

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И БИОПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯЧМЕНЯ И ГОРОХА НА ЗЕРНОВЫЕ ЦЕЛИ¹

Безгодова И.Л., Коновалова Н.Ю.,
Прядильщикова Е.Н., Коновалова С.С.



Безгодова Ирина Леонидовна

СЗНИИМЛПХ – обособленное подразделение ФГБУН ВолНЦ РАН
Россия, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14
E-mail: szniirast@mail.ru



Коновалова Надежда Юрьевна

СЗНИИМЛПХ – обособленное подразделение ФГБУН ВолНЦ РАН
Россия, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14
E-mail: szniirast@mail.ru



Прядильщикова Елена Николаевна

СЗНИИМЛПХ – обособленное подразделение ФГБУН ВолНЦ РАН
Россия, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14
E-mail: szniirast@mail.ru



Коновалова Светлана Сергеевна

СЗНИИМЛПХ – обособленное подразделение ФГБУН ВолНЦ РАН
Россия, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14
E-mail: szniirast@mail.ru

Цитата: ► Безгодова И.Л., Коновалова Н.Ю., Прядильщикова Е.Н., Коновалова С.С. Влияние минерального питания и биопрепаратов при возделывании ячменя и гороха на зерновые цели // *АгроЗооТехника*. 2018. № 1 (1). DOI: 10.15838/alt/2018.1.1.3

Citation: ► Bezgodova I.L., Konvalova N.Yu., Pryadil'shchikova E.N., Konvalova S.S. Impact of mineral nutrition and biological products in barley and pea cultivation for grain purposes. *Agricultural and Livestock Technology*, 2018, no. 1 (1). DOI: 10.15838/alt/2018.1.1.3

Исследования проводились на опытном поле Северо-Западного научно-исследовательского института молочного и лугопастбищного хозяйства, на осушенной дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. В опыте использовали включенные в реестр по Вологодской области культуры: ячмень сорт «Выбор» и горох полевой сорт «СЗМ-85». Они выращивались в одновидовых и смешанных посевах с соотношением компонентов в смеси 60:40% от нормы высева в чистом виде. Схема опыта включает 21 вариант, площадь учётной делянки 5,8 м², повторность 4-кратная. Размещение вариантов систематическое. Учеты и наблюдения проводились по методике ВНИИ кормов и «Оценке эффективности микробных препаратов в земледелии». Цель исследования – изучить влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность и качество зерна ячменя и гороха в одновидовых и смешанных посевах при уборке на зерновые цели. Для этого решали следующие задачи: оценить влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность ячменя и гороха в одновидовых и смешанных посевах; определить влияние удобрений и биопрепаратов на показатели качества зерна ячменя и гороха; изучить влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на высоту растений и массу 1000 семян ячменя и гороха. В результате исследований было установлено, что биопрепарат ассоциативных diaзотрофов флавобактерин увеличивает урожайность зерна ячменя как без внесения, так и при внесении минеральных удобрений. Использование гриба арбускулярной микоризы обеспечивает прибавку урожайности одновидового посева гороха. В смешанном посеве ячменя и гороха урожайность зерна возрастает при инокуляции семян азотфиксирующими и фосфатмобилизующими препаратами. Рост урожайности зерна от биопрепаратов происходит за счет изменения в структуре элементов, определяющих зерновую продуктивность культур. В смешанном посеве с горохом для ячменя создаются благоприятные условия азотного питания растений, в результате чего даже без внесения азотного удобрения в зерне накапливается такое же количество сырого белка, как при внесении N₃₀. Препарат АМ положительно влияет на растения как в одновидовом посеве гороха, так и в смешанном с ячменем. Использование биопрепаратов и минеральных удобрений в полной дозе (N₃₀P₃₀K₄₅) при выращивании однолетних культур обеспечивает повышение урожайности зерна на 20–36% и получение кормов с высоким содержанием сырого белка в зерне ячменя до 20,3% и гороха до 28,3%.

Ячмень, горох, минеральные удобрения, биопрепараты, урожайность, сырой белок, одновидовые посевы, смешанные посевы.

Развитие агропромышленного комплекса региона направлено на производство животноводческой продукции, которое может быть реализовано только при создании необходимой кормовой базы. Устойчивое производство кормов на пахотных землях, прежде всего зерновых, невозможно без использования минеральных удобрений. Однако в последнее время резко сократилось их использование, что не обеспечивает получение необходимого количества зерна и приводит к снижению

его качества, прежде всего, содержания сырого белка [1, с. 38; 2, с. 6].

Возделывание однолетних культур в составе смеси существенно повышает содержание белка в продукции злакового и не изменяет его у бобового компонента [3, с. 21; 4, с. 161].

Усилить процесс связывания азота атмосферы можно за счёт использования соответствующих азотфиксирующих препаратов на зерновых культурах ассоциативных diaзотрофов и зернобобовых

симбиотических азотфиксаторов. Также можно использовать визиккулярно-амбускулярные микоризообразующие грибы, которые обладают фосфат-мобилизующей активностью.

Использование биопрепаратов может обеспечить дополнительное снабжение растений азотом за счёт его фиксации из атмосферы, а также фосфором и калием в результате мобилизации их почвенных запасов.

В последние годы достигнут значительный прогресс в создании биопрепаратов. Во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии разработано новое поколение препаратов комплексного действия [5, с. 3; 6, с. 8–9].

К таким препаратам относится флавобактерин. Он широко применяется на зерновых, кормовых культурах. Его положительное действие – способность бактерий фиксировать молекулярный азот, стимулировать рост, продуцировать фитогормоны, улучшать минеральное питание, водный обмен и активизировать другие физиологические процессы в растениях. Ризоторфин рекомендуют применять для обработки семян бобовых культур. Действующее начало – клубеньковые бактерии, образующие на корнях растений клубеньки, где происходит процесс фиксации молекулярного азота из воздуха. Микориза (визиккулярно-амбускулярные микоризообразующие грибы) обеспечивает усиление минерального питания, устойчивость к засухе, биоконтроль от патогенов и др. В действии микоризы важную роль играют образованные мицелием грибы ауксины, цитокинины, ги-

бериллины, а также витамины. В результате деятельности микоризы растение получает фосфор, а также азот, калий, цинк, медь и некоторые другие микроэлементы и воду [7, с. 35].

Исследования проводились с 2005 по 2007 год на опытном поле СЗНИИМЛПХ Вологодской области на осушенной дерново-подзолистой, среднесуглинистой почве. Окультуренность участка средняя. Агрохимические показатели представлены в *табл. 1*.

В опыте использовали включенные в реестр по Вологодской области культуры: ячмень сорт «Выбор» и горох полевой сорт «СЗМ-85». Они выращивались в одновидовых и смешанных посевах с соотношением компонентов в смеси 60:40% от полной нормы высева в чистом виде (5,0 млн всхожих зерен ячменя и 1,2 млн – гороха на 1 га) [8, с. 49].

Опыты проводили в соответствии с методикой «Оценка эффективности микробных препаратов в земледелии». Схема опыта включает 21 вариант, площадь учётной делянки – 5,8 м², повторность 4-кратная. Агротехника возделывания ячменя и гороха общепринятая для зоны. Минеральные удобрения (аммиачная селитра, двойной суперфосфат и хлористый калий) в опыте вносили вручную.

Изучали два уровня минерального питания (P₃₀K₄₅ и N₃₀P₃₀K₄₅); три биопрепарата: ризоторфин (РТ) и микоризу (АМ) применяли для инокуляции семян гороха; флавобактерин (ФБ) – для инокуляции семян ячменя. За контроль были взяты варианты без внесения удобрений (N₀P₀K₀). Семена гороха и ячменя обрабатывали соот-

Таблица 1. Агрохимическая характеристика 0–20 см слоя почвы опытного участка

Год	рН _{KCl}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гумус	N _{общ.}
		мг/кг		%	
2005	5,0	121	144	2,73	0,17
2006	5,0	120	142	2,70	0,19
2007	5,5	162	159	2,73	0,15

Составлено по: результаты агрохимического обследования ФГБУ ГЦАС «Вологодский».

ветствующими биопрепаратами (600 г/га) непосредственно в день посева с прилипателем [9, с. 21]. Учет урожая проводился сплошным методом поделяночно. Урожайность зерна приводили к стандартной 14% влажности. Статистическую обработку результатов проводили методом дисперсионного анализа [10, с. 242].

Во все годы проведения полевых опытов складывающиеся погодные условия в период вегетации растений не совсем благоприятствовали формированию высокого уровня урожаев изучаемых культур и проявлению эффективности микробных препаратов, результативность которых, как известно, в значительной степени зависит от уровня увлажнения.

Внесение $P_{30}K_{45}$ и полного минерального удобрения увеличило урожайность зерна одновидового посева ячменя на 0,2 и 0,37 т/га. Флавобактерин как без удобрений, так и при внесении $P_{30}K_{45}$ и $N_{30}P_{30}K_{45}$ увеличил сбор зерна ячменя в одновидовом посева на 0,20–0,24 т/га (вар. 2).

При внесении минеральных удобрений под одновидовой посев гороха урожайность семян возросла на 0,13 и 0,30 т/га (табл. 2).

Инокуляция семян арбускулярной микоризой способствовала дальнейшему росту урожайности гороха, прибавки от которой составили 0,09–0,21 т/га. При этом более высокие прибавки 0,16 и 0,21 т/га получены при внесении под горох удобрений, что

свидетельствует о положительной роли грибов арбускулярной микоризы в использовании растениями минеральных удобрений (вар. 4).

Урожайность зерна в смешанном посева ячменя с горохом возрастала на 0,26 т/га при внесении $P_{30}K_{45}$ и на 0,59 т/га за счет $N_{30}P_{30}K_{45}$, что связано с улучшением минерального питания обоих компонентов за счёт минеральных удобрений.

Полученный сбор зерна бинарного посева, семена ячменя в котором были обработаны флавобактерином, а гороха – ризоторфином, существенно больше по сравнению со сбором смешанного посева, в котором инокулировали ризоторфином семена гороха. Внесение $P_{30}K_{45}$ увеличило урожайность смешанного посева на 0,29 т/га, а прибавка от полного минерального удобрения достигла 0,70 т/га. Дополнительное применение на горохе арбускулярной микоризы увеличило на 0,22–0,26 т/га урожайность зерна смешанного посева бобовой и злаковой культур как на фоне без удобрений, так и при внесении $P_{30}K_{45}$ и $N_{30}P_{30}K_{45}$. Инокуляция семян смешанного посева флавобактерином, ризоторфином и арбускулярной микоризой как на фоне полного минерального удобрения, так и РК-удобрений привела к возрастанию в структуре урожая зерносмеси доли бобового компонента, что свидетельствует об улучшении условий минерального питания гороха полевого (вар. 7).

Таблица 2. Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность зерна ячменя и гороха в среднем за 2005–2007 годы

Вариант	Урожайность, т/га		
	без удобрений	$N_0P_{30}K_{45}$	$N_{30}P_{30}K_{45}$
1. Ячмень	2,04	2,24	2,41
2. Ячмень + ФБ	2,24	2,45	2,65
3. Горох + РТ	1,25	1,38	1,55
4. Горох + РТ + АМ	1,34	1,54	1,76
5. Ячмень + горох + РТ	1,53	1,79	2,12
6. Ячмень + ФБ + горох + РТ	1,76	2,05	2,46
7. Ячмень + ФБ + горох + РТ + АМ	1,98	2,27	2,72
НСР ₀₅ = 0,04			
Составлено по: результаты исследований СЗНИИМЛПХ.			

Внесение минеральных удобрений в полной дозе ($N_{30}P_{30}K_{45}$) увеличивало содержание сырого белка в зерне ячменя на 3,1% (табл. 3).

Инокуляция семян ячменя флавобактерином положительно повлияла на накопление сырого белка в зерне как без удобрений, так и при их внесении.

В одновидовом посеве гороха при внесении удобрений возросло содержание белка в зерне на 1,7–2,9%, при этом было эффективно азотное удобрение, что указывает на недостаточное количество минерального азота в почве. Инокуляция семян арбускулярной микоризой повысила содержание сырого белка в семенах гороха на 1,3% без удобрений и на 1,2–4,5% при их внесении.

В смешанном посеве в зерне ячменя накапливалось сырого белка без внесения минеральных удобрений больше, чем в чистом посеве при их внесении. В смешанном посеве удобрения увеличивали содержание сырого белка в зерне обеих культур.

Дополнительная инокуляция семян ячменя флавобактерином положительно отразилась на содержании сырого белка в зерне обеих культур по сравнению с инокуляцией только одного бобового компонента ризоторфином. Обработка семян гороха арбускулярной микоризой на всех фонах удобрений повышала белковость зерна ячменя и гороха примерно на 1–3% по

сравнению с фоном, где этот препарат не использовали. Это свидетельствует о том, что гриб арбускулярной микоризы, улучшая фосфорное питание растений, способствует усилению процесса азотфиксации у гороха, что в конечном итоге сказывается на накоплении сырого белка не только в семенах гороха, но и в зерне ячменя.

Применение удобрений и биопрепаратов способствовало повышению массы семян ячменя и гороха (табл. 4).

Масса 1000 семян ячменя возрастала при внесении минеральных удобрений и от инокуляции его семян флавобактерином от 2 до 7 г.

В смешанном, в сравнении с одновидовым, посеве ячменя с горохом злаковая культура формирует более выполненное зерно. Инокуляция обеих компонентов смеси соответствующими биопрепаратами способствует дальнейшему увеличению этого показателя. Масса 1000 семян гороха как в чистом посеве, так и в смеси с ячменём возрастала при внесении $P_{30}K_{45}$ и $N_{30}P_{30}K_{45}$. Арбускулярная микориза в одновидовом посеве на этот показатель не влияла, а обработка семян ячменя и гороха биопрепаратами флавобактерином и ризоторфином повышала его на фоне удобрений. Положительное действие арбускулярной микоризы проявилось только при внесении $N_{30}P_{30}K_{45}$.

Таблица 3. Влияние минерального питания и биопрепаратов на содержание сырого белка в зерне ячменя и гороха в среднем за 2005–2007 годы

Вариант	Содержание белка, % в 1 кг СВ		
	без удобрений	$N_{30}P_{30}K_{45}$	$N_{30}P_{30}K_{45}$
Ячмень	11,4	12,2	14,5
Ячмень + ФБ	13,2	15,1	17,8
Горох + РТ	17,6	19,3	20,5
Горох + РТ + АМ	18,9	21,3	23,8
Ячмень + горох + РТ	12,5/18,0*	14,3/19,6	15,1/20,4
Ячмень + ФБ + горох + РТ	14,0/19,1	16,0/21,9	18,0/25,1
Ячмень + ФБ + горох + РТ + АМ	15,0/20,2	17,9/22,7	20,3/28,3
НСР ₀₅ по содержанию белка = 0,4/0,38			
*Числитель – ячмень; знаменатель – горох. Составлено по: результаты исследований СЗНИИМЛПХ.			

Таблица 4. Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на массу 1000 зерен ячменя и семян гороха в среднем за 2005–2007 годы

Вариант	Масса 1000 семян, г		
	без удобрений	P ₃₀ K ₄₅	N ₃₀ P ₃₀ K ₄₅
Ячмень			
Ячмень	34,7	37,1	38,9
Ячмень + ФБ	36,7	38,9	41,3
Ячмень + горох + РТ	38,4	40,7	43,3
Ячмень + ФБ + горох + РТ	40,0	42,5	45,4
Ячмень + ФБ + горох + РТ + АМ	41,4	44,3	46,6
HCP ₀₅ = 1,4 г			
Горох			
Горох + РТ	122	126	131
Горох + РТ + АМ	124	129	134
Ячмень + горох + РТ	125	131	136
Ячмень + ФБ + горох + РТ	128	137	140
Ячмень + ФБ + горох + РТ + АМ	131	140	144
HCP ₀₅ = 3,8 г			
Составлено по: результаты исследований СЗНИИМЛПХ.			

В годы проведения опыта высота растений определялась погодными условиями. Минимальной она была в 2005 году, максимальной – в 2007 году, что связано с количеством атмосферных осадков.

Высота растений ячменя при внесении под культуру минеральных удобрений и использовании для инокуляции семян биопрепарата флавобактерин увеличилась с 58 до 67 см (табл. 5).

Установлено повышение высоты растений ячменя в одновидовом посеве за счет улучшения минерального питания в результате внесения удобрений и инокуляции семян флавобактерином. В смешанном посеве с горохом линейный рост ячменя увеличивается при инокуляции семян ячменя флавобактерином и инокуляции семян гороха ризоторфином и грибом арбускулярной микоризы. Положительный эффект от комплексной инокуляции семян различными биопрепаратами связан с улучшением фосфорного питания растений за счет грибов микоризы.

Линейная высота растений гороха, выращиваемого в чистом посеве, увеличивалась с 67 до 77 см за счет внесения

минеральных удобрений и инокуляции семян грибом арбускулярной микоризы.

В смешанном посеве с ячменем растения гороха формировали меньшую высоту, что связано с конкурентным взаимодействием злакового и бобового компонентов. В случае высева смеси, семена которой были обработаны азотфиксирующими и фосфатмобилизирующими микроорганизмами, увеличивалась высота растений гороха по сравнению с вариантами без использования микоризы. Внесение РК- и NPK-удобрений положительно сказывалось на высоте растений гороха.

Таким образом, результаты экспериментальных исследований с применением различных доз удобрений и биопрепаратов показали, что:

- при выращивании одновидового посева ячменя целесообразны внесение полного минерального удобрения и инокуляция семян флавобактерином, что обеспечивает повышение урожайности зерна на 8,0–18,0% и содержания сырого белка до 18%;

- при выращивании одновидового посева гороха целесообразно внесение

Таблица 5. Влияние минерального питания и биопрепаратов на высоту растений ячменя и гороха в среднем за 2005–2007 годы

Вариант	Высота растений, см		
	без удобрений	P ₃₀ K ₄₅	N ₃₀ P ₃₀ K ₄₅
Ячмень			
Ячмень	58,0	60,1	63,8
Ячмень + ФБ	60,8	62,4	67,4
Ячмень + горох + РТ	57,1	59,6	63,5
Ячмень + ФБ + горох + РТ	59,3	61,8	66,6
Ячмень + ФБ + горох + РТ + АМ	61,2	64,3	69,4
НСР ₀₅ = 1,06			
Горох			
Горох + РТ	67,5	70,5	74,1
Горох + РТ + АМ	70,7	73,5	77,3
Ячмень + горох + РТ	53,9	57,4	60,7
Ячмень + ФБ + горох + РТ	56,9	59,9	64,1
Ячмень + ФБ + горох + РТ + АМ	59,4	62,6	66,7
НСР ₀₅ = 1,41			
Составлено по: результаты исследований СЗНИИМЛПХ.			

N30P30K45 и инокуляция семян ризоторфином и арбускулярной микоризой, что обеспечивает повышение продуктивности на 14–31% и содержания белка до 24%;
 – при выращивании зерносмеси ячменя с горохом целесообразно внесение полного минерального удобрения

и инокуляция семян ячменя флавобактерином, а семян гороха – ризоторфином и арбускулярной микоризой, при этом повышается урожайность смеси на 20–36% и содержание сырого белка в зерновой культуре до 20,0%, в бобовой – до 28,0%.

Литература

1. Сереброва И.В., Коновалова Н.Ю., Соболева Т.Н. Состояние и пути совершенствования кормопроизводства Вологодской области // Достижение науки и техники АПК. 2013. № 8. С. 38–40.
2. Состояние и перспективы развития кормопроизводства Вологодской области / А.В. Маклахов [и др.] // Адаптивное кормопроизводство. 2016. № 1. С. 6–16.
3. Безгодова И.Л., Коновалова Н.Ю., Прядильщикова Е.Н. Влияние минеральных удобрений на продуктивность гороха полевого усатого морфотипа в чистых и смешанных посевах // Достижение науки и техники АПК. 2013. № 6. С. 21–22.
4. Чухина О.В., Безгодова И.Л. Влияние уровня минерального питания и биопрепаратов на урожайность и качество зелёной массы и семян ячменя и гороха в моно- и бипосевах // Проблемы и перспективы развития отрасли кормопроизводства в Северо-Восточном регионе Европейской части России: сб. мат. науч.-практ. конф. Кострома (КНИИСХ), 2006. С. 161–166.

5. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. М.: ВНИИА, 2005. 312 с.
6. Трепачев Е.П. Агрохимические аспекты биологического азота в современном земледелии. М.: Агроконсалт, 1999. 532 с.
7. Завалин А.А., Безгодова И.Л. Эффективность применения удобрений и биопрепаратов в чистых и смешанных посевах ячменя и гороха // Плодородие. 2009. № 2. С. 34–36.
8. Новоселов Ю.К., Киреев В.Н., Кутузов Г.П. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: ВИК. 1983. 197 с.
9. Завалин А.А. Оценка эффективности микробных препаратов в земледелии. М.: РАСХН, 2000. 82 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Изд. 5-е, перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 348 с.

Сведения об авторах

Безгодова Ирина Леонидовна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела растениеводства. Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук». Россия, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14. E-mail: szniirast@mail.ru. Тел.: +7(8172) 52-54-37.

Коновалова Надежда Юрьевна – заведующий отделом растениеводства. Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук». Россия, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14. E-mail: szniirast@mail.ru. Тел.: +7(8172) 52-54-37.

Прядильщикова Елена Николаевна – старший научный сотрудник отдела растениеводства. Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук». Россия, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14. E-mail: szniirast@mail.ru. Тел.: +7(8172) 52-54-37.

Коновалова Светлана Сергеевна – лаборант-исследователь. Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Вологодский научный центр Российской академии наук». Россия, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14. E-mail: szniirast@mail.ru. Тел.: +7(8172) 52-54-37.

IMPACT OF MINERAL NUTRITION AND BIOLOGICAL PRODUCTS IN BARLEY AND PEA CULTIVATION FOR GRAIN PURPOSES

Bezgodova I.L., Konovalova N.Yu.,
Pryadil'shchikova E.N., Konovalova S.S.

The research was carried out on the experimental field of the Northwestern Dairy Farming and Grassland Management Research Institute on the drained sod-podzolic medium-loamy soil. The crops such as barley – variety “Vybor” and peas – field variety “SZM-85” included in the register of the Vologda Oblast were used in the field test. They were grown in single-crop sowing and mixed crop sowing with a ratio of components in the mixture of 60:40% from the seeding rate in its pure form. The scheme of the test included 21 variant, the area of the test plot was 5.8 m², 4-fold tier. Placement of variants was systematic. Records and observations were carried out by according to the technique developed at the All-Russian Williams Fodder Research Institute and the “Evaluation of microbial preparations efficiency in agriculture”. The aim of the research was to study the effect of fertilizers and biological products on the yield and quality of barley and peas in single-crop and mixed crop sowing during harvesting for grain purposes. To achieve this goal, the following tasks were solved: to assess the impact of fertilizers and biological products on the yield of barley and peas in single-crop and mixed crop sowing; to determine the impact of fertilizers and biological products on the quality of barley and peas; to study the influence of mineral fertilizers and biologicals on plant height and weight of 1,000 seeds of barley and peas. As a result of the research, it was established that the biological product of associative diazotrophs *Flavobacterium* increases the yield of barley grain with or without the application of fertilizers. The use of fungus arbuscular mycorrhizae provides an increase in the yield of a single-crop sowing of peas. In the mixed sowing of barley and peas, the yield of grain increases with inoculation of seeds with nitrogen-fixing and phosphate-mobilizing preparations. The growth of grain yield due to application of biological products is caused by changes in the structure of elements that determine the grain productivity of crops. In mixed sowing with peas, favorable conditions are created for the nitrogen nutrition of barley; as a result, even without the introduction of nitrogen fertilizer, the same amount of raw protein accumulates in the grain as when applying N₃₀. The AM preparation has a positive effect on plants in both single-crop sowing of peas and the sowing of peas mixed with barley. The use of biological products and fertilizers in full dose (N₃₀P₃₀K₄₅) in the cultivation of annual crops provides an increase in grain yields by 20–36% and allows for obtaining forage with a high content of crude protein in barley grain to 20.3% and in peas – to 28.3%.

Barley, peas, fertilizers, biological products, yield, crude protein, single-species crops, mixed crops.

Information about the authors

Bezgodova Irina Leonidovna – Ph.D. in Agriculture, Senior Research Associate at the Department of Crop Farming. Northwestern Dairy Farming and Grassland Management Research Institute – Detached Unit of Federal State Budget Institution of Science “Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences”. 14, Lenin Street, Molochnoye rural settlement, Vologda, 160555, Russian Federation. E-mail: szniirast@mail.ru. Phone: +7(8172) 52-54-37.

Konovalova Nadezhda Yur'evna – Head of the Department of Crop Farming. Northwestern Dairy Farming and Grassland Management Research Institute – Detached Unit of Federal State Budget Institution of Science “Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences”. 14, Lenin Street, Molochnoye rural settlement, Vologda, 160555, Russian Federation. E-mail: szniirast@mail.ru. Phone: +7(8172) 52-54-37.

Pryadil'shchikova Elena Nikolaevna – Senior Research Associate at the Department of Crop Farming. Northwestern Dairy Farming and Grassland Management Research Institute – Detached Unit of Federal State Budget Institution of Science “Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences”. 14, Lenin Street, Molochnoye rural settlement, Vologda, 160555, Russian Federation. E-mail: szniirast@mail.ru. Phone: +7(8172) 52-54-37.

Konovalova Svetlana Sergeevna – Research Assistant. Northwestern Dairy Farming and Grassland Management Research Institute – Detached Unit of Federal State Budget Institution of Science “Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences”. 14, Lenin Street, Molochnoye rural settlement, Vologda, 160555, Russian Federation. E-mail: szniirast@mail.ru. Phone: +7(8172) 52-54-37.