

**Влияние минеральных удобрений на химический состав листьев апельсина Вашингтон-навелль и лимона Мейера**

Ш. Д. ЛОМИНАДЗЕ,  
ВНИИЧСКвЧП

Н. Г. ЦАНАВА

Для уточнения потребности растений в питательных элементах имеются три подхода: 1) определение в почве общей и, особенно усвояемой формы данного питательного элемента; 2) листовая диагностика; 3) визуальные признаки недостаточности. Каждый из них имеет свои положительные и отрицательные (1, 2) стороны в отношении применения.

Установлена прямая корреляция между содержанием фосфора в листьях и урожайностью (3). Наиболее высокий урожай мандарина был получен при содержании 0,2% фосфора в листьях.

Намечена предпринята попытка смоделировать оптимальный

химический состав листьев первого прироста. Исследования проводились в условиях полевых опытов с апельсинами и лимонами. Для этого в листьях первого прироста определялось содержание P, K, Ca, Mg, Mn проводился регрессионный анализ парных зависимостей содержания каждого питательного элемента и урожая или нормы азота. Результаты по апельсину Вашингтон-нагель приводятся в таблицах 1 и 2.

Для связи фосфора с нормами азотных удобрений уравнение имеет вид:  $Y=0,00000185 x^2+0,00093 x+0,425$  (1), где Y - фосфор, x - нормы азотных удобрений.

Анализ уравнения показывает (табл. 1), что близкие к фактическим расчетные значения содержания фосфора с поправкой на нормы азотных удобрений получены для сульфата аммония - 300 и 450 г/дер, азота, а для аммиачной селитры - 75 и 450 г/дер, азота.

Зависимость между содержанием кальция и нормами азотных удобрений имеет вид:  $Y=0,000416 x + 2,516$  (2).

Анализ этого уравнения показывает (табл. 1), что близкие к фактическим расчетные значения содержания кальция с поправкой на нормы азотных удобрений получены при внесении азота 450 г/дер, для сульфата аммония и 75 г/дер., для аммиачной селитры.

Для связи магния с нормами азотных удобрений уравнение имеет вид:  $Y=0,000000465X^2+0,00021X+0,127$  (3), а для марганца -  $Y=0,000X^3-0,000X^2+0,0000399X+0,00199$  (4). Из уравнений следует, что получены близкие значения расчетного магния с поправкой на нормы азотных удобрений для сульфата аммония - 300 г/дер., а для аммиачной селитры - 150 г/дер., для марганца и сульфата аммония - 450 г/дер., для аммиачной селитры - 75 г/дер.

Расчетные значения между питательными элементами с поправкой на урожай приводятся в таблице 2, согласно которой, расчетные значения P, K, Ca, Mg, Mn не меняются по вариантам, а близки к экспериментальным данным по одиарным и двойным нормам. Отсюда можно сделать вывод, что для получения 9 кг/дер. плодов от внесения 150 г/дер. сульфата аммония и 14 кг/дер. - от 450 г/дер. аммиачной селитры, химический состав листьев должен быть следующим:

P-0,32-0,39; K-2,57-2,85; Ca-2,42-2,45; Mg-0,139;  
Mn - 0,0020 - 0,0024%.

Из таблицы 3 видно, что содержание фосфора, кальция и магния в листьях, в зависимости от норм минеральных удобрений и навоза не меняется. С увеличением нормы азота в виде мочевины и применением навоза увеличивается содержание марганца, содержание калия возрастает с увеличением норм азота, но его несколько меньше при дробном внесении.

С помощью регрессионного анализа был проведен расчет георегрессически возможного запаса питательных элементов - P, K, Ca, Mg, Mn (таблица 3 и 4).

Расчетные значения содержания фосфора с поправкой на дозы РК (5) и урожай (6) получены из уравнений:

$$y=0,00 x^2+0,000204 x + 0,357 \quad (5);$$

$$y=0,0101 x^2-0,098 x + 0,6199 \quad (6);$$

где, y - фосфор, x - нормы РК или урожай.

Таблица 1. Расчетные и фактические значения содержания P, K, Ca, Mg, Mn в листьях апельсинов-напель с поправкой на норму азотных удобрений

Нормы азота на фоне P, K, Ca, Mg, г/дер.	Элементы питания, %										
	P		K		Ca		Mg		Mn		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
PKCaMg	0,43	0,42	2,33	1,97	2,1	2,1	2,51	0,121	0,126	0,0022	0,0019
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,42	0,36	1,58	2,16	2,47	2,47	2,48	0,113	0,139	0,0016	0,0022
"	0,24	0,33	1,56	2,33	2,47	2,47	2,45	0,112	0,147	0,0032	0,0023
"	0,33	0,31	2,88	2,54	2,62	2,62	2,39	0,144	0,147	0,0022	0,0022
"	0,36	0,38	2,16	2,82	2,32	2,32	0,33	0,118	0,126	0,0016	0,0018
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	0,36	0,36	2,40	2,16	2,52	2,52	2,48	0,197	0,139	0,0022	0,0022
"	0,31	0,33	2,68	2,33	2,26	2,26	2,45	0,144	0,147	0,0021	0,0023
"	0,37	0,31	2,84	2,54	2,48	2,48	2,39	0,171	0,147	0,0021	0,0022
"	0,38	0,38	2,86	2,62	2,18	2,18	2,33	0,129	0,126	0,0021	0,0018

Примечание: 1 - экспериментальные значения;  
2 - расчетные значения.

Таблица 2. Расчетные и фактические значения содержания P, K, Ca, Mg, Mn в листьях  
апельсины Вашингтон-напель с поправкой на урожай

Нормы азота на фоне PKCaMg, г/дер.	Урожай, кг/дер	Элементы питания, %									
		P		K		Ca		Mg		Mn	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
- фон	11,4	0,43	0,36	2,33	2,37	2,51	2,39	0,121	0,139	0,0022	0,0021
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10,4	0,42	0,34	1,58	2,28	2,47	2,42	0,113	0,139	0,0016	0,0022
—	9,5	0,24	0,33	1,56	2,22	2,47	2,45	0,112	0,139	0,0032	0,0024
—	8,8	0,33	0,32	2,88	2,20	2,62	2,47	0,144	0,139	0,0022	0,0024
—	6,3	0,36	0,29	2,16	2,28	2,32	2,54	0,118	0,139	0,0016	0,0016
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	9,5	0,36	0,33	2,40	2,23	2,52	2,45	0,197	0,139	0,0022	0,0024
—	12,8	0,31	0,38	2,68	2,57	2,26	2,35	0,144	0,139	0,0021	0,0020
—	10,2	0,37	0,34	2,84	2,65	2,48	2,43	0,171	0,139	0,0021	0,0023
—	14,2	0,38	0,39	2,86	2,85	2,18	2,31	0,129	0,139	0,0021	0,0022
Точ. опыта, %	5,20										
НСР <sub>0,5</sub> , кг/дер.	1,44										
Коэф. V, %	12,75										

Примечание: 1. экспериментальные значения;  
2. расчетные значения.

Таблица 3. Содержание P, K, Ca, Mg, Mn в листьях пшеница Мейера в зависимости от норм минеральных удобрений

Схема опыта	Элементы питания, %											
	P		K		Ca		Mg		Mn			
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
Без удобрений	0,35	0,36	1,16	1,29	2,50	2,49	0,119	0,125	0,0011	0,0011		
P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,53	0,39	1,82	1,33	2,54	2,44	0,198	0,173	0,0011	0,0015		
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> -NH <sub>2</sub> /2 CO <sup>xx</sup>	0,39	0,40	0,76	1,34	2,53	2,43	0,224	0,179	0,0020	0,0018		
N <sub>1</sub> K <sub>1</sub> - - -	0,33	0,39	1,48	1,33	2,45	3,44	0,174	0,173	0,0022	0,0015		
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> - - -	0,38	0,40	1,22	1,35	2,22	2,41	0,143	0,186	0,0022	0,0022		
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub> - - -	0,43	0,41	1,28	1,38	2,44	2,38	0,237	0,187	0,0033	0,0026		
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> -(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO <sup>xx</sup>	0,42	0,40	1,36	1,35	2,16	2,41	0,156	0,186	0,0021	0,0022		
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> <sup>xx</sup>	0,41	0,40	1,64	1,35	2,71	2,41	0,187	0,186	0,0022	0,0022		
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> <sup>xx</sup>	0,38	0,40	1,12	1,35	2,44	2,41	0,131	0,186	0,0016	0,0022		
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> -(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO <sup>xx</sup> +безаз	0,32	0,40	1,84	1,35	2,21	2,41	0,198	0,186	0,0022	0,0022		
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> - - -	0,38	0,38	1,50	1,42	2,19	2,34	0,119	0,162	0,0019	0,0014		
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> -(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO <sup>xx</sup>	0,46	0,41	1,00	1,38	2,44	2,39	0,119	0,187	0,0022	0,0025		
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> -(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO <sup>xx</sup>	0,35	0,38	1,48	1,42	2,42	2,34	0,196	0,162	0,0016	0,0014		

Примечание: x - одновременное внесение; 1 - экспериментальные значения;

xx - дробное внесение; 2 - расчетные значения.

Таблица 4. Содержание P, K, Ca, Mg, Mn в листьях лимона Мейера в зависимости от урожая

Схема опыта	Урожай, кг/дер.		Элементы питания, %									
	P		K		Ca		Mg		Mn			
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
Без удобрения	3,2	0,35	0,41	1,16	1,36	2,50	2,45	0,119	0,181	0,0011	0,0016	
P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,3	0,53	0,51	1,82	1,67	2,54	2,56	0,198	0,180	0,0011	0,0010	
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> - NH <sub>2</sub> / 2 CO <sup>z</sup>	3,9	0,39	0,39	0,76	1,32	2,53	2,42	0,224	0,178	0,0020	0,0019	
N <sub>1</sub> K <sub>1</sub> - - -	3,7	0,33	0,39	2,48	1,33	2,45	2,43	0,174	0,179	0,0022	0,0018	
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> - - -	6,5	0,38	0,40	1,22	1,45	2,22	2,29	0,143	0,176	0,0022	0,0021	
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub> - - -	4,6	0,43	0,38	1,28	1,31	2,24	2,38	0,237	0,174	0,0033	0,0021	
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> - (NH <sub>2</sub> ) / 2 CO <sup>z</sup>	4,2	0,42	0,38	1,36	1,31	2,16	2,41	0,156	0,176	0,0021	0,0020	
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5,6	0,41	0,38	1,64	1,32	2,71	2,37	0,187	0,171	0,0022	0,0022	
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> z z	3,7	0,38	0,39	1,12	1,33	2,44	2,43	0,131	0,179	0,0016	0,0018	
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> - - - - нав.	4,4	0,32	0,38	1,84	1,31	2,21	2,39	0,198	0,175	0,0022	0,0021	
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> - - - -	4,9	0,38	0,38	1,50	1,31	2,19	2,37	0,119	0,172	0,0019	0,0022	
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> - (NH <sub>2</sub> ) / 2 CO <sup>z</sup>	4,1	0,46	0,38	1,00	1,31	2,44	2,41	0,198	0,177	0,0022	0,0019	
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> - / NH <sub>2</sub> / CO <sup>z</sup> z z	4,4	0,38	0,38	1,48	1,31	2,42	2,40	0,196	0,175	0,0016	0,0021	
С z %	10,42											
НСР <sub>05</sub> кг/дер	1,25											
Коэф. v %	15,30											

Примечание: z z - одновременное внесение; 1 - Экспериментальные значения;  
 z z - дробное внесение; 2 - Расчетные значения с поправкой на урожай.

Анализ уравнения (5) показывает, что показатель содержания фосфора в листьях лимона в первую очередь определяется нормами азота. Близки к фактическим значениям расчетного фосфора с поправкой на нормы NPK и урожай получены при внесении  $N_1 P_2 K_2$  (мочевина одновременно и дробно).

Расчетные значения калия как для апельсина, так и для лимона резко отличаются от фактических.

Зависимости между кальцием, нормами NPK (7) и урожаем (8) имеют вид:  $Y=0,266x+0,155$  (7),  $Y=0,0509x+2,6226$  (8), где  $Y$  – кальций,  $x$  – нормы NPK или урожай.

Из таблиц 3 и 4 следует, что фактические значения кальция близки к расчетным в первом случае в вариантах без удобрения и одновременного внесения  $N_1 K_1$  мочевины, а во втором случае (с поправкой на урожай) близкие расчетные значения получили в вариантах  $N_1 K_1$  – мочевина одновременно,  $N_1 P_1 K_1$  – аммиачная селитра одновременно и  $N_2 P_2 K_2$  – мочевина дробно. Во всех остальных случаях отклонения расчетных и фактических значений свидетельствуют об отсутствии связи.

Расчетные значения магния с поправкой на нормы NPK (9) и урожай (10) получены из уравнения  $y=0,00x^2+0,00025x+0,125$  (9);  $y=0,00148x^2+0,0069x+0,174$  (10).

Анализ этого уравнения показывает, что близкие значения к фактическим с поправкой на нормы NPK были в вариантах  $N_1 K_1$  (мочевина одновременно) и  $N_1 K_1 P_1$  (аммиачная селитра одновременно), а с поправкой на урожай – только на варианте  $N_1 K_1$  (мочевина одновременно).

По содержанию марганца также не обнаружено никакой закономерности.

Таким образом, полученный от внесения одиозарных норм  $N_1 P_1 K_1$  средний урожай лимона около 6 кг/дер. определяется следующим химическим составом листьев первого прироста:

$P - 0,38$ ;  $K - 1,31$ ;  $Ca - 2,29 - 2,43$ ;  $Mg - 0,175 - 0,179$ ;  $Mn - 0,002 - 0,0022\%$ .

## Л и т е р а т у р а

1. Бонана М. Л. Диагностика питания субтропических культур азотом, фосфором, калием и магнием на основании химического анализа растений – В кн.: Анализ растений как метод диагностики их питания и эффективности макро-и микроудобрений. Тбилиси.: 1976, с. 172–184.
2. Бурчуладзе И. Т., Цанава В. П., Дагуадзе О. В. Химическая диагностика – урожай и качество чайного листа в зависимости от свойств почвы и удобрений. Там же с. 221–230.
3. Тахидзе Р. М. Диагностика фосфорного питания цитрусовых. //Субтропические культуры. 1972, №4, с. 112–116.