

Влияние симбиотических дрожжей на адаптацию *Drosophila melanogaster* к кормовому субстрату с повышенным содержанием NaCl

Научный руководитель – Марков Александр Владимирович

Дмитриева Анастасия Сергеевна

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет, Кафедра биологической эволюции, Москва, Россия

E-mail: dmnastya89@mail.ru

Способность модельных видов животных, таких как *Drosophila melanogaster*, быстро адаптироваться к различным неблагоприятным условиям показана во многих исследованиях [5, 9]. При этом обычно принимается по умолчанию, что адаптация обусловлена изменениями генофонда изучаемой популяции макроорганизмов. Вместе с тем известно, что на жизнедеятельность макроорганизмов может влиять симбиотический микробиом [10, 15]. Так, показано, что микробиом влияет на эффективность использования кормовых субстратов, работу иммунной системы, продолжительность жизни имаго и скорость роста личинок [7,8,14]. Дрожжевой состав микробиома на кормовом субстрате, по-разному влияет на выживаемость и продолжительность личиночного развития [6, 12, 13]. Мухи переносят бактерии и дрожжи в кишечнике и на поверхности тела, а поедание личинками субстрата, на котором до этого жили их родители, может обеспечить передачу микробиома в ряду поколений [7]. Для проверки гипотезы о вкладе микробиома в быструю адаптацию дрозофил к неблагоприятным кормовым субстратам был проведен эволюционный эксперимент, в ходе которого одни линии *D. melanogaster* содержались на кормовом субстрате с повышенным содержанием NaCl, а другие - на нормальном (благоприятном) субстрате. Тесты подтвердили успешную адаптацию линий, содержавшихся на соленом корме, к повышенной концентрации NaCl [2, 4]. Также предварительное нанесение на поверхность соленого корма гомогенизированных мух, адаптированных к соли, повышает эффективность размножения дрозофил на этом корме по сравнению с ситуацией, когда на корм был нанесен гомогенат контрольных (неадаптированных к соли) дрозофил [1, 3]. Анализ состава дрожжевого микробиома в гомогенатах дрозофил из разных линий показал существенные различия по числу и видовому составу дрожжей между адаптированными к соли и контрольными линиями. Отдельные штаммы дрожжей, выделенные из адаптированных к соли дрозофил, оказывают положительное влияние на эффективность размножения дрозофил на соленом корме, тогда как штаммы, выделенные из контрольных мух, не имеют такого эффекта или он выражен слабее. Наибольший положительный эффект дают выделенные из адаптированных к соли дрозофил дрожжи *Starmerella bacillaris*, которые присутствуют в значительном количестве у всех адаптированных к соли и отсутствуют у всех контрольных линий. Результаты согласуются с гипотезой о существенном вкладе некоторых компонентов дрожжевого микробиома дрозофил в адаптацию к кормовому субстрату с повышенным содержанием NaCl [11].

Проведенное исследование показало, что определенные компоненты дрожжевого микробиома вносят существенный вклад в адаптацию дрозофил к соленому корму, которая наблюдалась в ряде эволюционных экспериментов. Из этого следует, что при анализе результатов таких экспериментов необходимо учитывать возможную роль микробиома. Роль хобобионта можно учитывать в исследованиях адаптации насекомых других видов, вероятно в том числе насекомых-опылителей. Это несомненно является важной предпосылкой для совершенствования форм ведения сельского хозяйства, изучая возможные адаптации насекомых-опылителей.

Источники и литература

- 1) Дмитриева А.С., Ивницкий С.Б., Марков А.В. Адаптация *Drosophila melanogaster* к неблагоприятному кормовому субстрату сопровождается расширением трофической ниши // Журн. общ. биологии. 2016. Т. 77. № 4. С. 249–261.
- 2) Ивницкий С. Б., Максимова И. А., Панченко П. Л., Дмитриева А. С., Корнилова М. Б., Перфильева К. С., Марков А. В. Роль микробиома в адаптации *Drosophila melanogaster* к кормовому субстрату с повышенной концентрацией NaCl // Журн. общ. биологии. В печати.
- 3) Марков А.В., Ивницкий С.Б., Корнилова М.Б., Наймарк Е.Б., Широкова Н.Г., Перфильева К.С. Материнский эффект маскирует адаптацию к неблагоприятным условиям и затрудняет дивергенцию у *Drosophila melanogaster* // Журн. общ. биологии. 2015. Т. 76. № 6. С. 429–437.
- 4) Панченко П. Л., Корнилова М. Б., Перфильева К. С., Марков А. В., 2017. Симбиотическая микробиота вносит вклад в адаптацию *Drosophila melanogaster* к неблагоприятной кормовой среде // Изв. РАН. Сер. биол. № 4. С. 341–351.
- 5) Шапошников Г.Х. Специфичность и возникновение адаптаций к новым хозяевам у тлей (Homoptera, Aphidoidea) в процессе естественного отбора (экспериментальные исследования) // Энтомол. обозрение. 1961. Т. 40. № 4. С. 739–762.
- 6) Anagnostou C., Dorsch M., Rohlf M. Influence of dietary yeasts on *Drosophila melanogaster* life-history traits // Entomol. Exp. Appl. 2010. V. 136. P. 1–11.
- 7) Erkosar B., Storelli G., Defaye A., Leulier F. Host-intestinal microbiota mutualism: “learning on the fly” // Cell Host Microbe. 2013. V. 13. P. 8–14.
- 8) Erkosar B, Leulier F. Transient adult microbiota, gut homeostasis and longevity: novel insights from the *Drosophila* model. FEBS Letters. 2014;588(22):4250–4257. doi: 10.1016/j.febslet.2014.06.041.
- 9) Kawecki T.J., Lenski R.E., Ebert D., Hollis B., Olivieri I., Whitlock M.C. Experimental evolution // Trends Ecol. Evol. 2012. V. 27. № 10. P. 547–560.
- 10) McFall-Ngai M.J. Unseen forces: the influence of bacteria on animal development // Develop. Biol. 2002. V. 242. P. 1–14.
- 11) Stamps JA, Yang LH, Morales VM, Boundy-Mills KL. *Drosophila* regulate yeast density and increase yeast community similarity in a natural substrate // PLoS One. 2012; 7(7):e42238.
- 12) Starmer W.T. A comparison of *Drosophila* habitats according to the physiological attributes of the associated yeast communities // Evolution. 1981. V. 35. № 1. P. 38–52.
- 13) Starmer W.T., Barker J.S.F., Phaff H.J., Fogleman J.C. Adaptations of *Drosophila* and Yeasts: their Interactions with the Volatile 2-propanol in the Cactus–Microorganism–*Drosophila* Model System // Aust. J. Biol. Sci. 1986. V. 39. P. 69–77.
- 14) Storelli G., Defaye A., Erkosar B., Hols P., Royet J., Leulier F. *Lactobacillus plantarum* promotes *Drosophila* systemic growth by modulating hormonal signals through TOR-dependent nutrient sensing // Cell Metab. 2011. V. 14. P. 403–414.
- 15) Zilber-Rosenberg I., Rosenberg E. Role of microorganisms in the evolution of animals and plants: the hologenome theory of evolution // FEMS Microbiol. Rev. 2008. V. 32. P. 723–735.