

**PEA FOLIAR NUTRITION IN COMBINATION WITH GROWTH REGULATORS FOR INCREASE OF YIELD AND ADAPTIVE PROPERTIES**

**A.O. Kosikov, N.E. Novikova, S.V. Bobkov\*, A.A. Zelenov\***

FGBOU HE «OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY NAMED AFTER N.V. PARAKHIN»

\*FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

**Abstract:** *Influence of plant foliar nutrition with urea and terraflex (NPK with addition of Mg, SO<sub>3</sub>, Fe, B, Mo, Mn, Cu, Zn) at the period of pea pod formation, pre-sowing and foliar treatment with growth regulators epin-extra (epibrassinolide), and zircon (mix of hydroxycinnamic acids) as well as the joint use of fertilizers and growth regulators on yield, protein accumulation in the seeds and adaptive properties of the plants were studied in the field experiment. Positive effect of foliar nutrition on the yield with use of both urea and terraflex was revealed. Fertilization with urea led to increase of productivity without reducing protein content in the seeds, but terraflex resulted in drop of protein content on 0,8%. Influence of growth regulators on yield was not stable at various years. Combination of urea and growth regulators activated enzymatic system of plant protection from oxidative damage. Activity of peroxidase was significantly increased after treatment of plants with urea alone and in combination with zircon. Joint treatment of plants with urea and growth regulators epin-extra and zircon promoted significant increase of catalase activity.*

**Keywords:** foliar feeding, growth regulators, yield, protein content, adaptation, peas.

**DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11066**

**УДК 633.351.524.8**

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, МИКРОУДОБРЕНИЙ И  
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОРТАМИ  
ГОРОХА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОЧВЫ И  
УДОБРЕНИЙ**

**М.Т. ГОЛОПЯТОВ**, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

*В статье изложены результаты исследований 2014-2016 гг. по изучению влияния минеральных удобрений, обработки семян перед посевом раствором гумата натрия и комплексного микроудобрения аквамикс, содержащего в хелатной форме элементы на тёмно-серых лесных среднесуглинистых почвах на особенности использования питательных элементов почвы и минеральных удобрений сортами гороха нового поколения, различающимися по архитектонике листового аппарата – листочковые, безлисточковые, с ярусной гетерофиллией – хамелеоны. Исследованиями установлено, что сорта и линии гороха, различающиеся по архитектонике листового аппарата, проявляют существенные генотипические различия в отношении минерального питания, накопления, транслокации в зерно и продуктивности использования питательных элементов почвы и удобрений. Полученные экспериментальные данные могут быть использованы при разработке системы применения удобрений под эти сорта гороха на тёмно-серых лесных среднесуглинистых почвах, что позволит наиболее полно раскрыть биологический потенциал культуры и стабилизировать высокий уровень продуктивности.*

**Ключевые слова:** сорт, горох, почва, минеральные удобрения, микроэлементы, вынос питательных веществ, урожайность.

Внедрение новых сортов в производство должно сопровождаться совершенствованием технологии возделывания, при которой в полной мере проявляются потенциальные возможности сорта, заложенные в их наследственных свойствах. Технологии должны быть

максимально адаптированы к почвенно-климатическим условиям конкретного региона, сортам и базироваться на дифференцированном использовании техногенных, биологических, социально-экономических и других ресурсах [1, 2, 3, 4]. К сожалению, в естественных условиях очень редко встречаются оптимальные сочетания всех факторов, способствующих раскрытию потенциальных возможностей растений. В частности это касается и минерального питания. Поскольку уровень минерального питания является доминирующим фактором продуктивности растений, создание наиболее рациональной системы удобрений имеет большое значение в реализации наследственного потенциала растений. Незнание потребностей генотипа в элементах питания может вызвать не только снижение урожая с применением удобрений, но и ухудшить его качество.

Необходимо знать, прежде всего, действительные потребности возделываемых сортов в элементах питания, необходимые для расчета норм удобрений, которые имеют большую вариабельность и сильно зависимы не только от действия комплекса факторов среды, но и генетически обусловленных особенностей сорта [5, 6, 7]. Содержание химических элементов в урожае зависит от ряда факторов, среди которых важнейшее значение принадлежит условиям минерального питания, которые регулируются за счет использования различных видов и форм удобрений.

В этой связи актуальное значение имеет изучение влияния техногенных и биологических факторов на использование сортами гороха нового поколения питательных элементов почвы и минеральных удобрений.

#### **Условия и методы исследований**

Исследования проводили в полевых опытах на темно-серой лесной среднесуглинистой почве в 2014-2016 гг. в севообороте лаборатории агротехнологии и защиты растений. Почвы, на которых проводились опыты, были с повышенным содержанием подвижных элементов минерального питания и в среднем содержали: гумуса 4,0-4,9% (по Тюрину), фосфора – 12,9-16,2 мг/100 г почвы и калия 11,0-16,1 мг/100 г почвы (по Кирсанову),  $pH_{\text{сол}}$  – 4,9-5,3. Опыты закладывали в четырехкратной повторности. Площадь учетной делянки 20 м<sup>2</sup>. Расположение делянок – рендомизированное. Минеральные удобрения, рассчитанные по нормативным затратам на планируемый урожай ( $P_{59}K_{82}$  и  $N_{53}P_{59}K_{82}$  на 4,5 т/га в 2014 году,  $P_{82}K_{82}$  и  $N_{53}P_{82}K_{82}$  в 2015 году и  $P_{82}K_{117}$  и  $N_{53}P_{82}K_{117}$  в 2016 году), вносили под предпосевную культивацию [8]. Семена перед посевом обрабатывали полусухим способом, (комбинированно) двумя препаратами – биологически активным веществом – 3,0 % раствором гумата натрия и комплексным микроудобрением – аквамикс – 100 г/т семян, содержащем водорастворимые элементы в хелатной форме: Fe (ДТПА) – 0,53%; Fe (ЭДТА) – 2,1%; Mn (ЭДТА) – 2,57%; Zn (ЭДТА) – 0,53%; Cu (ЭДТА) – 0,53%; Ca (ЭДТА) – 2,57%; B – 0,52%; Mo – 0,13%; N – 1,55%,  $P_2O_5$  – 5,0%;  $K_2O$  – 1,55%. В опытах изучались сорта и линии гороха, различающиеся по архитектонике листового аппарата: Фараон – безлисточковый, Темп – листочковый, Спартак – гетерофильного типа (хамелеон) и линия Яг-07-643 – гетерофильного типа с неосыпающимися семенами. При проведении учетов и химических анализов использовали общепринятые методы исследований. Метеорологические условия при проведении опытов были не совсем благоприятными для роста и развития растений гороха, что не могло не отразиться на урожайности.

#### **Результаты и обсуждения**

Результаты исследований показали, что общая закономерность для всех изучавшихся сортов гороха – увеличение урожайности при внесении минеральных удобрений (табл. 1).

Прибавка урожайности зерна в среднем за три года составила 0,2-0,5 т/га к контролю. Следует отметить, что не все сорта одинаково реагировали на внесение минеральных удобрений. Наиболее отзывчивыми на внесение полного минерального удобрения оказались безлисточковый сорт Фараон, Спартак (хамелеон) и линия с ярусной гетерофиллией Яг-07-643. По отношению к сорту-стандарту лучше других показал листочковый сорт гороха Темп.

Содержание химических элементов в урожае зависит от ряда факторов, среди них важнейшее значение принадлежит условиям минерального питания, которые регулируются за счет использования удобрений. С учетом урожайности зерна, массы соломы и содержания в них элементов минерального питания нами рассчитан вынос NPK разными сортами гороха.

Таблица 1

**Урожайность сортов и линий гороха в зависимости от техногенных и биологических факторов (ср. за 2014-2016 гг.)**

Прибавка, т/га	Семена не обработаны БАВ и аквамиксом			Семена обработаны БАВ и аквамиксом		
	т/га	Прибавка, т/га		т/га	Прибавка, т/га	
		к контролю	к st		к контролю	к st
<b>Фараон (сорт – стандарт)</b>						
Контроль (без удобр.)	2,1	-	-	2,3	-	-
PK на пл. ур. 4,5 т/га	2,3	0,2	-	2,4	0,1	-
NPK на пл. ур.4,5 т/га	2,6	0,5	-	2,8	0,5	-
<b>Темп</b>						
Контроль (без удобр.)	2,4	-	0,3	2,6	-	0,3
PK на пл. ур. 4,5 т/га	2,5	0,1	0,2	2,6	0	0,2
NPK на пл. ур.4,5 т/га	2,7	0,3	0,1	2,8	0,2	0
<b>Спартак</b>						
Контроль (без удобр.)	2,1	-	0	2,2	-	-0,1
PK на пл. ур. 4,5 т/га	2,2	0,1	-0,1	2,4	0,2	0
NPK на пл. ур.4,5 т/га	2,5	0,4	-0,1	2,7	0,5	-0,1
<b>Яг-07-643</b>						
Контроль (без удобр.)	1,9	-	-0,2	2,2	-	-0,1
PK на пл. ур. 4,5 т/га	2,2	0,3	-0,1	2,3	0,1	-0,1
NPK на пл. ур.4,5 т/га	2,4	0,5	-0,2	2,5	0,3	-0,3

Анализируя вынос питательных веществ сортами гороха нового поколения, следует отметить, что обработка семян гуматом натрия и комплексным микроудобрением аквамикс, способствовала некоторому увеличению потребления элементов минерального питания по сортам (табл. 2). Более существенное влияние на вынос NPK с урожаем гороха оказало внесение минеральных удобрений. У всех сортов гороха при внесении удобрений вынос NPK был выше, чем на контроле. Так, если на контроле без удобрений, в среднем по сортам, вынос азота составил 106 кг/га, фосфора – 24 и калия 121 кг/га, то при внесении полного минерального удобрения он вырос по азоту на 14%, фосфору на 17% и калию на 16%.

Обработка семян гороха БАВ и аквамиксом на фоне полного минерального удобрения стимулирует потребление элементов минерального питания. Вынос азота при этом увеличивается на 21%, фосфора на 26% и калия на 18%. Возрастание выноса связано в основном с ростом сбора основной и побочной продукции и потреблением растениями этих элементов из почвы и вносимых удобрений.

Следует отметить заметные сортовые различия по выносу NPK. К примеру, на контроле (без удобрений) вынос азота колебался от 96 до 116 кг/га, фосфора – от 22 до 29 кг/га и калия – от 108 до 134 кг/га, при среднем выносе по сортам: азота – 106, фосфора – 24, калия – 121 кг/га. Это еще раз подтверждает тот факт, что при расчете доз удобрений, необходимо учитывать сортовую специфику в использовании элементов минерального питания разными сортами гороха.

Уборочный индекс питательных элементов, характеризующий генетическую особенность сорта перераспределять поглощенные питательные элементы между репродуктивной и вегетативной частями растений, показывает, что основное количество азота и фосфора локализуется в зерне, а калия – в соломе. В среднем по сортам (табл. 2) в

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» №1(29)2019 г.  
зависимости от вариантов уборочный индекс колебался по азоту от 81 до 79%, фосфору от 75 до 85% и по калию от 43 до 46.

Для расчета доз удобрений на планируемый урожай и разработки системы их применения под новые сорта, необходимо знать не только затраты питательных веществ на синтез единицы продукции, но и коэффициенты их использования из почвы и удобрений, которые в свою очередь зависят от технологии выращивания, включая систему применения удобрений, погодные условия, сортовые различия и другие факторы.

Таблица 2

**Вынос элементов минерального питания и уборочный индекс у сортов гороха нового поколения в зависимости от факторов интенсификации**

Сорт, линия	Семена не обработаны БАВ и аквамиксом						Семена обработаны БАВ и аквамиксом					
	Вынос, кг/га			Уборочный индекс, %			Вынос, кг/га			Уборочный индекс, %		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль без удобрений												
Фараон	102	22	121	85	82	43	109	25	119	78	84	44
Темп	116	23	134	78	83	45	119	28	135	81	89	49
Спартак	111	29	122	75	76	46	114	29	140	77	83	42
Яг-07-643	96	23	108	75	76	41	103	26	118	81	85	48
В среднем по сортам	106	24	121	78	79	44	111	27	128	79	85	46
РК на планируемый урожай 4,5 т/га												
Фараон	111	28	129	85	84	45	118	25	129	75	88	45
Темп	124	29	144	77	83	41	126	27	158	78	85	44
Спартак	118	30	129	75	80	46	119	30	135	76	80	44
Яг-07-643	110	25	128	73	84	40	122	29	152	71	83	38
В среднем по сортам	116	28	132	78	83	43	121	28	143	75	84	43
NPK на планируемый урожай 4,5 т/га												
Фараон	124	26	141	79	83	46	137	33	151	77	79	46
Темп	124	28	140	83	84	50	129	31	143	82	87	48
Спартак	126	30	128	80	82	49	142	36	149	76	81	44
Яг-07-643	131	30	151	71	78	37	130	35	160	75	77	39
В среднем по сортам	126	28	140	78	82	45	134	34	151	77	81	44

Изучение нами этого вопроса показало, что коэффициенты использования элементов минерального питания из почвы и минеральных удобрений, рассчитанные разностным методом у разных сортов и линий гороха различаются (табл. 3).

Так, на контроле без удобрений лучше других сортов использовал фосфор и калий из почвы листочковый сорт гороха Темп. Обработка семян гороха перед посевом раствором гумата натрия и аквамикса способствовала некоторому увеличению потребления фосфора и калия из почвы. Внесение минеральных удобрений, особенно полного, способствует мобилизации элементов минерального питания почвы, в результате чего коэффициенты их использования из почвы возрастают.

В среднем по сортам гороха на контроле без удобрений коэффициент использования из почвы азота составил 21%; фосфора – 5% и калия 27%, при внесении полного минерального удобрения он увеличился по азоту до 25%, фосфору – до 6 и по калию – до 31%.

Внесение азота в составе полного минерального удобрения, особенно при обработке семян БАВ и аквамиксом, способствовало увеличению потребления питательных элементов из удобрений. Особенно сильно влиял азот на поступление в горох фосфора и калия.

**Влияние минеральных удобрений, микроудобрений и биологически активных веществ на использование сортами гороха питательных элементов из почвы и удобрений, % (ср. за 3 года)**

Сорт, линия	Семена не обработаны БАВ и аквамиксом						Семена обработаны БАВ и аквамиксом					
	КИ из почвы			КИ из удобрений			КИ из почвы			КИ из удобрений		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
<b>Контроль без удобрений</b>												
Фараон	21	5	26	-	-	-	22	5	27	-	-	-
Темп	22	5	30	-	-	-	24	6	31	-	-	-
Спартак	22	6	26	-	-	-	23	6	31	-	-	-
Яг-07-643	20	5	24	-	-	-	21	6	26	-	-	-
В среднем по сортам	21	5	27	-	-	-	22	6	29	-	-	-
<b>РК на планируемый урожай 4,5 т/га</b>												
Фараон	23	6	28	-	6	11	24	6	29	-	2	10
Темп	25	6	30	-	8	9	25	6	35	-	2	19
Спартак	24	7	27	-	2	16	25	7	30	-	2	10
Яг-07-643	22	6	27	-	4	15	25	7	34	-	5	16
В среднем по сортам	24	6	28	-	5	13	25	7	32	-	3	13
<b>НПК на планируемый урожай 4,5 т/га</b>												
Фараон	25	6	31	7	5	9	28	7	34	8	13	23
Темп	25	6	31	3	7	12	26	7	31	5	13	24
Спартак	25	6	28	7	2	24	31	8	33	2	12	15
Яг-07-643	26	6	33	15	10	28	26	8	34	10	13	22
В среднем по сортам	25	6	31	8	6	18	28	8	33	6	13	21

**Заключение**

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено: сорта гороха нового поколения, с разной архитектурой листового аппарата различаются по затратам питательных веществ на синтез единицы продукции и по степени их использования как из почвы, так и минеральных удобрений. Полученные данные могут быть использованы при разработке системы применения удобрений под эти сорта гороха на темно-серых лесных среднесуглинистых почвах, что позволит наиболее полно раскрыть биологический потенциал культуры и стабилизировать высокий уровень продуктивности.

**Литература**

1. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. – Изд. Агрорус, – М. 2004. – 1109 с.
2. Кирюшин В.И., Кирюшин С.В. Агротехнологии – Изд. «Лань» Снб: – 2015 – 464 с.
3. Голопятов М.Т. Продуктивность сортов и линий гороха нового поколения при разных уровнях питания// Земледелие, – 2014. – № 4 – С. 26-27.
4. Иванов А.Л., Завалин А.А. Приоритеты научного обеспечения земледелия // Агротехника – 2011. – № 3 – С. 17-23.
5. Климашевский Э.Л. Сорт-удобрения-урожай // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1983 – № 3 – С.31-32.
6. Климашевский Э.Л. Генотипический аспект минерального питания растений – М.: Агропромиздат, – 1991. – 415 с.
7. Никитин С.Н. Оценка эффективности применения удобрений, биопрепаратов и диатомита в лесостепи Среднего Поволжья. Ульяновск – 2017. – 315 с.
8. Державин Л.М., Колокольцева И.В., Скворцова Н.К., Пузанова О.А., Яковлева Т.А. Составление проекта на применение удобрений: рекомендации, – М.: Росинформагротех, – 2008. – 153 с.

**THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS, MICRONUTRIENTS AND BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES ON THE USE OF NEW GENERATION OF PEA VARIETIES OF NUTRIENTS OF THE SOIL AND FERTILIZERS**

**M.T. Golopyatov**

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

**Abstract:** *The article presents the results of research (2014-2016) on the study of the influence of mineral fertilizers, seed treatment before sowing with sodium humate solution and complex microfertilizer aquamix, which contains chelated elements on dark gray forest medium loamy soils on features of the use of nutrients of the soil and mineral fertilizers of the new generation of peas, differing by architectonics of leaf apparatus – leafy, leafless and with a tiered heterophyllia-chameleons. Studies have found that varieties and pea lines, which differ in the architectonics of the leaf apparatus, show significant genotypic differences in relation to mineral nutrition, accumulation, translocation into grain and productivity of the use of soil nutrients and fertilizers. The experimental data obtained can be used in the development of a system for the use of fertilizers for these varieties of peas on dark gray forest medium loamy soils, which will most fully reveal the biological potential of the crop and stabilize the high level of productivity.*

**Keywords:** variety, peas, soil, mineral fertilizers, microelements, nutrient removal, yield.

**DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11067**

**УДК 633.358**

**ОЦЕНКА ГОРОХА КАК ПРЕДШЕСТВЕННИКА ДЛЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ**

**П.А. ПОСТНИКОВ**, кандидат сельскохозяйственных наук

УРАЛЬСКИЙ НИИСХ – филиал ФГБНУ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН»

E-mail: postnikov.ural@mail.ru

*Для решения проблемы растительного белка в сельскохозяйственном производстве перспективным приемом остается выращивание зернобобовых культур, в частности гороха. В Уральском научно-исследовательском институте сельского хозяйства в 2012-2018 гг. на темно-серой лесной почве изучено влияние систем удобрений и предшественников на урожайность яровой пшеницы. Исследования проведены в пятипольных севооборотах на трех фонах питания: контроль (без удобрений), минеральный и органоминеральный. Из всех лет наблюдений засушливые условия наблюдались в 2012 г., 2016 г., чрезмерно влажные – в 2014-2015 гг., в другие годы – умеренно влажные условия. Накопление продуктивной влаги в весенний период меньше всего на естественном фоне плодородия под клевером, в среднем за 7 лет исследований количество доступной влаги ниже на 3,3-3,7 мм по отношению к сидеральному пару и гороху. Систематическое применение минеральных и органических удобрений за счет увеличения накопления свежих растительных остатков в виде сидерата и соломы способствовало повышению запасов продуктивной влаги на 4,6-7,2 мм по сравнению с контролем. На удобренных вариантах в пахотном слое отмечено достоверное увеличение запасов нитратного азота в период посева, по отношению к контролю, разница колебалась в пределах от 7,3 до 11,7 мг/кг почвы. Аналогичная тенденция выявлена и в период вегетации растений. Снижение урожайности яровой пшеницы в контроле в зависимости от предшественника происходит в следующем порядке: сидеральный пар – клевер – горох, на фоне удобрений – сидеральный пар – горох – клевер. Использование удобрений повысило сбор зерна яровой культуры после гороха и сидерального пара на 0,86-1,03 т, а после клевера – всего на 0,65-0,66 т/га по отношению к контрольному варианту.*