

ОСОБЕННОСТИ АССИМИЛЯЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ АЗОТА ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ ОСВЕЩЕНИЯ

Морозов Ян Владиславович, аспирант кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, yasson2008@ya.ru

Аннотация: В рамках исследования было изучено влияния интенсивности освещения на рост, скорость поглощения азота и азотный статус растений китайской капусты в зависимости от отношения нитратной и аммонийной форм азота в питательном растворе.

Ключевые слова: минеральное питание, капуста китайская, азотное питание

Азот является важнейшим элементом минерального питания для всех видов растений, а оптимизация азотного питания является одним из ключевых моментов в разработке эффективных технологий выращивания сельскохозяйственных культур в искусственных условиях. Варьирование отношением двух форм азота в корнеобитаемой среде потенциально позволяет эффективно сочетать преимущества нитратного и аммонийного питания и/или нивелировать присущие им недостатки. Оптимальное отношение концентраций нитратного и аммонийного азота в питательном растворе зависит как от биологических особенностей возделываемой культуры, так и от условий внешней среды, среди которых ключевым фактором является режим освещения растений.

Объектом опытов явилась китайская капуста *Brassic achinensis* L., сорт Веснянка (ВНИИССОК, Россия). Растения выращивали в водной культуре в сосудах объемом 100 мл при двух уровнях ППФ на растворах, содержащих азот или в нитратной, или аммонийной форме, а также при различных сочетаниях обеих форм азота. Доля аммонийного азота в опытных растворах варьировала от 0 до 100% при общем содержании азота, равном 120 мг/л. Семена проращивали в чашках Петри в течение 3 суток, после чего выбирали проростки с длиной корешков не менее 2 см, высаживали их на пластиковые крышки с посадочными отверстиями диаметром 1,5 – 2,0 мм и выращивали в вегетационных ваннах при ППФ=50 мкмоль/(м²·с) в течение суток на 0,5 мМ растворе CaSO₄ и на растворе Чеснокова в дозе 0,5 нормы – в течение последующих суток. В возрасте 5 суток проростки на посадочных крышках высаживали на сосуды объемом 100 мл, заполненные раствором Чеснокова в дозе 0,5 нормы. Половину сосудов устанавливали под светодиодным светильником при ППФ=100 мкмоль/(м²·с), другую половину – при ППФ=400 мкмоль/(м²·с). Растения выращивали в течение 7 суток на растворе Чеснокова в дозе 0,5 нормы с ежедневной сменой раствора. В возрасте 13 суток раствор Чеснокова заменяли на 0,5 мМ раствор CaSO₄, а, начиная с 14 суток, растения в течение 5 суток выращивали на опытных растворах с ежедневной сменой растворов. В течение экспозиции на опытных растворах изучали динамику накопления сырой массы растениями, ежедневно взвешивая растения вместе с

посадочной крышкой (массу крышки вычитали из массы посева после срезания всех растений в конце эксперимента) с каждого сосуда индивидуально на электронных весах с точностью до 0,01 г. Перед взвешиванием удаляли с корней остатки раствора, промокая их 2 – 3 раза фильтровальной бумагой. В отработанных растворах измеряли объем воды, израсходованной посевом за сутки, доводили дистиллированной водой до первоначального объема и определяли концентрацию нитратного (N-NO₃) и аммонийного (N-NH₄) азота. Растения срезали в возрасте 13 и 18 суток. При срезании определяли сырую массу листьев и корней, высоту растений (расстояние от основания побега до верхней точки самого длинного листа в розетке листьев) и площадь листьев. Массу побегов определяли, взвешивая их индивидуально, а массу корней взвешивали с каждого сосуда и делили на число растений в сосуде.

В условиях нитратного или смешанного (нитратно-аммонийного) азотного питания сырая и сухая масса растений монотонно возрастала в течение 5-суточной экспозиции как при низкой (100 мкмоль/(м²·с)), так и при более высокой (400 мкмоль/(м²·с)) интенсивности освещения, при этом скорость накопления биомассы растениями ожидаемо увеличилась в 1,5 – 2,0 раза при повышении уровня ППФ вместе с тем в условиях аммонийного азотного питания при низком уровне ППФ рост сырой массы растений практически прекратился, хотя сухая масса растений за время экспозиции увеличилась на 40%, в то время как при ППФ, равной 400 мкмоль/(м²·с), рост растений отмечали даже в условиях исключительно аммонийного азотного питания. При обоих уровнях ППФ сырая масса растений в конце экспозиции была несколько выше в вариантах со смешанным азотным питанием по сравнению с нитратным и особенно аммонийным питанием при условии, что содержание аммонийного азота в растворе не превышало 45 мг/л. При этом: ухая масса растений практически не зависела от отношения нитратной и аммонийной форм азота в питательном растворе. При обоих уровнях ППФ доля корня в сухой массе целого растения составила 8 – 9% в условиях нитратного или смешанного азотного питания и незначительно, до 11 – 12%, увеличилась при аммонийном питании.

Анализ показателей фотосинтетического аппарата (ФСА) растений показал, что повышение уровня ППФ со 100 до 400 мкмоль/(м²·с) в 1,5 – 2 раза увеличило удельную поверхностную плотность (УППЛ) листовой поверхности, но практически не повлияло на содержание фотосинтетических пигментов в листьях. Скорость поглощения азота растениями, независимо от формы азота, возрастала по мере увеличения уровня ППФ. Следует отметить, что при варьировании отношением нитратной и аммонийной форм азота в питательном растворе средняя скорость поглощения нитратного азота в целом отличалась большей стабильностью по сравнению со скоростью поглощения аммонийного азота. Следует также отметить, что при достаточно высоком уровне ППФ (400 мкмоль/(м²·с)) зависимости скорости поглощения азота и накопления сырой массы растениями от концентрации аммонийного азота в питательном растворе имели аналогичный характер, в то время как при низком уровне ППФ не было

выявлено какой-либо корреляции между этими показателями. При низком уровне ППФ частичная замена в питательном растворе нитратного азота аммонийным привела к значительному уменьшению эффективности ассимиляции нитратов растениями по сравнению с контролем (нитратное питание растений). Однако в варианте, где доля аммонийного азота составила 50% от общего количества азота в растворе, эффективность ассимиляции нитратов растениями вновь возросла почти до контрольного уровня. При более высоком уровне ППФ не было выявлено какой-либо зависимости эффективности ассимиляции нитратов растениями от отношения аммонийного и нитратного азота в питательном растворе, что согласуется с немонотонным характером динамики скорости поглощения нитратного азота в период экспозиции.

Неожиданным результатом явилось значительное уменьшение пула нитратов в растениях, экспонируемых на растворе, содержащем азот в исключительно аммонийной форме. В течение 5-суточной экспозиции пул нитратов, накопленных растениями к началу экспозиции, уменьшился в 2,5 раза (с 2,83 мг/раст до 1,12) и почти в 4 раза (с 3,20 мг/раст до 0,83 мг/раст) при уровнях ППФ, равных 400 мкмоль/(м²·с) и 100 мкмоль/(м²·с), соответственно.

Выводы

1. При уровне ППФ, равном 100 мкмоль/(м²·с), наиболее интенсивный рост и скорость поглощения азота отмечали у растений, выращиваемых в условиях нитратного азотного питания.

1. При уровне ППФ, равном 400 мкмоль/(м²·с), и суммарном содержании азота в питательном растворе, фиксированном на уровне 120 мг/л, наиболее интенсивный рост и скорость поглощения азота отмечали у растений в условиях смешанного, нитратно-аммонийного, азотного питания при отношении нитратной и аммонийной форм азота в питательном растворе от 3:1 до 1,7:1.

1. При суммарном содержании азота в питательном растворе, фиксированном на уровне 120 мг/л, повышение содержания аммонийного азота выше 50 мг/л негативно влияло на рост растений при обоих исследованных уровнях ППФ.

1. Эффективность ассимиляции нитратного азота у растений, выращиваемых при уровне ППФ, равном 100 мкмоль/(м²·с), была наибольшей в условиях нитратного азотного питания и заметно снижалась в условиях нитратно-аммонийного, азотного питания при отношении нитратной и аммонийной форм азота в питательном растворе от 3:1 до 1,7:1. При уровне ППФ, равном 400 мкмоль/(м²·с), не было выявлено какой-либо зависимости эффективности ассимиляции нитратного азота от отношения двух форм азота в питательном растворе.