

УДК 633.2.033:631.816.1

О РАЦИОНАЛЬНОМ УДОБРЕНИИ ОРОШАЕМЫХ ПАСТБИЩ

ЖУКОВ Ю. П.

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Одним из основных факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур является рациональное применение удобрений. В условиях орошения эффективность удобрений значительно возрастает, последние, в свою очередь, повышают эффективность орошения. Так, по данным опытов кафедры луговодства Тимирязевской академии [1, 2], прибавка урожая сухого вещества от раздельного применения удобрений и орошения составила в сумме 109%, тогда как от совокупного воздействия — 260%, т. е. возросла в 2,4 раза.

Под рациональным применением удобрений следует подразумевать прежде всего внесение научно обоснованных их доз в сочетаниях, отвечающих биологическим потребностям возделываемых культур с учетом плодородия почв. Существует множество различных методов определения доз удобрений, описанных в специальных изданиях [3, 4], однако в условиях орошения наиболее приемлемы балансовые расчетные методы, так как величины доз и соотношения удобрений, вычисленные этими методами, позволяют получать урожаи не только желаемой величины, но и желаемого химического состава. Влиянию удобрений на урожай и химический состав трав пастбищ посвящено немало исследований [1, 2, 3, 5—8 и др.], но в подавляющем большинстве случаев дозы и соотношения удобрений в них определялись эмпирически. В данной работе рассматриваются результаты экспериментальной проверки возможности получения планируемых урожаев трав желаемого химического состава на орошаемом пастбище при балансовом методе расчета доз удобрений.

Условия и методы исследований

Для балансовых расчетов требуется ряд исходных данных: о потребности культур в питательных элементах для создания планируемого урожая желаемой структуры и качества, об эффективном плодородии почвы и возможном использовании питательных элементов из почв и удобрений.

Потребность культуры в питательных элементах для создания планируемого урожая желаемого качества можно определить по результатам полевых опытов в конкретных, соответствующих желаемым почвенно-климатических условиях. Вопрос упрощается, если необходимо получить определенный урожай (лимитируемый природно-экономическими условиями) желаемого химического состава. Например, если планируется получить 70 ц абсолютно сухого вещества злаково-бобовых трав на 1 га со средним содержанием в них N 2,7%, P₂O₅ — 0,8 и K₂O — 2,6%, то следовательно, растения должны потребить: N — 190 (2,7×70), P₂O₅ — 56 (0,8×70) и K₂O — 180 кг/га (2,6×70).

Использование растениями питательных элементов из удобрений и подвижных запасов почв зависит от многих факторов и может быть

определено разными методами. Действительное потребление питательных элементов из удобрений можно определить изотопным методом, однако для практики эти величины нельзя использовать, так как при внесении удобрений резко возрастает мобилизация почвенных запасов питательных элементов, а удобрения и содержащиеся в них питательные элементы, попав в почву и взаимодействуя с ней, перестают быть собственно удобрениями, превращаясь в элементы почвы.

Вполне приемлемый показатель потребления элементов питания из удобрений дает применение разностного метода, основанного на вычлениении из суммы совокупного использования растениями питательных элементов и из почвы, и из удобрений данных об их использовании из неудобренной почвы. Однако, на наш взгляд, такой показатель не совсем удовлетворительный, поскольку его величина во многом зависит от плодородия неудобренной почвы: чем менее она плодородна, тем больше коэффициент использования удобрений, и наоборот. Таким образом, исходя из данных, полученных разностным методом, можно прийти к неверному выводу о том, что на более плодородных почвах удобрения используются хуже, чем на бедных. В действительности дело обстоит иначе: на богатых почвах питательные элементы удобрений используются в большем количестве, так как здесь, как правило, гораздо меньше закрепление и потери их. Для получения одинаковых урожаев при прочих равных условиях на более бедном поле (почве) нужно значительно больше удобрений, чем на богатом, следовательно, в последнем случае меньшее количество внесенных удобрений гораздо полнее используется на создание урожая, что подтверждается и результатами расчета баланса питательных элементов на том и другом поле. Отсюда следует, что баланс питательных элементов под культурой в конкретном поле, севообороте и хозяйстве в целом наиболее верно отражает реальную картину потребления питательных элементов культурами из почвы и удобрений. Если это так, то количество потребленных питательных элементов из удобрений и почвы, выраженное в процентах к количеству внесенных удобрений, могло бы быть наиболее пригодным для практического применения показателем (условно назовем балансовым коэффициентом), по которому можно было бы судить об использовании удобрений при конкретной плодородии почвы. При таком подходе балансовые коэффициенты использования удобрений в отличие от разностных на плодородных почвах будут всегда выше, чем на бедных, и, кроме того, в этом случае отпадет необходимость балансовых расчетов, поскольку количественные показатели последних по существу уже заложены в предлагаемых балансовых коэффициентах.

Приведем простейшие формулы расчета разностных и балансовых коэффициентов использования удобрений:

$$K_p = \frac{B_y - B_0}{D_y} 100, \quad (1)$$

где K_p — разностный коэффициент использования удобрений, %; B_y — вынос элемента хозяйственным (биологическим) урожаем в удобренном варианте, кг/га; B_0 — вынос элемента хозяйственным (биологическим) урожаем в контрольном (неудобренном) варианте, кг/га; D_y — доза удобрения в удобренном варианте, кг д. в. на 1 га.

$$K_b = \frac{B_y}{D_y} 100, \quad (2)$$

где K_b — балансовый коэффициент использования удобрений, %; остальные обозначения те же, что и в формуле (1).

Из формул видно, что балансовый коэффициент всегда выше разностного, причем с увеличением плодородия почвы эта разница возрастает, так как вынос элемента в контрольном варианте в решающей

степени зависит от урожая культуры, а чем выше плодородие, тем выше урожай и, следовательно, вынос элементов питания с этим урожаем.

Нами были применены балансовые коэффициенты при расчете доз и соотношений удобрений в опыте (совхоз «Сергиевский» Коломенского района Московской области) по рациональной организации и эксплуатации орошаемых культур пастбищ, проводимом рядом кафедр Тимирязевской академии под руководством академика ВАСХНИЛ Н. Г. Андреева.

При длительном использовании пастбища (залужено и эксплуатируется с 1965 г.) на опытном участке сформировался злаково-бобовый травостой, представленный верховыми (ежа сборная, овсяница луговая) и низовыми (райграс пастбищный, мятлик луговой) злаками с небольшим удельным весом бобовых трав (клевер красный и белый) и разнотравья.

Почва дерново-подзолистая, супесчаная; агрохимические показатели, по данным обследования 1974 г., следующие $pH_{KCl} = 5,5-5,8$; $N_T = 2,5-3,0$ мэкв/100 г; содержание подвижных форм фосфора и калия по Кирсанову в среднем соответственно 7,0 и 10,0 мг на 100 г почвы, т. е. по существующей классификации почвы по обеспеченности фосфором и калием относятся к третьему классу (среднеобеспеченные). Учитывая это, мы сочли возможным планировать следующие балансовые коэффициенты использования минеральных удобрений: для азотных — 80%, для фосфорных — 50 и для калийных — 100%. На основании этого были получены следующие дозы и соотношения удобрений для получения планируемого урожая желаемого химического состава с учетом эффективного плодородия почвы пастбища:

$$N = \frac{190 \cdot 100}{80} = 237 \approx 240 \text{ кг/га}; P_2O_5 = \frac{56 \cdot 100}{50} = 112 \approx 110; K_2O = \frac{180 \cdot 100}{100} = 180 \text{ кг/га}.$$

Известно, что при внесении азотно-фосфорных удобрений резко возрастает потребление культурами калия почвы, а применение азотно-фосфорно-калийных удобрений иногда приводит к значительному повышению против желаемого содержания калия в растениях. Чрезмерное повышение содержания калия в пастбищных травах и других культурах нежелательно, так как это вызывает различные заболевания животных, в частности гипомagneзиемию. Учитывая указанное обстоятельство, мы предусмотрели изучение различной обеспеченности (0,50 и 100%) калийными удобрениями трав орошаемого пастбища. Поэтому в схему исследований входили три варианта: 1 — $N_{240}P_{110}$; 2 — $N_{240}P_{110}K_{90}$; 3 — $N_{240}P_{110}K_{180}$. Производственный опыт проводили в 1975 г. на орошаемом пастбище в 4—6-кратной повторности. В качестве делянок использовали отдельные загоны по 4 и 8 га, предварительно определив их число и расположение для каждого варианта. Фосфорные удобрения в виде гранулированного суперфосфата вносили осенью предыдущего года, азотные — в виде мочевины дробно весной и после каждого, кроме последнего, стравливания перед поливом, калийные в виде хлористого калия — весной. Пастбища орошали дождевальной установкой ДДН-45. Водоудерживающая способность супесчаных почв культурного пастбища была невысокой, поэтому оросительная норма воды составляла 300 м³/га, что позволяло промочить почву на 25—30 см. При жаркой и сухой погоде между отдельными циклами стравливания дождевание проводилось дважды.

Учет урожая и отбор проб растений для определения химического состава и влажности проводили укосным методом по методике ВНИИ

кормов перед каждым стравливанием не ранее чем за 1—2 дня. Содержание в травах азота, фосфора и калия определяли в высушенных смешанных образцах общепринятыми методами.

Результаты исследований

Испытываемые на орошаемом пастбище дозы удобрений были высокоэффективными: применение теоретически обоснованных доз удобрений обеспечило получение плановых урожаев сухого вещества трав во всех вариантах опыта.

Т а б л и ц а 1

Урожай зеленой массы и абсолютно сухого вещества трав на орошаемом пастбище (ц/га) при внесении научно обоснованных доз удобрений

Дозы удобрений	Циклы стравливания					Всего за вегетацию	Среднее содержание абсолютно сухого вещества, %	Сбор сухого вещества
	1	2	3	4	5			
N ₂₄₀ P ₁₁₀	114	72	65	63	40	354	20,10	71,4
N ₂₄₀ P ₁₁₀ K ₉₀	113	81	77	66	42	379	20,14	75,9
N ₂₄₀ P ₁₁₀ K ₁₈₀	115	85	76	68	43	387	20,09	78,0
HCP _{0,05}	—	—	—	—	—	11,5	—	2,8

Следует подчеркнуть, что калий в составе минеральных удобрений способствовал достоверному повышению планируемого урожая как зеленой, так и абсолютно сухой массы. Различий в эффективности половинной и полной доз калия не установлено. Таким образом, даже полное исключение калия из состава удобрений на среднеобеспеченной подвижными формами калия супесчаной почве позволило получить в первый год планируемые урожаи трав при внесении азотно-фосфорных удобрений. Частичное или полное исключение калия из состава удобрений практически не отразилось и на выходе зеленой массы трав по отдельным циклам стравливания в первый год.

Изменения химического состава трав в отдельных вариантах опыта по циклам стравливания были аналогичными, причем в среднем за вегетацию содержание азота и фосфора практически не различалось,

Т а б л и ц а 2

Содержание азота, фосфора и калия в сухом веществе трав орошаемого пастбища (% — в числителе) и вынос их с урожаем (кг/га — в знаменател.)

Циклы стравливания	N ₂₄₀ P ₁₁₀			N ₂₄₀ P ₁₁₀ K ₉₀			N ₂₄₀ P ₁₁₀ K ₁₈₀		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	2,79	0,54	2,70	2,80	0,52	2,80	2,70	0,51	2,87
	60	12	58	63	12	60	65	12	69
2	2,53	0,67	2,82	2,66	0,64	2,94	2,74	0,60	3,02
	39	10	43	43	10	48	47	10	52
3	2,73	0,65	2,83	2,73	0,69	2,88	2,80	0,68	3,05
	39	9	40	47	12	50	45	11	49
4	2,72	0,57	2,95	2,55	0,64	3,13	2,67	0,65	3,15
	33	7	35	34	8	42	34	8	40
5	2,61	0,58	2,83	2,69	0,66	2,94	2,50	0,72	3,07
	22	5	24	23	6	25	23	7	29
В среднем за вегетацию	2,70	0,60	2,80	2,76	0,63	3,00	2,74	0,62	3,06
	190	43	200	210	48	228	214	48	239

а калия — имело тенденцию к возрастанию с увеличением доз калийных удобрений.

Содержание азота в сухом веществе трав в среднем за вегетацию практически равнялось планируемому (2,70%), а содержание фосфора было намного ниже его (0,60—0,63 против 0,80%). Содержание калия даже в варианте без калийных удобрений превышало планируемое (2,80 против 2,6%), при внесении калийных удобрений оно достигало 3,06%. Следовательно, в данном случае получение планируемого урожая сухого вещества трав на орошаемом пастбище с желаемым химическим составом вполне возможно даже без внесения калийных удобрений. Однако утверждать, что это положение сохранится и в последующие годы без дальнейшего проведения исследований, было бы неверным. Можно предположить, что вследствие постепенного истощения почвенных запасов калия рано или поздно получение планируемых урожаев без калийных удобрений будет невозможным. Однако как скоро это произойдет и в каких количествах нужно в последующем вносить калийные удобрения, можно установить только путем дальнейших исследований.

Имея данные о выносе с урожаями азота, фосфора и калия в разных вариантах, нетрудно рассчитать фактические балансовые коэффициенты использования удобрений и сравнить их с предполагаемыми нами при обосновании схемы. Результаты расчетов показывают, что коэффициенты использования азота в разных вариантах колебались в пределах 80,4—89,2 против 80% по плану. Это объясняется тем, что предполагалось получить 70 ц/га, а фактически урожай оказался на 10% больше, с этим, видимо, связано примерно десятипроцентное увеличение коэффициентов использования азотных удобрений в вариантах с калийными удобрениями.

Коэффициенты использования фосфора фактически были значительно ниже плановых (39—44 против 50%). Это объясняется прежде всего тем, что фактическое содержание фосфора в травах было намного ниже планируемого (0,6—0,63 против 0,80%).

Коэффициенты использования калия оказались заметно выше планируемых (133 против 100%) прежде всего потому, что содержание калия в растениях было выше предполагаемого (3,03 против 2,6%), кроме того, урожай в варианте с полной дозой калийных удобрений был на 10% выше планируемого.

Проанализировав результаты многих стационарных и эпизодических опытов, в том числе данные наших исследований, мы считаем возможным предложить для последующей проверки дифференцированные в зависимости от эффективного плодородия почв нечерноземной зоны балансовые коэффициенты использования минеральных удобрений (табл. 3).

Заключение

Применение рассчитанных балансовым методом доз удобрений на культурном орошаемом пастбище совхоза «Сергиевский» Коломенского района Московской области (почва дерново-подзолистая супесчаная

Т а б л и ц а 3

Балансовые коэффициенты использования минеральных удобрений при разном эффективном плодородии почв нечерноземной зоны (потребление культурами питательных элементов из почвы и удобрений, % к количеству внесенных удобрений)

Эффективное плодородие почв, класс	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	70—80	50—60	80—90
2	70—80	55—65	85—95
3	70—80	60—70	90—100
4	80—90	65—75	100—110
5	85—95	75—90	110—120
6	90—100	85—105	120—140

среднеобеспеченная подвижными формами питательных элементов) обеспечило получение высоких планируемых урожаев трав при довольно близком к желаемому химическому составу.

Разная обеспеченность трав калийными удобрениями при полном удовлетворении их потребности в азоте и фосфоре не оказала существенного влияния на величину и качество урожая в первый год. Только при отсутствии калия в составе удобрений урожай трав был ниже, чем в вариантах с калием, но и в этом случае фактический урожай оставался на уровне планируемого.

Полученные результаты позволяют утверждать, что балансовые коэффициенты использования удобрений (количество потребленных питательных элементов из почвы и удобрений, выраженное в процентах к количеству внесенных удобрений) дают возможность с большей точностью, чем разностные коэффициенты, учесть плодородие почв. Следовательно, при балансовых методах определения доз удобрений под различные культуры можно с помощью предлагаемых нами балансовых коэффициентов использования удобрений учитывать плодородие почв с гораздо большей уверенностью, чем это делалось прежде. Безусловно, величины балансовых коэффициентов в последующих научных исследованиях будут уточняться для разных культур в конкретных почвенно-климатических условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев Н. Г. и др. Орошаемые культурные пастбища. М., «Колос», 1972. — 2. Андреев Н. Г. Луговое хозяйство. М., «Колос», 1974. — 3. Михайлов Н. Н., Книпер В. П. Определение потребности растений в удобрениях. М., «Колос», 1971. — 4. Жуков Ю. П. Определение доз и разработка системы удобрения в севообороте. М., 1974, Изд-во ТСХА. — 5. Мостовой М. Н. Влияние удобрений на продуктивность культурных пастбищ в Зап. Сиб. «Химия в сельск. хоз-ве», 1975, № 4, с. 26—28. — 6. Ромашев П. И. Удобрение сенокосов и пастбищ. М., «Колос», 1969. — 7. Межевич Д. В. Влияние удобрений на минеральный состав трав орошаемых культурных пастбищ. Сб. науч. тр. БСХА, 1974, т. 119, с. 32—34. — 8. Мельничук В. П. Действие удобрений на качество пастбищного корма. «Химия в сельск. хоз-ве», 1975, № 3, с. 22—26.

Статья поступила 25 января 1977 г.

SUMMARY

It was confirmed under working conditions that high planned yields of grasses of desirable chemical composition may be obtained on an irrigated pasture, provided fertilizers are applied in the doses established by a balance method. It is suggested that in balance calculations the fertility of the soil should be considered by differentiated coefficients of fertilizer utilization which were obtained not by a differential, but by a balance method.

Some possible balance coefficients of utilization of fertilizers which were differentiated depending on the efficient soil fertility are presented.