

ЭНЕРГИЯ ПРОРАСТАНИЯ И ВСХОЖЕСТЬ РАЗНЫХ МОРФОТИПОВ ГОРОХА ПРИ ОБРАБОТКЕ СТИМУЛЯТОРОМ РОСТА

О.П. Орешникова, младший научный сотрудник
Е.В. Кожухова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

Красноярский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства – Федеральный исследователь-
ский центр Красноярский научный центр СО РАН,
Красноярск, Россия

E-mail: elena.kojuhova@yandex.ru

Ключевые слова: горох, всхо-
жесть, сорта, селекционные об-
разцы, гумат натрия, морфоти-
пы, семена

Реферат. Для основной зернобобовой культуры – гороха – характерно многообразие морфотипов: листочковые, с усатым типом листа, хамелеоны и другие морфотипы, являющиеся как результатом селекционной работы, так и спонтанных мутаций. Актуальность темы исследования продиктована тем, что влияние действия различных факторов, в том числе обработки семян, на разные морфотипы изучено недостаточно. Для исследования были взяты шесть сортов и селекционных линий гороха посевного селекции Красноярского НИИСХ: листочковые – Радомир, Кемчуг; с усатым типом листа – Д-94, Руслан; обладающие ярусной гетерофиллией – Л-19, М-6. Целью работы было определение отзывчивости и изменчивости всхожести и энергии прорастания, а также длины проростков, учитываемых в эти периоды, разных морфотипов сортов и селекционных линий гороха посевного на обработку семян стимулятором роста. Закладка опыта проводилась в трех повторностях с обработкой стимулятором роста – гуматом натрия – и трех повторностях контрольного варианта – без обработки. Учеты длины проростков, энергии прорастания и всхожести проводили на 4-й и 8-й день соответственно. В результате исследований выявлено, что обработка семян гороха посевного увеличивает энергию прорастания на 2,28% и снижает её вариацию на 0,55%. Большей отзывчивостью на обработку обладают образцы морфотипа хамелеон. Изменчивость коэффициента вариации энергии прорастания гороха посевного разных морфотипов как с обработкой, так и без неё незначительна – менее 10%. Обработка стимулятором позволяет увеличить длину проростков на 6,34%, но не влияет отдельно на морфотипы, прирост длины при обработке является индивидуальным для каждого образца. Изменение вариабельности длины проростков контрольных и обработанных образцов является незначительным и индивидуальным для каждого образца, однако по всему опыту снижается: на 4-й день с 1,63 до 1,36, на 8-й – с 0,98 до 0,95%. При определении всхожести выявлено, что обработка семян гороха посевного стимулятором роста увеличивает её на 3,78%. Прибавка, скорее, является индивидуальной реакцией каждого образца и слабо зависит от морфотипа.

GERMINATION ENERGY AND GERMINATION OF DIFFERENT PEA MORPHOTYPES WHEN TREATED WITH A GROWTH STIMULANT

O.P. Oreshnikova, Junior Researcher**E.V. Kozhukhova**, PhD in Agricultural Sciences, Leading Researcher**Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture - Federal Research Centre Krasnoyarsk Scientific Center SB RAS, Krasnoyarsk, Russia**

Key words: peas, germination, varieties, breeding samples, sodium humate, morphotypes, seeds.

Abstract. The main legume crop, pea, is characterised by various morphotypes: leafy, whiskered, chameleon and other morphotypes. These morphotypes are the result of both selection work and spontaneous mutations. The relevance of the research topic is the effect of various factors, including seed treatment, on the different morphotypes. Six varieties and breeding lines of pea sown by Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture were taken for the study: leafy - Radomir, Kemchug; with the moustached leaf - D-94, Ruslan; and having longitudinal heterophyllia - L-19, M-6. This work aims to determine the responsiveness and variability of germination and germination energy, as well as seedling length, recorded during these periods, of different morphotypes of pea varieties and breeding lines to seed treatment with a growth stimulant. The experiment was set up in three replications with the growth stimulant treatment - sodium humate - and three repetitions of the control variant - without remedy. Measurements of seedling length, germination energy and germination were carried out on the 4th and 8th day, respectively. The research revealed that the treatment of pea seeds increased the germination energy by 2,28% and reduced its variation by 0,55%. Chameleon morphotype samples are more responsive to treatment. The variability of the coefficient of variation of the germination energy of pea plants of different morphotypes with and without treatment is less than 10%. Stimulant treatment increases the length of seedlings by 6.34% but does not affect the morphotypes separately. The increase in size at treatment is individual for each sample. The variability of variation in the length of seedlings of control and treated examples is insignificant and unique for each model. But this variability in size decreases throughout the experiment: on the 4th day from 1.63 to 1.36, on the 8th day from 0.98 to 0.95%. In determining the germination rate, it was found that the treatment of pea seeds with a growth stimulant increases it by 3.78%. The growth gain is an individual response of each specimen and is weakly dependent on the morphotype.

Горох посевной является очень важной культурой, выращиваемой во всем мире в течение долгого времени [1]. Продукты, обогащенные гороховым белком, имеют высокие питательные свойства [2]. Белок гороха и его гидролизаты обладают такими полезными для здоровья человека качествами, как антиоксидантное, антигипертензивное и регулирующее работу кишечных бактерий действие. Его белковые компоненты обычно считаются гипоаллергенными. Многие исследования подтверждают, что регулярное потребление гороха имеет потенциал для снижения риска развития некоторых хронических заболеваний [3–5].

Создание более технологичных и продуктивных сортов гороха может помочь решить проблему недостатка белка в рационе всех слоев населения [6, 7]. Увеличение площадей посевов гороха в полевых севооборотах является насущной необходимостью [8].

Для гороха характерно многообразие морфотипов [9–11]. Различные генотипы (сорта) растений по-разному реагируют на одинаковые условия [12].

Одним из важнейших факторов, формирующих высокую продуктивность и устойчивость сортов, является качество семян, которое определяется начиная с их формирования на материнском растении и заканчивая посевом [13, 14]. Исследования многих ученых

демонстрируют сильную зависимость урожайности от скорости начального развития и состояния семян. Энергичное развитие проростка обеспечивает более быстрый переход на корневое питание, уход от неблагоприятных условий среды прорастания и возможных болезней [15]. Медленный начальный рост в числе прочего обуславливает низкую продуктивность культуры гороха в дальнейшем [16].

Использование стимуляторов роста для обработки семян даёт возможность вмешиваться в естественный процесс развития растений для получения максимально возможной продуктивности для каждого конкретного сорта [17]. С помощью стимуляторов можно регулировать многие процессы, происходящие в агроценозе [18].

В последние несколько лет в мире возрастает интерес к биоактивным веществам гуматного типа, одним из которых является гумат натрия, стимулирующий рост и развитие семян [19]. Исследованиями О.С. Безугловой [20] доказано, что обработка семян овощных культур гуматом натрия повышает их всхожесть на 7–9% [20]. Многолетние исследования по предпосевной обработке семян гороха гуматом натрия показывают различное влияние на качество зерна и урожайность сортов гороха с разной архитектоникой листового аппарата. М.Т. Голопятовым [21] было установлено, что сорта с ярусной гетерофиллией наиболее сильно реагируют на обработку.

Таким образом, сорта гороха с различным генотипом могут по-разному реагировать на действие стимуляторов роста, поэтому необходимо оценивать целесообразность применения препаратов для каждого отдельного морфотипа.

Цель исследований – определить отзывчивость и изменчивость энергии прорастания и всхожести разных морфотипов сортов и селекционных линий гороха посевного Красноярского НИИСХ на обработку семян стимулятором роста.

При этом необходимо решить следующие задачи:

- определить энергию прорастания и всхожесть как отдельных образцов, так и морфотипов;
- выявить изменение энергии прорастания и всхожести для разных морфотипов под действием стимулятора роста;
- определить длину проростков для обработанных и необработанных семян разных образцов и морфотипов гороха в разные сроки - на 4-й и 8-й день;
- определить варьирование длины проростков с обработкой стимулятором роста и без неё.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Опыты проводились в лаборатории селекции гороха КрасНИИСХ на шести образцах гороха посевного собственной селекции,

Таблица 1

Образцы гороха посевного, используемые в опыте
Samples of sown peas used in the experiment

Образец, сорт	Происхождение	Морфотип
Радомир	(П-2332 х М-239) х (М-239 х П-2332) П-2332 = (Торсдаг х Уладовский 303) х Красноярский кормовой. М-239 = е-489 (отбор из польского образца) х Красноуфимский 70	Листочковый
Кемчуг	[(Ровар х Рамонский 77) х Неосыпающийся 1] х Олраунд	Листочковый
Руслан	Содружество (к-8350) х Радомир	Усатый
Д-94	Aligo × Кемчуг	Усатый
Л-19	ТМ 09-76 × Яхонт	Хамелеон
М-6	ТМ 09-76 × Яхонт	Хамелеон

из которых Радомир, Руслан, Кемчуг являются сортами, районированными по 11 регионам, а Л-19, М-6, Д-94 – селекционными образцами (табл. 1). В создании селекционного образца Д-94 в качестве отцовской линии выступал Кемчуг, а в качестве материнской – сорт шведской селекции Aligo. Для создания образцов с ярусной гетерофиллией Л-19 и М-6 был использован образец тюменской селекции (НИИСХ Северного Зауралья) ТМ 09-76 и сорт с усатым типом листа Яхонт селекции Красноярского НИИСХ.

Семена закладывали по 100 шт. в трёх повторностях для каждого сорта с обработкой и без обработки стимулятором роста. Обработку проводили посредством замачивания семян в течение 24 ч перед закладыванием опыта приготовленным раствором гумата натрия в расчёте 6,5 мл препарата на 10 л воды. Контрольные образцы замачивали в отстоянной воде без добавления стимулятора роста.

Гумат натрия представляет собой очищенную от примесей соль гуминовой кислоты, использующуюся в качестве стимулятора роста для опрыскивания семян, посевов, замачивания клубней и черенков.

Проращивание осуществляли в растильнях на ложе из увлажненного песка, в темноте, при средней температуре окружающей среды 22°C. Увлажнение производили по мере высыхания песка с ежедневным контролем.

В ходе опыта проводили оценку энергии прорастания и всхожести, а также длины всех проростков на 4-е и 8-е сутки обработанных и необработанных (контроль) семян.

Математическую обработку данных проводили с помощью программ Excel и SNEDECOR. Коэффициент вариации (V, %) и ошибку коэффициента корреляции рассчитывали по методике Б.А. Доспехова [22].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести, отклонение от среднего

арифметического не превышало допустимого расхождения.

Коэффициент вариации во всех случаях был незначительным, т.е. не превышал 10% ($R = 4,34 - 1,6$), влияние на его изменение показателей образцов было индивидуальным. Например, у Радомира вариация снизилась (на 1,04%), но у Кемчуга увеличилась (на 0,21%). В среднем же по выборке наблюдалось снижение разброса вариации показателей энергии прорастания после обработки гуматом натрия (на 0,55%). Сопряженность показателей коэффициента вариации до и после обработки была средней – сильной (коэффициент корреляции $r \pm S_r = 0,77 \pm 0,19$).

Максимальную прибавку энергии прорастания при обработке препаратом по сравнению с контролем показали селекционные образцы, обладающие ярусной гетерофиллией – Л-19, М-6: 3,33% при $HCP_{0,5}$ 3,28; коэффициент вариации у этих образцов после обработки значительно снизился: на 1,00%, тогда как у листочковых образцов на 0,41, а у усатых – на 0,24% (табл. 2).

При измерении длины проростков на 4-й день выявилось, что у всех образцов, подверженных обработке стимулятором роста гуматом натрия, наблюдался больший прирост по сравнению с контролем – семенами без обработки.

Было выявлено, что прибавка длины проростков обработанных гуматом образцов по отношению к контролю была индивидуальна, разницы по морфотипам не наблюдалось. Прирост длины после обработки как по всему опыту, так и по отдельным морфотипам составил 0,13 см, или 6,34%.

Несмотря на то, что селекционные образцы Д-94, Л-19, М-6 относятся к короткостебельным, а Кемчуг и Руслан – к среднестебельным, на длине проростков на момент учета энергии прорастания это никак не отразилось – показатели длины проростков короткостебельных образцов в ряде случаев были больше, чем у среднестебельных (рис. 1).

Сопряженность показателей длины проростков до и после обработки была сильной: коэффициент корреляции $0,99 \pm 0,04$, из чего

Таблица 2

Энергия прорастания образцов
Germination energy of samples

Морфотипы, образцы	Контроль		С обработкой		Увеличение энергии прорастания, %
	Энергия прорастания, %	V, %	Энергия прорастания, %	V, %	
Радомир	92,00	3,92	92,00	2,88	0
Кемчуг	82,67	3,89	85,67	4,10	3,00
Листочковый морфотип					1,5
Руслан	83,00	2,41	84,67	2,46	1,67
Д-94	76,67	2,72	79,00	2,19	2,33
Усатый морфотип					2,00
Л-19	90,67	2,30	95,33	1,60	4,67
М-6	80,67	4,34	82,67	3,04	2,00
Морфотип хамелеон					3,33
По всем образцам, среднее					2,28
НСР _{0,5}	5,04		4,31		3,28

следует, что обработка оказывала синхронное воздействие на все образцы.

Коэффициент вариации длины проростков как до обработки, так и после неё был незначительным и его изменение для каждого образца было индивидуальным. До обработки гуматом натрия коэффициент вариации находился в пределах от 0,32 (Д-94) до 3,17%

сле обработки стимулятором роста всхожесть образцов увеличилась – по всему опыту прибавка составила 3,78% при НСР_{0,5}=3,68. При отдельном анализе морфотипов выявлено, что прибавку, превышающую НСР_{0,5}, показал листочковый морфотип, но в данном случае стоит отметить значительный вклад отдельно взятого образца Д-94, отзывчивость на при-

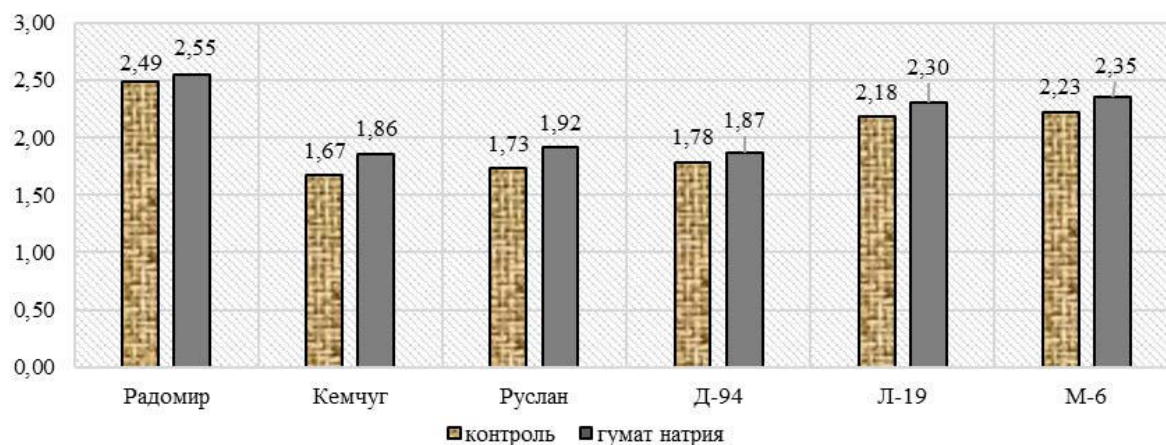


Рис. 1. Длина проростков при определении энергии прорастания на 4-й день (НСР_{0,5}=0,06)
 Germination length when determining germination energy at day 4 (NSR_{0,5}=0.06)

(Кемчуг), а после обработки изменялся от 0,60 (Радомир) до 2,42% (М-6). В целом по опыту показатель коэффициента вариации снизился после обработки с 1,63 до 1,36%.

При определении всхожести семян гороха посевного на 8-й день выявлено, что по-

менение стимулятора у которого оказалась максимальной – 7%. Если у листочковых и усатых образцов колебания в разнице показателей всхожести были значительными, то у морфотипа хамелеон значительных скачков не наблюдалось.

Таблица 3

Всхожесть образцов на 8-й день
Germination of samples on day 8

Морфотипы, образцы	Контроль		С обработкой		Увеличение всхожести, %
	Всхожесть, %	V, %	Всхожесть, %	V, %	
Радомир	92,33	2,25	94,00	2,13	1,67
Кемчуг	86,00	1,16	91,33	1,67	5,33
Листочковый морфотип					3,50
Руслан	86,33	3,34	88,00	1,53	1,67
Д-94	80,00	2,50	87,00	4,10	7,00
Усатый морфотип					4,33
Л-19	91,33	3,34	94,33	2,30	3,00
М-6	83,00	1,20	87,00	5,75	4,00
Морфотип хамелеон					3,5
По всем образцам, среднее					3,78
НСР _{0,5}	3,8		5,27		3,68

Во всех случаях мера относительного разброса величины – коэффициент вариации был незначительным и колебался в пределах от 1,20 до 5,75% (М-6 до обработки и с обработкой). Синхронного действия на вариабельность всхожести препарат не оказывал, коэффициент вариации в некоторых случаях увеличился, в некоторых – уменьшился, коэффициент корреляции показателей без обработки и с обработкой препаратом был слабо отрицательным ($-0,17 \pm 0,31$). Увеличение вариабельности всхожести с обработкой было

Значительным увеличением всхожести и при этом минимальным коэффициентом вариации как контроля, так и обработанного образца характеризовался листочковый сорт Кемчуг (табл. 3).

Длина проростков обработанных стимулятором образцов на момент определения всхожести (8-е сутки) во всех случаях достоверно превышала контроль. Разница составляла от 0,28 (Радомир, М-6) до 0,49 см (Кемчуг). Большой разницы по морфотипам также не наблюдалось: для листочковых – 0,39, для

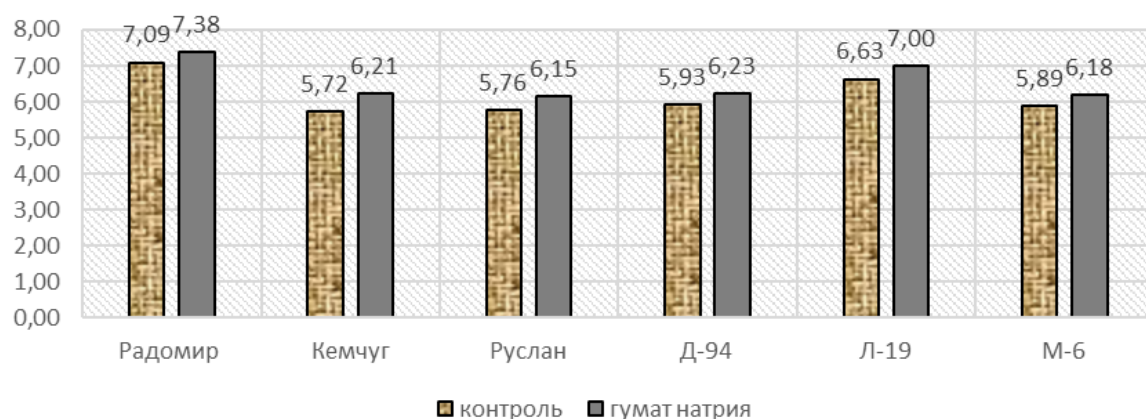


Рис. 2. Длина проростков при определении всхожести на 8-й день (НСР_{0,5}=0,25)
 Germination length when determining germination at day 8 (NDSR_{0,5}=0,25)

характерно для усатого короткостебельного образца Д-94 (1,6%) и хамелеона М-6 (4,55) при среднем увеличении по выборке с 2,30 до 3,03% (+0,73).

образцов с усатым типом листа – 0,34 и для хамелеонов – 0,33 при НСР_{0,5} = 0,25, прибавка в увеличении длины проростков после обра-

ботки была индивидуальной для каждого образца.

В целом по опыту у обработанных образцов по отношению к контролю прибавка в изменении длины проростков составила 0,35 см, или 5,73%.

Закономерности в приросте у длины проростков среднестебельных и короткостебельных образцов также не выявлено – у среднестебельного образца Радомир прирост длины был минимальным – 0,28 см (рис. 2).

Варьирование длины проростков по повторностям на 8-й день во всех случаях было незначительным и не превышало 2%, в результате чего рассматривать отдельно образцы и морфотипы по изменению данного показателя считаем нецелесообразным. Снижение коэффициента вариации обработанных образцов также имело место, но было минимальным – с 0,98 до 0,95%.

Таким образом, в ходе исследования выявлено, что стимулятор роста гумат натрия увеличивает энергию прорастания и всхожесть семян гороха посевного.

Большой отзывчивостью на обработку при учете энергии прорастания обладают образцы морфотипа хамелеон. При учете всхожести реакция на обработку, скорее, была индивидуальной для образцов. В целом стимулятор роста увеличивает длину проростков, однако разницы в его действии на разные морфотипы обнаружено не было, т.к. оно являлось индивидуальным для каждого образца.

ВЫВОДЫ

1. Обработка стимулятором роста гумат натрия увеличивала энергию прорастания семян гороха посевного на 2,28% и снижала её вариабельность на 0,55%. Более значительным изменениям были подвержены образцы гетерофильного морфотипа: +3,33% и -1,00% соответственно.

2. Обработка семян увеличивает всхожесть на 3,78%. Прибавка, скорее, являлась индивидуальной реакцией каждого образца и слабо зависит от морфотипа. Наибольшей прибавкой характеризовался короткостебельный образец с усатым типом листа Д-94, меньшим коэффициентом вариации и при этом значительным увеличением всхожести при обработке характеризовался сорт Кемчуг.

3. Обработка препаратом позволила увеличить длину проростков на 4-е сутки на 6,34%, на 8-е сутки – на 0,35 см, или 5,73%, но влияние морфотипов не выявлено, реакция была специфичной у каждого образца.

4. Изменение вариабельности длины проростков без обработки и с обработкой при учете энергии прорастания было незначительным и индивидуальным для каждого отдельного образца, однако по всему опыту снизилось с 1,63 до 1,36%. Длина проростков при определении всхожести образцов гороха также увеличивается при обработке гуматом натрия и незначительно снижается коэффициент вариации – с 0,98 до 0,95 %.

Авторы выражают благодарность за помощь в проведении опытов биологу Ростиславу Руслановичу Пономаренко.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Mutation and variability studies in M2 generation of field pea (*Pisum sativum*) under foot hills of Manipur* / T.H. Nepolian, M.S. Jeberson, M. Kumar [et al.] // International Journal of Chemical Studies. – 2019. – Vol. 7 (1). – P. 754–758.
2. *Hydrolysed pea proteins mitigate in vitro wheat starch digestibility* / N. Lopez-Baron, D. Sagnelli, A. Blennow [et al.] // Food Hydrocolloids. – 2018. – Vol. 79. – P. 117–126.
3. *Structural and functional characterization of yellow field pea seed (*Pisum sativum* L.) protein-derived antihypertensive peptides* / R.E. Aluko, A.T. Girih, R. He [et al.] // Food Research International. – 2015. – Vol. 77. – P. 10–16.

4. *Burger T.G., Zhang Y.* Recent progress in the utilization of pea protein as an emulsifier for food applications // *Trends in Food Science & Technology*. – 2019. – Vol. 86. – P. 25–33.
5. *Identification of angiotensin converting enzyme 2 (ACE2) up-regulating peptides from pea protein hydrolysate / W. Liao, H.B. Fan, P. Liu, J.P. Wu* // *Journal of Functional Foods*. – 2019. – Vol. 60.
6. *Зернобобовые культуры – важный фактор устойчивого экологически ориентированного сельского хозяйства / В.И. Зотиков, Т.С. Наумкина, Н.В. Грядунова, В.С. Сидоренко, В.В. Наумкин* // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2016. – № 1. – С. 6–13.
7. *Зотиков В.И.* Отечественная селекция зернобобовых и крупяных культур // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2020. – №3 (35). – С. 12–19.
8. *Елисеева Н.С., Банкрутенко А.В.* Урожайность и содержание тяжелых металлов в зерне гороха // *Вестник НГАУ*. – 2017. – № 1. – С. 49–55.
9. *Перспективные морфотипы гороха / А.М. Задорин, В.Н. Уваров, А.Н. Зеленев, А.А. Зеленев* // *Земледелие*. – 2014. – № 4. – С. 24–25.
10. *Первые результаты создания сортов морфотипа хамелеон / А.Н. Зеленев, А.М. Задорин, А.А. Задорин, А.А. Зеленев* // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2018. – № 2 (26). – С. 10–17.
11. *Кожухова Е.В.* Анализ различных морфотипов гороха по полеганию в Красноярской лесостепи // *Научная жизнь*. – 2020. – Т. 15, вып. 7. – С. 932–940.
12. *Сапега В.А.* Взаимодействие генотип–среда и оценка сортов гороха по интенсивности и параметрам адаптивности // *Известия СПбГАУ*. – 2016. – № 42. – С. 31–36.
13. *Ерохин А.И.* Эффективность использования биологических препаратов в предпосевной обработке семян и вегетирующих растений зернобобовых культур // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2016. – №3 (19). – С. 48–52.
14. *Алексейчук Г.Н., Лиман Н.А.* Физиологическое качество семян сельскохозяйственных культур и методы его оценки. – Минск: Право и экономика, 2005. – 48 с.
15. *Степанова Л.П., Стародубцев В.Н., Степанова Е.И.* Экологическая эффективность использования предпосевной обработки семян водными вытяжками из горных пород и вермикомпостов // *Вестник ОрелГАУ*. – 2010. – № 5. – С. 49–53.
16. *Чмелева С.И., Кучер Е.Н., Ситник М.И.* Стимулирующее влияние препарата Циркон на прорастание семян гороха // *Ученые записки Крымского Федерального университета им. В.И. Вернадского. Биология. Химия*. – 2015. – № 1 (67). – С. 174–182.
17. *Голопятов М.Т.* Влияние биологически активных веществ и микроудобрений на повышение и стабилизацию урожая зерна гороха // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2015. – №1 (13). – С. 25–29.
18. *Митрофанов Д.В., Кафтан Ю.В.* Влияние сорных растений и аммофоса на выход зерна гороха в степной зоне Южного Урала // *Вестник НГАУ*. – 2020. – № 4. – С. 35–45.
19. *Биостимулирующие и физико-химические свойства гумата натрия / Е.П. Кондратенко, А.С. Сухих, Н.В. Вербицкая, О.М. Соболева* // *Химия растительного сырья*. – 2016. – № 3. – С. 109–118.
20. *Безуглова О.С.* Удобрения и стимуляторы роста. – Ростов-н/Д: Феникс, 2000. – С. 211–217.
21. *Голопятов М.Т.* Влияние биологически активных веществ и микроудобрений на продуктивность и качество зерна сортов гороха с разной архитектурой листового аппарата // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2018. – № 3(27). – С. 16–21.
22. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 6-е, перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 2011. – 351 с.

REFERENCES

1. Nepolian T.H., Jeberson M.S., Kumar M., Singh N.B., Shashidhar K.S., Sharma P.H.R., Mutation and variability studies in M2 generation of field pea (*Pisum sativum*) under foot hills of Manipur, *International Journal of Chemical Studies*, 2019, Vol. 7 (1), pp. 754–758.
2. Lopez-Baron N., Sagnelli D., Blennow A., Holse M., Gao J., Saaby L., Vasanthan T., Hydrolysed pea proteins mitigate in vitro wheat starch digestibility, *Food Hydrocolloids*, 2018, Vol. 79, pp. 117–126.
3. Aluko R.E., Girih A.T., He R., Malomo S., Li H., Offengenden M., Wu J., Structural and functional characterization of yellow field pea seed (*Pisum sativum* L.) protein-derived antihypertensive peptides, *Food Research International*, 2015, Vol. 77, pp. 10–16.
4. Burger T.G., Zhang Y., Recent progress in the utilization of pea protein as an emulsifier for food applications, *Trends in Food Science & Technology*, 2019, Vol. 86, pp. 25–33.
5. Liao W., Fan H.B., Liu P., Wu J.P., Identification of angiotensin converting enzyme 2 (ACE2) up-regulating peptides from pea protein hydrolysate, *Journal of Functional Foods*, 2019, Vol. 60.
6. Zotikov V.I., Naumkina T.S., Gryadunova N.V., Sidorenko V.S., Naumkin V.V., *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, No. 1, pp. 6–13. (In Russ.)
7. Zotikov V.I., *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, No. 3 (35), pp. 12–19. (In Russ.)
8. Eliseeva N.S., Bankrutenko A.V., *Vestnik NSAU*, 2017, No. 1, pp. 49–55. (In Russ.)
9. Zadorin A.M., Uvarov V.N., Zelenov A.N., Zelenov A.A., *Zemledelie*, 2014, No. 4, pp. 24–25. (In Russ.)
10. Zelenov A.N., Zadorin A.M., Zadorin A.A., Zelenov A.A., *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, No. 2 (26), pp. 10–17. (In Russ.)
11. Kozhukhova E.V., *Nauchnaya zhizn'*, 2020, T. 15, vol. 7, pp. 932–940. (In Russ.)
12. Sapega V.A. *Izvestia SPbGAU*, 2016, No. 42, pp. 31–36. (In Russ.)
13. Erokhin A.I., *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, No. 3 (19), pp. 48–52. (In Russ.)
14. Alekseychuk G.N., Liman N.A., *Fiziologicheskoe kachestvo semyan sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i metody ego otsenki* (Physiological quality of seeds of agricultural crops and methods for its assessment), Minsk: Pravo i ekonomika, 2005, 48 p.
15. Stepanova L.P., Starodubtsev V.N., Stepanova E.I., *Vestnik OrelGAU*, 2010, No. 5, pp. 49–53. (In Russ.)
16. Chmeleva S.I., Kucher E.N., Sitnik M.I., Uchenye zapiski Krymskogo Federal'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. *Biologiya. Khimiya*, 2015, No. 1 (67), pp. 174–182. (In Russ.)
17. Golopyatov M.T., *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2015, No. 1 (13), pp. 25–29. (In Russ.)
18. Mitrofanov D.V., Kaftan Yu.V., *Vestnik NGAU*, 2020, No. 4, pp. 35–45. (In Russ.)
19. Kondratenko E.P., Sukhikh A.S., Verbitskaya N.V., Soboleva O.M., *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2016, No. 3, pp. 109–118. (In Russ.)
20. Bezuglova O.S., *Udobreniya i stimulyatory rosta* (Fertilizers and growth stimulants), Rostov na Donu: Phoenix, 2000, pp. 211–217.
21. Golopyatov M.T., *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, No. 3 (27), pp. 16–21. (In Russ.)
22. Dospekhov B.A., *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* (Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results)), Moscow: Agropromizdat, 2011, 351 p.