

ВЛИЯНИЕ ГТК ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА НА ВЫСОТУ РАСТЕНИЙ ГОРОХА И ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ К ПОЛЕГАНИЮ

¹Е.В. Кожухова, кандидат сельскохозяйственных наук

¹Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН», Красноярск, Россия

E-mail: elena.kojuhova@yandex.ru

Ключевые слова: горох, длина растений, устойчивость к полеганию, гидротермический.

Реферат. В процессе селекционной работы с культурой *Pisum sativum* L. было замечено, что одни и те же образцы в разные годы могут принадлежать к разным градациям классификации растений по длине стебля. Устойчивость к полеганию (УКП) образцов в контрастные по условиям тепло- и влагообеспечению годы также может иметь разные оценки. В связи с чем целью исследований являлось выявление зависимости высоты растений и устойчивости к полеганию гороха от гидротермического коэффициента (ГТК) вегетационного периода. Исследования проводились в 2019–2023 гг. в лесостепи Красноярского края, в питомнике конкурсного сортоиспытания лаборатории селекции гороха Красноярского НИИСХ. Почва участка представлена черноземом обыкновенным среднесиловым, среднегумусным с нейтральной кислотностью. Для исследования были взяты 8 образцов гороха посевного собственной селекции. Образцы располагались систематическим методом в четырехкратной повторности, площадь делянок 15 м². В ходе исследований выявлено, что для объективной характеристики образцов гороха по длине стебля и его устойчивости к полеганию необходимо учитывать ГТК вегетационного периода, так как различие между длинами растений в разные по ГТК вегетационного периода годы может изменяться в 2 раза. Длина растений существенно зависела от гидротермического коэффициента вегетационного периода, отдельно по месяцам вегетационного периода выявлено, что наиболее сильная прямая корреляция характерна для августа $r \pm S_r = 0,88 \pm 0,08$. Максимальное полегание образцов было отмечено при избыточно увлажненном вегетационном периоде, минимальное – при засушливом, разница в оценке при этом могла достигать одного балла. Максимальное влияние увеличение ГТК оказывало на снижение устойчивости к полеганию полукарликовых образцов и всей выборки, среднестебельные образцы проявляли среднюю степень зависимости. При анализе по месяцам вегетационного периода наибольшее влияние на снижение устойчивости растений к полеганию имел ГТК августа $r \pm S_r = -0,95 \pm 0,18$, $p = -0,75$.

INFLUENCE OF HTC OF THE GROWING PERIOD ON THE HEIGHT OF PEAS PLANTS AND THEIR RESISTANCE TO LODGING

E.V. Kozhukhova, Ph.D. in Agriculture Sciences

Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture - Federal Research Center "Krasnoyarsk Scientific Center SB RAS", Krasnoyarsk, Russia

E-mail: elena.kojuhova@yandex.ru

Keywords: peas, plant length, resistance to lodging, hydrothermal coefficient (HTC), short stemness.

Abstract. In the process of breeding work with the *Pisum sativum* L. it was noticed that the same samples in different years may belong to different gradations of plant classification according to stem length. Resistance to lodging (RL) of samples in years with contrasting heat and moisture conditions may also have different estimates. In this connection, the purpose of the research was to identify the dependence of plant height and resistance to lodging of peas on the hydrothermal coefficient (HTC) of the growing season. The research was carried out in 2019 - 2023 in the forest-steppe of the Krasnoyarsk Territory, in the competitive variety testing nursery of the pea breeding laboratory of the Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture. The soil of the site is represented by ordinary chernozem of medium thickness, medium humus with neutral acidity. For the study, 8 samples of self-selected peas were taken. Samples were arranged in a systematic manner in quadruplicate, the plot area being 15 m². During the research, it was revealed that in order to objectively characterize pea samples by stem length and its resistance to lodging, it is necessary to take into account the HTC of the growing season, since the differences between the lengths of plants in years of different HTC of the growing season can change by 2 times. The length of plants depended significantly on the hydrothermal coefficient of the growing season; separately for the months of

the growing season, it was revealed that the strongest direct correlation is typical for August $r \pm Sr = 0.88 \pm 0.08$. The maximum lodging of samples was noted during an excessively humid growing season, the minimum during a dry one, the difference in the assessment could reach one point. An increase in HTC had the maximum effect on reducing the resistance to lodging of semi-dwarf samples and the entire sample; medium-sized samples showed an average degree of dependence. When analyzed by month of the growing season, the greatest influence on the decrease in plant resistance to lodging had the August HTC $r \pm Sr = -0.95 \pm 0.18$, $p = -0.75$.

Горох является наиболее распространенной зернобобовой культурой в России. Одним из приоритетных направлений в селекционной работе с культурой, помимо ее продуктивности, является ее технологичность – пригодность сортов к механизированной уборке, главным критерием которой является устойчивость сортов к полеганию (УКП). Устойчивыми к полеганию, как правило, являются образцы с укороченным стеблем [1, 2]. Такая тенденция по устойчивости к полеганию актуальна и для других культур [3]. Короткостебельные образцы, обладая большей устойчивостью к полеганию более технологичны и перспективны для использования в производстве, чем среднестебельные [4].

В процессе ведения селекционной работы с культурой горох было замечено, что одни и те же образцы в разные годы могут принадлежать к разным градациям классификации растений по длине их стебля, устойчивость к полеганию образцов может иметь в разные годы также разные оценки. Многолетнее изучение селекционного материала позволяет проследить и выявить закономерности проявления признака «высота растения» и соотнести их с условиями выращивания [5, 6]. Выявление взаимодействия таких факторов, как генотип и среда является важным фактором селекционной работы [7].

Установлено, что на высоту растений и их устойчивость к полеганию оказывают влияние различные факторы, даже такие, как вносимые удобрения [8]. Кроме того, было выявлено, что на полегание образцов гороха разных морфотипов значительное влияние оказывают вес семян с растения и вес зеленой массы растений [9].

Ранее исследована и доказана зависимость урожайности зерна от складывающихся погодных условий [10–13], но влияние тепло- и влагообеспеченности вегетационного периода на технологичность (устойчивость к полеганию и длину растений) исследовано недостаточно. Так как в практике были случаи, когда переда-

ваемый на сортоиспытание образец показывал устойчивость к полеганию на уровне 4–5 баллов, а в годы испытания 3 балла, то возникла необходимость выявить взаимосвязь высоты растений образцов гороха и их устойчивости к полеганию от тепло- и влагообеспечения вегетационного периода.

Цель исследования: выявление зависимости высоты растений и УКП гороха от тепло- и влагообеспеченности вегетационного периода.

Задачи исследования:

- выявить влияние ГТК вегетационного периода на высоту образцов гороха;
- проанализировать зависимость УКП образцов гороха от ГТК.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в 2019–2023 гг. в лесостепи Красноярского края, на полях Красноярского НИИСХ, расположенных в д. Минино, в питомнике конкурсного сортоиспытания лаборатории селекции гороха Красноярского НИИСХ. Почва участка представлена черноземом обыкновенным среднесиловым, среднегумусным, тяжелосуглинистым с нейтральной кислотностью.

Для исследования были взяты 8 образцов гороха посевного собственной селекции. Образцы располагались систематическим методом в четырехкратной повторности, площадь делянок 15 м².

Оценка длины растений и устойчивости к полеганию образцов проводилась по методике Госсортосети [14], согласно которой неполегающие сорта оцениваются в 5 баллов; полегшие в слабой степени – 4 балла; средняя степень полегания – 3 балла; сильно полегшие сорта, затрудняющие уборку, – 2 балла; сильно полегшие сорта, непригодные к машинной уборке, – 1 балл. При оценке полегания проводили округление до целого значения согласно общепринятым правилам.

При градации образцов гороха по длине стебля использовалась классификация Макашовой, согласно которой к низкорослым (карликовым формам) относятся образцы с длиной стебля ниже 51 см, к полукарликовым формам – образцы с длиной стебля 51–80 см. Некарликовые растения: 81–150 см – среднерослый, 151–300 – высокорослые [15].

Двухфакторный дисперсионный анализ полученных данных проведен в программе Snedecor. Корреляционные индексы рассчитывались в программе Excel, ошибка корреляции и ее интерпретация проведена по методике Доспехова [16].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Гидротермический коэффициент существенно изменялся по годам и месяцам вегетационных периодов. К засушливым относились условия вегетационных периодов 2019 и 2023 гг., к условиям умеренного увлажнения – период 2022 г., избыточного увлажнения – 2020 и 2021 гг.

Во все годы минимальным ГТК был в мае, все остальные месяцы вегетационного периода наиболее увлажненного 2020 г., характеризовались как избыточно увлажненные, самого засушливого 2023 г. – как засушливые. В остальные годы показатели ГТК по месяцам изменялись (табл. 1).

Таблица 1

ГТК по месяцам и годам вегетационного периода
State Customs Committee by months and years of the growing season

Месяц	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Май	0,06	0,38	0,13	0,38	1,59
Июнь	0,80	1,85	2,72	1,36	0,64
Июль	1,40	1,86	0,79	0,89	0,78
Август	0,76	1,45	1,15	1,46	0,76
За вегетационный период	0,90	1,46	1,34	1,04	0,82
Общая характеристика вегетационного периода по ГТК	Засушливый	Избыточного увлажнения	Избыточного увлажнения	Умеренного увлажнения	Засушливый

Все образцы по результатам пятилетних исследований делились на две группы: среднерослые – длина растений 81–150 см (Радомир, Яхонт, Ж-55, Ж-58) и короткостебельные или полукарликовые – длина растений 51–81 см. Отмечено, что длина растений была максимальной в год избыточного увлажнения – 2020-й, для этого года максимальное увлажнение было характерно в июне, июле и августе – среднестебельные образцы проявляли себя как длинностебельные, а полукарликовые – как среднестебельные, что подчеркивает необходимость учета гидротермического коэффициента для отнесения сортов к разным по длине растений группам. В 2021 г., также избыточно увлажненном, несмотря на то, что июнь был избыточно увлажнен (ГТК = 2,72), июль был засушливым

(ГТК = 0,79), в результате чего длина растений существенно уступала показателям 2020 г., а по среднерослым образцам в среднем уступала показателям умеренно увлажненного 2021 г.

В засушливые года, 2019 и 2023 гг. длина образцов была минимальной: некоторые среднестебельные образцы по градации относились к полукарликам, а полукарликовые образцы показывали себя как низкорослые. Так, в засушливом 2023 г. длина растений среднестебельной группы в 2 раза уступала длине растений избыточно увлажненного 2020 г.: показатели 70,6 и 142,4 см соответственно, для полукарликовых среднее соотношение составило 1,8; 47,2 см в засушливый год (2023) и 87,1 см в максимально увлажненный (2020) (табл. 2).

Таблица 2

Высота образцов гороха по годам, см
Height of samples by year, cm

Образец гороха	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее	Характеристика образца по высоте растений
Радомир	100,8	153,8	110,0	128,5	75,0	113,6	Среднерослый
Яхонт	76,8	121,5	99,3	94,3	57,5	89,9	Среднерослый
Ж-55	92,5	158,8	125,0	121,3	82,5	116,0	Среднерослый
Ж-58	74,5	135,8	92,5	92,5	67,5	92,6	Среднерослый
Среднерослые	86,1	142,4	106,7	109,1	70,6	103,0	–
Красноярский 20	56,3	85,8	66,3	67,5	45,0	64,2	Полукарликовый
Д-40	50,8	84,3	79,3	71,3	47,5	66,6	Полукарликовый
И-94	50,0	77,3	71,5	60,0	43,8	60,5	Полукарликовый
Л-24	61,5	101,3	76,3	80,0	52,5	74,3	Полукарликовый
Полукарликовые	54,6	87,1	73,3	69,7	47,2	66,4	–
Среднее по всей выборке	70,4	114,8	90,0	89,4	58,9	84,7	–

Примечание. НСР₀₅ сорт 4,95. НСР₀₅ год 5,18.

Посредством проведения двухфакторного дисперсионного анализа, в котором фактор А – сорт, а фактор В – год, рассчитана доля влияния факторов в формировании длины растений, в результате чего выявлено, что влияние фактора А составило 47,89 %; а фактора В – 46,84 %, т.е. оба фактора, как генотипические особенности образца, так и складывающиеся условия выращивания, практически в равной мере влияли на длину растений. Доля одновременного взаимодействия факторов «Сорт» и «Год» А×В составила 5,27 %.

Значительная зависимость высоты растений от гидротермического коэффициента вегетационного периода подкреплена существенной положительной корреляцией показателей (по Пирсону), которая для среднерослых образцов составила $r \pm S_r = 0,90 \pm 0,25$, для короткосте-

бельных $r \pm S_r = 0,95 \pm 0,18$, по всей выборке $r \pm S_r = 0,92 \pm 0,22$.

При корреляции длины образцов всей выборки с ГТК по месяцам вегетационного периода выявлено, что сильная прямая корреляция характерна для августа: $r \pm S_r = 0,88 \pm 0,08$, средняя – для июня и июля: $r \pm S_r = 0,67 \pm 0,18$ и $r \pm S_r = 0,60 \pm 0,21$ соответственно, средняя отрицательная для мая: $r \pm S_r = -0,52 \pm 0,24$.

Так как речь идет о связи между гидротермическим коэффициентом, имеющим небольшое числовое значение, и ограниченным количеством лет, дополнительно был применен непараметрический метод определения коэффициента корреляции (по Спирмену), характеризующий взаимосвязь между рангами, который также подтвердил наличие сильной связи между ГТК и длиной растений, как для всей выборки, так и для отдельных групп (табл. 3).

Таблица 3

Сопряженность ГТК с длиной растений
Correlation of HTC with plant length

Показатель	Коэф. корреляции Пирсона r	Ошибка коэф. корреляции Пирсона S_r	Коэф. детерминации d_{yx}	Коэф. корреляции Спирмена ρ
1	2	3	4	5
<i>ГТК всего вегетационного периода и длина образцов по группам</i>				
Вся выборка	0,92	0,22	0,85	1,00
Среднерослые образцы	0,90	0,25	0,81	0,90

1	2	3	4	5
Полукарликовые образцы	0,95	0,18	0,90	1,00
<i>ГТК по месяцам вегетационного периода и всей выборки образцов</i>				
Май	-0,53	0,24	0,28	-0,10
Июнь	0,67	0,18	0,45	0,90
Июль	0,60	0,21	0,36	0,60
Август	0,88	0,08	0,77	0,61

Анализ устойчивости к полеганию образцов выявил, что наиболее полегаемыми образцы были также в избыточно увлажненном 2020 г.: для среднестебельных УКП составила 2,0 балла, для полукарликовых – 3,4 балла, тогда как в наиболее засушливом 2023 г. их УКП составила 2,5 и 3,8 баллов соответственно.

Для среднерослых образцов устойчивость к полеганию в избыточно увлажненном по ГТК 2021 г. была максимальной из-за засушливого июля и умеренно увлажненного августа.

В засушливом 2020 г. УКП, в среднем по всей выборке, практически на 1 балл превышала УКП наиболее увлажненного 2023 г. (УКП 2020 г. – 2,7 балла, 2023 г. – 3,6 балла) (табл. 4).

Таблица 4

Устойчивость к полеганию образцов гороха по годам, баллы
Resistance to lodging of pea samples by year, points

Образец гороха	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее	Характеристика образца по устойчивости к полеганию
Радомир	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	Сильнополегающий
Яхонт	3,0	3,0	3,0	2,3	3,0	2,9	Среднеполегающий
Ж-55	3,0	2,0	3,0	3,0	3,0	2,8	Среднеполегающий
Ж-58	2,0	1,0	3,0	1,8	2,0	2,0	Сильнополегающий
Среднерослые	2,5	2,0	2,8	2,3	2,5	2,4	–
Красноярский 20	4,5	3,0	3,0	3,3	4,5	3,7	Слабополегающий
Д-40	4,0	3,0	3,0	3,0	4,5	3,5	Слабополегающий
И-94	4,0	3,0	4,0	4,5	5,0	4,1	Слабополегающий
Л-24	4,5	4,5	3,0	3,5	4,5	4,0	Слабополегающий
Полукарликовые	4,3	3,4	3,3	3,6	4,6	3,8	–
Среднее по всей выборке	3,4	2,7	3,0	2,9	3,6	3,1	–

При расчете корреляционной связи между УКП всех образцов и ГТК за весь период выявлена сильная обратная линейная корреляция $r \pm S_r = -0,87 \pm 0,29$, которая подтверждена коэффициентом детерминации и коэффициентом корреляции по Спирмену. Для полукарликовых образцов гороха обратная корреляционная зависимость от ГТК была сильной ($r \pm S_r = -0,90 \pm 0,25$; $d_{yx} = 0,75$; $p = -0,90$) в то время как для среднестебельных зависимость была более слабой ($r \pm S_r = -0,28 \pm 0,55$; $d_{yx} = 0,75$; $p = -0,48$).

При анализе по месяцам более значимая линейная отрицательная зависимость наблюдалась в августе: $r \pm S_r = -0,95 \pm 0,18$. В мае корреляция средняя прямая $r \pm S_r = 0,56 \pm 0,48$, в июне – средняя обратная: $r \pm S_r = -0,69 \pm 0,41$, в июле – средняя обратная $r \pm S_r = -0,43 \pm 0,52$, однако значительная ошибка не позволяет учитывать эти результаты, в то время как коэффициент Спирмена демонстрирует наличие заметной, близкой к высокой отрицательной связи в июне и июле (табл. 5).

Сопряженность ГТК с устойчивостью образцов к полеганию
Relationship between HTC and resistance of samples to lodging

Показатель	Коэф. корреляции Пирсона r	Ошибка коэф. корреляции Пирсона S_r	Коэф. детерминации d_{xx}	Коэф. корреляции Спирмена p
<i>ГТК всего вегетационного периода и УКП образцов по группам</i>				
Вся выборка	-0,87	0,29	0,75	-0,90
Среднерослые образцы	-0,28	0,55	0,08	-0,48
Полукарликовые образцы	-0,90	0,25	0,81	-0,90
<i>ГТК по месяцам вегетационного периода и всей выборки образцов</i>				
Май	0,57	0,48	0,32	-0,10
Июнь	-0,70	0,41	0,49	-0,70
Июль	-0,43	0,52	0,19	-0,70
Август	-0,95	0,18	0,91	-0,85

ВЫВОДЫ

1. Для объективной характеристики образцов гороха по длине стебля и его устойчивости к полеганию необходимо учитывать ГТК вегетационного периода, так как различия между длинами растений в разные по ГТК вегетационного периода годы может достигать двукратного уровня.

2. Длина растений существенно зависела от гидротермического коэффициента вегетационного периода для среднерослых образцов, корреляция составила $r \pm S_r = 0,90 \pm 0,25$, для

короткостебельных $r \pm S_r = 0,95 \pm 0,18$, и по всей выборке $r \pm S_r = 0,92 \pm 0,22$.

3. Максимальное полегание было характерно при избыточно увлажненном вегетационном периоде (ГТК > 1,3), минимальное – при засушливом (ГТК 0,7–1,0). При расчете корреляционной связи между УКП и ГТК выявлена наиболее значимая отрицательная зависимость по всей выборке и для полукарликовых образцов, при анализе по месяцам наибольшее влияние на снижение устойчивости растений к полеганию имел ГТК августа $r \pm S_r = -0,95 \pm 0,18$, $p = -0,75$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зеленов А.Н., Зеленов А.А. Сто лет Орловской селекции гороха. Итоги и перспективы // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 2 (42). – С. 41–59. – DOI: 10.24412/2309–348X–2022–2–41–59.
2. Селекция гороха овощного на технологичность / И.П. Котляр, В.А. Ушаков, И.М. Кайгородова, Е.П. Пронина // Овощи России. – 2019. – № 2 (46). – С. 34–38. – DOI: 10.18619/2072–9146–2019–2–34–38.
3. Оценка короткостебельных образцов яровой пшеницы на короткостебельность и устойчивость к полеганию / Т.Ю. Таранова, А.И. Кинчаров, Е.А. Демина, О.С. Муллаянова // Успехи современного естествознания. – 2020. – № 4. – С. 48–53. – DOI: 10.17513/use.37361.
4. Кожухова Е.В. Исследование изменчивости длины растений гороха посевного в условиях Енисейской Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. № 11. – С. 11–19. – DOI: 10.53859/02352451_2021_35_11_15.
5. Изучение признака «высота растения» у озимой мягкой пшеницы в условиях южной зоны Ростовской области / А.П. Самофалов, С.В. Подгорный, О.В. Скрипка, В.Л. Чернова // Зерновое хозяйство России. – 2020. – № 2 (68). – С. 18–22. – DOI: 10.31367/2079–8725–2020–68–2–18–22.
6. Пучкова Е.В., Коробова Н.А., Коробов А.П. Продуктивность и технологичность стародавних и современных сортов гороха донской селекции // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2020. – № 1–2 (40). – С. 40–44. – DOI: 10.24411/2500–1000–2020–10057.

7. Кибальник О.П. Изменчивость основных селекционных признаков ЦМС линий сорго в зависимости от метеоусловий Саратовской области // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2023. – № 2. – С. 35–43. – DOI: 10.31677/2072-6724-2023-67-2-35-43.
8. Жогалева О.С., Стрельцова Л.Г. Высота растений и устойчивость к полеганию сортов гороха под влиянием хелатных микроудобрений // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 5 (208). – С. 31–39. – DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-31-39.
9. Кожухова Е.В. Анализ различных морфотипов гороха по полеганию в Красноярской лесостепи // Научная жизнь. – 2020. – № 7 (107). – С. 932–940. – DOI: 10.35679/1991-9476-2020-15-7-932-940.
10. Галиченко А.П., Фомина Е.М. Влияние метеорологических условий на формирование урожайности сортов сои селекции ВНИИ сои // Аграрный вестник Урала. – 2022. – № 7 (222). – С. 16–25. – DOI: 10.32417/1997-4868-2022-222-07-16-25.
11. Лысенко А.А. Урожайность сортов зернового гороха при изменении погодных условий в Приазовской зоне Ростовской области // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 2 (34). – С. 13–20. – DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11164.
12. Influence of genotype, nitrogen fertilisation and weather conditions on yield variability and grain quality in spring malting barley / V. Stupar, A. Paunovic, M. Madic [et al.] // Journal of Central European Agrocul-ture. – 2021 – № 22 (1). – P. 86–95. – DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.1.2858>.
13. Pislegina S.S., Chetvernykh A.A. Influence of weather conditions on the duration of the growth sea-son and yield of peas // Agricultural science Euro-North-East. – 2020. – № 21 (5). – P. 521–530. – DOI:10.30766/2072-9081.2020.21.5.521-530.
14. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общ. часть. – М.: Госкомиссия по сортоиспытанию с.-х. культур, 2019. – 329 с.
15. Макашева Р.Х. Зерновые бобовые культуры. Ч. 1. Горох. – Л.: Колос, 1979. – 325 с.
16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

REFERENCES

1. Zelenov A.N., Zelenov A.A., *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*, 2022, No. 2 (42), DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-41-59. (In Russ.)
2. Kotljar I.P., Ushakov V.A., Kajgorodova I.M., Pronina E.P., *Ovoshhi Rossii*, 2019, No. 2 (46), pp. 34–38, DOI: 10.18619/2072-9146-2019-2-34-38. (In Russ.)
3. Taranova T.Ju., Kincharov A.I., Demina E.A., Mullajanova O.S., *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya*, 2020, No. 4, pp. 48–53, DOI: 10.17513/use.37361. (In Russ.)
4. Kozhuhova E.V., *Dostizheniya nauki i tehniki APK*, 2021, No. 11 (35), pp. 11–19, DOI: 10.53859/02352451_2021_35_11_15. (In Russ.)
5. Samofalov A.P., Podgorniy S.V., Skripka O.V., Chernova V.L., *Zernovoe hozjajstvo Rossii*, 2020, No. 2 (68), pp. 18–22, DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-18-22. (In Russ.)
6. Puchkova E.V., Korobova N.A., Korobov A.P., *Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i estestvennyh nauk*, 2020, No. 1–2 (40), pp. 40–44, DOI: 10.24411/2500-1000-2020-10057. (In Russ.)
7. Kibal'nik O.P., *Vestnik NGAU (Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet)*, 2023, No. 2, pp. 35–43, DOI: 10.31677/2072-6724-2023-67-2-35-43. (In Russ.)
8. Zhogaleva O.S., Strel'cova L.G., *Agrarnyj vestnik Urala*, 2021, No. 05 (208), pp. 31–39, DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-31-39. (In Russ.)
9. Kozhuhova E.V., *Nauchnaja zhizn'*, 2020, No. 7 (107), pp. 932–940, DOI: 10.35679/1991-9476-2020-15-7-932-940. (In Russ.)
10. Galichenko A.P., Fomina E.M., *Agrarnyj vestnik Urala*, 2022, No. 7 (222), pp. 16–25, DOI: 10.32417/1997-4868-2022-222-07-16-25. (In Russ.)
11. Lysenko A.A., *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*, 2020, No. 2 (34), pp. 13–20, DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11164. (In Russ.)
12. Stupar V., Paunovic A., Madic M., Knezevik D., Durovik D., Influence of genotype, nitrogen fertilisation and weather conditions on yield variability and grain quality in spring malting barley, *Journal of Central European Agrocul-ture*, 2021, No. 22 (1), pp. 86–95, DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.1.2858>.

13. Pislegina S.S., Chetvertnykh A.A., Influence of weather conditions on the duration of the growth season and yield of peas, *Agricultural Science Euro-North-East*, 2020, No. 21 (5), pp. 521–530, DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.5.521-530.
14. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skhozjajstvennykh kul'tur* (The methodology of the state variety testing of agricultural), Moscow: Goskomissija po sortoispytaniju s.-h. kul'tur, 2019, 329 p.
15. Makasheva R.H., *Zernovye bobovye kul'tury. Chast' 1. Goroh*, (Legume crops. Part 1. Peas), Leningrad: Kolos, 1979, 325 p.
16. Dospehov B.A., *Metodika polevogo opyta* (The methodology of field experience), Moscow: Agropromizdat, 1985, 351 p.