

ОПТИМАЛЬНЫЕ СООТНОШЕНИЯ N:P:K В ПИТАТЕЛЬНОМ РАСТВОРЕ ДЛЯ ХНЫ НЕКОЛЮЧЕЙ, БАСМЫ ЧЛЕНИСТОЙ И СОРГО ЛИМОННОГО

*Институт проблем гидропоники им.
академика Г.С.Давтяна НАН РА*

Минеральное питание является одним из основных условий для нормального роста и развития сельскохозяйственных растений.

При беспочвенном культивировании растений особое значение имеет состав питательного раствора, от которого не только зависит направленность и интенсивность биосинтетических процессов в растительном организме, но и продуктивность целого растения. Для оптимизации минерального питания растений нужно учитывать не только дозу питательных элементов (т.е. их абсолютное содержание в питательном растворе), но и их соотношение (т.е. относительное содержание).

Однако, многие авторы (Мишустина, 1972; Осипова, 1979; Минеев и др., 1981; Ниловская, 1982) считают, что в контролируемых условиях гидропоники, при неограниченном запасе питательных элементов, соотношение основных элементов минерального питания в среде не влияет на продуктивность растений.

Между тем, в работах Журбицкого (1963), Ермакова (1982), Вендило (1970), Ринькиса (1982), Омеса (Homes, 1973), Вахмистрова (1982, 1987) указывается на зависимость урожая растений не только от общего уровня N+P+K в среде, но и от соотношения между ними при неизменном суммарном количестве.

Материал и методика. Поскольку в Институте проблем гидропоники им. академика Г.С.Давтяна НАН РА за предыдущие годы проводились исследования и были найдены оптимальные концентрации питательных растворов для хны (*Lawsonia inermis* L.), басмы (*Indigofera articulata* Go-uap.) и сорго лимонного (*Cymbopogon citratus* Stapf.), нами была поставлена задача найти оптимальные соотношения N:P:K при этих оптимальных абсолютных количествах N+P+K.

Для хны неколючей оптимальной концентрацией питательных элементов оказалась половинная доза нормального питательного раствора Давтяна (НПРД), для басмы - 1,5 НПРД (Майрапетян и др., 1994). В исследованиях С.Х.Майрапетяна и Дж.Алексамян (1987) отмечено, что продуктивность растений лимонного сорго была самой высокой при 0,75 НПРД.

С целью выявления оптимальных соотношений N:P:K в питательной среде для этих культур, были использованы "метод систематических вариантов" Омеса и "метод корреляционного зондирования", которые были успешно использованы для выявления оптимальных соотношений N:P:K для выращивания ячменя, озимой пшеницы, кукурузы (Вильямс и др., 1986, Вахмистров и др., 1987, 1990, 1991).

Растения выращивали в сосудах с площадью питания 0,04м².

Краситель хны лавсон количественно выделяли по методике Машанова (1976) с модификациями Вартанян и др. (1986) и определяли спектрофотометрически на СФ-26.

Краситель басмы количественно извлекали и определяли спектрофотометрически по методу, разработанному Майрапетяном и др. (1994).

Лемонграссовое эфирное масло получали перегонкой с водяным паром из свежесобранной листвы по методу Гинзберга (1932).

Результаты исследований. Полученные нами данные о продуктивности растений при выращивании их в питательном растворе с различными соотношениями N:P:K приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Влияние различных соотношений N:P:K на продуктивность листьев (хна и басма) и надземной зеленой массы (л.сорго) (средние данные за 1987-1989гг.)

Вариант	Соотношение N:P:K в питательном растворе, атом%	Урожайность, г/растение		
		сухих листьев		сырой зеленой массы л.сорго
		хна	басма	
1	70 : 15 : 15	3,27	0,38	132
2	15 : 70 : 15	2,98	0,29	105
3	15 : 15 : 70	3,29	0,34	66

Как видно из таблицы 2, растения хны и басмы для высокой листовой продуктивности особенно требовательны к азоту и калию. Потребность фосфора в этом отношении для этих растений не очень высокая.

Для формирования максимального урожая листьев, лимонное сорго нуждается в высоких дозах азота (примерно 50% от общей суммы N+P+K), требовательность к фосфору занимает среднее место, а расход калия за вегетацию примерно в 2,4-4,5 раз ниже, чем азота.

Таблица 2

Оптимальные дозы N, P, K, оптимальные соотношения N:P:K и коэффициенты корреляции (между урожайностью листьев и соотношением N:P:K в питательном растворе) для продуктивности листьев хны, басмы и л.сорго (средние данные за 1987-1989гг.)

Культура	Доля каждого элемента, атом%			Коэффициенты корреляции, r	Оптимальные соотношения N:P:K (средние за два года), атом%	Кoeff. корреляции, r
	N	P	K			
Хна	25-50	15-35	30-35	-0,64 - -0,99	36 : 28 : 36	-I
Басма	20-55	10-30	25-60	-0,54 - -1,00	43 : 23 : 34	-I
Л.сорго	45-60	25-35	10-25	-0,97 - -1,00	50 : 35 : 15	-I

Нами был проведен регрессионный анализ данных, рассчитаны уравнения линейной регрессии Y (урожай, г/растение) по X (полсуммы от-

клонений соотношений N:P:K от оптимального), которые имеют следующий вид:

$$Y = 4,54 - 0,037 X (1)$$

$$Y = 0,52 - 0,005 X (2)$$

$$Y = 170,31 - 1,89 X (3),$$

где Y - урожай листьев (г/растение) хны (1), басмы (2) и л.сорго (3), X - полусумма отклонений долей N, P, K в опытных вариантах от их долей в соотношении, оптимальном для каждой культуры (атом%).

Когда X=0, т.е. при оптимальном соотношении N:P:K, теоретические максимальные уровни урожая листьев хны, басмы и л.сорго равняются 4,54; 0,52 и 170,31 г/растение, соответственно. Коэффициенты регрессии 0,037 (1), 0,005 (2) и 1,89 (3) указывают на то, что при отклонении от оптимального соотношения N:P:K на 1 атом%, урожаи листьев хны, басмы и л.сорго снижаются в среднем на 0,037; 0,005 и 1,89 г/растение, соответственно.

Во всех случаях критерий значимости $t_f(18,84; 124; 49,98) > t_{05}=12,71$, следовательно, корреляция и регрессия между урожаями и отклонениями соотношений N:P:K от оптимального значимы.

Качество порошка хны и басмы определяется содержанием красителя - лавсона в хне и индиготина в басме, а качество листьев лимонного сорго зависит от содержания в них лемонграссового эфирного масла.

Нами были рассчитаны также оптимальные соотношения N:P:K в среде для качественного показателя растений (табл. 3 и 4).

Для формирования высокого уровня лавсона в листьях способствует относительно низкое содержание K в атом%. Диаметрально противоположны в этом отношении растения басмы. Для наибольшего накопления лемонграссового масла, растения лимонного сорго должны быть обеспечены, в первую очередь, фосфором.

Таблица 3

Влияние различных соотношений N:P:K на качество листьев хны, басмы и л.сорго (средние данные за 1987-1989 гг.)

Вариант	Соотношение N:P:K в питательном растворе, атом%	Содержание, %		
		в сухих листьях		в сырой зеленой массе эфирного масла (л.сорго)
		лавсона (хна)	индиготина (басма)	
I	70 : 15 : 15	2,89	0,75	0,333
2	15 : 70 : 15	2,78	0,84	0,423
3	15 : 15 : 70	2,69	0,93	0,371

Для содержания красителя или эфирного масла в листьях хны, басмы и л.сорго, также были определены коэффициенты корреляции (табл. 4) и регрессии:

$$Y = 3,82 - 0,028 X, (4)$$

$$Y = 1,24 - 0,011 X, (5)$$

$$Y = 0,559 - 0,005 X, (6),$$

где Y - содержание (%) лавсона в листьях хны (4), индиговина-басмы (5), лемонграссового масла - л.сорго (6). X - полусумма отклонений долей N, P и K в опытных вариантах от их долей в соотношении, оптимальном для каждой культуры, атом%.

Таблица 4

Оптимальные соотношения N:P:K в питательном растворе и коэффициенты корреляции для качества хны, басмы и л.сорго (средние данные за 1987-1989 гг.)

Культура	Соотношение N:P:K в питательном растворе, атом%	Коэффициент корреляции, r
Хна	37 : 33 : 30	- 0,998
Басма	25 : 33 : 42	- 0,999
Л.сорго	25 : 43 : 32	- 0,999

Таким образом, были определены оптимальные соотношения N:P:K в питательном растворе для количества и качества урожая хны, басмы и л.сорго. Но выращивание растений в питательном растворе возможно только с одним соотношением N:P:K. Для выяснения этого вопроса мы решили с помощью уравнений 1, 2, 3, 4, 5 и 6 теоретически вычислить максимальные урожаи листьев растений, а также содержание красителя и эфирного масла. В литературе имеются аналогичные подходы к этому вопросу (Вахмистров, 1991). Результаты расчетов приведены в таблице 5, где А - оптимум для урожая листьев, Б - оптимум для содержания красителя или эфирного масла. Ожидаемые урожаи хны, басмы и л.сорго рассчитаны по уравнениям 1, 2 и 3, ожидаемое содержание красителя и эфирного масла - по уравнениям 4, 5 и 6.

Таблица 5

Максимальные урожаи и качества листьев хны, басмы и л.сорго при выращивании растений на питательных растворах с оптимальными соотношениями N:P:K для каждого из этих показателей

Культура	Соотношение N:P:K, атом%	Урожай листьев, г/растение	Содержание красителя или эфирного масла, %	Выход красителя или эфирного масла, мг/растение
Хна	А 36 : 28 : 36	4,54	3,65	165,71
	Б 37 : 33 : 30	4,32	3,82	165,02
Басма	А 43 : 23 : 34	0,52	1,04	5,41
	Б 25 : 33 : 42	0,43	1,24	5,33
Л.сорго	А 50 : 35 : 15	170,31	0,434	739,00
	Б 25 : 43 : 32	123,06	0,559	688,00

Как видно из таблицы 5, оптимальные соотношения N:P:K для обоих

показателей хны очень близки и отличаются друг от друга всего на 6 атом%. Выход лавсона в обоих случаях одинаков. Для басмы при выращивании растений на питательном растворе с соотношением 25:33:42, содержание индиготина увеличивается всего на 0,2%, но при этом наблюдается снижение сбора листьев на 0,09 г/растение, и выход красителя получается несколько ниже. Для л.сорго разность между А и Б велика (25 атом%) и с увеличением содержания эфирного масла (Б) на 0,125%, сбор листьев резко снижается (на 47,25 г/растение). В итоге выход лемонграссового масла получается на 51 мг/растение ниже.

Таким образом, для всех трех культур оптимальными соотношениями N:P:K можно считать соотношения, оптимальные для урожая листьев, т. е., для хны - 36:28:36, для басмы - 43:23:34, для л.сорго - 50:35:15 атом%.

Ս.Խ.Մայրապետյան, Ա.Հ.Թադևոսյան

ԱՆՓՈՒՇ ՀԻՆԱՅԻ, ՀԱՏՎԱԾԱՎՈՐ ԲԱՄԱՅԻ ԵՎ ԿԻՏՐՈՆԱՅԻՆ ՍՈՐԳՈՅԻ ՄԱՆԱՐԱՐ
ԼԻԿՈՒԹՅՈՒՆ ՌՔԿ-Ի ՕՊՏԻՄԱԼ ՀԱՐԱԲՐԱՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ամփոփում

Ուսումնասիրված է սննդալուծույթում գլխավոր մակրոպարրեր N, P, K-ի փոքրերի հարաբերակցությունների ազդեցությունը հինայի, բասմայի և կիտրոնային սորգոյի արդյունավետության վրա (տերևային վանգված և ներկանյութերի ու եթերայուղերի պարունակությունը տերևներում):

Ճշգրտվել է յուրաքանչյուր մշակաբույսի համար սննդալուծույթում օպտիմալ հարաբերակցությունները: Դրանք են. հինայի համար՝ 36:28:36, բասմայի համար՝ 43:23:34, կիտրոնային սորգոյի համար՝ 50:35:15 պրոմ%:

S.K.Mairapetyan, A.H.Tadevosyan

OPTIMAL RATIOS OF N:P:K IN THE NUTRIENT SOLUTION OF THORNLESS HENNA, INDIGO ARTICULATA AND CITRIC SORGHUM

Summary

The influence of various ratios of main nutrient elements i. e. N, P, K in the nutrient solution, on the productivity indexes (leaf mass, dye and essential-oil content in leaves) of henna, indigo and citric sorghum has been investigated.

The optimal ratio in nutrient solution for each plant has been worked out: 36:28:36 for henna, 43:23:34 for indigo and 50:35:15 for citric sorghum in atom%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Варганян М.К. и др. Спектрофотометрическое определение лавсона в хне. - Биол. журн. Армении, т. XXXIX, №5, 1986, с. 439-440.
2. Вахмистров Д.Б. Раздельное определение оптимумов суммарной дозы N+P+K и соотношения N:P:K в удобрении. - Агрохимия, 1982, №4, с.3.
3. Вахмистров Д.Б., Вильямс М.В., Шарма Г., Демьянова Т.А., Ягодин Б.А. Соотношение N:P:K в питательной среде и урожай.: уточнение формы купола отклика. - Агрохимия, 1987, №1, с.35-39.

4. Вахмистров Д.Б., Смирнова В.В. Оптимизация соотношения N:P:K в удобрении: сравнение методов. - *Агрохимия*, 1990, №11, с.128-139.
5. Вахмистров Д.Б., Смирнова В.В. Оптимизация суммарной дозы N+P+K и соотношение N:P:K в удобрении озимой пшеницы для лесостепи Украины. - *Агрохимия*, 1991, №4, с.25-34.
6. Вендило Г.Г. Система питания растений при выращивании их методом гидропоники. - *Докл.ВАСХНИЛ*, М.: Колос, 1970, №12, с.11-12.
7. Вильямс М.В., Шарма Г., Ягодин Б.А., Вахмистров Д.Б. Оптимизация соотношения N:P:K в питательной смеси для песчаной культуры ячменя. - *Физ. и биохим. культ. раст.*, 1986, т. 18, №3, с. 222-231.
8. Гинзберг А.С. Упрощенный способ определения количества эфирного масла в эфирносоках. - *Хим. фарм. пром.*, 1932, №8-9, с. 326-329.
9. Ермаков Е.И. Основы создания замкнутых систем культивирования растений. - *Вестник с.х. наук*, 1982, №7, с. 122-131.
10. Журбицкий З.И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. - М.: АН СССР, 1963, с. 19-189.
11. Майрапетян С.Х., Алексанян Дж.С. Водный режим и продуктивность лимонного сорго. - *Биол. журн. Армении*. 1987, т. 40, №6, с. 439-442.
12. Майрапетян С.Х., Вартанян М.К., Саркисян Э.Д. Культивирование хны и басмы без почвы. - Ереван, Изд-во НАН Армении, 1994, 144 с.
13. Машанов В.И. В кн.: Методические указания по возделыванию хны и басмы. - Ялта, 1976, с. 4-5.
14. Минеев В.Г., Ниловская Н.Т. Агрохимические и физиологические аспекты потенциальной продуктивности растений. - *С. х. биология*, 1981, т. XVI, №5, с. 712-717.
15. Мишустина Н.Е. О двух основных методах системы минерального питания растений. - *Изв. АН СССР, Серия биол.* 1972, №1, с. 88-95.
16. Ниловская Н.Т., Арбузова И.Н. О соотношении элементов питания в среде и продуктивность растений. - *Агрохимия*, 1982, №3, с. 126-132.
17. Осипова Л.В. Изучение минерального питания пшеницы в контролируемых условиях выращивания. - Автореферат канд. дис. М.:1979, 18 с.
18. Ринькис Г.Я. Сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами. - 1982, Рига, "Зинатне", с. 201.
19. Homes M.V. Effect de la fumure completement equilibree sur la production de plantes de gr. culture. - *Pontif. Ac. Sci., ser. varia*, 1973, №38, p. 2.