max}=2,14 - 2,93\pm0,03$; $pdg/tr_s = 2,62\pm0,03$; $\sigma=0,16$; $Cr = 0,87\pm0,11$; $P < 0,001$). Итак, раннеспелостью выделялись сорта – Сочинская рубиновая, Харьковчанка, Сочинская золотистая (Рис. 1).

По признаку «высота растения *hp*» обосновано существенное варьирование сортов ($hp_{min-max}=0,18-3,99\pm0,11$; $Cv=47,7\%$), подтвержденное высокой корреляционной зависимостью ($Cr = 0,83\pm0,13$; $P < 0,001$) между средним показателем ($hp_s = 2,43\pm0,11$) и стандартным отклонением ($\sigma=1,15$). Сорта ранжировали по показателю признака *hs*: минимальный – Супернано ($hp_{min-max}=0,18-0,91\pm0,05$; $hp_s = 0,72\pm0,05$; $\sigma=0,25$; $Cr = 0,84\pm0,13$; $P < 0,001$); средний – Харьковчанка ($hp_{min-max}=1,24-1,82\pm0,03$; $hp_s = 1,61\pm0,03$; $\sigma=0,15$; $Cr = 0,80\pm0,14$; $P < 0,001$); высокий – Сочинская меланжевая ($hp_{min-max}=2,16-2,98\pm0,07$; $hp_s = 2,58\pm0,07$; $\sigma=0,29$; $Cr=0,78\pm0,15$; $P < 0,001$); максимальный – Сочинская рубиновая ($hp_{min-max}=3,23-3,99\pm0,07$; $hp_s = 3,61\pm0,05$; $\sigma=0,22$; $Cr = 0,88\pm0,11$; $P < 0,001$) и Сочинская золотистая ($hp_{min-max}=3,15-3,97\pm0,05$; $hp_s = 3,60\pm0,05$; $\sigma=0,24$; $Cr = 0,84\pm0,13$; $P < 0,001$) (Рис.1).

Рисунок 1. Классификация сортов фасоли по фенотипическим признакам

Примечание – *pdg/tr* период всходы/техническая спелость, *hp* высота растения, *nb/p* число бобов/растения, *lb* длина боба, *wb* ширина боба, *mb* масса боба, *ns/b* число семян/боб, *ws* масса 100 шт семян; сорта: I- Сочинская золотистая, II- Сочинская меланжевая, III- Сочинская рубиновая, IV- Супернано, V- Харьковчанка; балл: min - минимум, max - максимум, sr - среднее.

Итак, сорта Супернано и Харьковчанка, образующие в типичных для культуры условиях открытого грунта (поле и / или приусадебный участок), детерминантные компактные кусты до 50 см высотой, в малообъемной гидропонике сформировали лиановидные стебли. Адаптивные модификации вегетативных органов растений – исключительно важный фактор в процессе естественного отбора, в том числе при образовании экотипов вида [10]. Установленный нами феномен формирования индетерминантных кустов не противоречит классическим примерам мутационной и рекомбинационной изменчивости растений, под воздействием экстремальных факторов внешней среды. Благодаря различиям в модификационной способности вегетативных и генеративных органов, происходит быстрая «преадаптация» растений к локальным условиям среды, в которых они прежде не произрастали [3]. В частности, высокая влажность и температура индуцируют у некоторых сортов фасоли трансформацию кустового стебля в лиану небольшой высоты [4].

Признаки бобов. Сорта фасоли, по строению створок боба, разделяют на лущильные – наличие внутри толстого пергаментного слоя и грубых волокон в швах (молодые вполне пригодны к употреблению); сахарные_спаржевые – не имеют волокон и используются в пищу в целом виде [8, 9]. Бобы фасоли в фазу технической спелости (лопатка с незрелыми семенами) отличаются зеленой, желтой, пестрой и фиолетовой окраской [4]. Тестируемые нами сорта распределили по строению и пигментации боба: сахарные_спаржевые – Сочинская золотистая – золотисто-желтая, Сочинская меланжевая – зеленая с розово-красными штрихами, Сочинская рубиновая – красно-фиолетовая, Супернано – желтая; лущильный – Харьковчанка – зеленая [11].

Существенную роль в морфологической адаптации растений играют характер и интенсивность окраски вегетативных и репродуктивных органов (листьев, стеблей, цветков, плодов) [3, 10]. Поэтому, накопление антоцианов в бобах сорта Сочинская рубиновая – высокоценных природных пигментов, обладающих антиоксидантными, бактерицидными, противовоспалительными, адаптогенными и спазмолитическими свойствами, объяснимо с точки зрения ответной реакцией на высокую температуру окружающей среды [3, 10, 11].

По признаку «число бобов/растении nb/p » определена существенная вариабельность сортов ($nb/p_{min-max} = 0,14-3,99 \pm 0,12$; $Cv=50,2\%$), подтвержденная высокой корреляционной зависимостью ($Cr = 0,87 \pm 0,11$; $P < 0,001$) между средним показателем ($nb/p_s = 2,37 \pm 0,12$) и стандартным отклонением ($\sigma=1,19$). Сорта распределили по показателю признака nb/p : минимальный – Супернано ($nb/p_{min-max} = 0,14-0,82 \pm 0,06$; $nb/p_s = 0,59 \pm 0,06$; $\sigma=0,24$; $Cr = 0,85 \pm 0,12$; $P < 0,001$); средний – Сочинская меланжевая ($nb/p_{min-max} = 1,20-1,91 \pm 0,05$; $nb/p_s = 1,55 \pm 0,05$; $\sigma=0,24$; $Cr = 0,79 \pm 0,15$; $P < 0,001$); высокий – Харьковчанка ($nb/p_{min-max} = 2,21-2,99 \pm 0,05$; $nb/p_s = 2,59 \pm 0,05$; $\sigma=0,23$; $Cr = 0,90 \pm 0,10$; $P < 0,001$); максимальный – Сочинская рубиновая ($nb/p_{min-max} = 3,11-3,97 \pm 0,06$; $nb/p_s = 3,59 \pm 0,06$; $\sigma=0,28$; $Cr = 0,87 \pm 0,11$; $P < 0,001$) и Сочинская золотистая ($nb/p_{min-max} = 3,19-3,99 \pm 0,06$; $nb/p_s = 3,54 \pm 0,06$; $\sigma=0,27$; $Cr=0,84 \pm 0,13$; $P < 0,001$) (Рис.1). Показатели признаков «высота растения hr » и «число бобов/растении nb/p » отличались высокой положительной корреляционной связью (Рис. 2).

Рисунок 2. Регрессионный анализ связи показателей признаков сортов фасоли: высота растения hr и число бобов/растении nb/p

По признаку «длина боба lb » установлен высокий уровень изменчивости сортов ($lb_{min-max}=0,68-3,96\pm0,12$; $Cv=47,1\%$), доказанный значимой корреляцией ($Cr = 0,80\pm0,14$; $P < 0,001$) между средним показателем ($lb_s = 2,38\pm0,11$) и стандартным отклонением ($\sigma=1,12$). Сорта систематизировали по показателю признака lb : минимальный – Супернано ($lb_{min-max}=0,68-0,99\pm0,02$; $lb_s = 0,82\pm0,02$; $\sigma=0,1$; $Cr = 0,92\pm0,09$; $P < 0,001$); средний – Харьковчанка ($lb_{min-max}=1,18-1,74\pm0,04$; $lb_s = 1,43\pm0,04$; $\sigma=0,19$; $Cr = 0,86\pm0,12$; $P < 0,001$); высокий – Сочинская меланжевая ($lb_{min-max}=2,12-2,98\pm0,02$; $lb_s = 2,59\pm0,02$; $\sigma=0,49$; $Cr = 0,89\pm0,11$; $P < 0,001$); максимальный – Сочинская рубиновая ($lb_{min-max}=3,16-3,96\pm0,05$; $lb_s = 3,59\pm0,05$; $\sigma=0,28$; $Cr = 0,90\pm0,10$; $P < 0,001$) и Сочинская золотистая ($lb_{min-max}=3,19-3,83\pm0,04$; $lb_s = 3,48\pm0,04$; $\sigma=0,21$; $Cr = 0,81\pm0,14$; $P < 0,001$) (Рис.1).

По признаку «ширина боба wb » доказано существенное варьирование сортов ($wb_{min-max}=0,67-3,99\pm0,14$; $Cv=44,7\%$), подтвержденное высокой корреляцией ($Cr = 0,78\pm0,15$; $P < 0,001$) между средним показателем ($wb_s = 2,46\pm0,14$) и стандартным отклонением ($\sigma=1,10$). Сорта группировали по показателю признака wb : минимальный – Супернано ($wb_{min-max}=0,67-0,99\pm0,02$; $wb_s = 0,84\pm0,02$; $\sigma=0,07$; $Cr = 0,92\pm0,13$; $P < 0,001$); средний – Харьковчанка ($wb_{min-max}=1,15-1,98\pm0,05$; $wb_s = 1,67\pm0,05$; $\sigma=0,24$; $Cr = 0,82\pm0,13$; $P < 0,001$); высокий – Сочинская меланжевая ($wb_{min-max}=2,14-2,82\pm0,04$; $wb_s = 2,62\pm0,04$; $\sigma=0,19$; $Cr = 0,90\pm0,10$; $P < 0,001$); максимальный – Сочинская рубиновая ($wb_{min-max}=3,12-3,99\pm0,05$; $wb_s = 3,65\pm0,05$; $\sigma=0,23$; $Cr = 0,83\pm0,13$; $P < 0,001$) и Сочинская золотистая ($wb_{min-max}=3,14-3,95\pm0,05$; $wb_s = 3,55\pm0,05$; $\sigma=0,21$; $Cr = 0,83\pm0,13$; $P < 0,001$) (Рис.1). Между показателями признаков «длина боба lb » и «ширина боба wb » подтверждена высокая положительная корреляционная зависимость (Рис. 3).

Рисунок 3. Регрессионный анализ связи показателей признаков сортов фасоли: lb – длина боба и wb – ширина боба

По признаку «масса боба mb » установлена существенная вариабельность сортов ($mb_{min-max}=0,67-3,98\pm0,11$; $Cv=45,7\%$), обоснованная значимой корреляционной связью ($Cr = 0,85\pm0,12$; $P < 0,001$) между средним показателем ($mb_s = 2,44\pm0,11$) и стандартным отклонением ($\sigma=1,12$). Сорта распределили по показателю признака mb : минимальный – Супернано ($mb_{min-max}=0,67-0,98\pm0,02$; $mb_s = 0,81\pm0,02$; $\sigma=0,08$; $Cr=0,94\pm0,08$; $P < 0,001$); средний – Харьковчанка ($mb_{min-max}=1,21-1,88\pm0,04$; $mb_s = 1,58\pm0,04$; $\sigma=0,19$; $Cr = 0,87\pm0,11$; $P < 0,001$); высокий – Сочинская меланжевая ($mb_{min-max}=2,39-2,98\pm0,03$; $mb_s = 2,72\pm0,04$; $\sigma=0,14$; $Cr = 0,72\pm0,16$; $P < 0,001$); максимальный – Сочинская золотистая ($mb_{min-max}=3,14-3,98\pm0,07$; $mb_s = 3,57\pm0,07$; $\sigma=0,30$; $Cr = 0,88\pm0,11$; $P < 0,001$) и Сочинская рубиновая ($mb_{min-max}=3,16-3,89\pm0,06$; $mb_s = 3,55\pm0,07$; $\sigma=0,28$; $Cr = 0,84\pm0,13$; $P < 0,001$) (Рис.1). Установлена высокая положительная корреляционная связь показателей признаков «длина боба lb » и «масса боба mb », «ширина боба wb » и «масса боба mb » (Рис. 4, 5).

Рисунок 4. Регрессионный анализ связи показателей признаков сортов фасоли: lb _длина боба и mb _масса боба

Признаки зерна (семян). Окраска семян фасоли, в отличие от других менее изменчивых фенотипических признаков – величина, форма и рубчик, насчитывает свыше 500 разновидностей. В процессе созревания зерно проходит разнообразные стадии по окраске. Так, в фазу биологической зрелости различают зерна (семена) фасоли – белые, коричневые (самых разных оттенков), зеленые, черные, пестрые; сорта-мулаты – зелено-черно-белые и сорта-метисы – красновато-белые [4, 8, 9]. Семена анализируемых нами сортов варьировали по пигментации: Сочинская золотистая – палевая, Сочинская рубиновая – оранжево-красная с фиолетовыми штрихами, Сочинская меланжевая – палево-розовая с фиолетовыми штрихами, Супернано – черная и Харьковчанка – белая с красно-вишневым пятном по рубчику [11]. Показано, что в бобах формируется от 4 до 10 семян [4, 8, 9].

Рисунок 5. Регрессионный анализ связи показателей признаков сортов фасоли: wb _ширина боба и mb _масса боба

По признаку «число семян/боб ns/b » подтверждено значимое варьирование сортов ($ns/b_{min-max} = 0,51 - 1,74 \pm 0,06$; $Cv = 38,6\%$), обоснованное высокой корреляцией ($Cr = 0,83 \pm 0,13$; $P < 0,001$) между средним показателем ($ns/b_s = 1,58 \pm 0,06$) и стандартным отклонением ($\sigma = 0,61$). Сорта распределили по показателям признака ns/b : минимальный – Супернано ($ns/b_{min-max} = 0,51 - 0,91 \pm 0,03$; $ns/b_s = 0,77 \pm 0,03$; $\sigma = 0,12$; $Cr = 0,91 \pm 0,09$; $P < 0,001$); средний – Сочинская рубиновая ($ns/b_{min-max} = 1,13 - 1,86 \pm 0,04$; $ns/b_s = 1,58 \pm 0,04$; $\sigma = 0,20$; $Cr = 0,78 \pm 0,14$; $P < 0,001$), Сочинская меланжевая ($ns/b_{min-max} = 1,19 - 1,82 \pm 0,05$; $ns/b_s = 1,46 \pm 0,05$; $\sigma = 0,22$; $Cr = 0,81 \pm 0,14$; $P < 0,001$) и Харьковчанка ($ns/b_{min-max} = 1,18 - 1,82 \pm 0,04$; $ns/b_s = 1,44 \pm 0,04$; $\sigma = 0,19$; $Cr = 0,90 \pm 0,10$; $P < 0,001$); максимальный

– Сочинская золотистая ($ns/b_{\min-max}=2,31 - 2,96 \pm 0,04$; $ns/b_s = 2,62 \pm 0,04$; $\sigma=0,12$; $Cr = 0,88 \pm 0,11$; $P < 0,001$) (Рис.1). Подтверждена высокая положительная корреляционная зависимость между показателями признаков «длина боба lb » и «число семян/боб ns/b », «ширина боба wb » и «число семян/боб ns/b », «масса боба mb » и «число семян/боб ns/b » (Рис. 6–8).

Рисунок 6. Регрессионный анализ связи показателей признаков сортов фасоли: lb _длина боба и ns/b _число семян/боб

Рисунок 7. Регрессионный анализ связи показателей признаков сортов фасоли: wb _ширина боба и ns/b _число семян/боб

Рисунок 8. Регрессионный анализ связи показателей признаков сортов фасоли: mb _масса боба и ns/b _число семян/боб

По признаку «масса 100 шт семян ws » доказана значимая вариабельность сортов ($ws_{\min-max}=0,43-3,98 \pm 0,13$; $Cv=51,2\%$), обоснованная высокой корреляционной связью ($Cr = 0,78 \pm 0,15$; $P < 0,001$) между средним показателем ($ws_s = 2,44 \pm 0,13$) и стандартным

отклонением ($\sigma=1,25$). Сорта ранжировали по показателю признака ws : минимальный – Супернано ($ws_{min-max}=0,43 - 0,98 \pm 0,03$; $ws_s=0,60 \pm 0,03$; $\sigma=0,13$; $Cr = 0,88 \pm 0,11$; $P < 0,001$); средний – Сочинская золотистая ($ws_{min-max}=1,37 - 1,95 \pm 0,04$; $ws_s = 1,67 \pm 0,04$; $\sigma=0,16$; $Cr = 0,85 \pm 0,12$; $P < 0,001$); высокий – Сочинская меланжевая ($ws_{min-max}=2,21 - 2,96 \pm 0,04$; $ws_s = 2,56 \pm 0,04$; $\sigma=0,17$; $Cr = 0,84 \pm 0,13$; $P < 0,001$); максимальный – Харьковчанка ($ws_{min-max}=3,28 - 3,96 \pm 0,04$; $ws_s = 3,76 \pm 0,04$; $\sigma=0,17$; $Cr = 0,93 \pm 0,09$; $P < 0,001$) и Сочинская рубиновая ($ws_{min-max}=3,14 - 3,98 \pm 0,05$; $ws_s = 3,71 \pm 0,05$; $\sigma=0,25$; $Cr = 0,86 \pm 0,12$; $P < 0,001$) (Рис.1).

Фенотипические признаки сортов фасоли, многомерным кластерным анализом с арифметическим усреднением показателей, распределили по группам. Подтверждена существенная взаимосвязь между признаками: «высота растения_ hp » – «число бобов/растении_ nb/p », «длина боба_ lb » – «ширина боба_ wb » – «масса боба_ mb » (Рис. 9).

Рисунок 9. Дендрограмма сходства фенотипических признаков сортов фасоли

Примечание – pdg/tr – период всходы/техническая спелость, hp – высота растения, nb/p – число бобов/растении, lb – длина боба, wb – ширина боба, mb – масса боба, ns/b – число семян/боб, ws – масса 100 шт семян;

Факторным анализом (метод главных компонент) обоснованы статистически достоверные отличия, согласующиеся с расположением в кластерах, показателей фенотипических признаков сортов фасоли (Рис. 9, 10).

Рисунок 10. Диаграмма распределения фенотипических признаков сортов фасоли в осях дискриминантного анализа

Примечание – наименования фенотипических признаков указаны на Рис. 9.

Полиморфизм сортов фасоли по фенотипическим признакам обоснован статистически: «период всходы/техническая спелость_ pdg/tr », «высота растения_ hp », «число бобов/растении_ nb/p », «длина боба_ lb », «ширина боба_ wb », «масса боба_ mb », «число семян/боб_ ns/b », «масса 100 шт семян_ ws » ($P < 0,001$; $pdg/tr - hp - nb/p -$

$lb - wb - mb - ns/b - ws$): F_{Φ} (11,9–14,88 – 11,31 – 14,14 – 16,23 – 9,51 – 12,59 – 18,32) $> F_{01}$ (8,28).

Кластерный анализ обобщенного индекса фенотипических признаков ($I_{phr_s} = 2,27 \pm 0,08$; $I_{phr_{min-max}} = 0,63 - 3,47$; $C_v = 39,2\%$), подтвердил сходство сортов фасоли: Сочинская золотистая ($I_{phr_s} = 3,07 \pm 0,02$; $I_{phr_{min-max}} = 2,84 - 3,33$) – Сочинская рубиновая ($I_{phr_s} = 3,23 \pm 0,03$; $I_{phr_{min-max}} = 3,03 - 3,47$), Сочинская меланжевая ($I_{phr_s} = 2,22 \pm 0,02$; $I_{phr_{min-max}} = 2,06 - 2,46$) – Харьковчанка ($I_{phr_s} = 2,11 \pm 0,02$; $I_{phr_{min-max}} = 2,02 - 2,34$) (Рис. 11). Отдельное расположение сорта Супернано сопряжено с минимальным показателем индекса ($I_{phr_s} = 0,75 \pm 0,01$; $I_{phr_{min-max}} = 0,63 - 0,84$).

Рисунок 11. Дендрограмма сходства сортов фасоли по обобщенному индексу фенотипических признаков I_{phr}

Выводы

Итак, пригодные для сокультивирования с репродуцируемыми образцами салатов (*Lactuca sativa* L.) из мирового генофонда ВИР (УНУ, регистрационный USU_505851) в экстремальных условиях малообъемной гидропоники сорта фасоли овощной: старопоместные выющиеся – Сочинская золотистая, Сочинская рубиновая, Сочинская меланжевая и кустовой – Харьковчанка, обладающие ценными фенотипическими признаками – раннеспелость, высота растения, число бобов/растении, длина боба, ширина боба, масса боба, число семян/боб, масса 100 шт семян.

1. Адлерская ОС: репродукция салата под ярусом фасоли, 2014. – URL: https://www.facebook.com/nina.grinko/photos_albums#
2. Гринько Н.Н. Сокультивирование геноресурсов салатов и фасоли как способ ограничения развития Lettuce mosaic virus// Агротех. Метод защиты растений от вредных организмов: матер. 7-й межд. науч. - практ. конф. Краснодар, 15–19 июня 2015г.– Краснодар, 2015. – С.64 – 67.
3. Жученко А.А Генетическая природа адаптивного потенциала возделываемых растений// Идентифицированный генофонд растений и селекция. – СПб.: ВИР, 2005. – С. 36 –101.
4. Ипатьев А.Н. Овощные растения земного шара. Систематика, биология, агротехника и сортовые ресурсы. – Мн.: Высшая школа, 1966. – 384с.
5. Мировые генетические ресурсы *Lactuca sativa* L. ВИР_2019. – URL: https://www.facebook.com/nina.grinko/photos_albums#
6. Мировой генофонд *Lactuca sativa* L. ВИР_2020. – URL: https://www.facebook.com/nina.grinko/photos_albums#
7. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур. – Л.: ВИР, 1975. – 23 с.
8. Основные и малораспространенные овощные растения (Особенности выращивания и семеноводства). 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 260с.
9. Пивоваров В.Ф. Овощи России. – М.: ГНУ ВНИИССОК, 2006. – 384с.
10. Попов Е. Б., Драгавцев В. А., Малецкий С. И. Три кита эконики: Истоки и перспективы нового направления в общей биологии. – СПб.: Изд.- полиграф. ассоциация высших учебных заведений, 2020. – 132 с.
11. Репродукция генофонда *Lactuca sativa* ВИР под ярусом фасоли – URL: https://www.facebook.com/nina.grinko/photos_albums#