

УДК 62

## ОБЗОР: ВНЕКОРНЕВОЕ УДОБРЕНИЕ КАК СТРАТЕГИЯ ПИТАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

<sup>1</sup> Сұлтангереева Н.С., <sup>1</sup>Аубакирова К.М., <sup>1</sup>Кулатаева М.С.,  
<sup>1</sup>Аликулов З., <sup>1</sup>Сатканов М.Ж.  
[satkanov.mereke@gmail.com](mailto:satkanov.mereke@gmail.com)

<sup>1</sup> Евразийский Национальный университет им. Л. Н. Гумилева, г. Нур-Султан

### Введение

Внекорневое удобрение (англ. *foliar fertilization*) -широко используемая стратегия питания сельскохозяйственных культур, которая на данный момент приобретает большее значение во всем мире. При разумном использовании внекорневые удобрения могут быть более экологичными и целенаправленными, чем внесение удобрений в почву, хотя реакция растений на внекорневые опрыскивания различна, и многие принципы внекорневых удобрений остаются плохо изученными.

Внекорневое удобрение (ВУ) — это важный инструмент для устойчивого и продуктивного управления сельскохозяйственными культурами. Например, проведенные исследования на пшенице (*Triticum sp.*) показали, что внекорневые опрыскивания азотом повышает содержание белка в зерне [1-3]. Marschner пришел к выводу, что если количество какого-либо минерального питательного вещества в листьях чрезвычайно мало, то их способность поглощать это питательное вещество ограничена из-за необратимых изменений в их тканях [4]. На преимущества ВУ в конце сезона влияет азотный статус сорта и растения [3]. Однако текущее понимание факторов, влияющих на конечную эффективность ВУ, остается неполным.

Обоснования использования внекорневых удобрений включают: 1) когда почвенные условия ограничивают доступность вносимых в почву питательных веществ; 2) в условиях, когда возможны большие потери питательных веществ, вносимых в почву; 3) когда стадия роста растения, внутренняя потребность растения и условия окружающей среды взаимодействуют, ограничивая доставку питательных веществ к критическим органам растения. В каждом из этих условий решение о применении внекорневых удобрений определяется величиной финансового риска, связанного с невозможностью восполнить дефицит питательного вещества, и предполагаемой вероятностью эффективности внекорневых подкормок. Кроме того, внекорневая подкормка теоретически более безвредна для окружающей среды, непосредственна и целенаправленна, чем внесение удобрений в почву, поскольку питательные вещества могут напрямую доставляться в ткани растения на критических стадиях роста растений. Процессы, посредством которых питательный раствор, нанесенный на листву, в итоге используется растением, включают адсорбцию листвой, проникновение через кутикулу, поглощение и абсорбцию в метаболически активных клеточных компартментах листа, а затем перемещение и использование поглощенного питательного вещества растением.

### Физиология и анатомия листьев

Надземная поверхность растения характеризуется сложным и разнообразным набором специализированных химических и физических приспособлений, которые служат для повышения устойчивости растений к обширному списку факторов, включая неблагоприятное облучение, температуру, дефицит давления пара, ветер, травоядные, физические повреждения, пыль, дождь, загрязняющие вещества, антропогенные химические вещества, насекомые и патогены. Воздушные поверхности и конструкции растений также

хорошо приспособлены для контроля прохождения водяного пара и газов и ограничения потери питательных веществ, метаболитов и воды из растений в окружающую среду в неблагоприятных условиях. Лист имеет кутикулу, защищающую абаксиальную (нижнюю) и адаксиальную (верхнюю) сторону листа. Устьица представляют собой видоизмененные клетки эпидермиса, контролирующие газообмен листа и транспирационные потери воды. Обычно они присутствуют на абаксиальной стороне листа, но у некоторых видов растений (известных как амфистоматические), включая кукурузу и сою, они также встречаются на верхней стороне листа [5]. Плотность устьиц, морфология и функциональность могут различаться у разных видов растений и органов и могут зависеть от стрессовых факторов, таких как дефицит питательных веществ, или преобладающих условий окружающей среды, таких как свет, интенсивность [6, 7].

Фундаментальное требование к эффективному распылению питательных веществ для листы заключается в том, чтобы активный ингредиент проникал через поверхность растения, чтобы он мог стать метаболически активным в клетках-мишенях, где требуется питательное вещество. Химическое вещество для листы может пересекать поверхность листа растения через кутикулу как таковую, вдоль кутикулярных трещин или дефектов или через модифицированные эпидермальные структуры, такие как устьица, трихомы или чечевички. Структура и химический состав поверхности растения будут влиять на двунаправленную диффузию веществ между растением, поверхностью листа и окружающей средой и, следовательно, на скорость поглощения внекорневых удобрений. Липофильная и гидрофобная природа структурных компонентов кутикулы делает ее эффективным барьером против диффузии гидрофильных полярных соединений. Обычно было обнаружено, что гидрофильные соединения проникают через кутикулу с меньшей скоростью по сравнению с липофильными, неполярными соединениями.

Было высказано предположение, что такие поры могут возникать в результате поглощения молекул воды полярными остатками («водными порами»), расположенными в кутикулярном слое, такими как неэтерифицированные карбоксильные группы; сложноэфирные и гидроксильные группы в сети кутина; и карбоксильные группы пектинового материала клеточной стенки [8-13]. Однако липофильные и аполярные соединения могут проникать через гидрофобную кутикулярную мембрану с большей скоростью по сравнению с растворами полярных электролитов, в которые не были добавлены поверхностно-активные вещества [14]. Предполагается, что поглощение устьицами может происходить посредством инфильтрации, т. е. массового потока растворов для внекорневой обработки внутрь листа через открытые устьица. Исследования проведенные на кутикулярных мембранах, выделенных с абаксиальной (верхней) поверхности листа видов, у которых можно было проводить процедуры ферментативной изоляции, показали, что кутикулы проницаемы для воды и ионов, а также для полярных соединений [12]. Кроме того, предполагается наличие двух различных путей проникновения в кутикулу, одного для гидрофильных и другого для липофильных веществ [15-16].

Самопроизвольная инфильтрация открытой устьица водным раствором, нанесенным на листья, не могла происходить в отсутствие внешнего давления. Исследования, проведенные на листьях, содержащих устьица только на абаксиальной поверхности листа, показали более высокую скорость проникновения листьев через абаксиальную сторону по сравнению с адаксиальной [17-18]. Растения покрыты гидрофобной кутикулой, которая контролирует потерю воды, растворенных веществ и газов в окружающую среду, но, наоборот, предотвращает их беспрепятственное проникновение внутрь растения. Структурные и химические особенности поверхности растений затрудняют ее смачивание и, следовательно, проникновение поверхностно нанесенного полярного питательного раствора.

Поглощение внекорневых питательных веществ поверхностью растения включает в себя ряд сложных процессов и событий. Основные задействованные процессы включают приготовление питательного раствора; распыление раствора для опрыскивания и перенос капель опрыскивания на поверхность растений; смачивание, растекание и удержание

раствора поверхностью растения; образование остатка распыления на поверхности; и проникновение и распределение питательного вещества в месте (метаболической) реакции. Свойства препаратов для распыления имеют решающее значение для определения эффективности внекорневых удобрений, особенно потому, что большинство условий во время обработки невозможно полностью контролировать. Питательные спреи для листьев, как правило, представляют собой водные растворы, содержащие соединения минеральных элементов в качестве активных ингредиентов. Физико-химические характеристики конкретного питательного соединения в водном растворе, такие как его растворимость, pH и молекулярная масса, будут иметь большое влияние на скорость поглощения элемента листом.

#### **Факторы, определяющие удержание опрыскивания, смачивание листьев, распространение и скорость проникновения**

Концентрация питательного вещества, присутствующего в опрыскивании листьев, всегда будет значительно выше, чем концентрация внутри органа растения. Следовательно, при нанесении питательного раствора на поверхность растения будет установлен градиент концентрации, что потенциально может привести к диффузии питательного вещества по поверхности. В исследованиях, проведенных с изолированными кутикулами и целыми листьями, сообщалось о более высоких скоростях проникновения в сочетании с повышенными концентрациями некоторых применяемых минеральных элементов [19-21]. Однако взаимосвязь между концентрацией применяемого раствора и скоростью проникновения листьев в настоящее время полностью не изучена. Идеальный диапазон концентраций растворов минеральных питательных веществ для внекорневой подкормки следует выбирать в соответствии с такими факторами, как вид питательных веществ (например, макро- или микроэлементы), виды растений, возраст растений, состояние питания и погодные условия [18, 22].

*Растворимость.* Растворимость химического соединения в конкретном растворителе (обычно в воде) при данной температуре — это физическое свойство, которое можно изменить с помощью добавок. Наивысший предел растворимости вещества в растворителе называется концентрацией насыщения, при которой добавление большего количества растворенного вещества не увеличивает концентрацию раствора. Растворимость применяемого вещества в воде является ключевым фактором для поглощения листвой, так как поглощение происходит только тогда, когда применяемое соединение растворяется в жидкой фазе на поверхности растения, которая впоследствии диффундирует в органы растения. Marschner классифицирует питательные вещества по мобильности флоэмы на три группы: высокоподвижные (N, P, K, Mg, S, Cl, Ni); промежуточные или условно подвижные (Fe, Zn, Cu, B, Mo); и низкая подвижность (Ca, Mn) [23].

*Молекулярный вес.* Размер молекулы питательного вещества в растворе будет влиять на скорость проникновения внекорневого удобрения вследствие механизма кутикулярной абсорбции. Путь проникновения через кутикулу - устьичный путь.

*Электрический заряд.* Соли являются электролитами и диссоциируют на свободные ионы при растворении в воде, при этом конечный раствор является электрически нейтральным. Анионы и катионы, присутствующие в водном растворе, будут гидратироваться или сольватироваться в разной степени в зависимости от их физико-химических характеристик. При  $\text{pH} > 3$  кутикулы растений заряжены отрицательно, а клеточные стенки имеют заряды, соответствующие диссоциированным слабым кислотам [24]. Следовательно, незаряженные или электронно-заряженные соединения и анионы могут проникать в лист и перемещаться в апопласте легче, чем положительно заряженные комплексы или катионы. Анионы и катионы, присутствующие в растворе, могут проникать в листья. Скорость поглощения ионов аммония в листьях выше, чем у нитрат-ионов, поскольку усиливается проникновение катионов по градиентам отрицательно заряженных участков в порах кутикулы. Это было подтверждено на виноградных лозах, где поглощение при обработках, содержащих  $\text{NH}_4$ , было выше, чем при обработках, содержащих  $\text{NO}_3$  [25].

*pH раствора.* Было показано, что кутикулы имеют изоэлектрические точки около pH 3, и когда значения pH раствора выше этого, они делают кутикулу отрицательно заряженной, а карбоксильные группы кутикулы затем легко связывают положительно заряженные катионы [26]. Часто соли для опрыскивания листьев, растворенные в чистой воде, изменяют pH раствора для опрыскивания, а некоторые составы могут иметь экстремальные значения pH и, следовательно, влиять на процесс поглощения листвой.

*Окружающая среда.* Факторы окружающей среды, такие как относительная влажность и температура, будут играть роль в эффективности опрыскивания листьев и поглощении растворов для обработки листьев. Двумя факторами окружающей среды, которые наиболее непосредственно влияют на эффективность опрыскивания листьев питательными веществами, являются температура и относительная влажность. Относительная влажность является основным фактором, влияющим на поглощение опрыскиваемых питательных веществ листьями, поскольку она влияет на проницаемость поверхности растения и физико-химическую реакцию на применяемые соединения. При высокой относительной влажности проницаемость может увеличиваться из-за гидратации кутикулы и замедленного высыхания солей, отложившихся на поверхности растения после опрыскивания листьев.

*Температура.* В общем, увеличение диапазона температур (например, от 0 до 40°C) в любых полевых условиях увеличит растворимость активных ингредиентов и вспомогательных веществ, но снизит вязкость, поверхностное натяжение и точку испарения. Кроме того, высокие температуры увеличивают скорость испарения растворов для опрыскивания, нанесенных на листву, сокращая время до высыхания раствора, когда проникновение в листья больше не может происходить. Температура может влиять на листовое поглощение за счет влияния на скорость высыхания при опрыскивании; физикохимию питательного раствора; а также его воздействие на кутикулы листьев; и метаболизм растений, поглощение ионов и ассимиляция.

*Составы.* Следует провести предварительное различие относительно применения либо макроэлементов, либо микроэлементов, причем последние вводятся в более низких дозах и концентрациях и часто нестабильны при применении в виде неорганических солей. Поскольку поверхность растений гидрофобна в меньшей или большей степени в зависимости от вида растения, органа и условий выращивания, поглощение растворов чистой воды (несформулированных) ограничено листвой. Поэтому важно разработать состав спреев для листвы с соответствующими формами питательных веществ и адъювантов, чтобы принять во внимание эти физико-химические свойства и ограничения, чтобы можно было оптимизировать общую эффективность внекорневых удобрений.

Несколько исследований показали, что скорость поглощения применяемых химикатов листьями снижается с возрастом листьев от начала до полного [21]. За этим также может следовать период повышения проницаемости, когда зрелые листья начинают стареть. Например, поглощение N из меченой  $^{15}\text{N}$  мочевины и  $\text{KNO}_3$  на единицу площади листа *Citrus paradisi L. cv. Redbush* было в 1,6-6 раз больше для двухмесячных листьев, чем для шестимесячных. В исследованиях с использованием изолированных кутикул болотного грейпфрута (*Citrus paradisi Macfad*) транскутикулярное перемещение мочевины уменьшалось по мере увеличения возраста листьев с трех до семи недель, но проницаемость кутикулы листьев старше девяти недель увеличивалась [27]. В этих исследованиях толщина кутикулы, вес на единицу площади и контактный угол капель раствора мочевины увеличивались по мере старения листьев. Было большое количество сообщений, демонстрирующих различия в листовом поглощении между видами. Среди плодовых деревьев примеры сортовых различий в реакции на внекорневую подкормку азотом наблюдались для персика, сливы, яблони и цитрусовых. Wojcik указал, что увеличение концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  в плодах яблони в результате внекорневого применения  $\text{Ca}^{2+}$  зависит от сорта [28].

На поглощение химических ионов листьями может напрямую влиять свет в результате физических и химических изменений в кутикуле, а также из-за прямого влияния света на энергию и доступность метаболитов при поглощении и усвоении питательных веществ, вносимых листвой [29, 30]. Свет, влажность и температура могут влиять на поглощение листвой: 1) путем прямого воздействия на раствор для опрыскивания до поглощения листьями; 2) через воздействие на процессы развития листа; и 3) за счет изменения фотосинтеза, открывания устьиц, дыхания, расширения листьев и активности поглощения, что, следовательно, изменяет доступность энергии и метаболитов, участвующих в поглощении, ассимиляции и последующем транспорте питательных веществ, вносимых листвой.

### **Заключение**

Вследствие написанного выше были сделаны следующие выводы:

- Легкость проникновения питательного раствора внутрь растения зависит от характеристик поверхности растения, которые могут различаться в зависимости от органа, вида, сорта и условий выращивания, а также от свойств применяемого препарата для опрыскивания листвы.
- Поверхность растений обычно имеет гидрофобное покрытие, образованное эпикутикулярным воском.
- Эпидермальные структуры, такие как устьица и чечевички, которые могут присутствовать на поверхности листьев и плодов, проницаемы для растворов, нанесенных на поверхность, и могут играть значительную роль в их поглощении.
- Многочисленные научные эксперименты и прикладные исследования, проведенные в прошлом веке, показали, что поверхность растений проницаема для внекорневых питательных удобрений.
- Эта проницаемость дает возможность поставлять питательные вещества тканям и органам растения, минуя механизмы захвата корнями и перемещения, которые могут ограничивать снабжение растения питательными веществами при определенных условиях выращивания.
- Свет и температура влияют на листовое поглощение прежде всего за счет их воздействия на физические и химические характеристики листового раствора, а также на развитие кутикулы.
- Прямое воздействие света или температуры на метаболизм листа, влияющее на эффективность внекорневых удобрений, не имеет большого значения.
- Влажность изменяет как структуру листьев, так и скорость высыхания растворов внекорневых удобрений на поверхности листьев.

### **Список использованных источников**

1. Blandino, M., and A. Reyneri. 2009. Effect of fungicide and foliar fertilizer application to winter wheat at anthesis on flag leaf senescence, grain yield, flour bread-making quality and DON contamination. *European Journal of Agronomy*. 30:275-282.
2. Gholami, A., S. Akhlaghi, S. Shahsavani, and N. Farrokhi. 2011. Effects of urea foliar application on grain yield and quality of winter wheat. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 42:719-727.
3. Varga, B., and Z. Svecnjak. 2006. The effect of late-season urea spraying on grain yield and quality of winter wheat cultivars under low and high basal nitrogen fertilization. *Field Crops Research*. 96:125-132.
4. Marschner, P. 2012. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, San Diego. 651 pp.
5. Eichert T., and V. Fernández. 2011. Uptake and release of elements by leaves and other aerial plant parts. In *Marschners' mineral nutrition of higher plants*. P. Marschner, editor. Academic Press, Oxford. 71-84.
6. Fernandez, V., V. Del Rio, L. Pumarino, E. Igartua, J. Abadia, and A. Abadia. 2008. Foliar fertilization of peach (*Prunus persica* L. batsch) with different iron formulations: Effects on

re-greening, iron concentration and mineral composition in treated and untreated leaf surfaces. *Scientia Horticulturae*. 117:241-248.

7. Will, S., T. Eichert, V. Fernandez, J. Moehring, T. Mueller, and V. Roemheld. 2011. Absorption and mobility of foliar-applied boron in soybean as affected by plant boron status and application as a polyol complex. *Plant and Soil*. 344:283-293.

8. Schönherr, J. 2000. Calcium chloride penetrates plant cuticles via aqueous pores. *Planta*. 212:112-118

9. Schreiber, L. 2005. Polar paths of diffusion across plant cuticles: New evidence for an old hypothesis. *Annals of Botany*. 95:1069-1073

10. Schönherr, J., and M.J. Bukovac. 1972. Penetration of stomata by liquids - dependence on surface-tension, wettability, and stomatal morphology. *Plant Physiology*. 49:813-819

11. Chamel, A., M. Pineri, and M. Escoubes. 1991. Quantitative determination of water sorption by plant cuticles. *Plant Cell and Environment*. 14:87-95.

12. Kerstiens, G. 2010. Plant cuticle. *ELS*.

13. Schönherr, J., and R. Huber. 1977. Plant cuticles are polyelectrolytes with isoelectric points around 3. *Plant Physiology*. 59:145-150.

14. Fernandez, V., and T. Eichert. 2009. Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: Current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 28:36-68.

15. Schönherr, J. 2006. Characterization of aqueous pores in plant cuticles and permeation of ionic solutes. *Journal of Experimental Botany*. 57:2471-2491.

16. Schreiber, L., and J. Schönherr. 2009. Water and solute permeability of plant cuticles: Measurement and data analysis. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany

17. Eichert, T., and H.E. Goldbach. 2008. Equivalent pore radii of hydrophilic foliar uptake routes in stomatous and astomatous leaf surfaces - further evidence for a stomatal pathway. *Physiol. Plant*. 132:491-502.

18. Kannan, S. 2010. Foliar fertilization for sustainable crop production. *Sustainable Agriculture Reviews*. 4:371-402.

19. Schönherr, J. 2001. Cuticular penetration of calcium salts: Effects of humidity, anions, and adjuvants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science-Zeitschrift für Pflanzenernahrung und Bodenkunde*. 164:225-231.

20. Zhang, Q.L., and P.H. Brown. 1999. Distribution and transport of foliar applied zinc in pistachio. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 124:433-436.

21. Zhang, Q.L., and P.H. Brown. 1999. The mechanism of foliar zinc absorption in pistachio and walnut. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 124:312-317.

22. Wojcik, P. 2004. Uptake of mineral nutrients from foliar fertilization - (review). *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 12:201-218.

23. Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, San Diego.

24. Grignon, C., and H. Sentenac. 1991. pH and ionic conditions in the apoplast. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Molec. Biol.* 42:103-128.

25. Porro, D., C. Dorigatti, M. Stefanini, M. Policarpo, F. Camin, and L. Ziller. 2006. Foliar nitrogen composition and application timing influence nitrogen uptake by, as well as partitioning within, two grapevine cultivars. *Acta Horticulturae*. 721:245-250.

26. Schönherr, J., and R. Huber. 1977. Plant cuticles are polyelectrolytes with isoelectric points around 3. *Plant Physiology*. 59:145-150.

27. Orbovic, V., D. Achor, P. Petracek, and J.P. Syvertsen. 2001. Air temperature, humidity, and leaf age affect penetration of urea through grapefruit leaf cuticles. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 126:44-50.

28. Wojcik, P. 2004. Uptake of mineral nutrients from foliar fertilization - (review). *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 12:201-218.

29. Alvarez-Fernandez, A., P. Garcia-Lavina, C. Fidalgo, J. Abadia, and A. Abadia. 2004. Foliar fertilization to control iron chlorosis in pear (*Pyrus communis* L.) trees. *Plant and Soil*. 263:5-15.
30. Muhling, K.H., and A. Lauchli. 2000. Light-induced pH and K<sup>+</sup> changes in the apoplast of intact leaves. *Planta*. 212:9-15.
31. Chiocchio I. et al. Plant secondary metabolites: An opportunity for circular economy // *Molecules*. – 2021. – Т. 26. – №. 2. – С. 495.
32. Jain C., Khatana S., Vijayvergia R. Bioactivity of secondary metabolites of various plants: a review // *Int. J. Pharm. Sci. Res.* – 2019. – Т. 10. – №. 2. – С. 494-504.
33. Zhang S. et al. Effects of Light on Secondary Metabolite Biosynthesis in Medicinal Plants // *Frontiers in plant science*. – 2021. – Т. 12. – С. 781236-781236.
34. Li Y. et al. Alkaloid content and essential oil composition of *Mahonia breviflora* cultivated under different light environments // *Journal of Applied Botany and Food Quality*. – 2018. – Т. 91. – С. 171-179.
35. Xu M. Y. et al. Effects of light intensity on the growth, photosynthetic characteristics, and secondary metabolites of *Eleutherococcus senticosus* Harms // *Photosynthetica*. – 2020. – Т. 58. – №. 7830546. – С. 3.
36. Fazal H. et al. Sucrose induced osmotic stress and photoperiod regimes enhanced the biomass and production of antioxidant secondary metabolites in shake-flask suspension cultures of *Prunella vulgaris* L // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*. – 2016. – Т. 124. – №. 3. – С. 573-581.
37. Tusevski O. et al. Phenolic profile of dark-grown and photoperiod-exposed *Hypericum perforatum* L. hairy root cultures // *The Scientific World Journal*. – 2013. – Т. 2013.

УДК 578

## СТРАТЕГИИ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВЫВЕДЕНИЯ НОВЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

**Шарапатова Айман Акыновна**

*[aiman99692@gmail.com](mailto:aiman99692@gmail.com)*

Магистрант 1 курса факультета естественных наук,  
Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан  
Научный руководитель – Турпанова Р.М., к.с.х.н., и.о. профессора

**Аннотация:** Яровая пшеница – одна из важнейших сельскохозяйственных культур в мире. Селекция пшеницы, как и многих других культур, быстро развивалась как с точки зрения фундаментальной науки, так и методов и инструментов. Цель данной работы состоит в том, чтобы дать краткий и ценный обзор по некоторым избранным аспектам, связанным с селекционным процессом, но особенно с современными достижениями в усовершенствовании технологий селекции пшеницы. Особое внимание уделяется новым подходам и инструментам, которые в настоящее время находятся в стадии разработки, а также вновь появившимся в последнее время.

**Ключевые слова:** яровая пшеница, селекция, сельскохозяйственные культуры.

Основными приоритетами в селекции пшеницы считаются: повышение потенциала урожайности для удовлетворения пищевых потребностей, обеспечение устойчивости к болезням, а также устойчивости к абиотическим стрессам, особенно к засухе и жаре. Наконец, должны появиться новые признаки, такие как устойчивость к насекомым, полегание, двойное назначение (фураж и зерно), улучшенное использование питательных веществ и эффективность биообогащения зерна.

Большинство будущих приоритетов в селекции пшеницы должны остаться прежними, но необходимость более быстрого развития и накопления знаний из разных