

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ У РАЗЛИЧНЫХ МОРФОТИПОВ ГОРОХА ПОСЕВНОГО

Л. И. Лихачева, А. В. Москалев, Н. В. Лихачёва

Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН,  
620142, Свердловская обл., Екатеринбург, ул. Белинского, 112а  
E-mail: uralniishoz@mail.ru

Исследования проводили в 2021–2023 гг. с целью выявить закономерности формирования количественных показателей основных элементов продуктивности у гороха посевного различных морфотипов для повышения эффективности селекции. Эксперименты выполняли в зоне лесостепи на юго-западе Свердловской области на серых лесных почвах. Материалом для исследования служили по 24 сортообразца усатого и листочкового морфотипов, а также «хамелеоны», стандартами выступали Красноуфимский 11, Марафон и Спартак соответственно. В изучаемых группах сортов наибольшая продуктивность отмечена у усатых форм гороха, благодаря таким сортам, как Юбиляр (282,2 г/м<sup>2</sup>), Рыжик (277,2 г/м<sup>2</sup>), КМ 11 БК 22 (262,3 г/м<sup>2</sup>) и Томас (261,3 г/м<sup>2</sup>). Наибольшее число бобов на растении зафиксировано у листочковых форм (3,7...5,3 шт.) – Халик, Красноуфимский 70; у 54 % сортообразцов (13 шт.) величина этого показателя достигала 2,7...3,3 шт. По наибольшему количеству семян в бобе лидирующее положение занимали сортообразцы усатого морфотипа и «хамелеоны» (по 14 сортов – 3,4...4,3 шт.). У листочковых только 8 сортообразцов характеризовались максимальным количеством семян в бобе на уровне 3,6...3,9 шт. Среди усатых сортообразцов по величине этого показателя отмечали более равномерное распределение. Масса 1000 семян у изучаемых сортообразцов усатого морфотипа и «хамелеонов» (220...250 г) была ниже, чем у листочковых (250...300 г). Семена средней крупности (171...220 г) выявлены у 71 % усатых, 67 % листочковых и 33 % «хамелеонов». Наибольшая масса семян с одного растения листочкового морфотипа отмечена у Тюменского кормового (3,0 г). Продуктивность растения у 58 % сортообразцов «хамелеонов» (14 шт.) составляла 2,0...2,5 г. Для эффективной селекции необходимо в скрещиваниях использовать сорта различных морфотипов с лучшими биометрическими показателями и делать упор на отбор потомства на морфотип «усатого» гороха с лучшей технологичностью возделывания в регионе.

## DISTRIBUTION OF PRODUCTIVITY ELEMENTS IN DIFFERENT MORPHOTYPES OF PEA PLANTS

L. I. Likhacheva, A. V. Moskaev, N. V. Likhacheva

Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,  
620142, Sverdlovskaya obl., Ekaterinburg, ul. Belinskogo 112 A  
E-mail: uralniishoz@mail.ru

The research was carried out in 2021–2023 in order to identify patterns in the formation of quantitative indicators of the main elements of productivity in seeded peas of various morphotypes to increase the efficiency of breeding. The experiments were carried out in the forest-steppe zone in the south–west of the Sverdlovsk region on gray forest soils according to the predecessor – wheat in a ten-field crop rotation. The material for the study was 24 varieties of baleen, leafy morphotype and «chameleons». The standard in the group of whiskered was Krasnoufimskiy 11, leafy – Marafon, chameleons – Spartak. The repetition is threefold. As a result of studying the pea collection, it was found that the studied groups of varieties had the highest productivity in whiskered forms of peas, thanks to such varieties as Yubilyar (282.2 g/m<sup>2</sup>), Ryzhik (277.2 g/m<sup>2</sup>), KM 11 BK 22 (262.3 g/m<sup>2</sup>) and Tomas (261.3 g/m<sup>2</sup>). The largest number of beans on the plant were leafy forms of peas: Holik – 5.3 pcs.; Krasnoufimskiy 70 – 3.7 pcs.; 54 % of cultivars (13 pcs.) have the number of beans on the plant 2.7–3.3 pcs. According to the largest number of seeds in a bean, the leading position is occupied by cultivars of the whiskered morphotype and «chameleons» (14 varieties each – 3.4–4.3 pcs.). The leafy varieties have only 8 varieties with the maximum number of seeds in a bean (3.6–3.9 pcs.). There is a more uniform spread in this indicator among the whiskered cultivars. The weight of 1000 seeds in the studied cultivars of the whiskered morphotype and «chameleons» (220–250 g) was lower than in leafy varieties (250–300 g). Seeds of medium size (171–220 g) were found in 17 whiskered (71 %), 16 leafy (67 %) and 8 «chameleons» (33 %). The largest mass of seeds from one plant in the leafy morphotype is in the Tyumenskij kormovoj variety (3.0 g). In Chameleons, 58 % of cultivars (14 pcs.) have a plant productivity of 2.0 to 2.5 g. For effective breeding, it is necessary to use varieties of various morphotypes with the best biometric indicators in crosses and to focus on the selection of offspring for the morphotype of «mustachioed» peas with the best technological cultivation in the region.

**Ключевые слова:** горох посевной (*Pisum sativum*), морфотип, масса 1000 семян, продуктивность, масса семян, количество семян.

**Key words:** seed peas (*Pisum sativum*), morphotype, mass of 1000 seeds, productivity, seed mass, number of seeds.

Горох посевной как основную зернобобовую культуру широко возделывают в нашей стране в регионах с различными почвенно-климатическими условиями. Его продукция обладает набором важных качеств при использовании на продовольственные цели, а посевы культуры вносят вклад в азотный баланс наземных экосистем и агроценозов. В связи с этим площади, занимаемые горохом посевным в России, в 2023 г. достигли 1899,6 тыс. га (1,7 % от всех посевных площадей). За год они увеличились на 17,6 % (на 283,7 тыс. га), за десять лет – на 95,3 % (на 643,1 тыс. га) [1].

Изначально в селекции гороха преобладали листочковые геноитпы, но в современных условиях происходит переориентация на сорта таких морфотипов, как «усатые» (безлисточковые) с сильно развитыми усами, образующими при сцеплении крепкий стеблестой, что создает условия для решения проблем полеглости и осыпаемости (технологичности возделывания), и «хамелеоны», имеющие на стебле как усы, так и листочки [2, 3, 4]. Это носит разнообразие в источники генетического материала для селекции и требует сравнительного изучения этих морфотипов

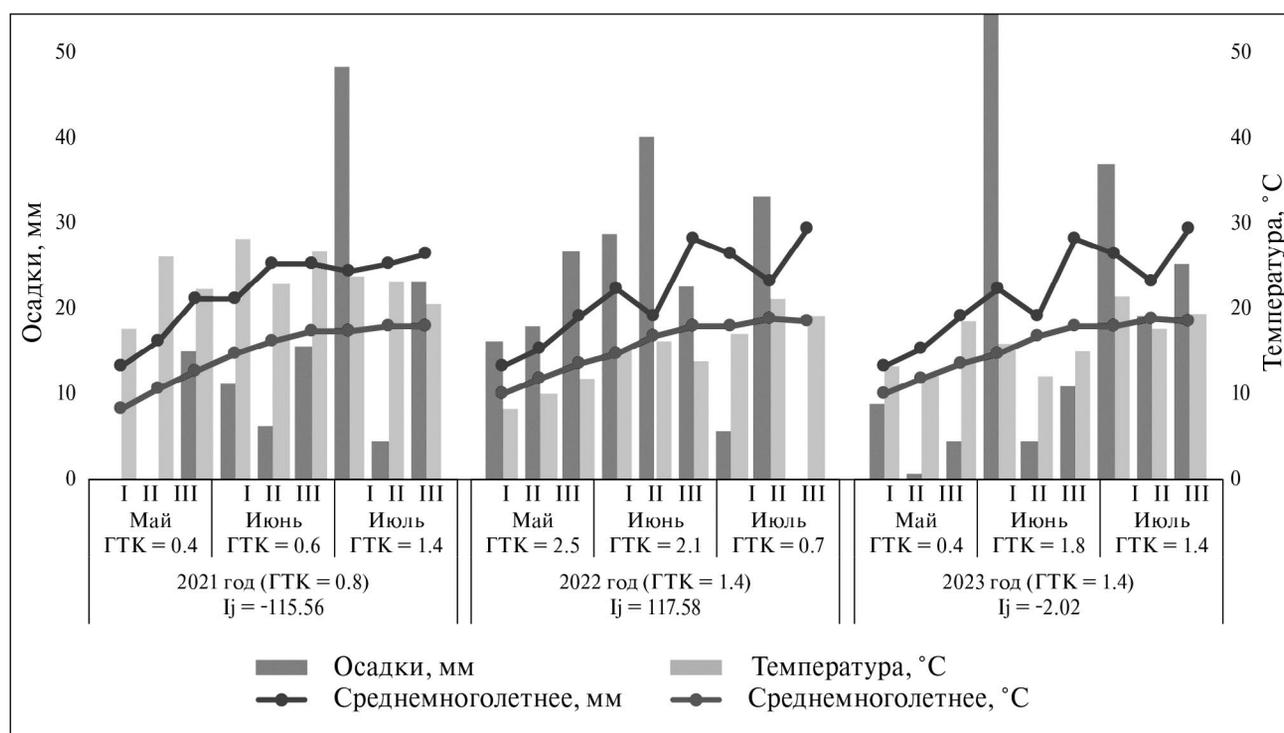


Рис. 1. Метеоданные за период вегетации гороха.

по продуктивности и её наиболее важным элементам. Поэтому для эффективного ведения и получения высоких результатов селекционной работы необходимо не только правильно подбирать исходный материал (чем он разнообразнее, тем быстрее можно достичь результата), но и иметь его подробную характеристику по продолжительности вегетационного периода, продуктивности, элементам структуры урожая, особенностям развития вегетативных и генеративных органов [5, 6]. На семенную продуктивность гороха влияют различные признаки, среди которых можно назвать число продуктивных узлов, число бобов и семян на растении, масса семян с растения. При этом их проявление зависит от морфотипа и условий года, что усложняет выявление ценных генотипов [3, 5].

Цель исследования – выявить закономерности в количественных показателях основных элементов продуктивности гороха посевного различного морфотипа для повышения эффективности селекции.

**Методика.** Работу проводили в 2021–2023 гг. в Красноуфимском селекционном центре Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра УрО РАН (юго-запад Свердловской области в зоне лесостепи). Посевы гороха размещали в десятипольном севообороте на делянках коллекционного питомника. Предшественник – пшеница. Почва – серая лесная со следующими агрохимическими показателями: рН<sub>KCl</sub> (ГОСТ 26483-85) – 5,36 ед.; гидролитическая кислотность (ГОСТ 26212-2021) – 3,83 мг-экв./100г почвы, содержание гумуса (ГОСТ 26213-2021) – 4,4%, легкогидролизуемого азота (по Корнфилду) – 140,1 мг/кг почвы, подвижного калия и фосфора (ГОСТ 54650-2011) – 131,5 и 162,5 мг/кг почвы соответственно.

Посев проводили сеялкой ССФК-7, учетная площадь делянки 3 м<sup>2</sup>, повторность – трехкратная, норма высева – 130 шт. всхожих семян на 1 м<sup>2</sup>. Уборку осуществляли комбайном «Nege-125». Учет урожая выполняли путем взвешивания семян со всей делянки. Для снопового анализа отбирали по 25 растений с каждой делянки.

В качестве материала для исследований были выбраны по 24 сортообразца различных морфотипов – усатые, листочковые, «хамелеоны». Изучаемая выборка на 27,8% состояла из генотипов зарубежной селекции и 72,2% российской селекции, из них 9,7% сортов собственной селекции. Стандартом в группе усатых сортов

Табл. 1. Результаты биометрического анализа изучаемых сортообразцов коллекции гороха усатого морфотипа (среднее за 2021–2023 гг.)

| Сортообразец           | Общая высота, см | Число бобов на растении, шт. | Число семян в бобе, шт. | Число семян на растении, шт. | Масса семян с 1 растения, г | Масса 1000 семян, г | Продуктивность, г/м <sup>2</sup> |
|------------------------|------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|
| Красноуфимский 11, st. | 45,4             | 3,1                          | 3,1                     | 9,8                          | 1,9                         | 195,1               | 239,8                            |
| 09-383                 | 77,7             | 2,8                          | 3,5                     | 9,8                          | 2,0                         | 212,7               | 235,4                            |
| 10-90                  | 40,6             | 3,6                          | 3,8                     | 13,7                         | 2,4                         | 171,0               | 234,4                            |
| 225ф/95                | 49,9             | 3,1                          | 3,4                     | 11,1                         | 2,1                         | 203,9               | 236,3                            |
| Agiane                 | 48,9             | 3,1                          | 3,8                     | 11,6                         | 2,4                         | 214,5               | 235,9                            |
| Аксацкий усатый 55     | 50,8             | 2,8                          | 4,1                     | 11,6                         | 2,1                         | 195,3               | 237,4                            |
| Альянс                 | 60,1             | 3,0                          | 3,8                     | 11,0                         | 2,0                         | 201,0               | 245,7                            |
| Багу                   | 47,2             | 3,1                          | 4,0                     | 12,2                         | 2,5                         | 206,0               | 234,9                            |
| Батрак                 | 57,7             | 2,8                          | 3,7                     | 10,3                         | 2,3                         | 231,7               | 236,7                            |
| Бельмондо              | 45,3             | 3,1                          | 3,2                     | 9,8                          | 2,2                         | 236,1               | 257,3                            |
| КМ 11 БК 22            | 39,6             | 2,5                          | 3,8                     | 9,3                          | 2,1                         | 234,6               | 262,3                            |
| Кумир                  | 41,5             | 2,8                          | 3,1                     | 8,9                          | 1,9                         | 253,0               | 237,0                            |
| Лумп                   | 44,5             | 2,9                          | 3,8                     | 11,0                         | 2,2                         | 207,3               | 237,7                            |
| Немчиновский 46        | 43,9             | 2,4                          | 3,3                     | 8,1                          | 1,9                         | 231,3               | 242,0                            |
| Омский 9               | 57,6             | 2,5                          | 3,7                     | 9,6                          | 2,0                         | 214,7               | 243,0                            |
| Оптимус                | 46,1             | 2,5                          | 3,7                     | 9,1                          | 1,8                         | 209,1               | 249,9                            |
| Остинато               | 38,1             | 2,7                          | 3,9                     | 10,3                         | 2,1                         | 205,0               | 246,3                            |
| Петра                  | 45,9             | 2,4                          | 3,6                     | 8,5                          | 1,8                         | 213,1               | 234,4                            |
| Рыжик                  | 39,9             | 2,6                          | 3,3                     | 8,6                          | 2,0                         | 228,3               | 277,2                            |
| Томас                  | 44,5             | 2,8                          | 3,4                     | 9,6                          | 2,0                         | 231,9               | 261,3                            |
| Тренди                 | 45,2             | 2,7                          | 4,2                     | 11,3                         | 2,4                         | 217,6               | 248,0                            |
| Триумф Сибири          | 39,6             | 2,8                          | 3,5                     | 9,7                          | 1,7                         | 192,3               | 236,6                            |
| Шрек                   | 76,5             | 3,2                          | 4,2                     | 12,9                         | 2,0                         | 198,6               | 254,8                            |
| Юбиляр                 | 56,6             | 3,3                          | 4,2                     | 13,9                         | 2,5                         | 174,5               | 282,2                            |
| НСР <sub>05</sub>      | 8,6              | 0,9                          | 0,5                     | 3,5                          | 18,2                        | 0,8                 | 72,2                             |

**Табл. 2. Результаты биометрического анализа изучаемых сортообразцов коллекции гороха листочкового морфотипа (среднее за 2021–2023 гг.)**

| Сортообразец           | Общая высота, см | Число бобов на растении, шт. | Число семян в бобе, шт. | Число семян на растении, шт. | Масса семян с 1 растения, г | Масса 1000 семян, г | Продуктивность, г/м <sup>2</sup> |
|------------------------|------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|
| Марафон, st.           | 56,8             | 2,7                          | 3,5                     | 9,6                          | 1,8                         | 191,0               | 230,9                            |
| 13-24                  | 51,1             | 3,1                          | 3,9                     | 11,9                         | 2,5                         | 210,9               | 270,6                            |
| Alam                   | 35,5             | 2,0                          | 3,1                     | 6,7                          | 1,7                         | 304,1               | 209,1                            |
| Erbi                   | 34,3             | 2,9                          | 3,2                     | 9,3                          | 1,9                         | 210,7               | 212,7                            |
| Lasma                  | 58,4             | 2,9                          | 3,4                     | 10,1                         | 2,3                         | 215,5               | 225,8                            |
| Mellort AC             | 33,6             | 2,8                          | 3,8                     | 10,6                         | 2,1                         | 194,0               | 211,9                            |
| Zaiga                  | 56,1             | 3,2                          | 3,4                     | 11,1                         | 2,1                         | 198,3               | 250,0                            |
| Аванс                  | 56,5             | 3,2                          | 3,4                     | 11,2                         | 2,0                         | 184,5               | 219,0                            |
| АМЗК-99                | 63,7             | 3,6                          | 3,7                     | 13,0                         | 2,5                         | 195,3               | 219,6                            |
| Благодатный            | 47,9             | 2,3                          | 3,6                     | 8,6                          | 2,1                         | 243,0               | 218,3                            |
| Венец                  | 58,5             | 2,8                          | 3,3                     | 9,4                          | 1,7                         | 191,7               | 231,0                            |
| Веселик                | 36,4             | 3,0                          | 3,0                     | 9,3                          | 2,2                         | 232,7               | 209,9                            |
| Винэць-3               | 50,2             | 2,1                          | 3,5                     | 7,4                          | 1,7                         | 264,4               | 224,1                            |
| Красноградский 9       | 62,8             | 2,3                          | 3,8                     | 7,0                          | 2,3                         | 259,7               | 224,1                            |
| Красноуфимский 70      | 69,3             | 3,7                          | 3,8                     | 13,5                         | 1,9                         | 184,4               | 216,7                            |
| Надёжный Нарымский     | 59,2             | 2,3                          | 3,4                     | 7,8                          | 2,0                         | 252,9               | 215,8                            |
| 14                     | 61,3             | 2,9                          | 3,5                     | 10,0                         | 2,0                         | 203,9               | 248,8                            |
| Титан                  | 63,5             | 3,2                          | 3,6                     | 11,9                         | 2,2                         | 194,7               | 262,6                            |
| Тюменский кормовой     | 69,8             | 3,5                          | 3,9                     | 13,9                         | 3,0                         | 233,1               | 236,8                            |
| Харьковский 85         | 57,1             | 3,5                          | 3,8                     | 13,5                         | 2,5                         | 188,3               | 227,6                            |
| Холик                  | 64,0             | 5,3                          | 2,6                     | 13,1                         | 2,1                         | 191,3               | 246,6                            |
| Черноземец Чиниминский | 58,1             | 3,0                          | 3,3                     | 9,8                          | 2,0                         | 209,3               | 216,9                            |
| 229                    | 63,0             | 3,4                          | 3,2                     | 10,9                         | 2,4                         | 238,7               | 238,3                            |
| Эдем                   | 39,0             | 3,0                          | 3,9                     | 11,5                         | 1,9                         | 171,3               | 222,4                            |
| НСР <sub>05</sub>      | 10,8             | 0,9                          | 0,7                     | 3,8                          | 26,4                        | 0,8                 | 69,9                             |

выступал Красноуфимский 11, листочковых – Марафон, «хамелеонов» – Спартак.

Измерения проводили согласно методике изучения коллекции [7]. Математическую обработку данных осуществляли с использованием программы Excel и надстройки AgStat методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [8]. Индекс среды (I<sub>j</sub>) определяли по S. A. Eberhart и W. A. Russell [9].

Погодные условия за период изучения коллекции гороха варьировали от засушливых (2021, 2023 гг.) до оптимальных (2022 г.). В 2021 г. отмечали критическую недостачу влаги, ГТК варьировал от 0,4 до 1,4 (рис. 1), что негативно отразилось на общей продуктивности гороха (I<sub>j</sub> = -115,56). В 2022 г. начало вегетации характеризовалось избытком влаги и теплой погодой в период цветение–созревание, что вызвало увеличение продолжительности периода вегетации, но позволило растениям сформировать хороший урожай (I<sub>j</sub> = +117,58). В 2023 г. в начале вегетации гороха наблюдали засуху, осадки выпали в период цветение–созревание и растения смогли сформировать урожай (I<sub>j</sub> = -2,02).

**Результаты и обсуждение.** Продуктивность растений гороха складывается из нескольких показателей. К основным ее элементам относят массу 1000 семян, количество бобов на растении, количество семян в бобе и на растении. Немаловажное значение имеет такой сортовой и технологический показатель, как высота растения. Эти элементы могут значительно различаться в зависимости, как от сорта, так и от условий среды [10].

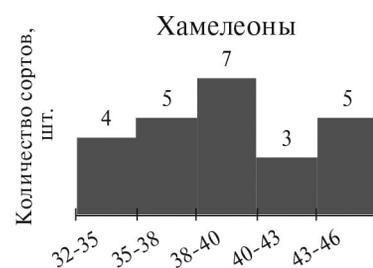
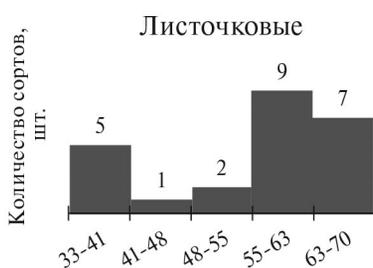
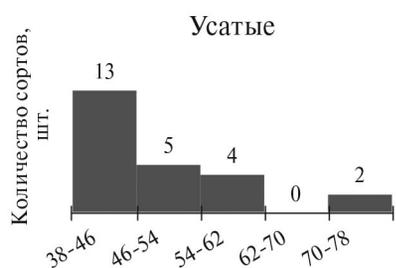
Высота растений «усатого» морфотипа в наших исследованиях (табл. 1) варьировала в пределах 38,1...77,7 см (V=31%), у наибольшего числа сортов (13 шт.) она составляла 38...46 см (рис. 2а). Самый

длинный стебель отмечен у сорта Шрек (76,5 см) и линии 09–383 (77,7 см). Высота растений гороха листочкового морфотипа варьировала от 33,6 см до 69,8 см (V=38%), больше всего было сортов (16 шт.) высотой 55,3...69,8 см (табл. 2). Максимальная в опыте высота растений этой группы отмечена у сортов Тюменский кормовой (69,8 см), Красноуфимский 70 (69,3 см) и Холик (64,0 см). Все «хамелеоны» (табл. 3) представлены сортообразцами с высотой растений в пределах 32,0...46,1 см (V=31%). Корреляционная зависимость между высотой и продуктивностью растения у «усатых» и «хамелеонов» была несущественной (r = 0,044 и 0,113 соответственно). У листочковых сортов наблюдали среднее влияние (r = 0,428) длины стебля на продуктивность растения (табл. 4). Согласно результатам дисперсионного анализа, доля влияния факторов среды на высоту растения гороха «усатого» морфотипа составляет 57,7%, листочкового – 65,4%, «хамелеонов» – 82,0% (табл. 5). Наибольшую зависимость высоты растения от сортовых особенностей гороха наблюдали у «усатых» (36,2%) и листочковых (27,9%) сортов, наименьшей она была у «хамелеонов» – 9,6%.

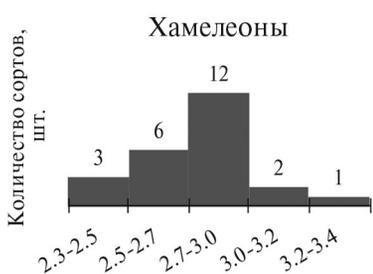
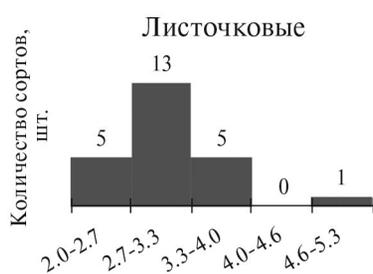
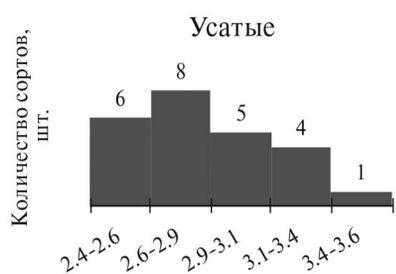
Число бобов на растении усатого морфотипа в нашем опыте варьировало от 2,4 шт. (Немчиновский 46, Петра) до 3,6 шт. (линия 10–90), при величине этого показателя у стандарта – 3,1 шт. У 8 сортообразцов (третья часть от количества исследуемых) число бобов на растении было ниже среднего (2,6...2,9 шт.) (см. рис. 2б). В группе листочковых сортообразцов величина этого показателя варьировала от 2,0 шт. (Alam) до 5,3 шт. (Холик), при числе бобов на растении у стандарта – 2,7 шт. У 13 сортообразцов (54%) оно было ниже среднего (2,7...3,3 шт.). В группе «хамелеонов» наименьшее число бобов на растении отмечено у сортообразца Меценат (2,3 шт.), наибольшее (3,4 шт.) – у стандарта Спартак. У 12 сортообразцов (50%) величина этого показателя была средней (2,7...3,0 шт.). Корреляция признака число бобов на растении с продуктивностью растения у «усатого» гороха составила r=0,572, у листочковых

**Табл. 3. Результаты биометрического анализа изучаемых сортообразцов коллекции гороха морфотипа «хамелеон» (среднее за 2021–2023 гг.)**

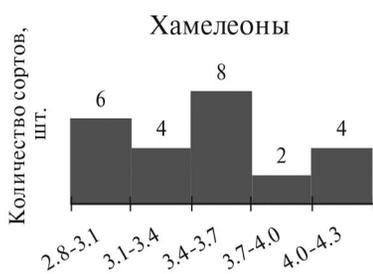
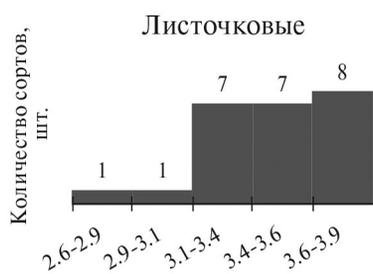
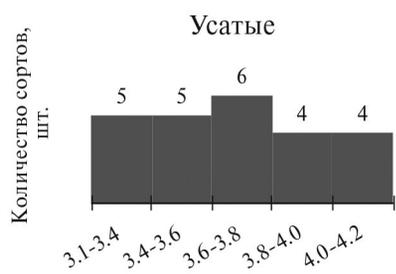
| Сортообразец      | Общая высота, см | Число бобов на растении, шт. | Число семян в бобе, шт. | Число семян на растении, шт. | Масса семян с 1 растения, г | Масса 1000 семян, г | Продуктивность, г/м <sup>2</sup> |
|-------------------|------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|
| Спартак, st.      | 40,7             | 3,4                          | 3,4                     | 11,6                         | 2,5                         | 225,6               | 228,6                            |
| Аз-1061           | 36,6             | 2,8                          | 3,0                     | 8,5                          | 1,9                         | 233,6               | 219,2                            |
| Аз-129            | 39,1             | 2,9                          | 3,2                     | 9,3                          | 1,8                         | 205,3               | 174,4                            |
| Аз-130            | 35,6             | 2,8                          | 3,2                     | 8,9                          | 1,9                         | 228,3               | 179,3                            |
| Аз-131            | 40,4             | 2,9                          | 3,1                     | 9,0                          | 1,9                         | 201,7               | 209,7                            |
| Аз-136            | 39,3             | 3,1                          | 3,8                     | 11,7                         | 2,5                         | 232,0               | 243,9                            |
| Аз-1397           | 35,3             | 2,8                          | 3,6                     | 10,1                         | 2,4                         | 250,6               | 225,7                            |
| Аз-318            | 39,4             | 2,8                          | 3,0                     | 8,3                          | 1,8                         | 228,3               | 214,2                            |
| Аз-331            | 44,2             | 2,9                          | 3,4                     | 10,1                         | 2,0                         | 204,0               | 223,8                            |
| Аз-35             | 38,9             | 2,7                          | 3,4                     | 9,3                          | 2,0                         | 227,8               | 210,7                            |
| Аз-93-1347        | 43,5             | 3,2                          | 4,1                     | 12,9                         | 1,8                         | 176,0               | 212,1                            |
| Аз-93-1964        | 39,7             | 2,7                          | 4,0                     | 10,9                         | 2,5                         | 230,3               | 203,6                            |
| Аз-93-1995        | 46,1             | 2,4                          | 4,3                     | 10,2                         | 2,1                         | 226,7               | 240,4                            |
| Аз-95-464         | 36,4             | 2,9                          | 3,1                     | 8,9                          | 2,0                         | 237,1               | 193,8                            |
| Аз-95-614         | 44,1             | 2,4                          | 4,1                     | 9,7                          | 1,8                         | 197,7               | 197,8                            |
| Аз-95-645         | 41,1             | 3,0                          | 3,4                     | 10,0                         | 1,9                         | 200,3               | 145,4                            |
| Аз-96-610         | 40,5             | 2,6                          | 4,0                     | 10,6                         | 2,1                         | 209,7               | 221,8                            |
| Аз-96-637         | 32,0             | 2,5                          | 2,8                     | 7,1                          | 1,7                         | 231,0               | 179,4                            |
| Аз-96-718         | 43,5             | 2,8                          | 3,1                     | 9,0                          | 2,2                         | 244,0               | 172,7                            |
| Аз-97-775         | 35,3             | 2,6                          | 3,7                     | 9,7                          | 2,2                         | 240,3               | 212,8                            |
| Аз-99-4т          | 34,4             | 2,8                          | 3,4                     | 9,6                          | 2,2                         | 243,7               | 234,1                            |
| Камелот           | 40,3             | 3,0                          | 3,5                     | 10,5                         | 1,8                         | 236,0               | 221,9                            |
| Меценат           | 34,7             | 2,3                          | 3,5                     | 8,0                          | 1,5                         | 194,6               | 113,2                            |
| Орёл              | 33,4             | 2,6                          | 3,2                     | 8,2                          | 1,9                         | 246,2               | 204,8                            |
| НСР <sub>05</sub> | 7,1              | 0,7                          | 0,5                     | 3,2                          | 15,5                        | 0,8                 | 60,3                             |



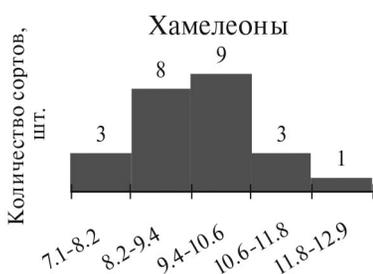
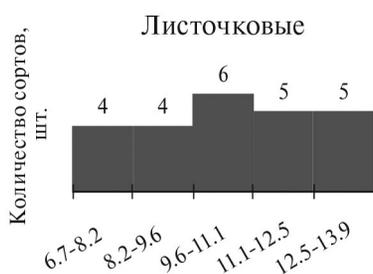
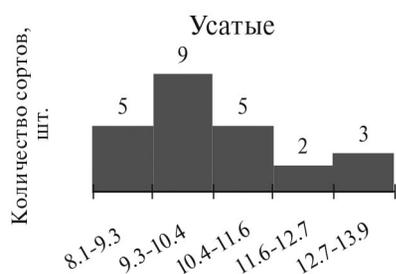
**а) высота растений, см**



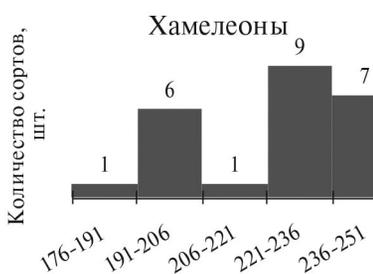
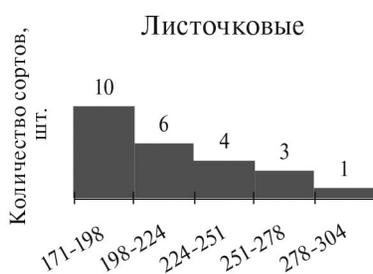
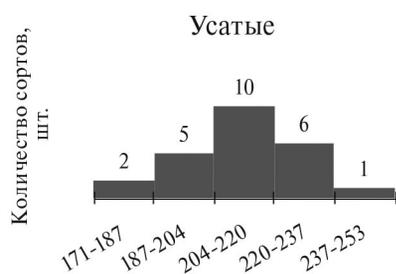
**б) количество бобов на растении, шт.**



**в) количество семян в бобе, шт.**



**г) количество семян на растении, шт.**



**д) масса 1000 семян, г**

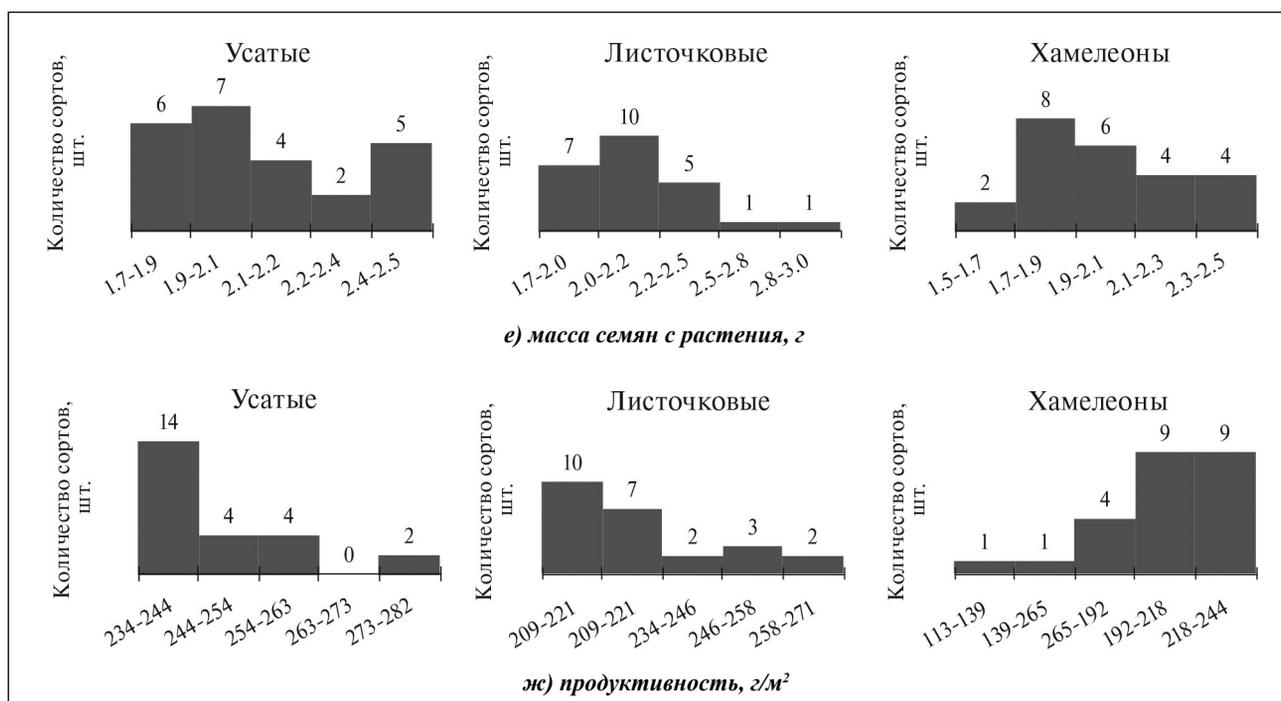


Рис. 2. Распределение количества сортов по степени проявления изучаемых признаков элементов продуктивности гороха от минимального к максимальному (с шагом 20 %).

форм и «хамелеонов» она была несущественной – соответственно  $r=0,374$  и  $r=0,381$  (см. табл. 4). На число бобов на растении большое воздействие оказывают факторы среды: у «усатых» сортов – 52,6%, листочковых – 52,5%, «хамелеонов» – 42,9%. На долю сортовых особенностей приходится соответственно 15,6%, 15,3% и 21,1% (см. табл. 5).

Число семян в бобе или выполненность, озерненность боба – наиболее стабильный признак, который мало изменяется по годам [3]. Самая низкая озерненность среди сортообразцов усатого морфотипа отмечена у стандарта Красноуфимский 11 и сорта Кумир (3,1 шт.), наибольшая (4,2 шт.) – у сортообразцов Тренди, Шрек, Юбилар; у 6 сортообразцов (25%) отмечено среднее количество семян в бобе (3,6...3,8 шт.) (см. рис. 2в). Среди образцов листочкового морфотипа самая низкая величина этого показателя (2,6 шт.) зафиксирована у сорта Холик, высокая (3,9 шт.) – у сортов Тюменский кормовой, Эдем и селекционной линии 13–24 (у стандарта – 3,5 шт.); 33% сортообразцов формировали небольшое число семян в бобе (3,6...3,9 шт.). У растений морфотипа «хамелеон» самой низкой была величина этого показателя у Аз-96–637 (2,8 шт.); максимальной в опыте – у сортообразца Аз-93–1995 (4,3 шт.), при числе семян в бобе у стандарта – 3,4 шт.; средняя величина этого показателя (3,4...3,7 шт.) отмечена у 8 сортообразцов. Корреляция рассматриваемого признака с продуктивностью растения у «усатого» гороха составила  $r=0,534$ , у листочковых и «хамелеонов» она была несущественной – соответственно  $r=0,336$  и  $r=0,302$  (см. табл. 4). Наибольшая степень влияния среды на число семян в бобе составила 26,2% у листочковых сортов, у «усатых» и «хамелеонов» его доля находилась на уровне 16,5 и 14,1% соответственно. У «хамелеонов» и «усатых» сортов число семян в бобе в большей степени зависит от сортовых особенностей (61,2 и 50,7% соответственно), у листочковых на их долю приходится 31,4% (см. табл. 5).

Наибольшим количеством семян в бобе среди «усатых» сортов (по 4,2 шт.) характеризовались Юбилар (СамНЦ РАН), Шрек (ТюмНЦ СО РАН), Тренди (Чехия); листочковых (по 3,9 шт.) – 13–24 (Уральский НИИСХ), Тюменский кормовой (ТюмНЦ СО РАН), Эдем (Уральский НИИСХ); «хамелеонов» (4,3 шт.) – Аз-93–1995 (ФНЦ ЗБК).

Наименьшее количество семян с растения в наших исследованиях в группе сортов усатого морфотипа их (8,1 шт.) формировал Немчиновский 46, самое большое (13,9 шт.) – Томас, при величине этого показателя у стандарта – 9,8 шт.; у 38% сортообразцов она была ниже среднего (9,3...10,4 шт.) (см. рис. 2г). Среди сортообразцов листочкового морфотипа количество семян с растения варьировало от 6,7 шт. у сорта Alam до 13,9 шт.

Табл. 4. Корреляционные связи между биометрическими показателями морфотипов и продуктивностью одного растения

| Статистический критерий     | Высота растений | Число бобов на растении | Число семян в бобе | Число семян на растении | Масса 1000 семян |
|-----------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|------------------|
| <b>Усатый морфотип</b>      |                 |                         |                    |                         |                  |
| Коэффициент корреляции (r)  | 0,044           | 0,572                   | 0,534              | 0,758                   | -0,270           |
| Ошибка r                    | 0,213           | 0,175                   | 0,180              | 0,139                   | 0,205            |
| t <sub>факт.</sub>          | 0,205           | 3,269                   | 2,960              | 5,456                   | -1,314           |
| t <sub>табл.</sub>          | 2,100           | 2,100                   | 2,100              | 2,100                   | 2,100            |
| <b>Листочковый морфотип</b> |                 |                         |                    |                         |                  |
| Коэффициент корреляции (r)  | 0,428           | 0,374                   | 0,336              | 0,568                   | -0,025           |
| Ошибка r                    | 0,193           | 0,198                   | 0,201              | 0,175                   | 0,213            |
| t <sub>факт.</sub>          | 2,222           | 1,893                   | 1,675              | 3,237                   | -0,117           |
| t <sub>табл.</sub>          | 2,100           | 2,100                   | 2,100              | 2,100                   | 2,100            |
| <b>Морфотип «хамелеон»</b>  |                 |                         |                    |                         |                  |
| Коэффициент корреляции (r)  | 0,113           | 0,381                   | 0,302              | 0,545                   | 0,494            |
| Ошибка r                    | 0,212           | 0,197                   | 0,203              | 0,179                   | 0,185            |
| t <sub>факт.</sub>          | 0,534           | 1,933                   | 1,488              | 3,046                   | 2,664            |
| t <sub>табл.</sub>          | 2,100           | 2,100                   | 2,100              | 2,100                   | 2,100            |

**Табл. 5. Влияние факторов генотипа и среды на основные элементы продуктивности (2021–2023 гг.), %**

| Фактор                         | Высота растений | Число бобов на растении | Число семян в бобе | Число семян на растении | Масса 1000 семян | Масса семян на растении | Продуктивность |
|--------------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|----------------|
| <b>Усатый морфотип</b>         |                 |                         |                    |                         |                  |                         |                |
| Среда, %                       | 57,8*           | 52,6                    | 16,4*              | 46,5                    | 29,4*            | 60,3                    | 86,6           |
| Сорт, %                        | 36,2*           | 15,6                    | 50,7*              | 24,1                    | 57,9*            | 10,5                    | 1,6            |
| Взаимодействие генотип×сорт, % | 6,0             | 31,8                    | 32,9               | 29,4                    | 12,7             | 29,2                    | 11,9           |
| F <sub>факт.</sub>             | 12,0            | 1,0                     | 3,1                | 1,6                     | 9,1              | 0,7                     | 0,3            |
| F <sub>табл.05</sub>           | 1,8             | 1,9                     | 1,8                | 1,8                     | 1,8              | 1,9                     | 1,9            |
| Точность опыта                 | 6,2             | 10,8                    | 5,2                | 11,7                    | 3,1              | 13,2                    | 10,4           |
| <b>Листочковый морфотип</b>    |                 |                         |                    |                         |                  |                         |                |
| Среда, %                       | 65,4*           | 52,5*                   | 26,2               | 52,1*                   | 16,1*            | 66,0                    | 87,6           |
| Сорт, %                        | 27,9*           | 32,2*                   | 31,4               | 26,1*                   | 71,7*            | 13,4                    | 2,3            |
| Взаимодействие генотип×сорт, % | 6,7             | 15,3                    | 42,4               | 21,8                    | 12,2             | 20,6                    | 10,1           |
| F <sub>факт.</sub>             | 8,3             | 4,2                     | 1,5                | 2,4                     | 11,7             | 1,3                     | 0,5            |
| F <sub>табл.05</sub>           | 1,8             | 1,8                     | 1,8                | 1,8                     | 1,8              | 1,8                     | 1,9            |
| Точность опыта                 | 7,1             | 10,6                    | 7,4                | 13,0                    | 4,4              | 12,6                    | 10,9           |
| <b>Морфотип «хамелеон»</b>     |                 |                         |                    |                         |                  |                         |                |
| Среда, %                       | 82,0*           | 42,9                    | 14,1*              | 27,9                    | 54,4*            | 44,8                    | 81,8*          |
| Сорт, %                        | 9,6*            | 21,1                    | 61,2*              | 29,3                    | 39,3*            | 18,2                    | 9,2*           |
| Взаимодействие генотип×сорт, % | 8,4             | 36,0                    | 24,7               | 42,8                    | 6,3              | 37,0                    | 9,0            |
| F <sub>факт.</sub>             | 2,3             | 1,2                     | 5,0                | 1,4                     | 12,5             | 1,0                     | 2,0            |
| F <sub>табл.05</sub>           | 1,8             | 1,8                     | 1,8                | 1,8                     | 1,8              | 1,9                     | 1,8            |
| Точность опыта                 | 6,4             | 8,4                     | 5,3                | 11,6                    | 2,5              | 13,8                    | 10,5           |

\* – влияние достоверно.

у Тюменского кормового при величине этого показателя у стандарта – 9,6 шт.; у 6 сортов образцов отмечали среднее число семян с растения (9,6...11,1 шт.). У «хамелеонов» наименьшая величина этого показателя (7,1 шт.) зафиксирована у сортаобразца Аз-96–637, самая высокая (12,9 шт.) – у Аз-93–1347 (у стандарта – 11,6 шт.). Среднее количество семян с растения (9,4...10,6 шт.) отмечено у 9 сортов образцов (38%). Корреляция между этим признаком и продуктивностью у растений усатого морфотипа составляла  $r=0,758$ , листочкового –  $0,568$ , «хамелеон» –  $0,545$  соответственно (см. табл. 4). Показатель «число семян на растении» у листочковых и «усатых» сортов зависел от факторов среды соответственно на 52,1% и 46,4%, у «хамелеонов» – на 27,9%. На долю влияния особенностей сорта у растений всех морфотипов приходилось 24,1...29,3% (см. табл. 5).

Самая низкая масса 1000 семян у гороха усатого морфотипа отмечена у сортаобразца 10–90 (171,0 г), высокая (253,0 г) – у сорта Кумир, при величине этого показателя у стандарта – 195,1 г; 10 сортов образцов (42%) формировали среднюю массу 1000 семян (204...220 г) (см. рис. 2д). У растений листочкового морфотипа она варьировала от 171,3 г у сорта Эдем до 304,1 г у сорта Alam (у стандарта – 191,0 г); 10 сортов образцов характеризовались низкой крупностью (171...198 г). У гороха морфотипа «хамелеон» наибольшая масса 1000 семян достигала 250,6 г у Аз1397, что больше стандарта на 25 г; у 9 сортов образцов она была выше средней (221...236 г). Корреляция этого признака с продуктивностью растений усатого морфотипа составила  $r=-0,270$ , листочкового –  $r=-0,025$ , «хамелеон» –  $r=0,494$  (см. табл. 4). От условий года масса

1000 семян зависела у «хамелеонов» на 54,4%, у «усатых» и листочковых – на 29,3% и 16,1% соответственно. У растений листочкового морфотипа крупнозерность была во многом обусловлена сортовыми особенностями (71,7%), у «усатых» и «хамелеонов» на их влияние приходилось 58,0% и 39,3% соответственно (см. табл. 5).

Самую высокую массу семян с одного растения усатого морфотипа (2,5 г) отмечали у сортов Юбилар и Багу, при величине этого показателя у стандарта 1,9 г; у 54% она была минимальной и ниже средней (1,7...2,1 г) (см. рис. 2е). У листочкового морфотипа наименьшая масса семян с растения (1,7 г) зафиксирована у сорта Винець-3, наибольшая (3,0 г) – у сорта Тюменский кормовой, при величине этого показателя у стандарта – 1,8 г; у 10 сортов образцов масса семян с растения была ниже средней (2,0...2,2 г). У гороха морфотипа «хамелеон» лучшими оказались сортаобразцы Аз-136, Аз-93–1964, Спартак (2,5 г); у 58% сортов образцов величина этого показателя на уровне среднего и ниже среднего (1,7...2,1 г). Корреляция массы семян с растения с урожайностью с 1 м<sup>2</sup> составила  $r=0,079$ ,  $0,405$ ,  $0,302$  соответственно (см. табл. 4). Наибольшую зависимость величины этого показателя от условий среды наблюдали у гороха листочкового и «усатого» морфотипов (66,0 и 60,3% соответственно), у «хамелеонов» она составляла 44,7% (см. табл. 5). Влияние сортовых особенностей на этот признак было невысоким у всех морфотипов (10,5...18,2%).

Анализ результатов исследований свидетельствует, что 7 сортов образцов коллекции усатого морфотипа достоверно превосходили стандарт Красноуфимский 11 по продуктивности на 8,2...42,4 г/м<sup>2</sup>. Наибольшую величину этого показателя (282,2 г/м<sup>2</sup>) отмечали у сорта Юбилар (см. табл. 1). Средняя урожайность сортов гороха «усатого» морфотипа составила 246,3 г/м<sup>2</sup> (234,4...282,2 г/м<sup>2</sup>, V=42%), преобладали сортаобразцы с величиной этого показателя ниже среднего (234,4...253,6 г/м<sup>2</sup>) (см. рис. 2ж). В группе листочковых форм достоверное превосходство над стандартом Марафон по продуктивности отмечено у 6 сортов образцов (238,3...270,6 г/м<sup>2</sup>), наибольшей она была у селекционного номера 13–24 (см. табл. 2). Средняя урожайность сортов образцов гороха листочкового морфотипа составила 228,7 г/м<sup>2</sup> (209,1...270,6 г/м<sup>2</sup>, V=47%), преобладали генотипы с величинами этого показателя ниже среднего (17 шт.). У «хамелеонов» достоверно превысили стандарт Спартак по продуктивности только два сортаобразца: Аз393–1995 – на 11,8 г/м<sup>2</sup> и Аз136 – на 15,3 г/м<sup>2</sup> (см. табл. 3). У сортов образцов морфотипа «хамелеон» средняя урожайность составила 203,5 г/м<sup>2</sup> (113,2...243,9 г/м<sup>2</sup>, V=48%). Наибольшее число сортов образцов обеспечили урожайность выше средней.

Основное влияние на урожайность сортов всех морфотипов оказали факторы среды (81,8...87,6%), доля сортовых особенностей была незначительной (1,65...9,17%). В целом сорта «усатого» морфотипа характеризовались в среднем большей урожайностью (246,1 г/м<sup>2</sup>) и большим потенциалом продуктивности (282,2 г/м<sup>2</sup>), чем остальные. Наименьшая средняя продуктивность отмечена у сортов в группе «хамелеоны». Наиболее продуктивными среди «усатых» были сорта Юбилар (282,2 г/м<sup>2</sup>) и Рыжик (277,2 г/м<sup>2</sup>), листочковых – 13–24 (270,6 г/м<sup>2</sup>) и Титан (262,6 г/м<sup>2</sup>), «хамелеонов» – Аз-136 (243,9 г/м<sup>2</sup>) и Аз-93–1995 (240,4 г/м<sup>2</sup>).

**Выводы.** Самой высокой продуктивностью в изученных группах, благодаря таким сортам, как Юбилар (282,2 г/м<sup>2</sup>), Рыжик (277,2 г/м<sup>2</sup>), КМ 11 БК 22 (262,3 г/м<sup>2</sup>) и Томас (261,3 г/м<sup>2</sup>), характеризовались усатые формы гороха. Наибольшее число бобов на растении имели

листочковые формы гороха: Холик – 5,3 шт.; Красноуфимский 70–3,7 шт.

По количеству семян в бобе лидирующее положение занимали генотипы усатого морфотипа и «хамелеоны» (по 14 сортов – 3,4...4,3 шт.). У 8 сортообразцов листочковых форм отмечали наибольшее количество семян в бобе (3,6...3,9 шт.). Масса 1000 семян у изучаемых сортообразцов усатого морфотипа и «хамелеонов» (220...250 г) была ниже, чем у листочковых сортов (250...300 г). Семена средней крупности (171...220 г) выявлены у 17 усатых (71%), 16 листочковых (67%) и 8 «хамелеонов» (33%).

Для эффективной селекции необходимо использовать сорта различных морфотипов с лучшими биометрическими показателями и делать упор на отбор потомства на морфотип «усатого» гороха, имеющего лучшую технологичность для возделывания условиях Среднего Урала.

#### ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ.

Исследования проводили в рамках научно-исследовательской работы «Фундаментальные основы управления селекционным процессом создания новых генотипов растений с высокими хозяйственно-ценными признаками продуктивности, устойчивости к био- и абиострессорам (150)» по теме «Создать новый селекционный материал гороха, сочетающий высокую потенциальную продуктивность, устойчивость к основным болезням и технологичность при уборке» (№ 0772–2014–0011). Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

#### СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ.

В работе отсутствуют исследования человека или животных.

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.

Авторы работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

#### Литература.

1. Сайт Федеральной службы государственной статистики: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 02.10.23).
2. Катюк А. И. Формирование семенной продуктивности у коллекции гороха разных морфотипов в условиях Среднего Поволжья // *Зерновое хозяйство России*. 2020. № 5(71). С. 32–38. DOI 10.31367/2079-8725-2020-71-5-32-38.
3. Лихачева Л. И., Москалев А. В. Взаимосвязь элементов продуктивности у гороха с усатым и листочковым морфотипом // *Достижения науки и техники АПК*. 2021. Т. 35. № 6. С. 15–19. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10603.
4. Соболева Г. В., Соболев А. Н. Скрининг различных морфотипов гороха по устойчивости к осмотическому стрессу в селективных системах *in vitro* // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2019. № 3(31). С. 22–27. doi: 10.24411/2309-348X-2019-11109.
5. Изучение генетического потенциала сортообразцов гороха разных морфотипов в условиях Ростовской области / А. Р. Ашиев, К. Н. Хабибуллин, П. И. Костылев и др. // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 1(55). С. 47–52.
6. Катюк А. И. Формирование семенной продуктивности у коллекции гороха разных морфотипов в условиях Среднего Поволжья // *Зерновое хозяйство России*. 2020. № 5(71). С. 32–38. doi: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-32-38.
7. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания / М. А. Вишнякова, И. В. Сеферова, Т. В. Буравцева, и др.; под науч. ред. М. А. Вишняковой – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург: ВИР, 2018. – 143 с.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Изд. 6-е, доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. С. 35.
9. Пакудин В. З., Лопатина Л. М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // *Сельскохозяйственная биология*. 1984. № 4. С. 109–113.
10. Кожухова Е. В., Орешникова О. П., Новиков В. В. Анализ элементов продуктивности коллекционных образцов гороха // *Земледелие*. 2021. № 7. С. 44–48. doi: 10.24412/0044-3913-2021-7-44-48.

Поступила в редакцию 12.12.2023

После доработки 12.01.2024

Принята к публикации 12.03.2024