

DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-5-14

УДК 633.358:631.524.85 (571.12)

## АДАПТИВНЫЕ СВОЙСТВА СОРТОВ ГОРОХА СЕЛЕКЦИИ ТАТАРСКОГО НИИСХ

**А.Н. ФАДЕЕВА**, кандидат биологических наук, E-mail: fadeeva211@mail.ru

**К.Д. ШУРХАЕВА**, кандидат сельскохозяйственных наук

ТАТАРСКИЙ НИИСХ – ОСП ФИЦ «КАЗАНСКИЙ НЦ РАН»

С целью выявления адаптивных свойств в 2018-2021 гг., характеризовавшиеся контрастными метеорологическими условиями, изучены возделываемые и перспективные сорта гороха посевного различных морфологических групп селекции Татарского НИИСХ по реализации потенциала урожайности и содержания белка. Обнаружена сильная вариабельность показателей по годам. Выявлено очень высокое влияние условий среды на величину реализации урожайности (82,6%). У изученных сортов размах показателя по годам составил 53,1-77,8 %, реализация потенциала варьировала в пределах 62,2-78,1%. Выделена группа усатых генотипов Фрегат, Велес, Средневолжский 2, Купидон с деформацией лигнина в бобах, у которых размах урожайности по годам варьировал в узких пределах (53,1-64,5%), реализация потенциала достигала 73,1-78,1%. Сорта Средневолжский 2, Купидон и Велес обеспечили лучшие значения урожайности в среднем за годы исследований (2,72-2,89 т/га) и в засушливых условиях 2021 года (1,40-1,76 т/га). По параметрам общей адаптивной способности определена большая отзывчивость перечисленных сортов на улучшение условий среды. По относительной стабильности ( $S_{gi} = 19,2\%$ ) выделился перспективный сорт Купидон, он представляет ценность для использования в селекции на повышение урожайности ( $СЦГ_i = 1,84$ ). Установлено, что сорта с луцильными бобами характеризовались более высоким содержанием белка в семенах. Лучший показатель получен у усатого сорта Нарат со средним за период изучения значением 24,08%. Размах признака по годам составил 14,3%, уровень реализации потенциала – 91,0%. Высокий сбор белка (5,90-6,42 ц/га) обеспечили высокоурожайные сорта Средневолжский 2, Купидон и Велес с беспергаментными бобами.

**Ключевые слова:** горох (*Pisum sativum L.*), сорт, урожайность, белок, реализация потенциала, адаптивность, стабильность, селекционная ценность.

## ADAPTIVE PROPERTIES OF PEA VARIETIES BREEDING OF THE TATAR RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE

**A.N. Fadeeva**, e-mail: fadeeva211@mail.ru

**K.D. Shurchaeva**

TATAR RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE – SSU FRC «KazSC RAS»

**Abstract:** In order to identify adaptive properties in 2018-2021, characterized by contrasting meteorological conditions, cultivated and promising varieties of peas of various morphological groups of the Tatar Research Institute of Agriculture to realize the potential of yield and protein content were studied. A strong variability of indicators over the years was found. A very high influence of environmental conditions on the value of the yield realization (82.6%) was revealed. In the studied varieties, the range of the indicator over the years was 53.1-77.8%, the realization of the potential varied within 62.2-78.1%. A group of leafletless genotypes Fregat, Veles, Srednevolzhsky 2, Cupidon with lignin deformation in pods was identified, in which the yield range varied within narrow limits over the years (53.1-64.5%), the potential realization reached

73.1-78.1%. Varieties *Srednevolzhsky 2*, *Kupidon* and *Veles* provided the best yield values on average over the years of research 2.72-2.89 t/ha and in arid conditions of 2021 - 1.40-1.76 t/ha. According to the parameters of the general adaptive ability, a great responsiveness of the listed varieties to the improvement of environmental conditions was determined. In terms of relative stability ( $S_{gi} = 19.2\%$ ), the promising variety *Cupidon* stood out; it is valuable for use in breeding to increase yields ( $SCGi = 1.84$ ). It was found that cultivars with shelling pods were characterized by higher protein content in seeds. The best indicator was obtained for the leafletless variety *Narat* with an average value of 24.08% for the study period. The range of the feature over the years was 14.3%, the level of potential realization – 91.0%. High yield of protein (5.90-6.42 c/ha) was provided by high-yielding varieties *Srednevolzhsky 2*, *Kupidon* and *Veles* with parchmentless pods.

**Keywords:** pea (*Pisum sativum* L.), variety, yield, protein, potential realization, adaptivity, stability, breeding value.

### Введение

В мировом земледелии в плане производства растительного белка большое внимание уделяется гороху. По производству его на зерновые цели лидирующее положение в мире занимает Канада. Российская Федерация с долей 10-20% занимает второе место [1]. По данным экспертно-аналитического центра агробизнеса, в 2019 году посевные площади культуры в стране составили 1252,1 тыс. гектаров, в 2020 году они увеличились на 5,8% (*ab-centre.ru*). В Средневолжском федеральном округе, где горох занимает четверть всех посевов в стране, преимуществом среди субъектов по распространению выделяется республика Татарстан. В последние годы посевные площади его в республике установились с положительным трендом на уровне 52-70 тысяч гектаров. В РТ горох используется в качестве высокобелкового компонента в рационах кормления животных всех типов, имеет высокую продовольственную значимость в питании населения.

Рост посевных площадей и объемов производства культуры обусловлен внедрением в производство новых сортов, адаптированных к природно-климатическим условиям различных регионов страны. Целенаправленная селекция гороха ведется не менее двух веков по всему миру. Мировые достижения по увеличению потенциала культуры обусловлены открытием новых направлений по решению проблем, связанных с морфологическими особенностями растений. Результаты селекции последнего периода характеризуются созданием фенотипически разнообразных селекционных достижений гороха по улучшению устойчивости к полеганию, осыпанию семян, дружности созревания с использованием мутантных признаков листа (*af*, *af uni<sup>iac</sup>*), стебля (*det*, *deh*, *lm*, *le*), семян (*def*) [2, 3, 4]. Развернуто впервые новое направление в решении проблемы раскрывания створок и осыпания семян с использованием в качестве селекционного признака мутации боба с деформацией формирования лигнина [5, 6]. В результате селекции потенциал урожайности гороха на зерновые цели при благоприятных погодных и агротехнических условиях может достигать 6,0 т/га при вкладе сорта в 60% [7]. Но реализация потенциала сортов подвержена сильной зависимости от воздействия стрессовых факторов среды, что предъявляет высокие требования к устойчивости селекционных достижений к меняющимся условиям возделывания [8, 9]. Основой высокопродуктивного и устойчивого агробиоценоза служат экологически стабильные сорта, которые способны обеспечить получение безопасной продукции. Оценка генотипов по реакции на воздействие абиотических, биотических факторов позволяет выявить их адаптивную способность – способность поддерживать свойственное ему фенотипическое значение признака в определенных условиях среды, используя различные методы статистического анализа взаимодействия «генотип x среда» [10, 11, 12]. В этой связи весьма актуальным представляется оценка сортов гороха по параметрам адаптивных свойств, характеризующихся устойчивостью урожайности и качества.

**Цель работы** – оценить в различные по метеорологическим условиям годы допущенные для возделывания и перспективные сорта гороха селекции Татарского НИИСХ по реализации потенциала урожайности, содержания белка и его валового сбора.

**Материал и методы исследования**

В качестве объектов исследований использованы морфологически различающиеся по типу листа и боба возделываемые и перспективные сорта гороха селекции Татарского НИИСХ, созданные за период 2000-2021 гг. (табл. 1). Листочковая группа объединяет сорта с луцильными бобами Тан, Венец и с деформацией лигнина Кабан. Среди генотипов с усатым типом листа Варис, Ватан, Нарат и Салават имеют жесткие пергаментные створки бобов, Фрегат, Велес, Средневожский 2 и Купидон характеризуются наличием лигнина лишь вдоль брюшного шва боба.

Таблица 1

**Возделываемые и перспективные сорта гороха посевного селекции Татарского НИИСХ**

Сорт	Год включения в Госреестр	Сорт	Перспективные
Тан	2001	Нарат	В ГСИ с 2020
Венец	2005	Салават	В ГСИ с 2021
Варис	2009	Средневожский 2	В ГСИ с 2020
Ватан	2011	Купидон	В ГСИ будет передан в 2022
Кабан	2016		
Фрегат	2018		
Велес	2020		

Сорта гороха изучались в 2018-2021 гг. в питомнике конкурсного сортоиспытания в пяти повторениях с учетной площадью делянок 20 м<sup>2</sup>, высеянных рендомизированно. Предшественник озимая пшеница.

Урожай сортов, полученный с делянок, был пересчитан в т/га и переведен на стандартную влажность (14%). Содержание белка в семенах определяли методом Кьельдаля (ГОСТ 10846-91) на абсолютно сухое вещество.

Статистическую обработку полученных результатов провели методами одно- и двухфакторного анализа по Б.А. Доспехову [13]. Размах и реализацию потенциала урожайности сортов вычисляли согласно методикам В.А Зыкина с соавторами [14] и Э.Д. Неттевича [15]. Взаимодействие факторов «генотип x среда» определяли по методу А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой [16]. Он основан на одновременном анализе общей адаптивной способности (ОАС), характеризующей среднее значение признака в различных условиях среды, специфической адаптивной способности (САС), показывающей отклонение от ОАС в определенной среде. Данный метод позволяет провести оценку селекционной ценности генотипов.

**Результаты и обсуждение**

Годы проведения исследований характеризовались высокой изменчивостью параметров метеорологических условий. В период вегетации гороха в 2018 году наблюдались сильнозасушливые условия (ГТК=0,68), стандартный сорт Ватан [15]. Гидротермический режим по фазам вегетации растений складывался неравномерным распределением количества осадков и резкими колебаниями температуры воздуха (рис.). В фазе от начала до завершения цветения выпало всего 4 мм осадков, среднесуточная температура на 4<sup>0</sup>С превышала среднемноголетние значения.

Несмотря на довольно высокое значение ГТК за вегетационный период гороха в 2019 году (1,08) в основные периоды роста и закладки репродуктивных органов (май-июнь) напряженные условия создавались высоким режимом теплообеспечения (ГТК=0,85). Условия вегетации гороха в 2020 году складывались из двух противоположных частей.

Первая половина, охватывающая период интенсивного роста растений и закладку потенциала продуктивности (май-июнь), характеризовалась умеренным температурным режимом и обильными осадками (ГТК=1,71). Реализация потенциала гороха (формирование бобов и налив семян) сопровождалось повышением среднесуточной температуры (+4,3<sup>0</sup>С к норме), количество осадков составило 4,8-40,0% от нормы. ГТК в фазе цветения и от завершения цветения до хозяйственной спелости составили, соответственно, 0,24 и 0,11.

Стрессовые условия для роста и развития растений складывались в 2021 году при сочетании высокой температуры воздуха и дефицита осадков. Значение ГТК за период от появления всходов (стандартный сорт Ватак) до хозяйственной спелости составило всего 0,15. В важнейшую фазу развития растений – от начала до завершения цветения – дневная температура воздуха достигала 32...35<sup>0</sup>С, среднесуточная температура воздуха на 4,1...9,3 % превышала среднеголетние значения. Длительное отсутствие осадков обусловило сохранение воздушной и почвенной засухи в период формирования элементов структуры урожайности. Анализ динамики формирования репродуктивных органов растений показал, что в таких условиях из завязей, образовавшихся на 4-5 продуктивных узлах растений, полноценные бобы сформировались лишь на 1-2 нижних узлах. В результате величина урожайности сортов в засушливых условиях была реализована на минимальном уровне.

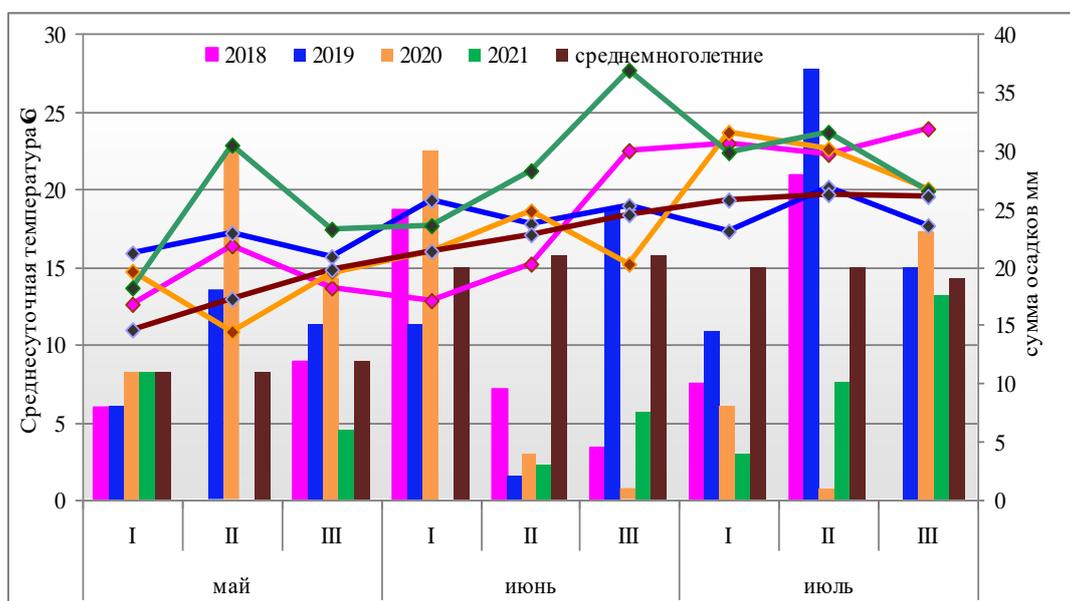


Рис. Среднесуточная температура воздуха и сумма осадков в годы проведения исследований (2018-2021 гг.), данные метеостанции ТамНННССХ

Размах урожайности по изученным сортам варьировал в пределах 53,1-77,8%, уровень реализации потенциала (табл. 2). У сортов с обычным типом листа значения этих показателей составили 60,3...73,4 и 70,3...74,4%. Величина урожайности их по годам в основном уступала среднесортным значениям. Отмечено положительное отклонение у сорта Кабан с беспергаментными бобами в засушливых условиях 2018 и 2021 гг. (107,2...107,6%).

Высокой изменчивостью урожайности по годам характеризовалась группа усатых сортов с луцильными бобами, у которых размах показателей составил 68,1...77,8%. Сорта реализовали потенциал на уровне 62,2-69,5%. В этой морфологической группе выделился сорт Нарат с минимальным размахом и более высокой реализацией. У данного генотипа отклонение значений урожайности от среднесортного в годы исследований также варьировало в узких пределах от 98,3 до 104,3%.

Наибольший успех в селекции на повышение урожайности достигнут в группе сортов с усатым типом листа и беспергаментными бобами. Предел колебания урожайности по годам

не превышал 53,1...64,5%. Реализация потенциала урожайности у сортов данной группы колебалась в пределах 73,1...78,1% с лучшим показателем у нового сорта Средневожский 2. Большинство из них выделались ежегодным положительным отклонением урожайности от среднесортowego значения. Характерным для этой группы является более высокие значения (1,20-1,76 т/га) в засушливых условиях 2021 года по сравнению с генотипами других групп. Отклонения показателей у сортов Велес, Средневожский 2 и Купидон по отношению к среднесортowego значению составили 117,6...147,9%. В этих условиях максимальный уровень урожайности реализовал сорт Купидон. Данный новый сорт характеризовался минимальным размахом значений по годам, потенциал реализации составил 74,1%.

Таблица 2

**Реализация потенциала урожайности сортов гороха**

Сорт	Урожай, т/га / % от среднесортowego значения				Размах, %	Реализация потенциала, %
	2018	2019	2020	2021		
<b>Листочковые</b>						
Тан	2,10/ 94,2	2,73/ 90,4	3,05/ 86,6	1,21/ 101,7	60,3	74,4
Венец	2,10/ 94,2	2,85/ 94,4	3,20/ 90,9	0,85/ 71,4	73,4	70,3
Кабан	2,39/ 107,2	2,68/ 88,7	3,27/ 92,9	1,28/ 107,6	60,8	73,4
<b>Усатые луцильные</b>						
Варис	1,82/ 81,6	2,35/ 77,8	3,39/ 96,3	0,86/ 72,3	74,6	62,2
Ватан	1,98/ 88,8	2,79/ 92,4	3,57/ 101,4	1,00/ 84,0	72,0	65,5
Нарат	2,31/ 103,5	3,04/ 100,7	3,67/ 104,3	1,17/ 98,3	68,1	69,5
Салават	2,21/ 99,1	3,09/ 102,3	4,14/ 117,6	0,92/ 77,3	77,8	62,6
<b>Усатые беспергаментные</b>						
Фрегат	2,16/ 96,9	3,16/ 104,6	3,38/ 96,0	1,20/ 100,8	64,5	73,1
Велес	2,24/ 100,4	3,70/ 122,5	3,55/ 100,8	1,40/ 117,6	62,2	73,5
Средне- вожский 2	2,92/ 130,9	3,56/ 117,9	3,70/ 105,1	1,40/ 117,6	62,2	78,1
Купидон	2,33/ 104,5	3,28/ 108,6	3,75/ 106,5	1,76/ 147,9	53,1	74,1
Среднее	2,23/100	3,02/100	3,52/100	1,19/100		
НСР <sub>05</sub> генотипа(фактор А) среды (Фактор В) взаимодействие «генотип x среда»			0,092 0,056 0,184			

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа урожайности сортов за период изучения указывают на наличие значимых эффектов генотипа, среды и их взаимодействия на показатели сбора семян ( $F_{факт.} > F_{теор.}$ ) (табл. 3). Обнаружено очень высокое влияние условий среды (82,6%). Доля влияния генотипа и специфического взаимодействия «генотип x среда» составила, соответственно, 5,8 и 4,0%.

Средние за годы исследований значения урожайности ( $u+v_i$ ) показывают, что в процессе селекции по всем морфологическим группам достигнуто повышение уровня

показателя (табл. 4). Усатые сорта Нарат, Салават с луцильными бобами и Велес, Купидон, Средневолжский 2 с беспергаментными бобами по реализации потенциала превысили среднесортное значение по опыту.

Таблица 3

**Вклад факторов в изменчивость урожайности семян сортов гороха**

Источник варьирования	Число степеней свободы	Дисперсия ( $\sigma^2$ )	$F_{\text{факт.}}$	$F_{\text{теор.}}$ для $P=0,05$	Доля влияния, %
Генотип	10	1,205	55,166*	1,8	5,8
Среда	3	56,861	2603,479*	2,6	82,6
Взаимодействие «генотип x среда»	30	0,274	12,568*	1,5	4,0

Лучшие показатели получены у генотипов с деформацией лигнина (2,72...2,89 т/га). Положительные значения параметров общей адаптивной способности у перечисленных генотипов (0,23...0,40) указывают на их отзывчивость на улучшение условий среды. В качестве меры стабильности генотипа в определенной среде в методике предлагается применять вариансу специфической адаптивной способности, отражающей относительную стабильность генотипа ( $S_{gi}$ ). По данному показателю выделился сорт Купидон с минимальным значением параметра (19,2%), что указывает на относительную стабильность и низкую реакцию данного генотипа на меняющиеся погодные условия. Он также представляет высокую ценность для использования в селекции на высокую урожайность ( $СЦГ_i = 1,84$ ).

Таблица 4

**Параметры адаптивной способности генотипов гороха**

Сорт	$u+v_i$	$v_i$ (OAC <sub>i</sub> )	$\sigma^2_{CAC_i}$	$S_{gi}$	СЦГ <sub>i</sub>
<b>Листочковые</b>					
Тан	2,27	-0,22	0,20	21,5	1,55
Венец	2,25	-0,24	0,62	39,3	0,97
Кабан	2,40	-0,09	0,24	21,0	1,62
<b>Усатые луцильные</b>					
Варис	2,11	-0,39	0,65	46,8	0,82
Ватан	2,34	-0,15	0,75	39,7	0,96
Нарат	2,55	0,06	0,69	31,8	1,23
Салават	2,59	0,10	1,40	43,9	0,71
<b>Усатые беспергаментные</b>					
Фрегат	2,47	-0,02	0,54	29,9	1,30
Велес	2,72	0,23	0,75	29,1	1,35
Средневолжский 2	2,89	0,40	0,65	24,5	1,62
Купидон	2,78	0,29	0,35	19,2	1,84
Среднее	2,49				

Главным критерием ценности зернобобовых культур является содержание белка в семенах. Анализ тенденций селекции гороха показал, что в течение последних 50-70 лет селекционной работы содержание белка у современных сортов гороха уменьшилось на 1,5% [16]. Тактика селекционной работы позволяет несколько снизить отрицательную корреляцию урожайности и содержания белка за счет изменения других параметров генотипа, например, увеличением периода вегетации, длины стебля, но это ведет к ухудшению некоторых хозяйственных показателей (полегание растений, позднеспелость). Результаты наших исследований показали, что содержание белка в семенах у сортов сильно варьировало по годам. Размах значений признака менялся от 12,9% у сорта Ватан до 22,8% у сорта Купидон (табл. 5). Наиболее благоприятными для накопления белка оказались условия 2021 года,

содержание его у сортов достигало до 24,97...26,47%. Максимальное значение получено у усатого сорта Нарат с луцильными бобами. Он выделился лучшим за годы исследований средним значением признака (24,08%) с размахом 14,3% и высокой реализацией его потенциала (91,0%). Группа усатых сортов с деформацией лигнинового слоя в створках бобов уступает по содержанию белка листочковым и усатым генотипам с луцильными бобами. Необходимо отметить, что селекция на устойчивость к раскрыванию бобов с использованием нового типа боба ведется короткий период. Доноры признака, использованные в селекции, характеризовались низким содержанием белка в семенах. В связи с этим при селекционном совершенствовании данной морфологической группы перспективной задачей ставится повышение уровня содержания белка в семенах.

Таблица 5

**Содержание белка в семенах сортов гороха и реализация его потенциала**

Сорт	Содержание белка, %					Размах, %	Реализация потенциала, %
	2018	2019	2020	2021	среднее		
<b>Листочковые</b>							
Тан	21,58	22,63	24,46	25,21	23,47	14,4	93,1
Венец	21,80	20,72	24,38	26,44	23,33	21,6	88,2
Кабан	19,58	20,13	23,92	25,06	22,17	21,9	88,5
<b>Усатые луцильные</b>							
Варис	22,47	22,50	22,56	26,30	23,46	14,6	89,2
Ватан	21,89	22,41	22,31	25,61	23,05	12,9	90,0
Нарат	22,67	22,80	24,37	26,47	24,08	14,3	91,0
Салават	20,88	21,86	22,49	26,52	22,94	21,3	86,5
<b>Усатые беспергаментные</b>							
Фрегат	20,47	20,26	21,89	24,97	21,90	18,9	87,7
Велес	20,68	20,11	22,49	25,15	22,11	20,0	87,9
Средневолжский 2	19,96	20,79	24,08	25,26	22,52	21,0	89,1
Купидон	19,67	19,54	24,46	25,32	22,25	22,8	87,9
Среднее	21,06	21,18	23,40	25,68	22,84		
Стандартное отклонение (S)	1,042	1,206	1,035	0,632			

В качестве интегрального показателя реализации потенциала сортов служит показатель валового сбора белка с единицы площади, величина которого формируется значениями урожайности и содержания белка. Данные таблицы 6 показывают, что в наших исследованиях значения его у сортов гороха сильно колебались в зависимости от условий внешней среды. Изменчивость (CV, %) показателя составила очень высокие значения особенно у усатых сортов с луцильными бобами и у листочкового сорта Венец (CV=41,0...52,7%). Максимальный сбор белка с гектара получен в 2020 году, когда генотипы формировали лучшую урожайность. В среднем по сортам значение его составило 8,22 ц/га. По сортам показатель менялся от 7,40 (сорт Фрегат) до 9,31 ц/га (сорт Салават). Соответственно, низкий сбор белка в среднем 3,02 ц/га отмечен в стрессовых условиях (2021 г.). Минимальные показатели в пределах 2,24...2,56 ц/га получены у усатых сортов с луцильными бобами Салават, Варис, Ватан и листочкового Венец, которые в этот год реализовали потенциал урожайности лишь на уровне 0,85-1,00 т/га.

Из представленных данных видно, что величина валового сбора белка у сортов в основном формируется за счет урожайности. Актуальным остается повышение роли содержания белка в семенах в его общем сборе с единицы площади.

Таблица 6

<b>Валовой сбор белка у сортов гороха, ц/га</b>						
Сорт	2018	2019	2020	2021	Среднее	CV, %
Листочковые						
Тан	4,53	6,18	7,46	3,05	5,31	36,2
Венец	4,58	5,90	7,80	2,25	5,13	45,4
Кабан	4,68	5,39	7,82	3,21	5,27	36,5
Усатые луцильные						
Варис	4,09	5,29	7,65	2,26	4,82	46,8
Ватан	4,33	6,25	7,96	2,56	5,28	44,4
Нарат	5,24	6,93	8,94	3,10	6,05	41,0
Салават	4,61	6,75	9,31	2,24	5,73	52,7
Усатые беспергаментные						
Фрегат	4,42	6,40	7,40	3,00	5,31	37,2
Велес	4,63	7,44	7,98	3,55	5,90	36,4
Средневожский 2	5,83	7,40	8,91	3,54	6,42	35,7
Купидон	4,58	6,41	9,17	4,46	6,16	35,7
Среднее	4,68	6,37	8,22	3,02	5,57	

### Заключение

В контрастные по метеорологическим условиям годы изучены сорта гороха селекции Татарского НИИСХ по реализации потенциала урожайности, содержанию и сбору белка. В процессе селекции достигнуто повышение урожайности у сортов различных морфологических групп.

Выделена группа усатых сортов с безлигниновыми бобами с узким пределом размаха урожайности (53,1...64,5%) и реализацией потенциала на уровне 73,1...78,1%. Из них Велес, Средневожский 2, Купидон показали лучшие значения в засушливых условиях 2021 года (1,40-1,76 т/га) и по средним за годы исследований результатам (2,72...2,89 т/га). Сорт Купидон представляет ценность для использования в селекции на повышение урожайности.

По содержанию белка в семенах лучшее значение получено у усатого сорта Нарат с луцильными бобами. Среднее значение признака за период изучения составило 24,08% с размахом признака по годам 14,3 и реализацией потенциала 91,0%. Группа усатых сортов с деформацией лигнинового слоя в створках бобов по данному показателю уступает сортам с луцильными бобами.

Повышение валового сбора белка у сортов обеспечивалось высоким вкладом величины урожайности. У высокоурожайных усатых сортов с беспергаментными бобами Велес, Средневожский 2, Купидон среднее значение показателя достигало 3,55...4,46 ц/га. Перспективу для селекционного решения представляет поиск путей увеличения роли содержания белка в семенах в его общем сборе с единицы площади.

*Работа выполнена в рамках гранта Министерства сельского хозяйства и продовольствия республики Татарстан «Государственная поддержка научных исследований и разработок в области агропромышленного комплекса в 2021 году».*

### Литература

1. Зотиков В.И. Отечественная селекция зернобобовых и крупяных культур // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 3 (35). – С. 12-19. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11179
2. Зеленов А.Н., Задорин А.М., Зеленов А.А. Первые результаты создания сортов гороха морфотипа хамелеон // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 2 (26). – С. 10-17. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10009
3. Зеленов А.Н., Задорин А.М., Зеленов А.А., Кононова М.Е. Селекция усатых сортов гороха в ФНЦ зернобобовых и крупяных культур // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 1(33). – С. 4-10. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11147

4. Andrey A. Sinjushin. Mutations of determinate growth and their application in legume breeding // *Legume Perspectives*. – 2015. – Issue 1. – P. 14-15
5. Фадеев Е.А. Селекционная ценность исходного материала гороха (*Pisum sativum* L.) с различной морфологией листа и боба // Дис. ... канд. с.х. наук. Казань. – 2014. – 168 с.
6. Фадеева А.Н., Шурхаева К.Д., Фадеев Е.А., Абросимова Т.Н. Результаты и перспективы селекции гороха на устойчивость к раскрыванию бобов // *Достижения науки и техники АПК*. – 2015. – № 5. – С. 20-22 [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_23608960\\_68207986.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_23608960_68207986.pdf)
7. Амелин А.В., Чекалин Е.И. Адаптивные способности растений гороха в результате селекции (Обзорная статья) // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2019. – № 2(30). – С. 4-14. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11081.
8. Жученко А.А. Эколого-генетические проблемы селекции растений // *Сельскохозяйственная биология*. – 1990. – Т. 25, № 3. – С. 3-23.
9. Donald R. Orta, Sabeeha S. Merchant, Jean Alric, Alice Barkan et al. Redesigning photosynthesis to sustainably meet global food and bioenergy demand // *PNAS*. – 2015. – V. 112 (28). – P. 8529-8536. <https://doi.org/10.1073/pnas.1424031112>
10. Кильчевский А.В. Генетико-экологические основы селекции растений // *Вестник ВОГиС*. – 2005. – Т. 9, – № 4. – С. 518-526. [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_9127861\\_27518746.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_9127861_27518746.pdf)
11. Сапега В.А., Митриковский А.Я. Оценка урожайного и адаптивного потенциала сортов гороха в условиях южной лесостепи Северного Зауралья // *Вестник Казанского ГАУ*. – 2020. – № 2 (58). – С. 49-52. DOI 10.12737/2073-0462-2020-49-52
12. Пономарева С.В. Экологическая пластичность и стабильность по урожайности семян и зеленой массы гороха полевого в условиях Волго-Вятского региона // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2019. – № 2 (30). – С.43-48. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11086
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс. 2011. – 352 с.
14. Зыкин В.А., Мешков В.В., Сапега В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: методические рекомендации. Москва, – 1984. – 24 с.
15. Неттевич Э. Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в центральном регионе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства // *Доклады РАСХН*. – 2001. – № 3. – С. 3-6.
16. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение I. Обоснование метода // *Генетика*. – 1985. – Т. XXI. – № 9. – С. 1491-1498.
17. Шайтанов О.Л., Тагиров М.Ш. Основные тенденции изменения климата Татарстана в XXI веке. Казань: Фолиант, – 2018. – 63 с.
18. Кондыков И.В., Бобков С.В., Уварова О.В., Толкачева М.А., Кондыкова Н.Н. Современные европейские сорта гороха – урожайность и содержание белка // *Зерновое хозяйство России*. – 2010. – № 5. – С. 17–20. [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_15264172\\_29490792.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_15264172_29490792.pdf)

### References

1. Zotikov V.I. Otechestvennaya selekziya zernobobovykh i krupyanykh kultur [Domestic breeding of leguminous and cereal crops.]. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 2020, no. 3 (35), pp. 12-19. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11179 (In Russian).
2. Zelenov A.N., Zadorin A.M., Zelenov A.A. Pervye rezultaty sozdaniya sortov gorokha morhpotipa khameleon [The first results of creating pea varieties of the chameleon morphotype]. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 2018, no. 2 (26), pp. 10-17. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10009 (In Russian)
3. Zelenov A.N., Zadorin A.M., Zelenov A.A., Kononova M.E. Selektiya usatykh sortov gorokha v FNZ zernobobovykh i krupyanykh kultur [Breeding of leafletless pea varieties at FSC Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops.]. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 2020, no. 3 (35), pp. 4-10. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11147 (In Russian)
4. Sinjushin Andrey A. Mutations of determinate growth and their application in legume breeding. *Legume Perspectives*. 2015, Issue 1, pp. 14-15
5. Fadeev E.A. Selektionnaya zennost iskhodnogo materiala gorokha (*Pisum sativum* L.) s razlichnoi morhpologiei lista i boba [Breeding value of the material of pea (*Pisum sativum* L.) with different leaf and pood vorphology]. Diss. ... Cand. s.-kh. sciences. Kazan, 2014, 168 p. (in Russian)
6. Fadeeva A.N., Shurchatva K.D., Fadeev E.A., Abrosimova T.N. Rezultaty i perspektivy selekzii na ustiychivost k raskryvaniyu bobov [Results and perspectives of selection peas for resistance to uncovering of poods]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015, no. 5, pp. 20-22. [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_23608960\\_68207986.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_23608960_68207986.pdf)
7. Amelin A.V., Chekalin E.I. Adaptivnye sposobnosti rastenii gorokha v rezultate selekzii (Obzornaya statia). [Adaptability of plants of the pea and their changes in the breeding]. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 2019, no. 2 (30), pp. 4-14 DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11081.

8. Zhuchenko A.A. Ekologo-geneticheskiye problemy selekzii rastenii. [Ecological and genetic problems of plant breeding]. *Selskokhozyaistvennaya biologiya*. 1990. no. 3. pp.3-23.
9. Donald R. Orta, Sabeeha S. Merchant, Jean Alricf, Alice Barkan et al. Redesigning photosynthesis to sustainably meet global food and bioenergy demand. *PNAS*, 2015, v.112(28). pp. 8529-8536. <https://doi.org/10.1073/pnas.1424031112>
10. Kilchevskii A.V. Genetiko-ekologicheskiye osnovy selekzii rastenii. [Genetic and ecological foundations of plant breeding]. *Vestnik VOGiS*. 2005, т. 9, no. 4, pp. 518-526. [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_9127861\\_27518746.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_9127861_27518746.pdf)
11. Sapega V.A., Mitrikovskiy A. Ya. Ozenka urozhainogo i adaptivnogo potentsiala sortov gorokha v usloviyakh yuzhnoi lesostepi Severnogo Zauralia. [Assessment of yield and adaptive potential of pea varieties in the condition of the southern forest steppe of the Northern Urals]. *Vestnik Kazanskogo GAU*, 2020, no. 2(58), pp. 49-52 DOI 10.12737/2073-0462-2020-49-52
12. Ponomareva S.V. Ekologicheskaya plastichnost i stabilnost po urozhainosti semyan i zelenoi massy gorokha polevogo v usloviyakh Volgo-Vyatskogo regiona. [The ecological plasticity and stability by yield of seeds and green mass of field pea in the conditions of Volgo-Vyatskiy region]. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 2019, no. 2(30), pp.43-48 DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11086
13. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniy) [Field experiment technique]. Moscow, *Alians*, 2011, 352 p. (In Russian)
14. Zykin V.A., Meshkov V.V., Sapega V.A. Parametry ekologicheskoi plastichnosti sel'skokhozyaistvennykh rastenii, ikh raschet i analiz: metodicheskie rekomendatsii [Parameters of Ecological Plasticity of Agricultural Plants, their Calculation and Analysis: Guidelines]. Moscow, 1984, 24 p. (In Russian)
15. Nettevich E.D. Potentsial urozhaynosti rekomendovannykh dlya vozdeleyvaniya v tsentralnom regione RF sortov yarovoy pshenitsy i yachmenya i ego realizatsiya v usloviyakh proizvodstva. [Yield potential of spring wheat and barley varieties recommended for cultivation in the central region of the Russian Federation and its implementation in production conditions]. / *Doklady RASKhN*, 2001, no. 3. pp. 3–6 (In Russian)
16. Kilchevskii A.V. Chotyleva L.V. Metod ozenki adaptivnoi sposobnosti i tabilnosti genotipov, differenziruyushei sposobnosti sredy. Soobschenie I. Obosnovaniye metoda. [A method for assessing the adaptive ability and stability of genotypes, the differentiating ability of the environment. Message I. Rational of the method]. *Genetika*, 1985, n..XXI, no. 9, pp. 1491-1498.
17. Shaitanov O.L., Tagirov V.I. Osnovnye tendenzii izmeneniya klimata Tatarstana v XXI veke. [The main tendencies of climate in Tatarstan in the XXI century]. Kazan: *Foliant*, 2018, 63 p.
18. Kondykov I.V., Bobkov S.V., Uvarova O.V., Tolkacheva M.A., Kondykova N.N. Sovremennyye evropeyskiye sorta gorokha – urozhaynost i sodержaniye belka. [Modern European pea varieties – yield and protein content]. *Zernovoye khozyaistvo Rossii*, 2010, no. 5, pp. 17–20. [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_15264172\\_29490792.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_15264172_29490792.pdf)