

Texte 08/02

Biologische Basisdaten zu *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*, *Festuca pratensis* und *Trifolium repens*

von

Dr. rer. nat. Urte Lenuweit

Dipl.-Biol. Bahram Gharadjedaghi

unter Mitarbeit von

Dipl.-Geoökol. Michael Süßer

Dr. Katrin Schöps

Dr. Jan Blew

Silvia Ridder

GFN – Gesellschaft für Freilandökologie und Naturschutzplanung mbH, Bayreuth

Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, für die vier behandelten Arten Basisdaten zu Biologie, Verwendung, Züchtung und dem Stand der gentechnischen Bearbeitung zusammenzutragen. Die Ergebnisse sollen als Entscheidungshilfe für die Risikoabschätzung bei geplanten Freisetzungen gentechnisch veränderter Pflanzen dienen.

***Lolium perenne* L. 1753**

Das Deutsche Weidelgras, auch als Ausdauernder Lolch bezeichnet, gehört zu den Süßgräsern (Familie Poaceae). Seine systematische Stellung innerhalb der Poaceen wird noch kontrovers diskutiert. Alle *Lolium*-Arten sind natürlicherweise diploid ($2n = 2x = 14$).

L. perenne ist ausdauernd, grün bis dunkelgrün, 8-90 cm hoch. Die Art bildet lockere bis dichte Horste. Das Blatt ist in der Knospelage gefaltet. Der Blütenstand ist eine unterbrochene echte Ähre mit zweizeilig angeordneten Ährchen, die mit der Schmalseite in der Ährenachse liegen. Die Ährchen sind 2- bis 14-blütig, 6-20 mm lang und seitlich zusammengedrückt. Die Blütezeitangaben für Mitteleuropa bewegen sich zwischen Mai und August. *Lolium perenne* ist windblütig, gilt als Fremdbefruchter und weist einen hohen Grad an Selbstinkompatibilität auf. Die Verbreitung der Grassamen findet v.a. durch Wind oder Tiere statt.

Das natürliche Verbreitungsgebiet von *L. perenne* umfaßt Europa (außer den arktischen Gebieten), Teile Westasiens und Nordafrika. Die Art wurde jedoch weltweit verschleppt oder

eingebürgert und kommt heute auf allen Erdteilen vor. Bei uns ist *L. perenne* von der Ebene bis in mittlere Gebirgslagen und die Alpentäler überall verbreitet und häufig. Die Art wächst auf Wiesen, Weiden und in Parkrasen, an Wegrändern, auf Grasplätzen, Brachen und Schuttplätzen.

L. perenne ein sehr hochwertiges Futtergras, sowohl hinsichtlich der Inhaltsstoffe als auch bezüglich der Verdaulichkeit. Wegen seiner guten Verträglichkeit für Tritt und häufigen Verbiß ist es ein ausgesprochenes Weidegras. Zudem ist es überaus schnittverträglich.

Das Deutsche Weidelgras ist daher zusammen mit *L. multiflorum* die für die Futternutzung wichtigste Grasart und zwar sowohl auf (intensivem) Dauergrünland (in Mähwiesen und auf Dauerweiden) als auch im Feldfutterbau. Von herausragender Bedeutung ist diese Art für Länder mit intensiver Viehwirtschaft, wie die Niederlande, Großbritannien und Neuseeland.

Wegen seiner Robustheit, seiner schnellen Anfangsentwicklung, besonderen Trittfestigkeit und guten Trockenheitsresistenz ist *L. perenne* zudem ein wichtiges Rasengras. In Deutschland sind neben 102 Futtergrassorten auch 103 Rasengrassorten von *L. perenne* zugelassen.

Aufgrund der engen Verwandtschaft verschiedener Arten innerhalb des *Lolium-Festuca*-Komplexes tritt unter natürlichen Bedingungen eine Reihe auch gattungsübergreifender Bastarde auf. In der Hybridzüchtung wurden, insbesondere mittels neuerer cytogenetischer Methoden, über die natürlichen Gegebenheiten hinaus weitere Arten dieses Komplexes in die Verkreuzungen von *Lolium perenne* einbezogen. Diese Arbeiten zielen darauf ab, gewünschte Gene der Kreuzungspartner durch visuelle Selektion und wiederholte Rückkreuzungen in das Genom von *Lolium perenne* zu integrieren. Über diesbezügliche Erfolge wurde schon berichtet.

Nach der somatischen Hybridisierung von *Lolium perenne* x *Festuca rubra* konnten asymmetrische somatische Hybriden regeneriert werden. Unter Einsatz verschiedener gentechnischer Methoden wurden zudem transgene *Lolium perenne*-Pflanzen mit Antibiotika- bzw. Herbizid-Resistenzen sowie einer Virus-Resistenz hergestellt.

Laut OECD-Datenbank wurde gentechnisch verändertes Deutsches Weidelgras bisher nur 1x in Kanada freigesetzt. Die dort vorgeschriebenen Isolationsmaßnahmen, aber auch die relevanten Vorschriften der Saatgutverordnung werden in der Arbeit angeführt.

Die Basisdaten enthalten auch eine umfangreiche Zusammenstellung von Krankheitserregern, phytophagen Tierarten sowie Symbionten, die bisher an *L. perenne* festgestellt worden sind. Wegen ihrer besonderen ökologischen und wirtschaftlichen Bedeutung wurden einige symbiontische Beziehungen, insbesondere die Symbiose zwischen *L. perenne* und dem endophytischen Pilz *Neotyphodium lolii*, vertiefend dargestellt.

Lolium multiflorum Lam. 1779

L. multiflorum gehört zu den Süßgräsern (Familie Poaceae). Seine systematische Stellung innerhalb der Poaceen wird noch kontrovers diskutiert. *L. multiflorum* kommt in zwei in wesentlichen Merkmalen differierenden Sippen vor, die je nach Autor als Unterarten (Subspezies) oder Variationen aufgefaßt werden.

Das Welsches Weidelgras (*Lolium multiflorum* ssp. *italicum* (A. BRAUN) VOLKART EX SCHINZ & KELL.) ist winterannuell bis wenige Jahre ausdauernd. Das Einjährige Weidelgras (*Lolium multiflorum* ssp. *multiflorum* (LAM.) HUSNOT) hingegen ist einjährig (sommer- bis winterannuell). Dieser Unterschied ist für die landwirtschaftliche Nutzung des Grases von großer Bedeutung. Alle *Lolium*-Arten sind natürlicherweise diploid ($2n = 2x = 14$).

L. multiflorum ist ein hellgrünes, büschelig oder mit einzelnen Halmen wachsendes Gras. Die Halme werden 25-90 cm hoch. Das Blatt ist in der Knospenlage gerollt. Der Blütenstand ist eine unterbrochene echte Ähre. Die Ähre ist 10-45 cm lang, ihre Hauptachse geschlängelt. Die Ährchen sind 5-24-blütig, ohne die Grannen 8-30 mm lang, seitlich zusammengedrückt. Die Blütezeit in Mitteleuropa liegt zwischen Juni und August. *Lolium multiflorum* ist windblütig, gilt als Fremdbefruchter und weist einen hohen Grad an Selbstinkompatibilität auf. Die Verbreitung der Grassamen findet v.a. durch Wind oder Tiere statt.

Das ursprüngliche Verbreitungsgebiet der Art liegt in Südeuropa, Nordafrika und Vorderasien. In Italien wurde *L. multiflorum* schon Ende des 12. Jahrhunderts angebaut. Heute wird es weltweit in Ländern mit gemäßigttem Klima als Futtergras angebaut und ist vielfach verwildert. Das Einjährige Weidelgras, auch Westerwoldsches Raygras genannt, stammt aus der Region Westerwold in den Niederlanden.

Bei uns tritt *Lolium multiflorum* von der Ebene bis in die mittlere Gebirgsstufe verbreitet und häufig in ruderalen Rasengesellschaften auf Brachen, an Wegrändern oder auf Schutzplätzen auf. Es gilt bei uns nicht als dauerhaft eingebürgert.

L. multiflorum ist ein sehr hochwertiges Futtergras, sowohl hinsichtlich der Inhaltsstoffe als auch bezüglich der Verdaulichkeit. Das Welsche Weidelgras gilt als das wichtigste Gras im Feldfutterbau, es ist schnellwüchsig und liefert bei intensiv betriebenen Anbau die höchsten Erträge. Bei uns wird *L. multiflorum* im Haupt- und Zwischenfruchtanbau eingesetzt und in der Regel als Futter oder zur Gründüngung genutzt. Wegen seiner Kurzlebigkeit ist *L. multiflorum* für die Dauergrünlandnutzung nicht geeignet.

Aufgrund der engen Verwandtschaft verschiedener Arten innerhalb des *Lolium-Festuca*-Komplexes treten unter natürlichen Bedingungen eine Reihe auch gattungsübergreifender Bastarde auf. In der Hybridzüchtung wurden, insbesondere mittels neuerer cytogenetischer Methoden, über die natürlichen Gegebenheiten hinaus weitere Arten dieses Komplexes in die Verkreuzungen von *Lolium multiflorum* mit einbezogen. Diese Arbeiten zielen darauf ab, gewünschte Gene der Kreuzungspartner durch visuelle Selektion und wiederholte Rückkreuzungen in das Genom von *Lolium multiflorum* zu integrieren. Über diesbezügliche Erfolge wurde schon berichtet. Auch die Hybridisierung mit *Dactylis glomerata* ist bereits gelungen.

Nach der Fusionierung von Protoplasten von *Lolium multiflorum* und *Festuca arundinacea* konnten fertile, symmetrische und asymmetrische somatische Hybriden regeneriert werden. Unter Einsatz verschiedener gentechnischer Methoden wurden zudem transgene *Lolium multiflorum*-Pflanzen mit Antibiotika-Resistenzen sowie der Fähigkeit zur Bildung eines bakteriellen Fructans hergestellt.

Laut OECD-Datenbank erfolgte bislang keine Freisetzung von gentechnisch verändertem *Lolium multiflorum*. In der vorliegenden Arbeit werden die für vergleichbare Arten vorgeschriebenen Isolationsmaßnahmen, aber auch die relevanten Vorschriften der Saatgutverordnung aufgeführt.

Die Basisdaten enthalten auch eine umfangreiche Zusammenstellung von Krankheitserregern, phytophagen Tierarten sowie Symbionten, die bisher an *L. multiflorum* festgestellt worden sind. Wegen ihrer besonderen ökologischen und wirtschaftlichen Bedeutung wurden einige symbiontische Beziehungen mit endophytischen Pilzen vertiefend dargestellt.

Festuca pratensis HUDSON 1762

Der Wiesenschwingel ist ein Süßgras (Familie Poaceae). Seine systematische Stellung innerhalb der Poaceen, einschließlich seiner Gattungszugehörigkeit wird noch kontrovers

diskutiert. *Festuca pratensis* ist natürlicherweise diploid ($2n = 2x = 14$) oder (bei der ssp. *apennina*) tetraploid ($2n = 4x = 28$).

F. pratensis ist ausdauernd, bildet lockere (zuweilen sehr große) Horste und wächst 30-120 cm hoch. Der Blütenstand ist eine aufrechte einfache Traube, 10-35 cm lang, locker, aufrecht oder meist etwas einseitig überhängend, grün, purpurn überlaufen. Im untersten Teil ist der Blütenstand ohne Ährchen, die beiden unteren Seitenäste sind ungleich, der kürzere Ast meist mit 1-3, der längere mit 3-5 Ährchen. In Mitteleuropa blüht der Wiesenschwingel zwischen Mai und August. *F. pratensis* ist windbestäubt und weist einen hohen Grad an Selbstinkompatibilität auf. Die Verbreitung der Grassamen findet v.a. durch Wind oder Tiere statt.

F. pratensis kommt von Natur aus in Südwestasien, Sibirien und im Großteil Europas vor, fehlt jedoch im Nordteil Skandinaviens und Rußlands sowie in Portugal und dem Großteil Spaniens. In vielen Gebieten wurde die Art eingeschleppt oder eingeführt. Heute ist die Art in den kalten, gemäßigten und subtropischen Gebieten weltweit verbreitet.

Der Wiesenschwingel ist bei uns von der Ebene bis in mittlere Gebirgslagen verbreitet und häufig. Er lebt auf (fetten) Wiesen und Weiden, auf Halbtrockenrasen, auf Brachäckern, an Grasplätzen, an Wald- und Wegrändern und in Gebüsch, auch in Moorwiesen.

Der winterfeste und wintergrüne Wiesenschwingel ist ein vielseitig verwendbares, ertragreiches und hochwertiges Futtergras. Außerdem ist er weidefest und wird vom Vieh sowohl frisch als auch als Heu gerne angenommen. So ist der Wiesenschwingel zum einen ein wichtiges Gras des Dauergrünlandes und zwar auf Wiesen, Mähweiden und Weiden. Zum anderen wird er im Feldfutterbau vielseitig in Mischungen eingesetzt, vor allem im Kleegrasanbau für die Mähnutzung. Daneben findet er im Sommerzwischenanbau als Untersaat von Getreide Verwendung.

Aufgrund der engen Verwandtschaft verschiedener Arten innerhalb des *Lolium-Festuca*-Komplexes treten unter natürlichen Bedingungen eine Reihe auch gattungsübergreifender Bastarde auf. In der Hybridzüchtung wurden, insbesondere mittels neuerer cytogenetischer Methoden, über die natürlichen Gegebenheiten hinaus weitere Arten dieses Komplexes in die Verkreuzungen von *Festuca pratensis* einbezogen. Diese Arbeiten zielen darauf ab, die gewünschten Gene der beiden Kreuzungspartner durch visuelle Selektion und wiederholte Rückkreuzungen in „Hybrid-Chromosomen“ zu integrieren. Diesbezügliche Erfolge existieren schon seit längerem und wurden u.a. sogar mit älteren, konventionellen Züchtungsmethoden erreicht.

Die Regeneration von transgenen, in naturnahem Substrat lebensfähigen Pflanzen ist bei *Festuca pratensis* bisher nicht gelungen.

Laut OECD-Datenbank erfolgte bislang keine Freisetzung von gentechnisch verändertem *Festuca pratensis*. Innerhalb der EU wurde allerdings eine Freisetzung von *Festuca arundinacea* in Frankreich beantragt. In der vorliegenden Arbeit werden die für vergleichbare Arten vorgeschriebenen Isolationsmaßnahmen, aber auch die relevanten Vorschriften der Saatgutverordnung aufgeführt.

Die Basisdaten enthalten auch eine umfangreiche Zusammenstellung von Krankheitserregern, phytophagen Tierarten sowie Symbionten, die bisher an *F. pratensis* festgestellt worden sind. Wegen ihrer besonderen ökologischen und wirtschaftlichen Bedeutung wurden einige symbiontische Beziehungen mit endophytischen Pilzen vertiefend dargestellt.

Trifolium repens L. 1753

Der Weißklee wird in den Tribus Trifolieae innerhalb der Familie der Schmetterlingsblütler (*Fabaceae*) gestellt. Für *Trifolium repens* sind viele Rassen und Formen beschrieben worden, die sich insbesondere im Hinblick auf Entwicklungsrhythmus, Klimaresistenz und Lebensdauer unterscheiden. Weißklee ist allotetraploid ($2n=4x=32$).

Die Pflanze ist ausdauernd, kahl oder spärlich behaart, mit kräftiger Pfahlwurzel. Der Hauptstengel ist niederliegend, verzweigt, 5 bis 50 cm lang, an den Knoten wurzelnd, an der Spitze aufsteigend, oft violett. Die Blattstiele sind bis 20 cm lang, scheinbar grundständig. Die Blütenstandstiele sind meist länger als die Blattstiele; die Blütenköpfe sind kugelig, 15-25 mm breit, locker, meist 40- bis 80-blütig. Die Kronblätter sind weiß, 6-12 mm lang, mit schwachem Honigduft. Die Hülse ist lineal, abgeflacht, zwischen den 3-4 Samen eingeschnürt.

Weißklee hat einen Mechanismus gametophytischer Selbstinkompatibilität entwickelt. Nur ein geringer Anteil an Einzelpflanzen ist selbstkompatibel. Die Samen von *Trifolium repens* werden über weite Distanzen, v.a. durch Vögel und Weidetiere, verbreitet; über kurze Strecken werden die Samen auch vom Wind verschleppt oder von Regenwürmern eingegraben.

Das ursprüngliche Verbreitungsgebiet umfaßt ganz Europa (bis über die alpine und polare Waldgrenze), Nord- und Zentralasien bis zum Baikalsee und Nordafrika. *Trifolium repens* wurde auf allen Kontinenten eingeschleppt oder eingebürgert; dabei weist er in den Einbürgerungsgebieten eine eher ozeanische Arealbindung auf. Weißklee wächst bei uns auf Wiesen und Weiden, in Parkrasen, an Acker- und Wegrändern, Flußufern und Ruderalstellen und ist fast überall vom Flachland bis in die alpine Stufe häufig.

Der Weißklee ist zu den bedeutsamsten Futterpflanzen der gesamten gemäßigten Breiten zu zählen. In der Futterwerteskala erreicht er die höchste Wertstufe. Er zeigt eine gute Verträglichkeit gegenüber häufigen Schnitten, Beweidung und Tritt sowie ein sehr gutes Nachwuchsvermögen. Im Feldfutterbau wird er verwendet als Weidepflanze, zur Grünfütter- und Heugewinnung sowie zur Gründüngung. Die Aussaat erfolgt bevorzugt in Gemischen mit Wiesengräsern und anderen Kleearten. Auf Dauerweiden gilt der schmackhafte Weißklee als die wichtigste Kleeart. Für Wiesennutzung ist er nur bedingt geeignet, da er in obergrasreichen Wiesen infolge Lichtmangels zurückgedrängt wird.

Bisher sind erfolgreiche interspezifische Hybridisierungen mit sechs *Trifolium*-Arten dokumentiert, die mit einer Ausnahme alle in dieselbe Sektion gestellt werden wie *Trifolium repens*.

Unter Einsatz von *Agrobacterium*-vermitteltem Gentransfer wurden bisher verschiedene Antibiotika-Resistenzgene, Herbizid-, Virus- und Insektenresistenzen sowie gattungs-, familien- und klassenfremde zusätzliche Proteingene in *Trifolium repens* übertragen.

Laut OECD-Datenbank wurde gentechnisch veränderter Weißklee bisher 4x in Kanada und dreimal in Australien freigesetzt. In der vorliegenden Arbeit werden die dort vorgeschriebenen Isolationsmaßnahmen, aber auch die relevanten Vorschriften der Saatgutverordnung aufgeführt.

Die Basisdaten enthalten auch eine umfangreiche Zusammenstellung von Krankheitserregern sowie phytophagen Tierarten, die bisher an *T. repens* festgestellt worden sind.

Summary

The aim of this study was to gather data on the biology, the use, propagation and the status of genetic engineering for four selected species. The results are supposed to serve as a guidance for assessing the risk of releasing genetically modified plants.

Lolium perenne L. 1753

Lolium perenne, the perennial ryegrass, belongs to the family *Poaceae*. However, its proper placement within the family is still controversial. Naturally all *Lolium* species are diploid ($2n = 2x = 14$).

L. perenne is a persistent grass species of green or dark green colour and a height of 8-90 cm. It forms loose to dense stands. Its inflorescence comprises a distinctive array of two-ranked, sessile spikelets which are edgewise attached to the central axis. Each spikelet contains 2 to 14 florets, is 6-20 mm long and laterally compressed. Leaves of perennial ryegrass are folded when young. In central Europe flowering occurs between May and August. *Lolium perenne* is wind and cross pollinating and shows a high degree of self incompatibility. Seeds are dispersed by wind or by animals.

Lolium perenne is native to Europe (except for the arctic region), temperate Asia, and North Africa. However, today the species is widely distributed throughout the world, as it has been introduced to every continent. In Germany perennial ryegrass is common and its distribution ranges from lowlands over low mountain ranges to valleys in the Alps. It occurs on meadows and pastures, is used for private and public lawns and is commonly found on road sites, fallow land and dumps.

Perennial ryegrass is a high-quality forage grass, regarding both the nutritious value and the digestibility. *Lolium perenne* is tolerant to treading and can withstand close, frequent grazing and cutting. Therefore, *Lolium perenne* - together with *Lolium multiflorum* - is the most important premier grass species for intensive grassland, pasture and meadows. *Lolium perenne* is of major importance for countries with intensive live stock farming like The Netherlands, Great Britain and New Zealand.

Its robustness and tolerance to treading, the fast growth rate in its early developmental stages as well as its drought resistance also make the perennial ryegrass a prime species for lawn. In Germany 102 forage grass and 103 turf grass cultivars are currently registered.

Within the *Lolium-Festuca* complex several species are closely related and even under natural conditions hybridisation between the two genera occurs. Especially by means of modern cytogenetic methods more species of this complex have artificially been included in the hybridisations with *L. perenne*. The aim of these programs is to integrate desirable genes of the hybridisation partners into the genome of *L. perenne*. Positive results have already been reported.

Following the somatic hybridisation of *L. perenne* x *Festuca rubra* asymmetric somatic hybrid x *Festulolium* plants could be regenerated. Transgenic *Lolium perenne* plants with resistance to antibiotics, herbicides or viruses were produced using different techniques of genetic engineering.

According to the OECD database genetically modified *Lolium perenne* was so far only released once in Canada. This report lists the mandatory isolation measures and the relevant regulations for seed production in Germany.

The report also summarises the current knowledge of pathogens, phytophagous animals and symbionts of *L. perenne*. Since the symbiotic relationship between *L. perenne* and the

endophytic fungus *Neotyphodium lolii* is of particular ecological and economical importance their association is described in detail.

Lolium multiflorum Lam. 1779

Italian ryegrass *Lolium multiflorum* belongs to the family *Poaceae*. However, its proper placement within the family is still controversial. It exists in two different races which different authors either consider subspecies or variations.

Lolium multiflorum ssp. *italicum* (A. BRAUN) (VOLKART EX SCHINZ & KELL.) is winter annual but can survive a few years. *Lolium multiflorum* ssp. *multiflorum* (LAM.) HUSNOT) is annual (summer to winter annual). This difference is of great importance for agricultural use. Naturally all *Lolium*-species are diploid ($2n = 2x = 14$).

L. multiflorum is light green, growing single or in tufts between 25-90 cm high. Its inflorescence comprises a distinctive array of two-ranked, sessile spikelets which are edgewise attached to the central axis. It is 10-45 cm long with a wavy axis. Each spikelet consists of 5 to 24 florets, is - without the awns - 8-30 mm long, laterally compressed. Leaves of *L. multiflorum* are rolled when young. In central Europe flowering occurs between June and August. *Lolium multiflorum* is wind- and cross-pollinated and shows a high degree of self-incompatibility. Seeds are mainly dispersed by wind or by animals.

L. multiflorum is native to Southern Europe, Northern Africa and the Near East. Already at the end of the 12th century, *L. multiflorum* was grown in Italy. Today it is grown as a forage grass worldwide in countries with a temperate climate and frequently grew wild. The annual subspecies (in German also called Westerwoldsches Raygras) originates from the region Westerwold in the Netherlands.

In Germany, *L. multiflorum* is distributed from the lowlands to the medium mountain ranges. It grows in ruderal grass communities on fallow land, road sites and dumps. It is not considered permanently naturalised.

L. multiflorum is a high-quality forage grass, regarding both the nutritious value and the digestibility. *L. multiflorum* ssp. *italicum* is considered the most important grass in forage crops; it grows fast and has the highest yields in high-input systems. Here it is grown as a main crop or for intercropping and is generally used for forage or green manure. Due to its short life cycle it is not suited for permanent grassland.

Within the *Lolium-Festuca* complex several species are closely related and even under natural conditions hybridisation between the two genera occurs. Especially by means of modern cytogenetic methods more species of this complex have artificially been included in the hybridisations with *L. multiflorum*. The aim of these programs is to integrate desirable genes of the hybridisation partners into the genome of *L. multiflorum* by means of visual selection and repeated backcrossing. Positive results have already been reported. Also, the hybridisation of *Dactylis glomerata* has been successfully conducted.

Protoplast fusion of *L. multiflorum* and *Festuca arundinacea* resulted in regenerated fertile symmetric and asymmetric somatic hybrid x *Festulolium*-plants. Transgenic *L. multiflorum* plants with resistance to antibiotics and the ability to produce a bacterial fructan were produced using different techniques of genetic engineering.

According to the OECD databank no release of genetically modified *L. multiflorum* has yet occurred. This report lists the mandatory isolation measures for comparable species as well as relevant regulations for seed production in Germany.

The report also summarises the current knowledge of pathogenes, phytophagous animal species as well as symbionts of *L. multiflorum*. Since some of the symbiotic relationships with endophytic fungus are of particular ecological and economical importance their association is described in detail.

Festuca pratensis HUDSON 1762

Meadow fescue belongs to the *Poaceae*. Its systematic position within the *Poaceae* as well as to which genus it belongs is still under discussion. Naturally *Festuca pratensis* is diploid ($2n = 2x = 14$) or (e.g. the ssp. *apennina*) tetraploid ($2n = 4x = 28$).

Festuca pratensis is perennial, grows in loose sometimes large tufts 30-120 cm high. The inflorescence is an erect simple raceme, 10-35 cm long, slightly overhanging, green, with some crimson. The lowest part of the inflorescence is without spikelets. The two lower branches are dissimilar, the shorter one in most cases with 1-3, the longer one with 3-5 spikelets. Meadow fescue flowers in central Europe between May and August. *F. pratensis* is wind pollinating and shows a high degree of selfincompatibility. The seeds are mainly dispersed by animals or by wind.

Festuca pratensis is native to Southwest Asia, Siberia and the major area of Europe; it is missing in the northern parts of Scandinavia and Russia as well as in Portugal and most areas of Spain. In many areas the species is imported or introduced. Today the species is distributed worldwide in the cold, temperate and subtropical areas.

In Germany meadow fescue occurs in the lowlands and up to the medium mountain ranges. It grows on (rich) meadows and pastures, on mesotrophic dry grasslands, on fallow arable land, on grassy places, wood margins and road sites as well as under scrubs, even in bog meadows.

The winter hardy and winter green meadow fescue is a productive and high-quality forage grass and can be used in many ways. In addition, it is tolerant to grazing and livestock likes it fresh and as hay. Thus, on one hand the meadow fescue is an important grass of permanent grasslands, in fact on meadows, pastures and on mown pastures. On the other hand in forage cropping it is widely used in seed mixtures, especially for growing clovers for cutting. It is also undersown under grain.

Within the *Lolium-Festuca* complex several species are closely related and even under natural conditions hybridisation between the two genera occurs. Especially by means of modern cytogenetic methods more species of this complex have artificially been included in the hybridisations with *Festuca pratensis*. The aim of these programs is to integrate desirable genes of the hybridisation partners into "hybrid chromosomes" by means of visual selection and repeated backcrossing. Positive results have already been reported for some time and have even been reached using conventional breeding methods.

So far the regeneration of transgenic plants of *Festuca pratensis* which are able to live in natural substrates has failed.

According to the OECD databank no release of genetically modified *Festuca pratensis* has yet occurred. However, within the EU the release of *Festuca arundinacea* in France has been applied for. This report lists the mandatory isolation measures for comparable species as well as relevant regulations for seed production in Germany.

The report also summarises the current knowledge of pathogenes, phytophagous animal species as well as symbionts of *Festuca pratensis*. Since some of the symbiotic relationships with endophytic fungi are of particular ecological and economical importance their association is described in detail.

Trifolium repens L. 1753

White clover belongs to the tribe Trifolieae within the family of *Fabaceae*. Many races and varieties are described, which differ in particular with regard to the development cycle, climate resistance and longevity. White clover is allotetraploid ($2n = 4x = 32$).

The plant is perennial, glabrous or sparsely hairy with a strong vertical root. The main stem is decumbent, branched and 5 to 50 cm long. It roots at the nodes and rises at the tip, frequently violet. The leafstalks are up to 20 cm long and seemingly basal. The stalks of the inflorescences are in general longer than the leafstalks. 40 to 80 flowers are in dense, racemose, 15-25 mm broad heads. The petals are white, 6-12 mm long, with a slight honey smell. The pod is linear, flattened and contains 3-4 seeds.

White clover developed a mechanism of gametophytic selfincompatibility. Only a small proportion of the single plants is selfcompatibel. The seeds of *Trifolium repens* are dispersed over far distances mainly by birds or livestock; seeds are dispersed over short distances by wind or dug in by earthworms.

The native distribution includes all of Europe (beyond the alpine or polar forestline), Northern and Central Asia up to the Lake Baikal and Northern Africa. *Trifolium repens* was imported or introduced to all continents. Where it is introduced it seems to be rather tied to oceanic regions. In Germany it grows on meadows and pastures, park swards, field margins and road sites, river shores and ruderal places and is almost everywhere common - from the lowlands to the alpine regions.

White clover can be considered one of the most important forage plants in the entire temperate region. On forage value scales it reaches the highest ranks. It is well tolerant towards frequent cutting, grazing and treading and it has a strong ability to grow back. In forage cropping it is used as a pasture plant, as green forage and for hay as well as for green manure. It is sown preferably in mixtures together with meadow grasses and other clover species. On permanent pastures the palatable white clover is the most important clover species. In meadows it is of limited use, because in meadows dominated by tall grasses it is restrained due to a lack of light.

Up to now, successful interspecific hybridisation with six *Trifolium*-species are documented, which are with one exception all belong to the same section as *Trifolium repens*.

By means of *Agrobacterium* mediated gene transfer several different genes with resistance to antibiotics, herbicides, viruses and insects as well as protein genes of non-related genuses, families and classes have been transferred into *Trifolium repens*.

According to the OECD databank genetically modified *Trifolium repens* has been released four times in Canada and three times in Australia. This report lists the mandatory isolation measures for comparable species as well as relevant regulations for seed production in Germany.

The report also summarises the current knowledge of pathogenes and phytophagous animal species which have been found on *Trifolium repens*.