

**Анастасия Алексеевна Труфанова**

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
sugarpipe@mail.ru

### ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ФИТОМАССЫ ГОРОХА ПРИ ВНЕСЕНИИ ТРАДИЦИОННЫХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ И АКВАРИНОВ

*Цель исследований – определить действие акваринов и традиционных комплексных удобрений на химический состав, питательную и энергетическую ценность фитомассы гороха сорта Аннушка. Лабораторный опыт проводился на кафедре почвоведения и агрохимии Красноярского ГАУ в двух повторениях. Варианты опыта: 1) контроль (без удобрений); 2)  $N_{10,5}P_{10,5}K_{10,5}$  – нитроаммофоска; 3)  $N_{13,8}P_{13,8}K_{27,6}$  – нитроаммофос с сульфатом калия; 4)  $N_{1,8}P_{6,6}K_{21}$  – акварин 3 (в почву); 5)  $N_{10,8}P_{10,8}K_{10,8}$  – акварин 5 (в почву); 6)  $N_{12}P_{4,8}K_{4,8}$  – акварин 9 (в почву). Использование комплексных удобрений увеличило вынос макроэлементов. Произрастание гороха на темно-серых почвах под действием удобрений имело калиево-кальциево-азотный тип химизма. Данные элементы накапливались в фитомассе гороха в большем количестве по порядку возрастания. Интенсивно накапливаемыми микроэлементами в надземной фитомассе гороха являлись Fe, B, Mn, Zn без превышения допустимых концентраций. Максимальное содержание азота в надземной массе гороха отмечено на варианте с акварином 9 и при совместном внесении нитроаммофоса с сульфатом калия. Наиболее высокие концентрации калия отмечаются при внесении акварина 3. Использование акваринов 5 и 9 значительно повышало содержание Ca, Mg и Na. Внесение акварина всех марок способствовало повышению макроэлементов в корнях гороха. Максимальное увеличение содержания N и Ca обнаружено при внесении акварина 3 и 5. Применение акварина 9 и нитроаммофоски повысило сборы обменной энергии и кормовых единиц. Максимальный сбор сырого и переваримого протеина был получен с использованием акварина 9.*

**Ключевые слова:** акварины, комплексные удобрения, макро- и микроэлементы, фитомасса гороха, химический состав, питательность, энергетическая ценность

**Для цитирования:** Труфанова А.А. Оценка качества фитомассы гороха при внесении традиционных комплексных удобрений и акваринов // Вестник КрасГАУ. 2022. № 3. С. 79–86. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-3-79-86.

**Anastasia Alekseevna Trufanova**

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
sugarpipe@mail.ru

### PEA PHYTOMASS QUALITY EVALUATION WHEN APPLYING TRADITIONAL COMPLEX FERTILIZERS AND AQUARINS

*The purpose of research is to determine the effect of aquarins and traditional complex fertilizers on the chemical composition, nutritional and energy value of the phytomass of the Annushka pea variety. The laboratory experiment was carried out at the Department of Soil Science and Agrochemistry of the Krasnoyarsk State Agrarian University in two repetitions. Experience options: 1) control (without fertilizers); 2)  $N_{10,5}P_{10,5}K_{10,5}$  – nitroammofoska; 3)  $N_{13,8}P_{13,8}K_{27,6}$  – nitroammophos with potassium sulfate; 4)  $N_{1,8}P_{6,6}K_{21}$  – aquarin 3 (into the soil); 5)  $N_{10,8}P_{10,8}K_{10,8}$  – aquarin 5 (into the soil); 6)  $N_{12}P_{4,8}K_{4,8}$  – aquarin*

9 (into the soil). The use of complex fertilizers increased the removal of macronutrients. The growth of peas on dark grey soils under the action of fertilizers had a potassium-calcium-nitrogen type of chemistry. These elements accumulated in the phytomass of peas in greater amounts in ascending order. Fe, B, Mn, Zn were intensively accumulated trace elements in the aboveground phytomass of peas without exceeding the permissible concentrations. The maximum nitrogen content in the above-ground mass of peas was noted in the variant with Aquarin 9 and with the joint application of nitroammophos with potassium sulfate. The highest concentrations of potassium are observed when aquarin 3 is introduced. The use of aquarin 5 and 9 significantly increased the content of Ca, Mg, and Na. The introduction of aquarin of all brands contributed to the increase in macronutrients in the roots of peas. The maximum increase in the content of N and Ca was found when Aquarin 3 and 5 were introduced. The use of Aquarin 9 and nitroammophoska increased the collection of exchangeable energy and feed units. The maximum collection of crude and digestible protein was obtained using Aquarin 9.

**Keywords:** aquaria, complex fertilizers, macro and microelements, pea phytomass, chemical composition, nutritional value, energy value

**For citation:** Trufanova A.A. Pea phytomass quality evaluation when applying traditional complex fertilizers and aquarins // Bulliten KrasSAU. 2022;(3): 79–86. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-3-79-86.

**Введение.** Кормовые бобовые культуры выступают одним из лучших растениеводческих компонентов экологического земледелия. Помимо обогащения почвы и себя необходимым количеством азота бобовые травы обладают глубокой корневой системой и тем самым способствуют биологическому оструктурированию почвы, облегчению ее предпосевной обработки под другие культуры. Также они являются важным источником растительного белка для животноводства. В зеленой массе и незрелых семенах много различных витаминов (А, В и особенно С), что особенно важно для нормального развития молодняка скота [1–3]. Если бобовые травы способны сами фиксировать азот, то недостаток других макро- и микроэлементов должен восполняться с удобрением. В результате правильного применения минеральных удобрений наряду с повышением урожайности улучшается качество корма за счет увеличения содержания протеина, питательных элементов, снижения количества клетчатки [4].

Современные комплексные удобрения имеют отличные технологические качества, оптимальные физические свойства, высокую концентрацию питательных веществ, хорошую смешиваемость с семенами, обладают достаточным последствием. Эти удобрения высокотехнологичны и поэтому характеризуются большой экономической эффективностью применения [5–7]. Но для правильного внесения питательных элементов с удобрением во время вегетации требуется проводить комплексную диагностику минерального питания, что позволяет своевременно воздействовать на формирование урожая и

его качество [8–12]. В последнее время в России и за рубежом начинают все больше признавать необходимость диагностирования условий питания растений по их химическому составу [12–14]. На показателях концентрации в растениях элементов питания базируется определение потребности и выявление действия удобрений [15, 16]. Оптимальность уровня одного элемента зависит от уровня всех других, и оптимальность уровня всех элементов зависит от уровня каждого из них в отдельности [17, 18].

**Цель исследований** – определить действие акваринов и традиционных комплексных удобрений на химический состав, питательную и энергетическую ценность фитомассы гороха сорта Аннушка.

**Объекты и методы.** Лабораторный опыт проводился на кафедре почвоведения и агрохимии Красноярского ГАУ в двух повторениях. Варианты опыта:

- 1) контроль (без удобрений);
- 2)  $N_{10,5}P_{10,5}K_{10,5}$  – нитроаммофоска;
- 3)  $N_{13,8}P_{13,8}K_{27,6}$  – нитроаммофос с сульфатом калия;
- 4)  $N_{1,8}P_{6,6}K_{21}$  – акварин 3 (в почву);
- 5)  $N_{10,8}P_{10,8}K_{10,8}$  – акварин 5 (в почву);
- 6)  $N_{12}P_{4,8}K_{4,8}$  – акварин 9 (в почву).

Опыты закладывались в стеклянных сосудах с дренажем (битое стекло) и газоотводной трубкой. Почва опыта: темно-серая лесная, тяжело-суглинистая, формирующаяся на коричнево-бурых карбонатных глинах с содержанием гумуса 5,9 %, слабокислой реакцией почвенного раствора (рН  $H_2O$  6,0; рН KCL 5,2), невысокой гидролитической кислотностью (6 м-моль/100 г

почвы), высокой степенью насыщенности основаниями ( $V = 85,4 \%$ ). Отношение углерода к азоту ( $C : N$ ) довольно широкое – 11,8. Содержание нитратного азота низкое (4,1 мг/кг), подвижного фосфора (318 мг/кг) и обменного калия (250 мг/кг) – высокое. Масса почвы в сосуде – 200 г. Повторность четырехкратная. Уборку растений проводили в фазу цветения. Измерение содержания азота, фосфора, калия в измельченных образцах фитомассы гороха проводили согласно ГОСТ 13496.4-93, ГОСТ 26657-97, ГОСТ 30504-97. Микроэлементы (медь, цинк, марганец, железо, бор, кобальт, молибден) анализировали по следующим методикам: ГОСТ 30692-2000, ГОСТ 27997-88, ГОСТ 27998-77, ГОСТ 10.155-88, ГОСТ 10.154-88, ААС «МГА-915». Количество кальция, магния и на-

трия в зерне гороха определяли согласно ГОСТ Р 51429-99, содержание протеина – в соответствии с ГОСТ Р 54630-2011. Выращиваемая культура – горох сорта Аннушка. В каждый сосуд высевали по 5 проросших зерен гороха. Через 8 дней посева прореживали, оставляя по 3 здоровых всхода.

**Результаты и их обсуждение.** Состав элементов питания фитомассы гороха довольно широко изменялся в зависимости от вносимых удобрений и не всегда показывал строгую зависимость от их содержания в удобрениях (табл. 1). Макроэлементы в зависимости от концентрации имели следующий аккумулятивный ряд:  $N > K > Ca > Mg > P > Na$ . На вариантах с внесением акварина 5 и 9 элементами-доминантами являлись N, Ca, K.

Таблица 1

**Влияние удобрений на содержание макроэлементов в фитомассе гороха, % (среднее за 2 опыта)**

Вариант	N	P	K	Ca	Mg	Na
Контроль	4,32	0,55	3,83	3,02	1,05	0,4
	3,32	0,69	2,16	2,22	0,89	0,21
НАФК	4,30	0,55	3,84	3,48	1,29	0,6
	3,50	0,68	2,31	2,59	1,06	0,11
НАФ+K <sub>c</sub>	4,81	0,56	3,18	3,67	1,32	0,43
	2,87	0,54	1,62	2,17	1,15	0,32
Акварин 3	4,51	0,60	4,05	3,11	1,61	0,65
	3,95	0,77	3,42	3,25	1,56	0,22
Акварин 5	4,22	0,55	3,66	3,93	1,79	0,83
	3,95	0,76	3,04	3,19	1,75	0,64
Акварин 9	4,76	0,59	3,38	4,12	1,63	0,58
	3,38	0,75	3,07	3,15	1,45	0,71
НСР <sub>05</sub>	0,12	0,07	0,15	0,37	0,12	0,10
	0,05	0,02	0,01	0,16	0,11	0,09

Примечание: в числителе – надземная масса гороха; в знаменателе – подземная масса гороха.

Максимальное содержание азота (N) отмечено на варианте с акварином 9 и при совместном внесении нитроаммофоса с сульфатом калия. Наиболее высокие концентрации калия (K) отмечались на варианте с внесением акварина 3. Эти удобрения содержат больше всего соответствующего питательного вещества, что повлияло на их количество в фитомассе. По количеству фосфора (P) химический состав растений гороха на разных вариантах опыта существенно не различался. Внесение акваринов 5 и 9 значительно повышало содержание Ca, Mg и

Na в зеленой надземной массе гороха. В химическом составе подземной массы гороха отмечается увеличение содержания макроэлементов на всех удобренных вариантах. Химические элементы располагались следующим образом:  $N > Ca > K > Mg > P > Na$ . Внесение акварина всех марок способствовало повышению макроэлементов в корнях гороха. Максимальное увеличение содержания N и Ca обнаружено при внесении акварина 3 и 5. Данные удобрения усилили поглощение Ca из почвенных коллоидов. Благодаря большей длине корней на ва-

рианте совместного внесения нитроаммофоса с сульфатом калия происходило интенсивное поглощение элементов питания из почвы, в частности N, наибольшее количество которого обнаруживается в надземной массе. Наблюдались более выраженные различия по содержанию P. Наиболее высокое количество K отмечалось на варианте с внесением акварина 3, содержащим 35 % этого элемента. Полученные данные по-

зволяют предположить, что в процессе дальнейшего роста гороха внесенные удобрения усилят поступление элементов питания в растения через корневую систему.

Накопление элементов питания фитомассой гороха на удобренных вариантах превосходило контроль, но степень превышения была различной для каждого элемента в отдельности (табл. 2).

Таблица 2

**Влияние удобрений на накопление макроэлементов фитомассой гороха, г/сосуд  
(среднее за 2 опыта)**

Вариант	N	P	K	Ca	Mg	Na
Контроль	0,10	0,01	0,09	0,07	0,03	0,01
	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,002
НАФК	0,15	0,02	0,13	0,12	0,04	0,02
	0,04	0,01	0,02	0,03	0,01	0,001
НАФ+K <sub>c</sub>	0,13	0,02	0,09	0,10	0,04	0,01
	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,003
Акварин 3	0,12	0,02	0,11	0,08	0,04	0,02
	0,04	0,01	0,04	0,04	0,02	0,002
Акварин 5	0,11	0,01	0,11	0,10	0,05	0,02
	0,05	0,01	0,04	0,04	0,02	0,008
Акварин 9	0,15	0,02	0,11	0,13	0,05	0,02
	0,04	0,01	0,04	0,04	0,02	0,009

*Примечание:* в числителе – надземная масса гороха; в знаменателе – подземная масса гороха.

Так, на вариантах с внесением нитроаммофоски и акварина 9 обнаруживалась максимальное накопление N. По содержанию Ca, Mg, Na отличались варианты с внесением акварина 5 и 9. Накопление элементов надземной массой гороха, кроме фосфора, многократно превосходило подземную. На контрольном варианте N было больше в 3,3 раза; K – в 4,5; Ca – в 3,5; Mg – в 3 и Na – в 5 раз. Применение удобрений способство-

вало увеличению значений превышения на всех вариантах опыта, кроме P при внесении акварина 5. Здесь баланс фосфора такой же, как на контроле, что требует дополнительного внесения соответствующего удобрения.

Соотношение Ca : P на всех вариантах выше допустимых пределов за счет низкого содержания фосфора (табл. 3).

Таблица 3

**Соотношение элементов минерального питания в фитомассе гороха (среднее за 2 опыта)**

Вариант	Ca : P	K : Na
Контроль	7 : 1	9 : 1
НАФК	6 : 1	6,5 : 1
НАФ+K <sub>c</sub>	5 : 1	9 : 1
Акварин 3	4 : 1	5,5 : 1
Акварин 5	10 : 1	5,5 : 1
Акварин 9	6,5 : 1	5,5 : 1
Норма	1–3 : 1	4,5–7,5 : 1

Удовлетворительными источниками этого элемента являлись зерна гороха, которых было недостаточно при снятии опыта в фазу цветения. Ближе к оптимальной величине был вариант с внесением акварина 3, где соотношение Са : Р составило 4 : 1 при рекомендуемой норме 1–3 : 1 [19]. Сбалансированное отношение К : Na составляло 4,5–7,5 : 1. В таких пределах находился химический состав растений на вариантах с внесением акваринов и нитроаммофоски. Отношение калия к натрию составило 5,5 и 6,5 соответственно. Дефицита по данным элементам не наблюдалось.

Микроэлементы в зависимости от концентрации в надземной массе гороха располагались следующим образом (контроль): Fe > B > Mn > Zn > Cu > Mo > Co. Элементами-доминантами здесь явились Fe, B, Mn, Zn. Содержание токсичных веществ (цинка и меди) не превышало предельно допустимые концентрации. Анализ микроэлементного состава надземной фитомассы гороха при внесении удобрений показал, что содержание Zn, Mn, B, Co повышалось по сравнению с контролем. Самое высокое содержание Co в растениях гороха отмечено на варианте с применением акварина 5. Существенное увеличение Mn наблюдалось при внесении акварина 9 (табл. 4).

Таблица 4

**Влияние удобрений на микроэлементный состав зеленой массы гороха, мг/кг  
(среднее за 2 опыта)**

Вариант	Cu	Zn	Mn	Fe	B	Co	Mo
Контроль	16,8	44,5	64,5	408	75,3	0,17	0,78
НАФК	11,2	25,0	62,6	298	77,6	0,18	0,61
НАФ+К <sub>c</sub>	11,3	47,0	135,0	188	45,9	0,15	0,72
Акварин 3	8,5	38,3	67,8	238	26,3	0,10	0,65
Акварин 5	8,0	34,0	51,6	161	65,0	0,24	0,60
Акварин 9	14,0	32,0	74,4	239	48,9	0,14	0,62
НСР <sub>05</sub>	0,3	0,4	1,4	0,8	0,5	0,01	0,02
Рекомендуемая концентрация	6–15	30–70	35–70	50–80	Не регламентируется	0,8–1,0	0,01–0,15
Максимально допустимый уровень	80–100	500–1000	До 1000	400–1000	Не регламентируется	20–30	4–6

В результате совместного применения нитроаммофоса и физиологически кислого сульфата калия обнаружилось максимальное количество Zn и Mn. Эти удобрения больше всего подкисляли темно-серую почву опыта, что повышало подвижность указанных элементов и усиливало их поступление в растения. При внесении нитроаммофоски в фитомассе гороха отмечалось превышение бора.

Применение удобрений неоднозначно повлияло на вынос микроэлементов фитомассой

гороха. Накопление Cu и Mn было максимальным при внесении акварина 9 (табл. 5). Использование акварина 5 способствовало аккумуляции бора. Действие нитроаммофоски проявилось в накоплении железа, совместное внесение нитроаммофоса с сульфатом калия – цинка и марганца. Оптимальное количество кобальта обнаружено только на варианте с акварином 3, оно составляло 0,1 мг/кг при рекомендуемой норме 0,8–1,0 мг/кг. В остальных вариантах этот показатель незначительно превышен.

Таблица 5

**Влияние удобрений на накопление микроэлементов зеленой массой гороха, мг/сосуд  
(среднее за 2 опыта)**

Вариант	Cu	Zn	Mn	Fe	B	Co	Mo
Контроль	0,040	0,107	0,155	0,979	0,181	0,0004	0,0019
НАФК	0,038	0,085	0,212	1,007	0,262	0,0006	0,0021
НАФ+К <sub>c</sub>	0,0318	0,129	0,371	0,517	0,126	0,0004	0,0020
Акварин 3	0,023	0,103	0,183	0,643	0,071	0,0003	0,0018
Акварин 5	0,021	0,088	0,134	0,419	0,169	0,0006	0,0016
Акварин 9	0,046	0,104	0,242	0,777	0,159	0,0005	0,0020

Оптимальное соотношение железа к марганцу в организме растений составляет 1,5–2,5. Соотношение Fe : Mn можно считать нормальным только на варианте совместного внесения нитроаммофоса с одинарным калийным удобрением. Концентрация же других элементов в надземной фитомассе гороха при внесении

удобрений уменьшилась, соответственно, снизилась и зольность. В целом содержание макро- и микроэлементов не превышало ПДК.

Растения гороха характеризовались высоким содержанием сырого протеина на всех вариантах нашего опыта (табл. 6).

Таблица 6

**Питательность и энергетическая ценность зеленой массы гороха  
(среднее за 2 опыта)**

Вариант	Протеин		Обменная энергия, МДж/кг	Кормовые ед., кг
	сырой %	переваримый, г/кг		
Контроль	27,00	32,7	9,56	0,74
НАФК	26,88	35,8	9,80	0,78
НАФ+К <sub>c</sub>	30,06	53,2	9,71	0,76
Акварин 3	26,38	43,6	9,96	0,80
Акварин 5	28,19	49,5	10,02	0,81
Акварин 9	29,75	50,1	9,87	0,74
Нормативное содержание ОСТ 10.273-2001	Не менее 17	40–50	Не менее 10,1	Не менее 0,83

Максимальное его количество отмечено там, где было получено больше всего N. Содержание перевариваемого протеина в опыте высокое, что связано с сортовыми качествами гороха и появлением стручков перед уборкой опыта. Энергетическая питательность фитомассы гороха несколько отставала от требований стандартов. В травах посевных бобовых должно быть 0,83 кормовых единицы и 10,1 МДж/кг обменной энергии. На удобренных акваринами вариантах эти показатели возросли. Близкое содержание к оптимальному отмечалось при внесении акварина 5. Применение акварина 9 и нитроаммофоски повысило сборы обменной энергии и кормовых единиц. Это увеличение составило 39,2 и 43,5 % соответственно для обменной энергии, 33,4 и 44,5 % – для кормо-

вых единиц. Максимальный сбор сырого и переваримого протеина был получен с использованием акварина 9.

**Заключение.** Таким образом, использование комплексных удобрений увеличило вынос макроэлементов. Произрастание гороха на темно-серых почвах под действием удобрений имело калиево-кальциево-азотный тип химизма. Данные элементы накапливались в фитомассе гороха в большем количестве по порядку возрастания. Интенсивно накапливаемыми микроэлементами в надземной фитомассе гороха являлись Fe, B, Mn, Zn без превышения допустимых концентраций.

Максимальное содержание азота в надземной массе гороха отмечалось на варианте с акварином 9 и при совместном внесении нитроам-

мофоса с сульфатом калия. Наиболее высокие концентрации калия отмечались при внесении акварина 3. Использование акваринов 5 и 9 значительно повышало содержание Ca, Mg и Na.

Внесение акварина всех марок способствовало повышению макроэлементов в корнях гороха. Максимальное увеличение содержания N и Ca обнаружено при внесении акварина 3 и 5.

Применение акварина 9 и нитроаммофоски повысило сборы обменной энергии и кормовых единиц. Максимальный сбор сырого и переваримого протеина был получен с использованием акварина 9.

### Список источников

1. *Полищук А.А., Кашеварова Н.Н.* Кормовые бобы – перспективная культура в кормопроизводстве Западной Сибири // Научное обеспечение отрасли растениеводства в экстремальных условиях: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию Красноярского НИИСХ (10–11 августа 2006 г.). Красноярск: Гротеск, 2006. С. 96–99.
2. *Аленин П.Г., Двойникова О.И.* Технология возделывания гороха с применением регуляторов роста, бактериальных препаратов и комплексных удобрений с микроэлементами в форме хелатов // Плодородие. 2011. № 6. С. 3–5.
3. *Валиулина Л.И., Валько Л.В.* Результаты и перспективы развития селекционной работы по гороху в Красноярском крае // Научное обеспечение отрасли растениеводства в экстремальных условиях: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию Красноярского НИИСХ (10–11 августа 2006 г.). Красноярск: Гротеск, 2006. С. 249–252.
4. *Юрченко В.А., Каскарбаев Ж.А.* Технология возделывания кормовых культур в Акмолинской области. Астана: КаАгроИнновация, 2011. 31 с.
5. *Коршунов А.В.* Эффективность лигногумата и акварина на картофеле // Картофельная система. 2012. № 2. С. 34–35.
6. *Павлова Г.А.* Рынок минеральных удобрений: проблемы, перспективы // АПК: экономика, управление. 2008. № 11. С. 41–44.
7. *Рагулин В.А.* Применение удобрений Азосол и АДОБ – эффективный метод повышения урожайности // Защита растений. 2012. № 2. С. 9.

8. *Ермохин Ю.И.* Почвенно-растительная оперативная диагностика «ПРОД-ОмСХИ» минерального питания, эффективности удобрений, величины и качества урожая сельскохозяйственных культур: монография. Омск: ОмГАУ, 1995. 208 с.
9. *Ермохин Ю.И.* Основы прикладной агрохимии: учеб. пособие. Омск: Вариант-Сибирь, 2004. 120 с.
10. *Волошин Е.И.* Почвенная и растительная диагностика минерального питания сельскохозяйственных культур. Красноярск, 2014. 110 с.
11. *Волошин Е.И.* Микроэлементы в почвах и растениях южной части Средней Сибири: дис. ... д-ра с.-х. наук. Красноярск, 2004. 319 с.
12. *Капустин Н.И., Ладухин А.Г., Налиухин А.Н.* Азотфиксация козлятника восточного при использовании микроудобрения и ризоторфина // Плодородие. 2007. № 3. С. 30–32.
13. *Меркушева М.Г., Убугунов Л.Л., Гармаев С.Р.* Биологический круговорот макро- и микроэлементов в пойменных ценозах Забайкалья. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2003. 213 с.
14. *Панасин В.И.* Комплексный подход к проблеме микроэлементов в земледелии // Плодородие. 2006. № 5. С. 37–39.
15. *Johnson W.G., Schrenk W.C.* Nature of zinc containing substances in the alfalfa plant cell // J. Agr. a. Food Chem. 1984. V. 12. № 3. 210 p.
16. *Назарюк В.М.* Почвенно-экологические основы оптимизации питания растений. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. 364 с.
17. *Homes M.V., Van Schoor G.H.* Alimentation et fumure minerals des vegetaux. Bruxelles.: Palais des Academies. 1982. 360 p.
18. *Haynes R.J. and Goh K.M.* Ammonium and nitrate nutrition of plants // Biol. Rev. 1978. V. 53. P. 465–510.
19. Химический состав и питательность кормов Красноярского края: учеб. пособие / *А.Д. Волков* [и др.]; Краснояр. гос. аграр. ун-т. 2-е изд. Красноярск, 2007. 136 с.

### References

1. *Polischuk A.A., Kashevarova N.N.* Kormovye boby – perspektivnaya kul'tura v kormoproizvodstve Zapadnoj Sibiri // Nauchnoe obespechenie otrasli rastenievodstva v `ekstremal'nyh usloviyah: mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt.

- konf., posvyasch. 50-letiyu Krasnoyarskogo NIISH (10-11 avgusta 2006 g.). Krasnoyarsk: Grotesk, 2006. S. 96–99.
2. *Alenin P.G., Dvojnikova O.I.* Tehnologiya vozdeleyvaniya goroha s primeneniem regulyatorov rosta, bakterial'nyh preparatov i kompleksnyh udobrenij s mikro`elementami v forme helatov // *Plodorodie*. 2011. № 6. S. 3–5.
  3. *Valiulina L.I., Val'ko L.V.* Rezul'taty i perspektivy razvitiya selekcionnoj raboty po gorohu v Krasnoyarskom krae // Nauchnoe obespechenie otrasli rastenievodstva v `ekstremal'nyh usloviyah: mat'ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyasch. 50-letiyu Krasnoyarskogo NIISH (10–11 avgusta 2006 g.). Krasnoyarsk: Grotesk, 2006. S. 249–252.
  4. *Yurchenko V.A., Kaskarbaev Zh.A.* Tehnologiya vozdeleyvaniya kormovyh kul'tur v Akmolinskoj oblasti. Astana: KaAgroInnovaciya, 2011. 31 s.
  5. *Korshunov A.V.* `Effektivnost' lignogumata i akvarina na kartofele // *Kartofel'naya sistema*. 2012. № 2. S. 34–35.
  6. *Pavlova G.A.* Rynok mineral'nyh udobrenij: problemy, perspektivy // *APK: `ekonomika, upravlenie*. 2008. № 11. S. 41–44.
  7. *Ragulin V.A.* Primenenie udobrenij Azosol i ADOB – `effektivnyj metod povysheniya urozhajnosti // *Zaschita rastenij*. 2012. № 2. S. 9.
  8. *Ermohin Yu.I.* Pochvenno-rastitel'naya operativnaya diagnostika «PROD-OmSHI» mineral'nogo pitaniya, `effektivnosti udobrenij, velichiny i kachestva urozhaya sel'skohozyajstvennyh kul'tur: monografiya. Omsk: OmGAU, 1995. 208 s.
  9. *Ermohin Yu.I.* Osnovy prikladnoj agrohimii: ucheb. posobie. Omsk: Variant-Sibir', 2004. 120 s.
  10. *Voloshin E.I.* Pochvennaya i rastitel'naya diagnostika mineral'nogo pitaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur. Krasnoyarsk, 2014. 110 s.
  11. *Voloshin E.I.* Mikro`elementy v pochvah i rasteniyah yuzhnoj chasti Srednej Sibiri: dis. ... d-ra s.-h. nauk. Krasnoyarsk, 2004. 319 s.
  12. *Kapustin N.I., Laduhin A.G., Naliuhin A.N.* Azotfiksaciya kozlyatnika vostochnogo pri ispol'zovanii mikroudobreniya i rizotorfina // *Plodorodie*. 2007. № 3. S. 30–32.
  13. *Merkusheva M.G., Ubugunov L.L., Garmaev S.R.* Biologicheskij krugovorot makro- i mikro`elementov v pojmyennyh cenozah Zabajkalya. Ulan-Ud'e: BNC SO RAN, 2003. 213 s.
  14. *Panasin V.I.* Kompleksnyj podhod k probleme mikro`elementov v zemledelii // *Plodorodie*. 2006. № 5. S. 37–39.
  15. *Johnson W.G., Schrenk W.C.* Nature of zinc containing substances in the alfalfa plant cell // *J. Agr. a. Food Chem*. 1984. V. 12. № 3. 210 p.
  16. *Nazaryuk V.M.* Pochvenno-`ekologicheskie osnovy optimizacii pitaniya rastenij. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2007. 364 s.
  17. *Homes M.V., Van Schoor G.H.* Alimentation et fumure minerals des vegetaux. Bruxelles.: Palais des Academies. 1982. 360 p.
  18. *Haynes R.J. and Goh K.M.* Ammonium and nitrate nutrition of plants // *Biol. Rev.* 1978. V. 53. P. 465–510.
  19. *Himicheskij sostav i pitatel'nost' kormov Krasnoyarskogo kraja: ucheb. Posobie / A.D. Volkov [i dr.]; Krasnoyar. gos. agrar. un-t. 2-e izd. Krasnoyarsk, 2007. 136 s.*

Статья принята к публикации 04.02.2022 / The article accepted for publication 04.02.2022.

Информация об авторах:

**Анастасия Алексеевна Труфанова**, ведущий специалист Управления науки и инноваций

Information about the authors:

**Anastasia Alekseevna Trufanova**, Leading Specialist at the Department of Science and Innovation