A NEW METHOD FOR DETERMINING THE PHOSPHORUS LEVEL IN MOIST SOIL

Key words: soil; reflectance; absorbance; spectrum; phosphorus level.

Authors' personal details

Fergane Kazymova, doctoral student of National Aerospace Agency, Azerbaijan Republic, AZ1115, Baku, S.S. Akhundova St., 9, e-mail: Fergane.kazimova@mail.ru.

The study developed a method for determining the phosphorus level in soil based on the effect of moisture and phosphorus on the reflectance and absorbance properties of the soil. The method is based on the extreme property of the weighted scalar convolution of partial criteria that have double phase dependence on a single argument. The reflectance and absorbance of optical range electromagnetic radiation by the soil are used as the partial criteria. The study showed that the weighted convolution of

these criteria had an extreme of a minimum at a certain value of the reflectance index. The author comes up with an algorithm for implementing the method. It is to calculate the value of the general argument (the reflectance), at which the scalar convolution reaches a minimum. The calculated reflectance value can be used to determine the concentration of phosphorus in the soil based on the known index values.

© Казымова Ф.Т.

УДК 631.111.1

DOI: 10.31563/1684-7628-2020-54-2-32-38

Л.Т. Мальцева, Е.А. Филиппова, Н.Ю. Банникова, Н.В. Катаева

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТБОРА ПО СЕЛЕКЦИОННЫМ ИНДЕКСАМ В КОНТРАСТНЫХ УСЛОВИЯХ ЗАУРАЛЬЯ

Ключевые слова: селекционные индексы; погодные условия; колос; урожайность; озерность колоса.

Введение. Неустойчивость климата Зауралья с часто повторяющимися засухами и другими стрессовыми явлениями повышают значение сорта [1]. При создании сортов пшеницы, адаптированных к местным условиям, ставится задача выделить генотипы мягкой пшеницы, лучшие по основным хозяйственно-ценным признакам в различных условиях выращивания. Использование современных ДНК-технологий убыстряет селекционный процесс [2]. Крупнов В.А. отмечает, что «наиболее надежный путь к сокращению сроков создания новых сортов... – это интеграция генотипирования и фенотипирования». Отбор по фенотипу остается наиболее распространенным методом в силу своей простоты и достаточной эффективности. Повышению эффективности отбора по признаку продуктивности в селекционном процессе способствует использование селекционных индексов [4]. Информационная ценность индексов меняется от условий, в которых производится от-

бор (засуха, высокая влагообеспеченность, болезни). Растения, реализуя свою генетическую программу, обнаруживают неодинаковую реакцию разных признаков на изменение условий внешней среды [5]. Это отмечают и другие исследователи: «Информация, которую несет на себе индекс... может быть негативной для результатов отбора, или, наоборот, очень полезной. Это зависит от действия лим-факторов на компоненты индекса и от «вывода» на них разных спектров генов в разных средах» [6]. Индексы широко применяются в селекционных технологиях [7]. Так на основе селекционных индексов предлагается новая тактика отбора в плотных посевах [8]. Драгавцев В.А., один из авторов модели эколого-генетического контроля признаков продуктивности, отмечает, что необходимо проанализировать эти и другие индексы с точки зрения МЭГКПП на их работоспособность в селекции растений в разных средах, на фонах разных динамик лимитирующих факторов [9].

Цель исследования: определить эффективность селекционных индексов в отборе лучших генотипов на фоне различных факторов внешней среды в условиях Зауралья.

Условия, материалы и методы исследований. Исследования выполнены на базе Курганского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в лаборатории селекции пшеницы в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования по направлению 150 Программы ФНИ государственных академий наук по теме «Разработка и совершенствование методов селекционной работы, создание исходного материала и адаптивных сортов зерновых, зерно-бобовых, кормовых, плодово-ягодных, декоративных культур и картофеля».

Материалом для исследования служили сорта яровой мягкой пшеницы конкурсного сортоиспытания различных групп спелости. Площадь делянки 20 м², повторность четырехкратная, норма высева 5 млн всхожих зерен на 1 га, предшественник – пар. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по Б.А. Доспехову [10]. Структурный анализ проводили согласно методическим указаниям ВИРа [11].

Для анализа взяты пять селекционных индексов: мексиканский (отношение массы зерна с колоса, г к высоте растения, см), канадский (отношение числа зерен в колосе, шт. к длине колоса, см), индекс линейной плотности колоса (отношение массы зерна с колоса, г к длине колоса, см), продуктивности растений (число зерен в колосе, шт., умноженное на массу зерна с колоса г, деленное на длину колоса, см), интенсивности (отношение массы стебля, г к высоте растения, см).

Погодные условия за период исследования были различные. В засушливый 2010 год количество осадков составило 71 мм или 36,8 % к норме. Температурный режим также засушливого 2012 года на протяжении всего периода вегетации превышал норму в среднем на 2,5 °С. Во второй декаде июня температура превышала норму на 7,9 °С. В среднем за месяц выпало 18,2 мм, что составляет 30,8 % обеспеченности влагой. В жаркий июль осадков выпало 14 мм или 23,3 %. В благоприятном по влагообеспеченности 2011 году наиболее влажными были июнь и июль, когда обеспеченность влагой составила 167 % и 130,3 %. Влажная теплая погода 2016 и 2017 годов способствовала развитию бурой ржавчины и эпифитотии стеблевой ржавчины.

Вегетационный период 2018 года нетипичен для Зауралья: высокая влагообеспеченность третьей декады мая и летняя засуха. В мае выпало

45 мм осадков (115,4 % от нормы). В основном дожди прошли в третьей декаде (288,2 % от нормы). Июнь был с недостаточным количеством влаги и температурой ниже средней многолетней на 1,7 °С. Июль – теплый и сухой. Первая декада августа – теплая и сухая. В третьей декаде выпало 204,6 мм осадков или 292,5 % при температуре, близкой к среднемноголетней. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный маломощный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое (0–20 см) – 4,26 % (по Тюрину); рН_{H2O} 5,7; содержание подвижного Р₂О₅ (по Чирикову) – 118 мг/кг почвы, обменного К₂О – 217 мг/кг почвы (по Масловой), нитратного азота N-NO₃ – 14 мг/кг почвы.

Анализ и обсуждение результатов. В условиях, благоприятных по влагообеспеченности, для отбора продуктивных генотипов можно применять все перечисленные индексы, кроме индекса интенсивности. Отношение массы стебля к высоте растения снижается из-за дисбаланса высоты растений и толщины стебля (таблица 1). В литературных источниках есть сведения, что при отборе по канадскому индексу теряется часть засухоустойчивых генотипов и считается, что для условий Западной Сибири этот индекс непригоден [12]. Максимальное значение всех индексов отмечено в среднеспелой и позднеспелой группах спелости в 2017 году при урожайности 38,0–40,97 ц/га. В скороспелой группе большинство индексов (кроме индекса интенсивности) имели высокие показатели в 2011 г., более благоприятном по влагообеспеченности – ГТК 1,15.

Вариабельность селекционных индексов зависит как от генотипа сорта, так и от условий произрастания (таблица 2). Сильная вариабельность мексиканского индекса и индекса продуктивности растений (30–52,7 %) в годы эпифитотии бурой и стеблевой ржавчин в 2016 году позволяет вести отбор устойчивых форм пшеницы к этим патогенам. В условиях жесткой засухи 2012 года в среднеспелой группе коэффициент вариации индекса линейной плотности колоса составил 134 %. Такая сильная вариация дает возможность отбора засухоустойчивых сортов. Сорта этой группы, как правило, наиболее устойчивы к абиотическим факторам, в данном случае к жесткой засухе [13]. В позднеспелых генотипах сложно вести отбор по этому индексу. Коэффициент вариации слабый – это отражается и в коэффициенте корреляции этого индекса с урожайностью 0,333. В нашем исследовании малая вариабельность канадского индекса отмечена в скороспелой и среднеспелой группах во все годы. Единственный случай отмечен в позднеспелой группе – 29,9 % в 2012 г. Налив зерна у позднеспелых сортов приходится

на более поздние сроки созревания, когда действие засухи снижается, выпадают осадки и удельный урожай колоса повышается, что отражается в величине канадского индекса. В ранне-

спелой группе сортов отбор высокопродуктивных генотипов возможен только в годы с высокой влагообеспеченностью, это отражают индексы продуктивности колоса и высоты растения.

Таблица 1 Среднее значение селекционных индексов в разных условиях

Год	Урожайность, ц/га	Мексиканский индекс	Канадский индекс	Индекс линейной плотности колоса	Индекс продуктивности	Индекс интенсивности
Скороспелая группа						
2011	43,0	0,0111	4,172	0,152	4,890	0,0160
2018	30,7	0,00998	3,801	0,137	4,041	0,0256
2010	13,5	0,01107	2,996	0,099	2,080	0,0045
2012	10,0	0,0086	2,998	0,088	1,781	0,0194
2016	23,8	0,0054	3,454	0,095	2,308	0,0236
2017	32,5	0,0118	3,431	0,155	4,691	0,0237
Среднеспелая группа						
2011	41,0	0,0107	3,989	0,152	4,632	0,0195
2018	29,9	0,0115	3,723	0,143	4,366	0,0333
2010	12,7	0,0090	3,092	0,082	1,720	0,0041
2012	12,6	0,0092	2,895	0,139	1,933	0,0188
2016	25,7	0,0080	3,601	0,116	3,266	0,0263
2017	38,0	0,0136	3,825	0,173	6,230	0,0315
Среднепоздняя группа						
2018	30,6	0,0109	3,362	0,134	3,588	0,0289
2010	13,4	0,0108	3,136	0,103	2,245	0,0050
2012	12,5	0,0087	3,143	0,084	1,853	0,0170
2016	29,9	0,0079	3,733	0,113	3,389	0,0305
2017	41,0	0,0144	3,790	0,171	6,513	0,0360

Таблица 2 Коэффициенты вариации селекционных индексов в разных условиях

Год	Урожайность, ц/га	Мексиканский индекс	Канадский индекс	Индекс линейной плотности колоса	Индекс продуктивности	Индекс интенсивности
Скороспелая группа						
2011	32,6–50,2	20,8	16,8	29,9	34,4	21,8
2018	26,5–33,2	15,1	13,5	13,9	25,9	18,5
2010	10,6–16,9	22,0	24,2	27,6	42,9	14,5
2012	5,1–12,5	16,4	17,9	16,2	26,9	18,6
2016	18,1–27,9	33,7	10,1	44,7	52,7	16,8
2017	26,5–38,5	13,6	18,6	12,1	22,5	29,9
Среднеспелая группа						
2011	27,6–49,6	21,0	12,7	21,7	30,7	14,5
2018	27,4–33,9	21,7	12,4	15,9	27,2	30,6
2010	11,1–15,0	28,7	9,2	31,5	32,8	15,7
2012	7,8–16,9	23,6	15,96	134,0?	38,5	27,8
2016	22,7–33,5	42,0	10,4	39,3	44,1	18,2
2017	26,1–46,2	16,3	6,8	12,2	20,1	28,0
Среднепоздняя группа						
2018	27,4–33,9	17,4	12,0	9,63	19,9	21,1
2010	10,2–17,4	29,3	10,8	17,6	26,9	19,9
2012	7,0–14,8	23,3	29,9	24,8	52,6	20,1
2016	22,3–36,4	30,0	9,8	23,7	31,2	19,7
2017	26,3–49,1	12,5	11,2	10,7	18,9	41,4

Практический интерес представляет связь селекционных индексов с урожайностью [14]. В крайне засушливых условиях (2010, 2012 гг.) очень сложно вести отбор по предложенным индексам. Корреляционным анализом достоверные средние связи выявлены только у сортов позднеспелой группы с мексиканским индексом и индексом продуктивности растений (таблица 3). У сортов скороспелой и позднеспелой групп корреляция очень слабая: от –0,080 до 0,442. Таким образом, в условиях жесткой засухи отбор

по продуктивности колоса малоэффективен. В этих условиях просматривается тенденция отбора по высоте растений. В 2016–2017 гг. уровень урожайности высокий во всех группах спелости (18,1–49,1 ц/га), этому способствовали благоприятные условия для роста и развития растений пшеницы. В этих условиях сложился эпифитотийный фон для развития бурой (*Puccinia recondite* Rob. Sp. tritici) и стеблевой (*Puccinia graminis* Pers.) ржавчины. Это позволило в полевых условиях вести отбор устойчи-

вых генотипов по известным методикам [15]. Селекционные индексы косвенно отражают устойчивость за счет массы стебля и массы зерна с колоса. Корреляционным анализом установлена средняя связь урожайности с индексом интенсивности (0,514–0,596), мексиканским индексом (0,535) и индексом продуктивности растений (0,520–0,644).

В мае 2018 г. выпало 45 мм осадков (115,4 % от нормы). Дожди прошли в третьей декаде (288,2 % от нормы), что создало благоприятные условия для кущения и стеблевания. В этот период закладывается число колосков и зерен в колосе. При одинаковых стартовых условиях этой за-

кладки урожайность во всех группах спелости одного уровня 29,9–30,7 ц/га. Отмечена слабая связь селекционных индексов с урожайностью. Только в среднеспелой группе отмечается средняя связь с мексиканским индексом и индексом линейной плотности колоса (0,590–0,596). Даже в условиях длительной засухи 2012 г. отбор по максимальным значениям селекционных индексов позволяет отбирать генотипы, наиболее устойчивые к экстремальным условиям произрастания (таблица 4). Стрессоустойчивые генотипы Л-120, Л-32608, Л-109, П-66-Б, Л-106-0, Л-038-3 в этих условиях формируют высокие показатели продуктивности колоса (длина колоса, число и масса зерен).

Таблица 3 Корреляция селекционных индексов с урожайностью в различные годы (2011–2018 гг.)

Индекс	2011 г.	2010 г.	2012 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Раннеспелая группа						
Мексиканский	0,604	0,442	0,341	0,103	0,233	–0,417
Канадский	0,425	–0,593	–0,114	0,622	0,280	–0,592
Линейной плотности колоса	0,269	–0,388	0,079	0,186	0,207	–0,480
Продуктивности	0,663	–0,112	0,293	0,120	0,345	–0,565
Интенсивности	0,545	0,202	0,108	0,581	0,596	–0,493
Среднеспелая группа						
Мексиканский	0,242	–0,080	0,097	0,415	0,535	0,596
Канадский	0,525	–0,124	0,215	0,294	0,045	0,293
Линейной плотности колоса	0,250	–0,173	–0,149	0,395	0,441	0,590
Продуктивности	0,668	–0,166	0,055	0,454	0,514	0,487
Интенсивности	0,115	–0,328	–0,007	0,543	0,381	–0,141
Среднепоздняя группа						
Мексиканский	–	0,222	0,548	0,612	0,403	0,130
Канадский	–	0,071	0,427	0,106	–0,042	–0,50
Линейной плотности колоса	–	–0,105	0,333	0,672	0,424	0,309
Продуктивности	–	0,008	0,520	0,644	0,173	0,182
Интенсивности	–	–0,092	0,292	0,232	–0,191	–0,304

Таблица 4 Лучшие сорта, отобранные по селекционным индексам в условиях засухи 2012 года

Сорт	Урожайность, ц/га	Мексиканский индекс	Канадский индекс	Индекс линейной плотности колоса	Индекс продуктивности	Индекс интенсивности
Скороспелая группа						
Омская 36, ст.	10,6	0,0083	2,30	0,08	1,40	0,023
Л-120	11,8	0,0109	3,35	0,11	2,38	0,023
Л-32608	12,5	0,0108	3,66	0,10	2,56	0,025
Среднеспелая группа						
Терция, ст.	13,4	0,0064	2,78	0,077	1,39	0,012
Л-109	15,4	0,0083	3,5	0,16	3,36	0,013
П-66-Б	14,4	0,0140	3,14	0,12	2,73	0,027
Среднепоздняя группа						
Омская 35, ст.	10,5	0,0066	2,5	0,0683	1,03	0,0106
Л-106-0	14,8	0,0104	4,77	0,1153	3,58	0,0168
Л-038-3	14,0	0,0113	2,67	0,1283	2,05	0,0179

Выводы. На фоне различных факторов внешней среды проанализирована эффективность селекционных индексов в отборе лучших генотипов в контрастных условиях Зауралья. Вариабельность селекционных индексов зависит как от генотипа, так и условий произрастания. В условиях, благоприятных по влагообеспеченности, для отбора продуктивных генотипов можно применять все перечисленные индексы, кроме индекса интенсивности. В усло-

виях жесткой засухи малоэффективен отбор по продуктивности колоса, надежнее отбор по высоте растений. Селекционные индексы косвенно отражают устойчивость к фитопатогенам за счет массы стебля и массы зерна с колоса. Корреляционным анализом установлена средняя связь урожайности с индексом интенсивности (0,514–0,596), мексиканским индексом (0,535) и индексом продуктивности растений (0,520–0,644).

Библиографический список

1. Телегин, В.А. Повышение эффективности земледелия Зауралья в засушливых условиях [Текст] / В.А. Телегин, С.Д. Гилев, И.Н. Цымбаленко и др. Куртамыш, 2013. С. 118–150.
2. Карлов, Г.И. ДНК-технологии для ускоренного создания селекционного материала растений с заданными свойствами: российские разработки и опыт применения [Текст] / Г.И. Карлов, М.Г. Дивашук // V Международная конференция Физтехбио: сборник тезисов / Московский физико-технический институт, 29–30 апреля 2015 г. М., 2015. С. 33.
3. Крупнов, В.А. Генетическая сложность и контекст-специфичность признаков урожая пшеницы в засушливых условиях [Текст] / В.А. Крупнов // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2013. Т. 17. № 3. С. 524–534.
4. Манукян, И.Р. Использование нового индекса продуктивности растений для оценки селекционного материала озимой пшеницы [Текст] / И.Р. Манукян, М.А. Басиева, Е.С. Мирошникова, В.Б. Абиев // Нива Поволжья. 2019. № 2 (51). С. 7–52.
5. Вертий, Н.С. Селекционные индексы в оценке ячменно-пшеничных гибридов [Текст] / Н.С. Вертий // Нива Поволжья. 2016. № 2 (39). С. 9–15.
6. Кочерина, Н.В. Алгоритмы эколого-генетического улучшения продуктивности растений [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н.В. Кочерина. М., 2009. 23 с.
7. Плиско, Л.Г. Оценка селекционных линий яровой мягкой пшеницы по селекционным индексам [Текст] / Л.Г. Плиско, В.Н. Пакуль // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 12 (66). Часть 3. С. 127–130.
8. Тихонов, В.Е. Селекционные индексы и тактика отбора зерновых культур в степной зоне Урала [Текст] / В.Е. Тихонов // Аграрная наука. 2010. № 7. С. 12–14.
9. Драгавцев, В.А. Эколого-генетическая организация полигенных признаков растений и теория селекционных индексов [Текст] / В.А. Драгавцев // Молекулярная и прикладная генетика. 2009. Том 9. С. 7–13.
10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта [Текст] / Б.А. Доспехов. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
11. Методические указания по изучению мировой коллекции пшеницы [Текст]. Л.: ВИР, 1987. С. 178.
12. Кочерина, Н.В. Введение в теорию эколого-генетической организации полигенных признаков растений и теорию селекционных индексов [Текст] / Н.В. Кочерина, В.А. Драгавцев. СПб: СЦДБ, 2008. С. 4.
13. Кондратенко, Е.П. Сравнительная характеристика урожайности и качества зерна сортов яровой пшеницы на серых лесных почвах [Текст] / Е.П. Кондратенко, Е.А. Егушова, А.А. Косолапова, И.А. Сергеева, М.А. Яковченко // Вестник КрасГАУ. 2016. № 6. С. 105–112.
14. Воробьев, В.А. Роль селекционных индексов в оценке продуктивности яровой пшеницы [Текст] / В.А. Воробьев, А.В. Воробьев // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 9. С. 37–39.
15. Mains E.B., Jakson H.S. Physiologic specialization in leaf rust of wheat, *Puccinia triticiana* Erikss. J. Phytopathology. 1926. № 16. P. 89–120.

Сведения об авторах

1. **Мальцева Лидия Терентьевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции пшеницы, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», Екатеринбург, РФ, e-mail: info@kurganniish.ru.
2. **Филиппова Елена Александровна**, старший научный сотрудник лаборатории селекции пшеницы, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», г. Екатеринбург, РФ, e-mail: info@kurganniish.ru.
3. **Банникова Наталья Юрьевна**, старший научный сотрудник лаборатории селекции пшеницы, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», г. Екатеринбург, РФ, e-mail: info@kurganniish.ru.
4. **Катаева Наталья Владимировна**, агроном лаборатории селекции пшеницы, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», г. Екатеринбург, РФ, e-mail: skaska84@bk.ru.

Вариабельность селекционных индексов зависит как от генотипа сорта, так и от условий произрастания. Максимальное значение всех индексов отмечено в среднеспелой и позднеспелой группах спелости в 2017 г. при урожайности 38,0–40,9 ц/га. В скороспелой группе большинство индексов (кроме индекса интенсивности) имели высокие показатели в 2011 году, наиболее благоприятном по влагообеспеченности. Малая вариабельность канадского индекса отмечена в скороспелой и среднеспелой группах во все годы. Единственный случай отмечен в позднеспелой группе – 29,9 % в 2012 г. В условиях жесткой засухи отбор по продуктивности колоса малоэффективен и просматривается тенденция отбора по высоте растений. В этих условиях в среднеспелой группе коэффициент вариации индекса линейной плотности колоса составил 134 %. Такая сильная вариация дает возможность отбора засухоустойчивых сортов. В позднеспелых генотипах сложно вести отбор по этому индексу. В условиях эпифитотий бурой и стеблевой ржавчины (2016–2017 гг.) отмечена

тесная связь урожайности с индексами интенсивности (0,514–0,596), мексиканским (0,535) и индексом продуктивности растений (0,520–0,644). Сильная вариабельность мексиканского индекса и индекса продуктивности растений (30–52,7 %) в 2016 году позволяет вести отбор устойчивых форм пшеницы к этим патогенам. В 2018 году при одинаковых стартовых условиях закладки количества колосков и зерен в колосе урожайность во всех группах спелости одного уровня 29,9–30,7 ц/га. Связь коэффициентов корреляции с урожайностью слабая и только в среднеспелой группе отмечается средняя связь урожайности с мексиканским индексом и индексом линейной плотности колоса. Даже в условиях засухи 2012 г. отбор по максимальным значениям селекционных индексов позволяет отбирать генотипы, наиболее устойчивые к экстремальным условиям произрастания. Стрессоустойчивые генотипы Л-120, Л-32608, Л-109, П-66-Б, Л-106-0, Л-038-3 в этих условиях формируют высокие показатели продуктивности колоса.

L. Maltseva, E. Filippova, N. Bannikova, N. Kataeva

EFFICIENCY OF SELECTION IN BREEDING INDECEES IN THE CONTRASTING CONDITIONS OF THE TRANS-URALS

Key words: selection indices; weather conditions; ear; crop yield; ear grain content.

Authors' personal details

1. **Lydia Maltseva**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the wheat breeding laboratory, Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia, e-mail: info@kurganniish.ru.

2. **Elena Filippova**, senior researcher of the wheat breeding laboratory, Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia, e-mail: kniish@ketovo.zaurl.ru.

3. **Natalia Bannikova**, senior researcher at the wheat breeding laboratory, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia, e-mail: info@kurganniish.ru.

4. **Natalia Kataeva**, agronomist of the wheat breeding laboratory, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia, e-mail: skaska84@bk.ru.

The variability of selection indices depends on both the genotype of the variety and the growing conditions. The maximum value of all indices was observed in the mid-and late-ripening groups of ripeness in 2017, with a yield of 38,0–40,9 c/ha. In the short-ripening group, most of the indices (except for the intensity index) had high indicators in 2011, the most favorable year for water availability. Small variability in the Canadian index was observed in the short and mid-ripening groups in all years. The only case was recorded in the late-ripening group – 29,9 % in 2012. In conditions of severe drought, se-

lection by ear productivity is ineffective and there is a tendency to select by plant height. Under these conditions, the coefficient of variation of the linear density index of the ear in the middle-aged group was 134 %. This strong variation makes it possible to select drought-resistant varieties. In late-ripening genotypes, it is difficult to select by this index. Under conditions of brown and stem rust epiphytotics (2016–2017), a close relationship between yield and intensity indices (0,514–0,596), Mexican (0,535) and plant productivity index (0,520–0,644) was noted. The strong variability of the Mexican index

and the plant productivity index (30–52,7 %) in 2016 allows for the selection of resistant forms of wheat to these pathogens. In 2018, under the same starting conditions for laying the number of spikelet's and grains in the ear, the yield in all ripeness groups of the same level is 29,9–30,7 c/ha. The correlation coefficient relationship with yield is weak and only in the mid-ripening group there is an average relationship of yield with the Mexican index and

the index of linear ear density. Even in the conditions of the 2012 drought, selection by the maximum values of the selection indices allows selecting genotypes that are most resistant to extreme growing conditions. Stress-resistant genotypes L-120, L-32608, L-109, P-66-B, L-106-0, L-038-3 under these conditions form high productivity indicators of the ear.

© Мальцева Л.Т., Филиппова Е.А., Банникова Н.Ю., Катаева Н.В.

УДК 630*6:638

DOI: 10.31563/1684-7628-2020-54-2-38-44

М.В. Мартынова

ОПТИМИЗАЦИЯ КОРМОВОЙ БАЗЫ ПЧЕЛОВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Ключевые слова: *Tilia cordata* Mill.; пчеловодство; товарный мед; интенсивность цветения; нектаропроодуктивность; климатические факторы.

Введение. Россия входит в первую десятку пчеловодческих держав, располагая всем необходимым для устойчивого развития пчеловодства. Однако в современных социально-экономических условиях на эффективность использования лесов в пчеловодстве влияет ряд объективных и субъективных факторов [2]. Нет необходимости говорить о том, что в пчеловодческую деятельность вовлечен не весь потенциал лесного фонда, а лишь его определенная часть [4, 6, 14]. Принято считать, что пчелами используются леса в радиусе трех километров от стационарных пасек. Наряду с ними в качестве кормовой базы используются и леса, расположенные рядом с населенными пунктами, и другие защитные леса. В связи с этим к медоносным ресурсам необходимо относить леса, близкие к зоне пчелиных пасек, и леса, используемые кочевой формой пчеловодства. При этом важен учет породного состава лесов, среди которых доминируют хвойные древостои (70,2 %), из лиственных – береза, тополь, ольха и дуб (16,4 %). Насаждения из этих древесных пород не выполняют большой медоносной роли. Однако их подлесочный ярус имеет широкий флористический состав медоносных растений: *Cerasus fruticosa* (Pall), *Padus racemosa* (Lam.) Gilib, *Viburnum opulus* L., *Rosa acicularis* Lindl, *Rubus idaeus* L., *Lonicera xylosteum*, *Coryllus avellana*, *Sorbus aucuparia* L., – который необходимо учитывать при подсчете медового запаса. Цветение перечисленных подлесочных видов начинается раньше цветения основного лесного медоноса – *Tilia cordata* Mill.

Ценность медоносов подлеска обуславливается еще и тем, что они обеспечивают обильное питание расплода и пчел, выделяя ранней весной в период максимальной яйценоскости пчелиных маток нектар и пыльцу. По этой же причине для пчеловодства имеют значение временно не покрытые лесом земли: гари, вырубки, погибшие древостои, редины, пустыри, прогалины, – которые обильно разрастаются медоносными травами летнего цветения (*Aegopodium podagraria*, *Chamerion angustifolium*, *Heracleum sibiricum*, *Archangelica officinalis*, *Melilotus officinalis* L., *Polygonum alpinum* и др.), позднелетнего и осеннего цветения (*Achillea millefolium*, *Echinops sphaerocephalus* L., *Lavatera thuhngiaca* L., *Origanum vulgare* L., *Carduus crispus*).

В России общая площадь лесов из медоносных древесных пород всех возрастных групп составляет 4886 тыс. га, из них 67 % занимают насаждения *Tilia cordata* Mill. По запасам лесов с доминированием в составе *Tilia cordata* Mill. первенство принадлежит Республике Башкортостан – более 1 млн га [5, 7, 8–10]. По химическому составу липовый мед является ценным пищевым продуктом с непревзойденными вкусовыми и питательными свойствами. Одним из показателей высокого качества липового меда является его диастазная активность, которая достигает 24 ед. Готе.

Необходимо отметить, что в последние годы наблюдается катастрофическое сокращение числа пчелиных семей во многих странах мира и появляется необходимость их интенсивного