



Биол. журн. Армении, 2-3 (75), 2023

DOI: 10.54503/0366-5119-2023.75.2-3-18

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ВЫНОС И КОЭФФИЦИЕНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ИЗ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ В ВЕГЕТАЦИОННЫХ ОПЫТАХ

Г.Р. КАЗАРЯН

Научный центр земледелия Армении
hayhayk1972@mail.ru

В вегетационных опытах с озимой пшеницей и ячменем за 2020-2022 гг. выявлены биологический вынос и коэффициенты использования азота, фосфора и калия растениями из почвы (КИП) и из удобрений (КИУ). Установлено, что биологический вынос NPK составляет около 30% из применённых доз органоминеральных удобрений, а степень их использования растениями из почвы было больше, чем из удобрений. Балансовые коэффициенты использования NPK из удобрений эквивалентно были ниже от 100%, что подтверждает избыточность доз удобрений.

*Озимая пшеница ячмень – органоминеральные удобрения – биологический вынос
NPK – коэффициенты использования (КИП) и (КИУ) растениями*

Աշնանացան ցորենի և գարու վեգետացիոն փորձերում 2020-2022 թթ. հաշվարկվել են ազոտի, ֆոսֆորի և կալիումի կենսաբանական օտարումը և բույսերի կողմից դրանց օգտագործման գործակիցները հողից (ՀՕԳ) և պարարտանյութերից (ՊՕԳ): Բացահայտվել է, որ սննդատարրերի կենսաբանական օտարման չափերը կազմում են կիրառված օրգանահանքային պարարտանյութերի չափաքանակների մոտ 30%-ը, իսկ հողից դրանց օգտագործման աստիճանը բույսերի կողմից ավելի բարձր է եղել, քան պարարտանյութերից: NPK-ի օգտագործման բալանսային գործակիցները պարարտանյութերից համարժեքորեն ցածր են եղել 100%-ից, ինչը վկայում է պարարտանյութերի չափաքանակների ավելցուկի մասին:

*Աշնանացան ցորեն և գարի – օրգանահանքային պարարտանյութեր
NPK-ի կենսաբանական օտարում – բույսերի կողմից օգտագործման
Գործակիցներ (ՀՕԳ) և (ՊՕԳ)*

In the vegetation experiments of winter wheat and barley during 2020-2022 the biological removal of nitrogen, phosphorus and potassium and the coefficients of their utilization by the plants from the soil (SUC) and from fertilizers (FUC) have been calculated. It has been found out that the quantities of biological removal of nutrient elements made 30% of the doses of organic-mineral fertilizers applied, and the degree of their utilization by the plants was higher than from fertilizers. The balance indices of the utilization of NPK were respectively lower than 100 %, which indicates the surplus of fertilizer doses.

*Winter wheat and barley – organic-mineral fertilizers – biological removal of NPK –
utilization coefficients by the plants (SUC) and (FUC)*

Из возделываемых человеком фитоценозов ежегодно удаляется значительное количество питательных веществ, которое в обязательном порядке необходимо компенсировать, иначе плодородие почвы и урожайность культур резко упадут, что в дальнейшем потребует много времени и ресурсов для их восстановления. Выявление коэффициентов использования основных питательных веществ растениями из почвы (КИП) и удобрений (КИУ) основывается на выявлении биологического выноса азота, фосфора и калия, причём изучение этих вопросов в полевых и вегетационных опытах, как биологические методы исследования, взаимосвязаны и дополняют друг друга. Кроме того, результаты вегетационных опытов ценны с той позиции, что влияние случайных факторов на рост и развитие растений значительно ограничены и сравнительно защищены.

В полевых опытах с озимой и яровой пшеницей применение азотных удобрений и минимизация основной обработки почвы способствуют повышению урожая, содержанию белка и клейковины, улучшению хлебопекарных свойств зерна, а также увеличению выноса макроэлементов [15,19,21]. В современных технологиях возделывания полевых культур применение биогумуса получило широкое распространение, что связано с важной экологической проблемой – утилизацией отходов животноводства. При дозах в 3, 5, 7 т/га биогумус увеличивает не только урожайность картофеля и озимой пшеницы, но и улучшает их качественные показатели [9, 20]. Проведённые исследования в разных регионах Армении показали, что в зерне озимой пшеницы общий азот варьирует в пределах от 2,12 до 3,14; P_2O_5 - 0,60 - 1,35; K_2O - 1,12-1,33%, а в соломе соответственно - 0,34 - 0,66; 0,12 - 0,25 и 0,82 - 1,33% [5,17].

В вегетационных опытах с томатом и перцем органические (навоз, гранулированный птичий помёт, биогумус, компост- Байкал М) и минеральные удобрения в эквивалентных дозах показали примерно одинаковую эффективность. Биологический вынос азота и калия превосходил применённые дозы удобрений, а по P_2O_5 сохранилось равновесие [3, 4].

Использование питательных элементов растениями из почвы и удобрений - основной индикатор для уточнения их круговорота в системе почва – растение – удобрение. В тридцатилетних опытах Долгопродной агрохимической станции озимая пшеница, рожь, картофель, овёс в севообороте использовали из навоза 26% азота, 27% P_2O_5 и 57% K_2O , а из минеральных удобрений соответственно 51, 32 и 67% [7]. Приблизительно такие же данные по КИУ получены на легкосуглинистых почвах Белоруссии, а КИП составили: азот - 13,4; P_2O_5 - 7,6-9,3; K_2O - 15,3 - 20,8% [6]. Результаты 11,5 тыс. полевых опытов показали, что КИ питательных веществ из минеральных и органических удобрений очень низки, причём пропашными и техническими культурами было больше, чем зерновыми [16]. По другим данным КИ азота удобрений растениями в среднем составляет 42 % с большими колебаниями от 12 до 70 % [13].

Исследования с ^{15}N показали, что коэффициент использования азотных удобрений растениями в год внесения составляет 35-54 %, а на второй и третий годы резко падает, причём удобрения существенно увеличивают поглощение питательных элементов самой почвы [8, 10, 12]. Степень усвоения питательных элементов растениями пшеницы и ячменя в богарных условиях сильно зависит от влажности почвы. В влажные годы растения использовали из почвы 51-52 % азота, 24-29 % P_2O_5 и 5,7 % K_2O , а в сухие годы 24,3; 12,2 и 2,2 % соответственно. Аналогичные данные из удобрений в 2-3 раза было меньше [22]. По сравнению с полевыми опытами в лизиметрических и вегетационных опытах результаты по КИП и КИУ несколько завышены, что связано с охватом корневой системой растений всем объемом почвы, из-за чего растения поглощают питательные веще-

ства из почвы и удобрений почти поровну [14].

Цель наших исследований - выявить биологический вынос основных элементов питания озимой пшеницей и ячменем и на его основе рассчитать коэффициенты использования растениями из почвы и органоминеральных удобрений. Полученные результаты можно сравнить с результатами полевых опытов, что даст возможность с теоретических и практических позиций оценить степень трансформации питательных веществ почвы и удобрений.

Материалы и методы. Вегетационные опыты заложены в 2020-2022 гг. на сортах озимой пшеницы "Наири 68" и озимого ячменя "Ара" в вегетационном домике семеноводства НЦ Земледелия. Опыты заложены в тринадцатилитровых пластмассовых сосудах в 4-х кратной повторности (каждая повторность - один сосуд с весом бурой орошаемо - луговой почвы - 13 кг). Схемы опытов приведены в таблицах, где сохранены принципы единственного различия и сравнения между вариантами. Сосуды были расположены на стеллажах высотой в 70 см от земли. Посев семян в сосудах соответствовал полевым нормам и составлял по 25 шт/сосуд. Каждый сосуд за вегетацию получил 40-44 л питьевой воды. По принятой методике в вегетационных опытах с зерновыми культурами дозы питательных элементов составляют: N - 0,05 - 0,15; P₂O₅ - 0,05 - 0,15 и K₂O - 0,05 - 2,0 г/кг почвы [1, 18], что в наших опытах составили соответственно 0,15; 0,10 и 0,12 г/кг почвы.

Фосфор - калийные удобрения и 40% азотных выносили в почву ежегодно осенью (20 - 25 октября) на глубину 7-8 см, а 60 % азота применялись весной в виде подкормки в 1-ой и 3-ей декадах апреля. Посев производили 27-28 октября. Уборка урожая с соломой и корневой массой проводилась в первой декаде июля и учитывалось весовым методом. Из минеральных удобрений были использованы аммонийная селитра, гранулированный суперфосфат (P₂O₅ - 19,5 %) и калийная соль (K₂O - 60 %), из органических - полуперепревший навоз КРС (N - 0,43; P₂O₅ - 0,23 и K₂O - 0,55 % - дозы по азоту) и биогумус (N - 1,8 - 2,0; (средн. 1,9 %), P₂O₅ - 0,85 - 2,0 (средн. - 1,42 %) и K₂O - 0,51-0,73 (средн. - 0,62 %) - дозы по азоту).

Лабораторные анализы почв и растительных образцов проводились по общепринятым методам [2, 18].

Механический состав почвы определялся классическим пипеточным методом и оценивался по градации Н.А. Качинского, гигроскопическая влага - весовым методом, рН водной вытяжки - потенциометром, гумус - по И.В.Тюрину, общий азот - по Кьельдалю, подвижные формы азота - по И.В. Тюрину, и М.М. Кононовой, а фосфор и калий - по методу Мачигина. В воздушно-сухих растительных образцах содержание общего азота, P₂O₅ и K₂O определялись методом мокрого анализа по К.Гинзбургу, после чего азот определяли методом микрокьельдаля, P₂O₅ - фотоэлектроколориметром, K₂O - пламенным фотометром. Статистическая обработка данных урожая проводилась методом дисперсионного анализа [11].

Коэффициенты использования NPK пшеницей и ячменем рассчитаны на базе биологического выноса NPK из почвы в контрольных вариантах и разностным методом из удобрений [20] - по следующим формулам:

$$K_n = \frac{100 \times B_k}{P_k} \quad (1), \text{ где}$$

K_n - коэффициент использования удобряемой культурой питательных веществ из почвы, %,

B_k - биологический вынос питательных веществ в контрольном варианте, г/сосуд,

P_k - содержание подвижных питательных веществ в почве, г/сосуд,

$$K_p = \frac{B_v - B_o}{N} \times 100 \quad (2), \text{ где}$$

K_p - разностной коэффициент, %,

B_v - биологический вынос элемента в удобренном варианте, г/сосуд,

B_o - биологический вынос элемента в контрольном варианте, г/сосуд,

N - норма (доза) удобрения в удобренном варианте, г/сосуд, д.в.

Балансовый коэффициент использования питательных элементов из удобрений и почвы определяют по формуле:

$$K_b = \frac{B_v}{N} \times 100 \quad (3), \text{ где}$$

K_b - балансовый коэффициент использования, %

B_y - биологический вынос элемента в удобренном варианте, г/сосуд,

N - норма (доза) удобрения в удобренном варианте, г/сосуд, д.в.

Результаты и обсуждение. Научный центр земледелия и его земельные угодья расположены почти в центре Араратской равнины, где сумма активных температур (выше 10°C) за год доходит до $4000-4300^{\circ}\text{C}$ (средняя $+10,6^{\circ}\text{C}$), зимой абсолютно минимальная температура в отдельные годы доходит до (-30) , (-35°C) , количество осадков - $200-260$ мм, коэффициент влажности по Шашко составляет $0,20-0,25$ [23].

Почва для вегетационных опытов была взята с пахотного слоя (горизонт А $0-30$ см) полевых опытных участков. Механический состав этого горизонта оценивается как среднесуглинистая (физ. глина составляет $35,09\%$, гигроскопическая влага - $4,5\%$, pH - $7,9\%$; содержание гумуса ($1,85\%$) и общего азота ($0,20\%$) – низкое, что обусловлено интенсивной минерализацией органических веществ при высокой температуре почвы в вегетационный период. Подвижные формы основных питательных веществ по соответствующим методикам (азот по Тюрину и Кононовой, P_2O_5 и K_2O по Мачигину) имеют среднее содержание (N - $4,5$; P_2O_5 - $2,6$ и K_2O – 36 мг на 100г почвы), что в массе 13 кг почвы составляют: N - $0,585$; P_2O_5 - $0,338$ и K_2O - $6,36$ г/сосуд. На основании этих данных были рассчитаны коэффициенты использования NPK пшеницей и ячменем из почвы в удобренных вариантах.



Рис. 1. Вегетационные опыты

Урожай зерна и вегетативная масса пшеницы и ячменя за экспериментальные годы варьировали в небольших пределах (табл.1). Из табл. 1 видно, что средний урожай зерна пшеницы и ячменя за три года в контрольных вариантах составил $9,3$ и $9,0$ г/сосуд, а в удобренных вариантах у пшеницы этот показатель варьировал в пределах от $14,4$ (навоз) до $16,8$ г/сосуд ($N_{1,95}P_{1,3}K_{1,56}$), у ячменя результаты были меньше на $30-31\%$ ($11,0-12,4$ г/сосуд). Необходимо также отметить, что во все годы и в среднем за три года урожай зерна в удобренных вариантах у обеих культур по сравнению с безудобренным вариантом был достоверным (НСР_{05} , г). Масса соломы в контрольных вариантах пшеницы и ячменя была почти одинакова – $17,8$ и $18,2$ г/сосуд, а в удобренных вариантах картина была иная, т.е. у пшеницы она превосходила массы соломы ячменя на $31-40\%$. Что касается корневой массы, то здесь наблюдается обратная картина, т.е. во все годы у ячменя она была больше по сравнению с пшеницей, что может быть связано с видовыми особенностями.

Качественные показатели зерна пшеницы и ячменя за годы проведения исследований были достаточно стабильными. В среднем за три года (табл.2) по вариантам опыта пшеницы вес 1000 зёрен колебался в пределах от $39,5$ (контроль) до $47,9$ г ($N_{1,95}P_{1,3}K_{1,56}$) натуральный вес – $726,1-744,5$, сырой протеин – $11,9-14,6\%$,

клейковина -23,2-27,9 %, стекловидность – 65,1-75,5 %, у ячменя вес 1000 зерен в варианте контроль составил 39,7г., натуральный вес 742,3 г/л и сырой протеин – 10,5%. Во всех удобренных вариантах эти показатели превосходили контроль. Однако, необходимо отметить, что биогумус и $N_{1,95}P_{1,3}K_{1,56}$ по сравнению с навозом и $N_{1,95}K_{1,56}$ имел более благоприятное действие на качественные показатели пшеницы и ячменя, что на наш взгляд объясняется высокоусвояемостью питательных элементов биогумуса и более сильным синергизмом калия с азотом.

Таблица 1. Влияние органоминеральных удобрений на урожай и вегетативную массу озимой пшеницы и ячменя, г/сосуд на воз. сухой вес

Варианты опытов	Зерно				Солома				Корневая масса			
	2020г.	2021г.	2022г.	средн. за 3 года	2020г.	2021г.	2022г.	средн. за 3 года	2020г.	2021г.	2022г.	средн. за 3 года
1.Без удобрений (контроль)	7,1	10,8	9,9	9,3	13,9	21,3	18,2	17,8	8,5	6,6	9,5	8,2
2. $N_{1,95}P_{1,3}K_{1,56}$ -г/сосуд	17,5	14,1	16,8	16,1	34,8	27,6	32,2	31,5	14,7	15,1	16,3	15,4
3. $N_{1,95}P_{1,3}$	15,9	13,9	15,1	15,0	32,0	26,6	29,4	29,3	9,8	10,0	12,0	10,6
4. $N_{1,95}K_{1,56}$	16,9	13,2	16,1	15,4	33,5	27,0	30,2	30,2	10,4	11,1	15,0	12,2
5.Биогумус-87 г/сосуд	16,4	13,4	15,6	15,1	32,1	26,4	29,8	29,4	8,8	11,4	19,3	13,2
6.Навоз -390 г/сосуд	15,4	13,0	14,8	14,4	30,6	24,8	28,5	28,0	8,5	9,9	17,3	11,9
Sx, %	1,96	4,27	2,24	5,63	-	-	-	-	-	-	-	-
HCR ₃₀ , г	0,82	1,58	1,00	2,52	-	-	-	-	-	-	-	-
1.Без удобрений (контроль)	5,0	12,6	9,5	9,0	17,6	18,6	18,4	18,2	13,2	12,3	12,5	12,7
2. $N_{1,95}P_{1,3}K_{1,56}$ -г/сосуд	8,2	15,0	12,5	11,9	22,1	22,5	22,8	22,5	15,2	16,9	18,3	16,8
3. $N_{1,95}P_{1,3}$	7,4	14,7	10,9	11,0	20,9	21,6	21,4	21,3	13,8	14,5	14,3	14,2
4. $N_{1,95}K_{1,56}$	8,1	14,4	12,2	11,6	22,0	21,6	22,2	21,9	14,3	15,3	16,5	15,4
5.Биогумус-87 г/сосуд	8,6	16,3	12,4	12,4	23,0	23,3	22,6	23,0	14,8	16,7	17,5	16,3
6.Навоз -390 г/сосуд	7,3	14,2	11,8	11,1	20,9	21,5	22,0	21,5	13,9	14,6	15,0	14,5
Sx, %	2,3	3,97	2,35	2,14	-	-	-	-	-	-	-	-
HCR ₃₀ , г	0,48	1,64	0,81	0,76	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 2. Влияние органоминеральных удобрений на качественные показатели зерна пшеницы и ячменя (среднее за 2020-2022 гг.)

Варианты опытов	Пшеница					Ячмень		
	вес 1000 зерен, г	натуральный вес, г/л	сырой протеин, %	клейковина, %	стекловидность, %	вес 1000 зерен, г	натуральный вес, г/л	сырой протеин, %
1.Без удобрений (контроль)	39,5	726,1	11,9	23,2	65,1	39,7	742,3	10,5
2. $N_{1,95}P_{1,3}K_{1,56}$ -г/сосуд	47,9	744,5	14,6	27,9	75,5	43,1	765,0	12,0
3. $N_{1,95}P_{1,3}$	45,6	732,5	12,7	23,7	71,2	37,5	746,2	11,2
4. $N_{1,95}K_{1,56}$	45,8	741,2	13,4	24,2	72,3	39,7	750,2	11,6
5.Биогумус-87 г/сосуд	47,6	742,9	14,5	26,8	75,1	40,3	756,8	12,1
6.Навоз -390 г/сосуд	46,7	742,4	12,8	26,2	71,5	39,3	747,9	11,3

В табл. 3 приведены данные по содержанию(числитель) и выносу (знаменатель) питательных элементов в биомассе пшеницы и ячменя во время уборки урожая растений. Содержание общего азота в зерне пшеницы колеблется в пределах от 1,90 (контроль) до 2,34 % ($N_{1,95}P_{1,3}K_{1,56}$), P_2O_5 - 0,81-0,85 % и K_2O - 0,65-0,68 %,

в соломе: N – 0,62-0,66; P₂O₅ – 0,24-0,28 и K₂O – 1,09-1,16 %, в корневой массе соответственно – 1,48-1,56; 0,32-0,38; 0,43-0,51 %. Аналогичные данные имеют место и у ячменя. Содержание общего азота в зерне растений сопоставимо с содержанием сырого протеина. Наибольший вынос азота и фосфора производится зерном изученных растений, а K₂O – соломой. По выносу азота корневая масса занимает второе место, после урожая зерна.

На основании данных знаменателей табл. 3 выведены биологический (суммарный) вынос питательных элементов и соответствующие коэффициенты использования из почвы (КИП) и удобрений (КИУ) исследуемыми растениями, а также балансовые их коэффициенты (табл. 4). Из этой таблицы видно, что биологический вынос азота у пшеницы по вариантам опыта варьирует в пределах от 0,41 (контроль) до 0,82 г/сосуд (N_{1,95}P_{1,3}K_{1,56}), P₂O₅ – 0,15-0,29 %; K₂O – 0,29-0,55 г/сосуд. Алогические данные в опыте с ячменем соответственно составили - 0,45 - 0,64; 0,15-0,22 и 0,32-0,45 г/сосуд. Данные биологического выноса наглядно показывают, что применённые дозы питательных элементов в минеральных и органических удобрениях (кроме K₂O в биогумусе) в 3 раза превосходят размеры выноса, что обусловлено принципом методики, т.е. для зерновых культур в наших опытах использовались достаточно высокие дозы (N - 0,15; P₂O₅ - 0,10; и K₂O - 0,12 г/кг почвы). За 3 года эксперимента остаточные количества питательных элементов в определённой степени проявили также последствие на рост, развитие и биомассы растений.

Таблица 3. Содержание азота, фосфора и калия в биомассе пшеницы и ячменя и их вынос в зависимости от применённых эквивалентных доз органоминеральных удобрений (среднее за 2020-2022 гг.)

Куль- тура	Варианты опытов	Содержание, % / вынос, г/сосуд								
		Зерно			Солома			Корневая масса		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Пшеница	1.Без удобрений (контроль)	1,90 0,18	0,81 0,08	0,65 0,06	0,62 0,11	0,24 0,04	1,09 0,19	1,48 0,12	0,33 0,03	0,43 0,04
	2.N _{1,95} P _{1,3} K _{1,56} г/сосуд	2,34 0,38	0,85 0,14	0,68 0,11	0,63 0,20	0,28 0,09	1,15 0,36	1,53 0,24	0,38 0,06	0,51 0,08
	3. N _{1,95} P _{1,3}	2,03 0,30	0,86 0,13	0,66 0,10	0,66 0,19	0,26 0,08	1,12 0,33	1,56 0,17	0,36 0,04	0,44 0,05
	4. N _{1,95} K _{1,56}	2,14 0,33	0,80 0,12	0,69 0,11	0,64 0,19	0,24 0,07	1,16 0,35	1,54 0,19	0,32 0,04	0,49 0,06
	5.Биогумус-87 г/сосуд	2,32 0,35	0,82 0,12	0,67 0,10	0,62 0,18	0,27 0,08	1,16 0,34	1,54 0,20	0,37 0,05	0,48 0,06
	6.Навоз-390 г/сосуд	2,05 0,30	0,82 0,12	0,67 0,10	0,64 0,18	0,26 0,07	1,14 0,32	1,54 0,18	0,36 0,04	0,47 0,06
Ячмень	1.Без удобрений (контроль)	1,68 0,15	0,83 0,07	0,69 0,06	0,59 0,11	0,22 0,04	1,11 0,20	1,46 0,19	0,35 0,04	0,45 0,06
	2.N _{1,95} P _{1,3} K _{1,56} г/сосуд	1,92 0,23	0,86 0,10	0,72 0,09	0,61 0,14	0,24 0,05	1,18 0,27	1,55 0,26	0,41 0,07	0,54 0,09
	3. N _{1,95} P _{1,3}	1,79 0,20	0,85 0,09	0,73 0,08	0,63 0,13	0,23 0,05	1,17 0,25	1,58 0,22	0,40 0,06	0,48 0,07
	4. N _{1,95} K _{1,56}	1,86 0,22	0,82 0,10	0,74 0,09	0,62 0,14	0,21 0,05	1,17 0,26	1,49 0,23	0,36 0,06	0,53 0,08
	5.Биогумус- 87 г/сосуд	1,94 0,24	0,84 0,10	0,73 0,09	0,64 0,15	0,23 0,05	1,16 0,27	1,55 0,25	0,37 0,06	0,52 0,08
	6.Навоз -390 г/сосуд	1,81 0,20	0,84 0,09	0,72 0,08	0,63 0,14	0,23 0,05	1,17 0,25	1,54 0,22	0,38 0,06	0,51 0,07

Таблица 4. Биологический вынос и коэффициенты использования азота, фосфора и калия из почвы и удобрений озимой пшеницей и ячменем

Культура	Варианты опытов	Биологический вынос, г/сосуд			КИП и КИУ, %				Балансовые коэффициенты , %		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Пшеница	1.Без удобрений (контроль)	0,41	0,15	0,29	70,1	44,4	4,6	-	-	-	
	2.N _{1,95} P _{1,3} K _{1,56} -г/сосуд	0,82	0,29	0,55	22,1	10,8	16,7	42,1	22,3	35,3	
	3. N _{1,95} P _{1,3}	0,66	0,25	0,48	12,8	7,7	-	33,8	19,2	-	
	4. N _{1,95} K _{1,56}	0,71	0,23	0,52	16,4	-	14,7	36,4	-	33,3	
	5.Биогумус - 87 г/сосуд	0,73	0,25	0,50	20,6	8,1	40,2	44,2	20,2	95,8	
	6.Навоз - 390 г/сосуд	0,66	0,23	0,48	14,4	8,9	8,8	35,3	25,6	22,3	
Ячмень	1.Без удобрений (контроль)	0,45	0,15	0,32	76,9	44,4	5,0	-	-	-	
	2.N _{1,95} P _{1,3} K _{1,56} -г/сосуд	0,63	0,22	0,45	9,2	5,4	8,3	32,3	16,9	28,8	
	3. N _{1,95} P _{1,3}	0,55	0,20	0,40	5,1	3,8	-	28,2	15,4	-	
	4. N _{1,95} K _{1,56}	0,59	0,21	0,43	7,2	-	7,1	30,3	-	27,6	
	5.Биогумус - 87 г/сосуд	0,64	0,21	0,44	11,5	4,8	23,0	38,8	16,9	84,3	
	6.Навоз - 390 г/сосуд	0,56	0,20	0,40	5,9	5,6	3,7	29,9	22,2	18,6	

В контрольных вариантах коэффициент использования растениями азота из почвы (КИП) составляет 70,1 - 76,9; P₂O₅ - 44,4 и K₂O - 4,6-5,0%, что в основном обусловлено количеством подвижных форм NPK в почве. КИУ растениями варьирует в пределах: азот от 5,1 до 22,1; P₂O₅ - 3,8 - 10,8; и K₂O - 3,7 - 40,2%, что непосредственно связано с величиной биологического выноса данного элемента и с его дозой. Что касается балансовых коэффициентов, то очевидно, что во всех удобренных вариантах полученные данные ниже 100%, а это показывает, что растения не использовали значительную часть вносимых удобрений и они остались в почве, оказывая последствие в последующие годы. Необходимо также отметить, что полученные высокие балансовые коэффициенты K₂O в вариантах биогумуса (95,8% - пшеница и 84,3% ячмень) прямо связаны с меньшим количеством этого элемента в нём (0,62%). Отсюда вытекает важное соображение о том, что чем ниже дозы удобрений, тем выше балансовый коэффициент данного элемента и наоборот.

Обобщая результаты исследований можно заключить, что применённые дозы органоминеральных удобрений (кроме калия в биогумусе) в вегетационных опытах с пшеницей и ячменем превосходили биологический вынос азота, фосфора и калия в три раза, из-за чего их коэффициенты использования растениями из удобрений были низкими, а из почвы высокими. Балансовые коэффициенты удобрений получились ниже 100%, которые дополнительно подтверждают избыточность применённых доз питательных элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимия под ред. Б.А. Ягодина, М., „Колос”, с. 550-554, 1982.
2. Александрова Л.Н., Найдёнова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению, Ленинград, "Колос", 280 с, 1976.
3. Арутюнян С.С. Биологический вынос азота, фосфора и калия растениями томата на фоне различных удобрений. Биолог. журн. Армении, Ереван, 61, 4, с. 43-50, 2009.
4. Арутюнян С.С., Саркисян К.Ш., Паронян А.М. Меры по стабилизации роста и урожайности овощных культур в долгосрочных вегетационных опытах с удобрениями. Биолог. журн. Армении, Ереван, 67, 1, с. 23-30, 2015.

5. *Арутюнян С.С., Саркисян К.Ш., Паронян А.М.* Меры по стабилизации роста и урожайности овощных культур в долгосрочных вегетационных опытах с удобрениями. Биолог. журн. Армении, Ереван, 67, 1, с. 23-30, 2015.
6. *Бабаян Г.Б.* Баланс азота, фосфора и калия в земледелии Армянской ССР. Ереван, изд. АН Арм ССР, с. 13-180, 1980.
7. *Брагин А.М.* Баланс и коэффициенты использования основных питательных веществ почвы и удобрений. Обобщ. науч. трудов Белорусск. с.-х. акад. Минск, 62, с. 24-43, 1970.
8. *Бугаев В.П., Осипова З.М.* Влияние минеральных удобрений и навоза на агрохимические свойства почв и вынос питательных элементов урожаями в многолетнем опыте. Агрохимия. М., 4, с. 59-70, 1966.
9. *Бурцева С.В.* Использование азота удобрений с применением ^{15}N в полевых условиях. Бюл. ВНИИ удобрений и агропочвоведения, М., 6, с. 48-53, 1969.
10. *Бутенко М.С., Улянова О.А., Халипский А.Н., Хижняк С.В.* Действие возрастающих доз вермикомпоста на агрохимические свойства почвы, урожайность и качество клубней картофеля, Агрохимия, М., 7, с. 47 - 56, 2020.
11. *Донцов М.Б., Кравченко С.Н.* Коэффициенты использования сельскохозяйственными культурами элементов питания из удобрений. Вестник сельскохозяйственной науки. М., 4, с. 55-61, 1985.
12. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. М., "Агропромиздат", с. 207-248, 1985.
13. *Замятина В.Б., Варюшкина Н.М.* Превращение и баланс азота удобрений. В сб. "Применение стабильного изотопа ^{15}N в исследованиях по земледелию". М., "Колос", с. 178-188, 1973.
14. *Кореньков Д.А.* Агрохимия азотных удобрений. М., "Наука", с. 3 - 222, 1976.
15. *Лаврева И.А.* Мобилизация азота почвы под влиянием азотных удобрений. Бюл. ВНИИ удобрений и агропочвоведения, М., 9, с. 25-30, 1971.
16. *Мазалов В.И., Мосина О.М., Хмызова Н.Г., Донской М.М.* Влияние различных доз азотных удобрений на урожайность и качество озимой пшеницы. Земледелие. М., 4, с. 19-21, 2019.
17. *Макаров Н.Б., Никитина М.М.* Коэффициенты использования питательных веществ удобрений первой культурой. Бюл. ВНИИ удобрений и агропочвоведения. М., 29, с. 7-11, 1976.
18. *Овсепян Р.М., Айруми С.А.* Влияние возрастающих доз минеральных удобрений на урожай и качество зерна озимой пшеницы. "Технология возделывания полевых культур", Сбор. науч. трудов. МСХА НИИЗ, Эчмиадзин, с. 59-63, 1982.
19. Практикум по агрохимии под ред. Б.А. Ягодина, М., ВО "Агропромиздат". 512 с. 1987.
20. *Синецков В.Е., Ткаченко Г.И.* Вынос азота урожаем зерна яровой пшеницы при минимизации основной обработки почвы, Агрохимия, М., 12, с. 22-25, 2018.
21. *Толстомятова Н.Г., Герасимов С.В.* Влияние биогумуса на урожайность и качество зерна озимой пшеницы. Земледелие. М., № 1, с. 18, 2011.
22. *Шафран С.А., Васильев А.И., Андреев С.С.* Эффективность азотной подкормки различных сортов озимой пшеницы на черноземе выщелоченном. Агрохимия, М., 2, с. 18-25, 2008.
23. *Խաչատրյան Ա.Ս., Վրազյան Ս.Պ.* Սննդատարրերի օգտագործումը աշխատանքային և գարնանային գարնու կողմից՝ կախված խոնավության ապահովվածությունից: Հայաստան գյուղատն. գիտութ. տեղեկագիր, Երևան, № 10, էջ 76-82, 1986:
24. Հայաստանի ագրոկլիմայական ռեսուրսները: Հեղինակներ Ռ.Ս.Սկրտչյան, Դ.Հ.Մելքոնյան, Վ.Հ.Բաղդյան, Երևան, ՀՀ ԱԻՆ, էջ 41-49, 2011:

Поступила 17.02.2023