

УДК 581.1:581.557:579.6

## ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ ХУМУСТИМ НА НИТРАТРЕДУКТАЗНУЮ АКТИВНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ ПЛАСТИДНЫХ ПИГМЕНТОВ У ЯРОВЫХ ГОРОХА И ВИКИ

А.В. ИЛИЕВА, В.М. ВАСИЛЕВА

*Институт кормовых культур*

*5800 Болгария, Плевен, ул. Генерал Владимир Вазов, 89*

*e-mail: anna\_ibg@yahoo.com*

*e-mail: viliana.vasileva@gmail.com*

В Институте кормовых культур (г. Плевен, Болгария) изучено влияние органического гуминового удобрения хумустим на нитратредуктазную активность (НР-активность) и содержание пластидных пигментов у ярового кормового гороха сорта Плевен 4 и яровой вики сорта Образец 666. Опыт выполнен в полевых условиях на выщелоченном черноземе. Проведены предпосевная обработка семян и опрыскивание растений во время вегетации. Установлено варьирование НР-активности в зависимости от вида растений, дозы и способа их обработки хумустимом. Предпосевная обработка семян кормового гороха и внекорневое опрыскивание растений во время вегетации хумустимом значительно повышали НР-активность в листьях и корнях растений. Общая НР-активность в зависимости от варианта возрастала на 4,4–38,0 %. У ярового гороха установлено также увеличение содержания хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов. Значительное повышение общего содержания пластидных пигментов наблюдалось только в вариантах с предпосевной обработкой семян и обработкой семян + внекорневое опрыскивание растений при дозе хумустима 1,2 л/т (15,3–21,8 %). Общая НР-активность яровой вики повышалась только в вариантах с обработкой семян и внекорневым опрыскиванием растений при дозе хумустима 1,2 л/т. В остальных вариантах НР-активность снижалась. В вариантах с предпосевной обработкой семян дозой 0,6 л/т + два внекорневых опрыскивания и с предпосевной обработкой семян дозой 1,2 л/т общее содержание пластидных пигментов увеличивалось соответственно на 8,6 и 8,3 %, а в остальных вариантах общее содержание пигментов уменьшалось на 2,1–13,1 %.

*Ключевые слова:* яровой кормовой горох, яровая кормовая вика, нитратредуктазная активность, пластидные пигменты, хумустим.

В последние годы все больше внимания уделяется развитию экологического земледелия, при котором исключается употребление синтетических соединений — удобрений, пестицидов, регуляторов роста, пищевых добавок, а применяются органические удобрения, агротехническая и биологическая борьба с вредителями, различные методы обработки почвы, позволяющие эффективно использовать естественные природные ресурсы и возможности. Особое внимание привлекают биологически активные вещества природного происхождения, являющиеся экономически выгодными и экологически безопасными [5, 14].

Хумустим — экологически чистое гуминовое удобрение и стимулятор роста. Обработка семян и (или) внекорневое опрыскивание растений

хумустимом стимулирует рост и развитие растений, обеспечивает высокий и качественный урожай сельскохозяйственных культур [2, 3, 12, 21].

Яровые горох и вика — традиционные бобовые кормовые культуры с большим содержанием белка, углеводов, микроэлементов и витаминов. Они отличаются высокими биологической ценностью и усвояемостью, используются на зеленый корм, сено, силос, комбикорма и для производства зерна. Эти культуры характеризуются высокой азотфиксирующей способностью. В то же время они, как и другие растения, поглощают из почвы и ассимилируют минеральные и органические азотные соединения. Ключевыми ферментами ассимиляции азота бобовыми растениями являются нитрогеназа и нитратредуктаза [10, 17, 18]. Эти два процесса, с одной стороны, взаимодействуют между собой (редукция нитратов начинается раньше азотфиксации), а с другой — конкурируют между собой за поток электронов и АТФ [7, 17]. У высших растений НР-активность является значительным лимитирующим фактором роста, развития и продуктивности [22]. Редукция нитратов подвержена влиянию факторов внешней среды и вклад органов растений в данный процесс сильно варьирует в онтогенезе, зависит от фазы развития растения, условий выращивания [1, 6, 7].

Целью исследования было определение изменения НР-активности у яровых кормовых культур — гороха и вики — в результате предпосевной обработки семян и внекорневого опрыскивания растений жидким гуминовым удобрением хумустим.

### Методика

Экспериментальная работа с яровым кормовым горохом (*Pisum sativum* L.) сорта Плевен 4 и яровой викой (*Vicia sativa* L.) сорта Образец 666 проведена на опытном поле Института кормовых культур. Тип почвы — выщелоченный чернозем, повторность опытов — трехкратная. В состав жидкого удобрения хумустим входят, %: азот — 3,00; фосфор — 1,14; калий — 7,83; кальций — 3,92; магний — 1,11; гуминовые кислоты — 23,4; фульвокислоты — 5,0; микроэлементы (цинк, медь, молибден, кобальт, бор, сера и др.) [11]. Опыты проводили в полевых условиях в четырех повторностях, площадь опытного земельного участка составляла 10 м<sup>2</sup>. Предпосевная обработка семян бактериальными препаратами не производилась, а имела место спонтанная инокуляция свободноживущими природными ризобиями. Варианты опыта для двух культур: 1 — контроль — необработанные семена; 2 — необработанные семена + одно внекорневое опрыскивание; 3 — необработанные семена + два внекорневых опрыскиваний; 4 — семена, обработанные дозой препарата 0,6 л/т; 5 — семена, обработанные дозой 0,6 л/т + одно внекорневое опрыскивание; 6 — семена, обработанные дозой 0,6 л/т + два внекорневых опрыскиваний; 7 — семена, обработанные дозой 1,2 л/т; 8 — семена, обработанные дозой 1,2 л/т + одно внекорневое опрыскивание; 9 — семена, обработанные дозой 1,2 л/т + два внекорневых опрыскиваний. Семена обрабатывали полувлажным способом за 24 ч перед высевом. Внекорневое опрыскивание проводили в фазы развития растений всходы и цветение в дозе 400 мл/га. Пробы для анализа отбирали в начале цветения растений. НР-активность определена *in vivo* по методу Яворски [20], содержание фотосинтетических пигментов — по методу Зеленского и Могиловой [4].

**Результаты и обсуждение**

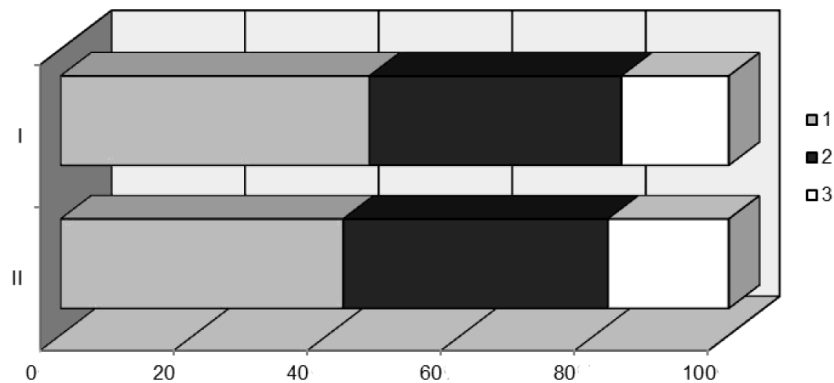
Кормовые горох и вика относятся к видам растений, осуществляющих редукцию нитратов как в корнях, так и в надземной части растения [16, 19].

Данные по распределению потенциальной НР-активности в органах гороха и вики показали, что и у кормового гороха, и у кормовой вики основная редукция нитратов происходила в листьях и стеблях растений (рисунок). У кормового гороха в начале цветения растений 46,3 % НР-активности было отмечено в стеблях, 38,0 — в листьях и 15,6 % — в корнях. У вики высокая НР-активность наблюдалась в стеблях (46,7 %), листьях (45,4 %) и была низкой в корнях (7,9 %). Подобное распределение НР-активности у растений кормовых гороха и вики было установлено Андреусом и др. [15].

Данные о НР-активности у растений гороха и вики показали различную реакцию этих видов растений на применение жидкого гуминового удобрения хумустим.

Предпосевная обработка семян кормового гороха и внекорневое опрыскивание растений во время вегетации хумустимом значительно повышали НР-активность в листьях и корнях растений: в листьях по сравнению с контролем в зависимости от варианта опыта на 2,6—79,8 %, в корнях — на 32,5—111,7 % (табл. 1). В стеблях растений подобная тенденция отсутствовала: в вариантах 2, 6, 7, 8 НР-активность повышалась, в вариантах 3, 4, 5, 9 — снижалась. Общая НР-активность (листья, стебли и корни) в зависимости от варианта повышалась на 4,4—38,0 %.

Сравнением двух доз хумустима при предпосевной обработке семян — 0,6 и 1,2 л/т — установлено, что доза 1,2 л/т повышала НР-активность сильнее, чем 0,6 л/т. Повышение общей НР-активности при дозе 0,6 л/т составило 4,4, при дозе 1,2 л/т — 27,9 %. Во всех вариантах, включающих внекорневое опрыскивание растений хумустимом во время вегетации, наблюдалось варьирование в распределении НР-активности по органам, но в целом общая НР-активность повышалась. В вариантах с одним внекорневым опрыскиванием растений во время вегетации с предпосевной обработкой семян дозой препарата 0,6 л/т + два внекорневых опрыскивания и с предпосевной обработкой семян дозой 1,2 л/т +



Распределение нитратредуктазной активности (%) в растениях вики посевной (I) и ярового гороха (II) (за 100 % принята потенциальная нитратредуктазная активность целого растения):

1 — листья; 2 — стебли; 3 — корни

ТАБЛИЦА 1. Нитратредуктазная активность у растений ярового кормового гороха после обработки семян и растений хумустимом (в среднем за три года)

Вариант	Нитратредуктазная активность							
	листа		стебля		корня		общая	
	мкмоль NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /г	% к контролю	мкмоль NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /г	% к контролю	мкмоль NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /г	% к контролю	мкмоль NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /г	% к контролю
Необработанные семена								
Контроль	1,88	—	2,29	—	0,77	—	4,94	—
Одно внекорневое опрыскивание	2,74	+45,7	2,79	+21,8	1,17	+51,9	6,70	+35,6
Два внекорневых опрыскиваний	2,97	+58,0	2,21	-3,5	0,77	—	5,95	+20,4
Обработанные семена								
0,6 л/т	1,93	+2,6	2,21	-3,5	1,02	+32,5	5,16	+4,4
0,6 л/т + одно внекорневое опрыскивание	1,94	+3,2	1,98	-13,5	1,63	+111,7	5,55	+12,3
0,6 л/т + два внекорневых опрыскиваний	3,38	+79,8	2,67	+16,6	0,77	—	6,82	+38,0
1,2 л/т	2,01	+6,9	2,74	+19,6	1,57	+103,9	6,32	+27,9
1,2 л/т + одно внекорневое опрыскивание	2,60	+38,3	2,84	+24,0	1,29	+67,5	6,73	+36,2
1,2 л/т + два внекорневых опрыскиваний	1,95	+3,7	1,90	-17,0	1,34	+74,0	5,19	+5,1

Примечание. Здесь и в табл. 2—4 расчеты проведены на массу сырого вещества.

одно внекорневое опрыскивание общая НР-активность повышалась на 35,6—38,0 %.

В отличие от кормового гороха у яровой вики жидкое гуминовое удобрение хумустим уменьшало НР-активность в листьях и стеблях растений по сравнению с контрольным вариантом (табл. 2). Только в листьях в вариантах с предпосевной обработкой семян дозой препарата 1,2 л/т и с предпосевной обработкой семян дозой 1,2 л/т + одно внекорневое опрыскивание растений НР-активность повышалась соответственно на 47,9 и 67,0 %, а в стеблях при предпосевной обработке семян дозой 1,2 л/т + одно или два внекорневых опрыскиваний — на 17,9 и 7,7 %. Данные об НР-активности в корнях растений показали, что в вариантах 3, 5, 8, 9 обработка семян и растений хумустимом стимулировала активность, в вариантах 2, 4, 6, 7 — снижала. Только при внекорневом опрыскивании растений и при обработке хумустимом семян в дозе 0,6 л/т общая НР-активность растений снижалась на 8,5—26,2 %. В вариантах с обработкой семян дозой хумустима 1,2 л/т, с одним и двумя внекорневыми опрыскиваниями растений общая НР-активность повышалась соответственно на 10,2, 44,7 и 15,3 % (см. табл. 2).

Стимулирующее действие хумустима на НР-активность возможно связано с содержанием в его составе макро- и микроэлементов [12], так

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ ХУМУСТИМ

ТАБЛИЦА 2. Нитратредуктазная активность у растений яровой вики после обработки семян и растений хумустимом (в среднем за три года)

Вариант	Нитратредуктазная активность							
	листа		стебля		корня		общая	
	мкмоль NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /г	% к контролю	мкмоль NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /г	% к контролю	мкмоль NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /г	% к контролю	мкмоль NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /г	% к контролю
Необработанные семена								
Контроль	3,15	—	3,24	—	0,55	—	6,94	—
Одно внекорневое опрыскивание	2,25	—28,6	2,68	—17,3	0,51	—7,3	5,44	—21,6
Два внекорневых опрыскиваний	2,29	—27,3	2,92	—9,9	0,90	+63,6	6,11	—12,0
Обработанные семена								
0,6 л/т	2,57	—18,4	2,26	—30,3	0,29	—47,3	5,12	—26,2
0,6 л/т + одно внекорневое опрыскивание	1,55	—50,8	3,00	—7,4	0,80	+45,4	5,35	—22,9
0,6 л/т + два внекорневых опрыскиваний	3,15	—	2,75	—15,1	0,45	—18,2	6,35	—8,5
1,2 л/т	4,66	+47,9	2,53	—21,9	0,46	—16,4	7,65	+10,2
1,2 л/т + одно внекорневое опрыскивание	5,26	+67,0	3,82	+17,9	0,96	+74,5	10,04	+44,7
1,2 л/т + два внекорневых опрыскиваний	2,93	—7,0	3,49	+7,7	1,58	+187,3	8,0	+15,3

как регулирование НР-активности зависит от наличия в клетке ионов магния и кальция [22].

Одно из возможных объяснений варьирования НР-активности в зависимости от вида растений, дозы и способа обработки растений хумустимом — влияние удобрения на процессы азотфиксации и ассимиляции нитратов, на сложные взаимоотношения между нитрогеназой и нитратредуктазой [7—10]. Многие авторы отмечают наличие компенсаторного эффекта взаимодействия двух систем ассимиляции неорганического азота в растении [10, 13, 23].

В наших опытах установлено, что применение органического удобрения хумустим способствовало увеличению количества клубеньков у яровых гороха и вики. Опрыскивание только во время их вегетации увеличивало образование клубеньков у гороха от 13 до 24, у вики — до 12 %. При предпосевной обработке семян доза препарата 1,2 л/т оказалась наиболее эффективной. У ярового гороха после предпосевной обработки семян и внекорневого опрыскивания дозой 1,2 л/т количество клубеньков увеличивалось до 28, у вики — до 29 % [2, 3].

Для транскрипции НР-гена необходимы нитраты и освещение или фотоассимиляты, обеспечивающие энергию и восстановительный потенциал для редукции нитратов [24]. В листьях нитратредуктаза активируется от фотосинтеза, достигая состояния активирования 60—80 % [22].

ТАБЛИЦА 3. Содержание пластидных пигментов у растений ярового кормового гороха после обработки семян и растений хумустимом (в среднем за три года)

Вариант	Содержание пигментов					
	Хлорофиллы <i>a+b</i>		Каротиноиды		Общее	
	мкг/100 мг	% к контролю	мкг/100 мг	% к контролю	мкг/100 мг	% к контролю
Необработанные семена						
Контроль	144,5	—	28,8	—	173,3	—
Одно внекорневое опрыскивание	167,7	+16,1	37,2	+29,2	204,9	+18,2
Два внекорневых опрыскиваний	143,8	—0,5	30,8	+6,9	174,6	+0,7
Обработанные семена						
0,6 л/т	148,0	+2,4	41,1	+42,7	189,1	+9,1
0,6 л/т + одно внекорневое опрыскивание	145,1	+0,4	40,0	+38,9	185,1	+6,8
0,6 л/т + два внекорневых опрыскиваний	152,3	+5,4	28,7	—0,4	181,0	+4,4
1,2 л/т	172,8	+19,6	38,3	+33,0	211,1	+21,8
1,2 л/т + одно внекорневое опрыскивание	167,9	+16,2	32,0	+11,1	199,9	+15,3
1,2 л/т + два внекорневых опрыскиваний	171,3	+18,5	38,0	+31,9	209,3	+20,8

Полученные нами данные показали, что обработка семян и растений кормового гороха хумустимом увеличивала содержание хлорофиллов *a*, *b*, каротиноидов и общее содержание пигментов. Содержание хлорофиллов *a* и *b* в зависимости от варианта повышалось на 2,4—19,6 %, каротиноидов — на 6,9—42,7 % (табл. 3). Значительное повышение общего содержания пластидных пигментов наблюдалось в вариантах только с одним внекорневым опрыскиванием, а также с предпосевной обработкой семян дозой хумустима 1,2 л/т + внекорневое опрыскивание растений — на 15,3—21,8 %. Коэффициент корреляции между общей НР-активностью и общим содержанием пигментов  $r = 0,31$ .

У кормовой вики установлена обратная тенденция: уменьшение содержания хлорофиллов *a* и *b*. Во всех вариантах, за исключением двух, сумма хлорофиллов *a* и *b* уменьшилась на 0,5—12,9 % (табл. 4). В вариантах с предпосевной обработкой семян дозой удобрения 0,6 л/т + два внекорневых опрыскиваний и только с предпосевной обработкой семян дозой 1,2 л/т содержание хлорофиллов увеличилось на 9,0 %. В этих же вариантах повышалось и содержание каротиноидов соответственно на 6,9 и 4,9 %.

Подобная тенденция наблюдалась и по отношению к общему содержанию пигментов. В вариантах с предпосевной обработкой семян дозой удобрения 0,6 л/т + два внекорневых опрыскивания и только с предпосевной обработкой семян дозой 1,2 л/т общее содержание пластидных

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ ХУМУСТИМ

ТАБЛИЦА 4. Содержание пластидных пигментов у растений яровой вики после обработки семян и растений хумустимом (в среднем за три года)

Вариант	Содержание пигментов					
	Хлорофиллы <i>a+b</i>		Каротиноиды		Общее	
	мкг/100 мг	% к контролю	мкг/100 мг	% к контролю	мкг/100 мг	% к контролю
Необработанные семена						
Контроль	249,2	—	55,0	—	304,2	—
Одно внекорневое опрыскивание	230,7	−7,4	48,8	−11,3	279,5	−8,1
Два внекорневых опрыскиваний	247,5	−0,7	52,4	−4,7	299,9	−1,4
Обработанные семена						
0,6 л/т	243,4	−2,3	52,9	−3,8	296,3	−2,6
0,6 л/т + одно внекорневое опрыскивание	217,2	−12,9	47,2	−14,2	264,4	−13,1
0,6 л/т + два внекорневых опрыскиваний	271,7	+9,0	58,8	+6,9	330,5	+8,6
1,2 л/т	271,9	+9,1	57,7	+4,9	329,6	+8,3
1,2 л/т + одно внекорневое опрыскивание	248,1	−0,5	55,6	+1,1	303,7	−0,2
1,2 л/т + два внекорневых опрыскиваний	242,4	−2,7	55,4	+0,7	297,8	−2,1

пигментов увеличивалось соответственно на 8,6 и 8,3 %, а в остальных вариантах оно уменьшалось на 2,1—13,1 %. Коэффициент корреляции между общей НР-активностью и общим содержанием пигментов  $r = 0,40$ .

Таким образом, установлено варьирование НР-активности в зависимости от вида растений, дозы и способа обработки растений хумустимом. Предпосевная обработка семян кормового гороха хумустимом и внекорневое опрыскивание им растений во время вегетации значительно повышали НР-активность в листьях и корнях растений. Общая НР-активность в зависимости от варианта повышалась на 4,4—38,0 %. У ярового гороха установлено также увеличение содержания хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов. Значительное повышение общего содержания пластидных пигментов наблюдалось в вариантах только с предпосевной обработкой семян и обработкой семян + внекорневое опрыскивание растений при дозе хумустима 1,2 л/т — соответственно 15,3 и 21,8 %.

У кормовой вики общая НР-активность повышалась только в вариантах с обработкой семян и внекорневым опрыскиванием растений при дозе хумустима 1,2 л/т, в остальных вариантах она снижалась. В вариантах с предпосевной обработкой удобрением семян дозой 0,6 л/т + два внекорневых опрыскиваний и с предпосевной обработкой семян дозой 1,2 л/т общее содержание пластидных пигментов увеличивалось соответственно на 8,6 и 8,3 %, а в остальных вариантах — уменьшалось на 2,1—13,1 %.

1. *Бояркин Е.В.* Активность нитратредуктазы в органах редьки масличной в зависимости от факторов внешней среды: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Иркутск, 2006. — 21 с.
2. *Василева В.* Влиянието на третирането с хумустим върху сухата коренова маса и грудкообразуваща способност на пролетен фий // *J. Mountain Agricult. on the Balkans.* — 2008. — **11**, № 4. — С. 709—718.
3. *Василева В., Кертиков Т., Илиева А.* Влиянието на третирането с хумустим върху сухата коренова маса и грудкообразуваща способност на пролетен грах // *Растениевъдни науки.* — 2007. — **44**. — С. 159—161.
4. *Зеленский М., Могилева Г.* Методические указания. Сравнительная оценка фотосинтетической способности сельскохозяйственных растений по фотохимической активности хлоропластов. — Л.: ВИР, 1980. — С. 36—37.
5. *Каров Ст., Попов В., Параскевов П., Благоева Е.* Преход към биологично земеделие. — Пловдив: ВСИ, 1999. — С. 17—23.
6. *Клименко С.Б., Пешкова А.А., Дорофеев Н.В.* Активность нитратредуктазы у озимой пшеницы при тепловом шоке // *J. Stress Physiol. Biochem.* — 2006. — **2**, № 1. — С. 50—55.
7. *Коць С.Я., Моргун В.В., Патыка В.Ф. и др.* Биологическая фиксация азота: бобово-ризобияльный симбиоз. — Киев: Логос, 2010. — Т. 1. — 506 с.
8. *Коць С., Ничик М., Старченко М.* Влияние возрастающих доз азота на интенсивность азотфиксации, усвоение азота и продуктивность люцерны // *Агрохимия.* — 1990. — **6**. — С. 11—17.
9. *Кретович В.Л.* Биохимия усвоения азота воздуха растениями. — М.: Наука, 1997. — 486 с.
10. *Львов Н.П., Буриханов Ш.С., Кретович В.Л.* Взаимоотношение нитрогеназы и нитратредуктазы в клетках азотфиксаторов // *Прикл. биохимия и микробиология.* — 1980. — **6**. — С. 805—818.
11. *Малинова Р.* Органичен регулатор и стимулатор за повишаване на добива и качеството на растениевъдната продукция+ // *Хумустим дар от природа. Торът на бъдещето.* — София: ДИМИ 99, 2007. — С. 13—20.
12. *Сенгалевич Г., Попов А., Чолева Б. и др.* Хумустим — дар от природата, торът на бъдещето. — София: ДИМИ 99, 2007. — 210 с.
13. *Сидорова К.К., Годовикова В.А., Столярова С.Н.* Исследование нитрогеназной и нитратредуктазной активности у мутантов гороха // *Генетика.* — 1988. — **24**, № 1. — С. 136—140.
14. *Стойнев К.* Екологични и технологични аспекти на съвременното земеделие. — София: Наука, 2004. — С. 17—27.
15. *Andrews M., Sutherland J., Thomas R., Sprent J.* Distribution of nitrate reductase activity in six legumes: The importance of the stem // *New Phytol.* — 1984. — **98**. — P. 301—310.
16. *Arrese-Igor C., Garcia-Plazaola J., Diaz A., Aparicio-Tejo P.* Distribution of nitrate reductase activity in nodulated lucerne plants // *Plant Soil.* — 1991. — **131**. — P. 107—113.
17. *Arrese-Igor C., Garcia-Plazaola J., Hernandez A., Aparicio-Tejo P.* Effect of low nitrate supply to nodulated lucerne on time course of activities of enzymes involved in inorganic nitrogen metabolism // *Physiol. Plant.* — 1990. — **80**. — P. 185—190.
18. *Bothe N.* Metabolism of inorganic nitrogen compounds // *Progress in Bot.* — Berlin: Helderberg: Springer verl. — 1991. — **52**. — P. 122—137.
19. *Crafts-Brandner S.J., Harper J.E.* Nitrate reduction by roots of soybean (*Glycine max.*) // *Plant Physiol.* — 1982. — **69**, N 4. — P. 1298—1303.
20. *Jaworski E.* Nitrate reductase assay in plant tissues // *Biochem. Biophys. Res. Commun.* — 1971. — **43**, N 6. — P. 1274—1279.
21. *Ilieva A., Vasileva V.* Effect of liquid organic humate fertilizer Humustim on chemical composition of spring forage pea // *Banat's J. Biotechnol.* — 2013. — **4**, N 7. — P. 74—79.
22. *Kaiser W., Weiner H., Huber S.* Nitrate reductase in higher plants: A case study for transduction of environmental stimuli into control of catalytic activity // *Physiol. Plant.* — 1999. — **105**. — P. 385—390.
23. *Silsbury J.H., Catchpole D.W., Wallace W.* Effect of nitrate and ammonium on nitrogenase ( $C_2H_2$  reduction) activity of swards of subterranean clover *Trifolium subterraneum* L. // *Aust. J. Plant Physiol.* — 1986. — **13**, N 2. — P. 257—273.
24. *Vincenz M., Moureaux T., Leydecker N. et al.* Regulation of nitrate and nitrite reductase expression in *Nicotiana plumbaginifolia* leaves by nitrogen and carbon metabolites // *Plant J.* — 1993. — **3**. — P. 315—324.

Получено 04.07.2014



## ВПЛИВ ОРГАНІЧНОГО ДОБРИВА ХУМУСТИМ НА НІТРАТРЕДУКТАЗНУ АКТИВНІСТЬ І ВМІСТ ПЛАСТИДНИХ ПІГМЕНТІВ У ЯРИХ ГОРОХУ І ВИКИ

*A.V. Ilieva, V.M. Vasileva*

Інститут кормових культур, Плевен, Болгарія

В Інституті кормових культур (м. Плевен, Болгарія) вивчено вплив органічного гумінового добрива хумустим на нітратредуктазну активність (НР-активність) і вміст пластидних пігментів у ярого кормового гороху сорту Плевен 4 і ярої вики сорту Образец 666. Дослід виконано у польових умовах на вилуженому чорноземі. Проведено передпосівну обробку насіння та обприскування рослин під час вегетації. Встановлено варіювання НР-активності залежно від виду рослин, дози і способу їх обробки хумустимом. Передпосівна обробка насіння кормового гороху і позакореневе обприскування рослин під час вегетації хумустимом значно підвищували НР-активність у листках і коренях рослин. Загальна НР-активність залежно від варіанта зростала на 4,4—38,0 %. У ярого гороху встановлено також збільшення вмісту хлорофілів *a*, *b* і каротиноїдів. Значне підвищення загального вмісту пластидних пігментів спостерігали тільки у варіантах із передпосівною обробкою насіння та обробкою насіння + позакореневе обприскування рослин за дози хумустиму 1,2 л/т (15,3—21,8 %). Загальна НР-активність ярої вики підвищувалась тільки у варіантах з обробкою насіння і позакореневим обприскуванням рослин за дози хумустиму 1,2 л/т. У решті варіантів НР-активність знижувалась. У варіантах з передпосівною обробкою насіння дозою 0,6 л/т + два позакореневих обприскування та з передпосівною обробкою насіння дозою 1,2 л/т загальний вміст пластидних пігментів збільшувався відповідно на 8,6 і 8,3 %, а в решті варіантів загальний вміст пігментів зменшувався на 2,1—13,1 %.

## EFFECT OF ORGANIC FERTILIZER HUMUSTIM ON NITRATE REDUCTASE ACTIVITY AND PLASTID PIGMENTS CONTENT OF SPRING FORAGE PEA AND VETCH

*A.V. Ilieva, V.M. Vasileva*Institute of Forage Crops, Bulgaria  
89 General Vladimir Vazov St., Pleven, 5800, Bulgaria

Effect of organic fertilizer Humustim on nitrate reductase activity and plastid pigments content of spring forage pea cv. Pleven 4 and forage vetch cv. Obrazets 666 was studied at the Institute of Forage Crops, Pleven, Bulgaria. The experiment was carried out without irrigation on leached chernozem soil type. Treatments during vegetation and a presowing treatment of seeds with Humustim were applied. A variation of nitrate reductase activity was found depend on crops type, doses and ways of applying of fertilizer. Presowing treatment of seeds of spring forage pea and the treatment of plants during vegetation with Humustim significantly increased nitrate reductase activity in the leaves and roots. Total nitrate reductase activity increased depending on variants by 4.4—38.0 %. An increase of chlorophylls *a* and *b* and carotenoids content was found for spring forage pea. For the variant with presowing treatment of seeds and presowing treatment of seeds + treatment during vegetation with Humustim at the dose of 1.2 L/t, significant increasing of total content of plastid pigments was observed (by 15.3—21.8 %). For forage vetch an increase of total nitrate reductase activity was found only in variant with presowing treatment of seeds with Humustim at the dose of 1.2 L/t. Nitrate reductase activity in the rest variants decreased. Total content of plastid pigments increased to 8.6 and 8.3 % for the variants with presowing treatment of seeds with Humustim at the dose of 0.6 L/t + two treatments during vegetation, and for the rest variants total content of plastid pigments decreased to 2.1—13.1 %.

*Key words:* forage pea, vetch, nitrate reductase activity, plastid pigments, Humustim.